

# *Manual de Implantação e Manejo do Sistema Bioágua Familiar*

*Reúso de água cinza doméstica para produção de  
alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro*

Bioágua   
Familiar

Patrocínio:



Realização:



Apoio:



Fábio Santiago; Felipe Jalfim; Ricardo Blackburn; Solange Dombroski; Luís Monteiro;  
Mariana Nanes; Isabella Dias; Robson Gurgel; Benévio Oliveira; Gilberto Oliveira;  
Wlisses Santos; Maria Rafaela Pinheiro; Francisco Sales; Jucielly Silva.

# **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**

**1ª Edição**

**Caraúbas-RN**

**Assessoria, Consultoria e Capacitação Técnica Orientada Sustentável - ATOS**

**2015**

International Catalogued Data in the Publication – CIP  
Ana Catarina Macêdo CRB-4/1781

M294

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 / Fábio Santiago... [et al.]. – Caraúbas: ATOS, 2015.  
194 f. : il.

ISBN: 978-85-69539-01-8

Bibliografia.

1. Bioágua 2. Agricultura familiar 3. Água cinza– Tratamento biológico  
4. Água – Reúso 5. Água – Uso sustentável. I. Santiago, Fábio II. Jalfim, Felipe  
III. Blackburn, Ricardo IV. Dombroski, Solange V. Monteiro, Luís VI. Nanes,  
Mariana VII. Dias, Isabella VIII. Gurgel, Robson IX. Oliveira, Benévio X. Oliveira,  
Gilberto XI. Santos, Wlisses XII. Pinheiro, Maria Rafaela XIII. Sales, Francisco  
XIV. Silva, Jucielly XV. Título.

CDD 628 (22. ed.)

**COORDENAÇÃO EDITORIAL**

Felipe Tenório Jalfim e Fábio dos Santos Santiago

**REVISÃO GRAMATICAL**

Mayara Renata Ferreira da Silva

**REVISÃO TÉCNICA**

Fábio dos Santos Santiago, Felipe Tenório Jalfim, Solange Aparecida Goularte Dombroski e Ricardo Menezes Blackburn.

**COLABORADORES**

Nielsen Christiane Gomes da Silva, Jamerson Alexandre Vila Nova de Oliveira, Maria Laura Fontelles Ternes, Amanda Bezerra de Sousa; Karla Nascimento de Souza, Mayara Magna Barra Costa, Emanoela Magna da Cunha, Madelyne Paulo Tomás e Ana Beatriz Alves de Araújo.

**PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO**

Kássia Araújo e Marcos Camilo

**FOTOS**

Acervo Projeto Dom Helder Camara e acervo Projeto Bioágua Familiar

**IMPRESSÃO**

Gráfica Facform

1ª EDIÇÃO, 1ª IMPRESSÃO (2015): TIRAGEM 1.000 Exemplares

ATOS, Caraúbas, junho de 2015

**PARCEIROS DA EDIÇÃO**

Projeto Dom Helder Camara – SDT - MDA / FIDA

Petrobras - Programa Petrobras Socioambiental (Patrocinador)

Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA

**DOWNLOAD DISPONÍVEL EM**

[www.projetodomhelder.gov.br](http://www.projetodomhelder.gov.br)

<http://bioaguafamiliar.org.br/>

<http://reitoria.ufersa.edu.br/comissoes/pls/>



# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
1.1 Reúso de Água para Fins Agrícolas: Breves Considerações	10
1.2 Reúso de Água para Fins Agrícolas no Semiárido Brasileiro	11
<b>2 O SISTEMA BIOÁGUA FAMILIAR</b>	<b>14</b>
2.1 Componentes e Funcionamento do Sistema	15
2.1.1 Filtro Biológico	15
2.1.2 Tanque de Reúso	16
2.1.3 Sistema de Irrigação	17
2.1.3.1 Fonte Hídrica	17
2.1.3.2 Dimensionamento Hidráulico e Área Irrigada	18
2.1.3.3 Manejo de Irrigação	20
2.1.3.4 Estimativa de Consumo de Energia no SBF	20
2.2 Área de Cultivo	21
2.2.1 Competição	21
2.2.2 Simbiose	23
2.2.3 Mutualismo	23
2.2.4 Alelopatia	24
2.3 Manejo de Insetos-praga e Doenças no SBF	26
2.3.1 Uso de Plantas Repelentes e Atrativas	27
2.3.2 Rotação de Culturas	29
2.3.3 Cultivo da Agrobiodiversidade	31
2.3.4 Conservação da Biodiversidade	33
<b>3 ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO</b>	<b>36</b>
3.1 Etapa 1: Escolha e Demarcação do Local de Implantação do SBF	45
3.2 Etapa 2: Construção do Filtro Biológico	48
3.3 Etapa 3: Construção do Tanque de Reúso	59
3.4 Etapa 4: Implantação dos Canteiros e Covas	67
3.5 Etapa 5: Instalação Hidráulica do Bioágua Familiar	73
3.6 Etapa 6: Coberta da Eletrobomba e Sistema Elétrico	104
3.7 Etapa 7: Confeção da Cerca	112
3.8 Etapa 8: Construção do Minhocário	116
3.9 Etapa 9: Construção do Minitelado	124
3.10 Etapa 10: Preparação do Composto Orgânico	131
<b>4 FICHAS TÉCNICAS DOS COMPONENTES DO SISTEMA</b>	<b>136</b>
4.1 Ficha Técnica da Montagem do Filtro Biológico	136
4.1.1 Construção do Filtro Biológico	136
4.1.2 Construção da Coberta do Filtro Biológico	138

4.1.3	Rede Hidráulica da Caixa de Gordura até o Filtro Biológico (FB).....	142
4.2	Ficha Técnica da Montagem do Tanque de Reúso .....	143
4.2.1	Montagem do Tanque de Reúso .....	143
4.3	Ficha Técnica da Eletrobomba.....	146
4.3.1	Montagem da Eletrobomba.....	146
4.3.2	Montagem da Linha de Derivação da Irrigação .....	147
4.3.3	Construção da Coberta da Eletrobomba.....	149
4.4	Ficha Técnica da Construção do Minhocário .....	152
4.4.1	Construção da Base do Minhocário .....	152
4.4.2	Construção do Anel do Minhocário e Funcionamento .....	153
4.4.3	Construção da Coberta do Minhocário.....	155
4.5	Ficha Técnica da Construção da Cerca .....	156
4.5.1	Construção da Cerca.....	156
4.6	Ficha Técnica da Montagem do Minitelado .....	159
4.6.1	Montagem do Minitelado .....	159
4.7	Ficha Técnica da Compostagem .....	161
4.7.1	Montagem do Composto.....	161
4.7.1.1	Processo de Compostagem.....	162
5	MEDIDAS DE HIGIENIZAÇÃO DOS ALIMENTOS PÓS-COLHEITA .....	166
6	MEMÓRIA DE CÁLCULO DO SISTEMA BIOÁGUA FAMILIAR.....	168
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	174
<b>REFERÊNCIAS.....</b>		<b>175</b>
<b>ANEXO .....</b>		<b>177</b>
<b>SOBRE OS PARCEIROS E OS AUTORES .....</b>		<b>183</b>

## APRESENTAÇÃO

A cultura de convivência com o Semiárido é um aprendizado gradativo e coletivo que, dentre outros, implica em avanços nos campos da educação contextualizada, do crescimento de valores de pertença à região, e da ampliação do conhecimento de formas de cultivos e criações apropriadas à semiaridez e que conservam os recursos naturais. Implica ainda em tipos de organização sociopolítica que consolidam a participação cidadã das famílias agricultoras nos espaços de execução e controle das políticas públicas, bem como a criação social de mercados.

Entre os desafios rumo à cultura de convivência, a água desponta cada vez mais como um fator limitante, devido à própria condição de semiaridez aliada à interferência antrópica local (a exemplo da poluição das nascentes, rios e águas subterrâneas, da erosão, do desmatamento das matas ciliares) e global (como as causas das mudanças climáticas), tornando a água um recurso natural escasso para a crescente necessidade das atividades humanas.

Nesse cenário, o reúso de água ofertado pelo Sistema Bioágua Familiar – SBF preenche uma lacuna fundamental, pois é de baixo custo e tira partido das capacidades locais para a sua implantação, manejo e manutenção; além de prever uma unidade para tratamento de água cinza e posterior uso na produção de alimentos de alto valor nutricional para as famílias e os animais do quintal. Gera, ainda, aprendizados a partir da prática de princípios agroecológicos, sobretudo de manejos do solo, da água, da agrobiodiversidade e da ciclagem de nutrientes, que são aplicáveis às demais áreas dos agroecossistemas de gestão familiar.

A caminhada para se chegar a esse momento de expansão do Sistema Bioágua Familiar foi iniciada em 2009, a partir de pesquisa com três SBFs na comunidade São Geraldo, Olho D'Água do Borges-RN, numa parceria entre três famílias, Projeto Dom Helder Camara – PDHC (Secretaria de Desenvolvimento Territorial – SDT do Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA), Fundo Internacional para o Desenvolvimento Agrícola – FIDA, Global Environment Facility – GEF, Assessoria Consultoria e Capacitação Técnica Orientada Sustentável – ATOS e Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. A pesquisa foi fortalecida em 2013, com o patrocínio da Petrobras, através do Programa Petrobras Socioambiental, que propiciou a implantação monitorada de 200 SBFs, sendo 20 destes reservados à continuidade da pesquisa.

Essa trajetória possibilitou alcançar resultados e conhecimento suficientes para assegurar a presente sistematização sobre a implantação do Sistema Bioágua Familiar.

O presente manual se inicia com uma introdução didática ao tema, buscando aproximar o leitor ao reúso da água. A seguir, fazem-se considerações importantes sobre os principais componentes do sistema e os aspectos conceituais e práticos de seu manejo. Na implantação, tema central desse manual, utilizam-se dois recursos didáticos: o primeiro descreve o passo a passo com auxílio de fotografias e textos, dividindo a implantação em etapas; o segundo faz um complemento e reforço do passo a passo com uso de “fichas técnicas”, as quais centram a explicação a partir de textos sequenciados e ilustrados quando se referem, sobretudo, a dimensões e montagens mais complexas. O manual apresenta ainda recomendações sobre a higienização dos alimentos pós-colheita e uma planilha com dados de memória de cálculo do SBF, que possibilita a qualquer pessoa fazer o orçamento de um sistema.

Por fim, são feitas considerações finais sobre o papel deste manual nas iniciativas de expansão do SBF, lembrando que o presente manual não substitui outros processos de formação necessários, sobretudo o aprendizado pela prática e o acompanhamento técnico.

Espedito Rufino de Araújo  
Projeto Dom Helder Camara  
(SDT-MDA/FIDA)

Marcos Vinicius da Silva Almeida  
Programa Petrobras Socioambiental

Robson Luiz Soares Gurgel  
ATOS

Solange A. G. Dombroski  
UFERSA



# *Introdução*





# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1. Réuso de Água para Fins Agrícolas: Breves Considerações

Distintos motivos têm levado ao aumento do uso de águas residuais para a agricultura, tais como (WHO, 2006): crescente escassez de água e degradação de recursos hídricos resultantes da disposição inadequada de esgotos; aumento da população e aumento da demanda por alimento e fibra; reconhecimento crescente do valor do recurso esgoto e nutrientes contidos no mesmo; as Metas de Desenvolvimento do Milênio, especialmente aquelas para assegurar a sustentabilidade ambiental e eliminar a pobreza e a fome.

Sobre o reúso de esgoto doméstico<sup>1</sup>, aponta-se como benefício econômico o aumento da área cultivada e da produtividade agrícola, como o caso do Vale de Mesquital, no México (HESPANHOL, 2003). Neste, a renda agrícola aumentou de quase zero no início do século passado, quando os esgotos da Cidade do México foram disponibilizados nesta região, até aproximadamente 4 milhões de dólares por hectare, em 1990 (CNA, 1993 apud HESPANHOL, 2003).

O uso de esgoto doméstico na irrigação pode diminuir consideravelmente ou mesmo eliminar a necessidade do emprego de fertilizantes comerciais. Além dos nutrientes (e dos micronutrientes, não disponíveis em fertilizantes sintéticos), a aplicação de esgotos proporciona a adição de matéria orgânica, que age como um condicionador do solo, aumentando-se a sua capacidade de reter água (HESPANHOL, 1994, 1997 apud HESPANHOL, 2003; HESPANHOL, 2008).

Em termos de benefícios ambientais e de saúde pública, para Hespanhol (2003; 2008), sistemas de reúso de água para fins agrícolas adequadamente planejados e administrados proporcionam melhorias ambientais e melhorias de condições de saúde, entre as quais: minimização das descargas de esgotos em corpos de água; conservação de recursos subterrâneos, principalmente em áreas onde a utilização excessiva de aquíferos provoca intrusão de cunha salina ou subsidência<sup>2</sup> de terrenos; permite a conservação do solo, pela acumulação de húmus, e aumenta a resistência à erosão; aumenta a concentração de matéria orgânica do solo, possibilitando maior retenção de água; contribui, principalmente em áreas carentes, para o aumento da produção de alimentos, elevando,

1 **Esgoto doméstico** é o termo usado para descrever o despejo proveniente do uso da água nas residências, inclusive a contribuição do vaso sanitário. Por outro lado, água cinza é qualquer água não-industrial, que foi usada em processos domésticos, como o banho, lavar a louça e a roupa.

2 Processo de rebaixamento da superfície terrestre.



assim, os níveis de saúde, qualidade de vida e condições sociais de populações associadas aos esquemas de reúso.

Como desvantagens do reúso de águas, podem ser enumeradas (MOTA; SANTOS, 2007): a rejeição da população a essa prática, por desconhecimento de que é possível utilizá-la com segurança, ou devido a resistências de natureza cultural; riscos de contaminação ambiental; riscos de transmissão de doenças aos trabalhadores, manipuladores e consumidores de produtos gerados a partir de águas de reúso; possibilidade de alterações nas características do solo, como por exemplo, salinização, como consequência do reúso em irrigação; possíveis danos às culturas, devido à presença de alguns compostos nas águas de reúso usadas em irrigação.

Com relação a possíveis acúmulos de contaminantes químicos no solo, segundo Foster et al. (1997 apud HESPANHOL, 2003), dependendo das características dos esgotos, a prática da irrigação por longos períodos pode levar à acumulação de compostos tóxicos, orgânicos e inorgânicos, e ao aumento significativo de salinidade e camadas insaturadas. Para evitar essa possibilidade, a irrigação deve ser efetuada com esgotos de origem predominantemente doméstica (HESPANHOL, 2003).

Outra possibilidade é a poluição de aquíferos subterrâneos por nitratos e organismos patogênicos. Isso ocorre quando uma camada insaturada, altamente porosa, se situa sobre o aquífero, permitindo a percolação de nitratos. Quando a parte superior do aquífero é constituída por camada profunda e homogênea, com capacidade para reter e processar esses elementos, a possibilidade de contaminação é bastante pequena. A assimilação de nitrogênio pelas plantas cultivadas, por exemplo, reduz a possibilidade de contaminação por nitrato, mas isso depende das taxas de assimilação pelas plantas e das taxas de aplicação de esgotos no solo (HESPANHOL, 2008).

## **1.2. Reúso de Água para Fins Agrícolas no Semiárido Brasileiro**

Na região semiárida brasileira, a irregularidade de chuva, as altas taxas de evaporação e os longos períodos de estiagem são fatores que tornam a água um fator limitante. Como forma de mitigar os efeitos inerentes ao clima semiárido, Sousa et al. (2003) indicam o reúso de água residuária doméstica na agricultura como uma opção estratégica de convivência. Segundo Pollice et al. (2003), o reúso planejado de águas pode ser uma importante alternativa para a produção de alimentos em economias baseadas na agricultura, principalmente para as regiões áridas e semiáridas. O conceito de “substituição de fontes” mostra-se como opção a demandas menos restritivas, liberando



as águas de melhor qualidade para usos mais nobres, como o abastecimento doméstico (HESPANHOL, 2002).

Nesse contexto, o uso consciente da água e o seu reúso se apresentam como grandes desafios para a sociedade, os governos e a ciência. Com efeito, Israel é um país que oferece um grande exemplo para o mundo, pois o reúso é considerado prioridade política nacional, sendo aplicado a mais de 70% de toda água residuária (REBOUÇAS, BRAGA e TUNDISI, 1999). Esse avanço tecnológico e político é acompanhado por uma educação escolar que cria uma cultura de uso racional da água.

No semiárido brasileiro, muito se tem feito nos últimos 10 anos para o enfrentamento do histórico atraso no abastecimento hídrico dessa região. A despeito desse esforço, pouco se avançou no campo das tecnologias de reúso da água e no que concerne a processos educativos sobre o consumo consciente da água.

Foi nesse cenário que o Projeto Dom Helder Camara (SDT-MDA/FIDA/GEF), a Ong ATOS e a UFERSA, em parceria com três famílias agricultoras, desenvolveram o Sistema Bioágua Familiar de reúso de água cinza domiciliar para a produção de alimentos e despoluição dos quintais.

A pesquisa, que vem sendo realizada desde 2009 com mais de 20 Sistemas Bioágua Familiar, apresenta os seguintes resultados:

- a) O comportamento das plantas sob a irrigação da água pós-tratamento segue padrões normais de crescimento e desenvolvimento vegetal;
- b) As propriedades físicas e químicas do solo irrigado com a água pós-tratamento apresentam padrões normais para uso agrícola;
- c) As propriedades químicas da água pós-tratamento atendem os parâmetros requeridos para o uso agrícola. A água de reúso apresenta boas quantidades de nutrientes e não representou fonte de poluição ambiental;
- d) O Sistema Bioágua tem potencial de redução global de *E. coli* de 4 a 7 unidades logarítmicas, atendendo a meta de saúde mencionada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para água cinza. A água não produz mau cheiro devido aos processos biológicos usados, evitando a situação de “esgoto a céu aberto”;
- e) O Sistema Bioágua apresenta um baixo custo de implantação e manutenção (o custo de energia é insignificante), tendo uma operacionalização adequada à dinâmica e disponibilidade de mão de obra familiar;





f) A quantidade e tipo de água cinza produzida pelas famílias que fazem parte da pesquisa são, respectivamente, suficiente e adequada para o funcionamento do Sistema Bioágua. O monitoramento da produção de água cinza de 20 sistemas apresentou média diária variando de 17,8 a 451 litros por residência, e produção per capita oscilando de 5,9 a 126 litros. Esse resultado permite o dimensionamento de sistemas para famílias típicas do semiárido brasileiro;

g) A produção de hortaliças, frutas, raízes e tubérculos no quintal irrigado a partir da oferta de água pós-tratamento supriu a demanda familiar por estes alimentos e, no período chuvoso, gerou excedentes.

Após essa fase de pesquisa laboratorial, de campo e de expansão monitorada<sup>3</sup>, o SBF entra numa fase de expansão mais ampla, podendo gradativamente atender a todas as famílias do semiárido que apresentem condições de oferta de água cinza e interesse concreto pelo desenvolvimento do sistema. Com efeito, essa expansão significará uma contribuição concreta para a produção de alimentos e redução da contaminação ambiental nos quintais das famílias agricultoras da região semiárida brasileira.

Um pressuposto fundamental para o sucesso dessa expansão é que cada família, professor/a do meio rural, extensionista e gestor/a público consiga se apropriar da compreensão de que não estão lidando apenas com uma tecnologia. Trata-se de um sistema que tem vários componentes interligados, destacando-se o biológico e a água, no qual a intervenção humana é determinante para o maior ou menor nível de eficiência. Por isso, é necessário que nesta expansão se rompa com a noção de transferência de tecnologia, evitando-se os riscos de inviabilização de uma proposta extremamente promissora para contribuir para a superação da pobreza e para o desenvolvimento sustentável dessa região.

Assim, além dos aspectos técnicos, é fundamental a construção de experiências que sirvam como referenciais para processos metodológicos de formação integrada à educação ambiental, imprescindíveis para qualquer iniciativa de expansão desse sistema nas variadas localidades da região semiárida brasileira.

<sup>3</sup> A partir da implantação monitorada de 200 SBFs no Território do Apodi-RN, sendo 20 destes reservados à continuidade da pesquisa. Essa expansão contou com o patrocínio da Petrobras, através do Programa Petrobras Socioambiental.



A person wearing a white t-shirt, a white cap, and sandals is crouching in a field of large-leafed plants, possibly lettuce. They are working with their hands in the plants. In the background, there is a greenhouse structure and some trees. The entire image has a green tint.

# *O Sistema Bioágua Familiar*

## 2 O SISTEMA BIOÁGUA FAMILIAR

O sistema de reúso de água cinza a partir do Bioágua Familiar consiste num processo de filtragem por mecanismos de impedimento físico e biológico dos resíduos presentes na água cinza, sendo a matéria orgânica biodegradada por uma população de microorganismos e minhocas (*Eisenia fetida*). Com a digestão e absorção da matéria orgânica retida na água pelas minhocas, ocorre a retirada de seus principais poluentes (POBLETE, 2010). A água de reúso é utilizada num sistema de irrigação destinado à produção de hortaliças, raízes, frutas, alimentos verdes para as galinhas do quintal, plantas medicinais e outros tipos de alimentos.

### 2.1 Componentes e Funcionamento do Sistema

A produção de água cinza nos domicílios varia de acordo com o tamanho da família, oferta de água e outros fatores. Pode-se considerar a água cinza proveniente do chuveiro, lavatório, pia de cozinha, tanque ou máquina de lavar dos domicílios, com exceção da água do vaso sanitário. A água tratada pode ser reutilizada na produção agrícola, o que está sendo realizado pelo Bioágua Familiar, formado pelos principais componentes<sup>4</sup>:

#### 2.1.1 Filtro Biológico

Unidade de fluxo descendente com área superficial 1,77 m<sup>2</sup>, dotado de duas camadas de material orgânico (húmus<sup>5</sup> e serragem de madeira) e duas camadas de material inorgânico (cascalho e seixo rolado), distribuídas em uma profundidade de 1,00 m. Para o desenho do sistema é importante observar que um filtro tem capacidade de tratamento de até 500 litros de água cinza por dia, que deve ser distribuída uniformemente, de modo a proporcionar a multiplicação e desenvolvimento das minhocas na superfície do filtro. Deve-se regular diariamente a quantidade de água cinza com registro de 32 mm acoplado no início do 'chuveiro' e evitar entupimentos dos orifícios de distribuição de água no filtro. Assim, esta referência serve para desenhar sistemas com diferentes ofertas de água. Por exemplo, um domicílio que oferta um volume acima de 500 litros de água cinza por dia deve ter 2 filtros. O filtro deve ser coberto para evitar a incidência direta de sol e chuva. Ademais, a parte superior do filtro deve ser coberta por uma tela de Sombrite a 50% para tornar o meio mais escuro e reduzir problemas com alguns predadores de minhocas.

4 Não são considerados nesse texto detalhes do sistema, que são demonstrados na parte de implantação propriamente dita.

5 No húmus se distribui uma população de, aproximadamente, 1 kg de minhoca vermelha da Califórnia (*Eisenia fetida*). A minhoca Gigante Africana (*Eudrillus eugeniae*) não se adapta a ambientes como o do Filtro Biológico. Essa conclusão foi verificada na própria pesquisa do Sistema Bioágua Familiar e a partir do hábito dessa espécie, descrito por Lourenço (2014).



Portanto, vale ressaltar a importância no manejo do filtro no que se refere à distribuição uniforme da água cinza sobre sua superfície para que não resulte em excesso de umidade no húmus, que deixaria o meio inadequado para as minhocas e comprometeria o desempenho da parte biológica do filtro, tornando o mesmo apenas um “tanque de passagem da água cinza”.

Em função de seus hábitos alimentares, as minhocas influenciam as transformações da matéria orgânica em decomposição (PAPINI; ANDRÉA, 2004). Elas promovem o revolvimento e a aeração do material do seu habitat, bem como a trituração da matéria orgânica que passa por seus tratos digestivos. A decomposição da matéria orgânica é exercida pelos microrganismos existentes no intestino das minhocas, de onde os resíduos saem enriquecidos em nutrientes e mais facilmente assimiláveis pelas plantas (REICHERT; BIDONE, 2000). O excremento delas constitui o húmus de minhoca. O tempo de filtragem é rápido, não permitindo a ocorrência de mau cheiro decorrente de condições prolongadas de saturação e anaerobiose. Além das minhocas, diversos microrganismos presentes no húmus fazem também a decomposição do material orgânico que chega no filtro através da água cinza.

Para início do funcionamento é necessário apenas preencher o Bioágua Familiar com as camadas filtrantes. A parte do meio filtrante constituída por raspas de madeira deve ser trocada a cada doze meses; enquanto o húmus, a cada seis meses.

É fundamental que esses materiais (húmus e raspas de madeira) não se tornem rejeitos ao voltarem para o ambiente em forma de um potencial contaminante. Para evitar esse problema, recicla-se esse resíduo resultante da manutenção do filtro biológico e das caixas de gordura através da confecção de composto orgânico, juntamente com restos culturais, capim e esterco, gerando um adubo orgânico estabilizado com grande poder de fertilização para todas as culturas implantadas. Esta prática de compostagem permite ao SBF o status de sistema sem nenhum resíduo ambiental, ou Resíduo Zero.

### **2.1.2 Tanque de Reúso**

Tem a função de armazenar a água de reúso oriunda do filtro, com capacidade de 1.767 litros. Deve ter a parte superior fechada para evitar que a incidência da luz solar permita a proliferação de algas, que alteram a qualidade da água e comprometem o sistema de bombeamento. Evita ainda possíveis acidentes e a proliferação de larvas de mosquito da dengue, entre outros. O tanque de reúso é acoplado ao sistema de irrigação.



### 2.1.3 Sistema de Irrigação

Resultados observados na pesquisa do Sistema Bioágua Familiar, entre 2009-2010, sugeriram o aumento da segurança sanitária das hortaliças produzidas pelo uso de irrigação com gotejadores. Nesse sentido, a concepção atual do Sistema Bioágua Familiar adota o uso de irrigação por gotejamento, considerada uma barreira adicional de segurança da saúde dos consumidores de alimentos provenientes do reúso de água cinza (HESPANHOL, 2003; WHO, 2006; MARA, 2008).

Assim, é importante que haja a compreensão por parte das famílias contempladas com o Sistema Bioágua Familiar de que a irrigação por gotejamento além de ser suficiente para o cultivo, se adequadamente dimensionada e instalada, é fundamental para aumentar a segurança sanitária do SBF. Portanto, o sistema de irrigação utiliza eletrobomba e mangueiras de polietileno de gotejamento.

O dimensionamento hidráulico do sistema de irrigação para a área de cultivo foi desenvolvido no sentido de facilitar a adoção em larga escala sem a dependência constante de profissional habilitado a projetar sistemas de irrigação.

O sistema de irrigação é acionado diariamente por uma eletrobomba. O tempo de irrigação obedecerá às necessidades hídricas das culturas implantadas, de acordo com as condições climáticas da região. Neste sentido, na época chuvosa deve-se utilizar a água de reúso para descarga nas árvores que compõem a cerca-viva, isto evita o transbordamento do tanque de reúso bem como o excesso de água nos canteiros, ao mesmo tempo que se intensifica a produção de forragem para alimentação animal e biomassa para a adubação verde do sistema.

A área de cada quintal produtivo tem como base a oferta de água para uso doméstico, produção média de água cinza, número de filtros biológicos e de pessoas por residência. Para tanto, a área do quintal produtivo dimensionada deve ser de 300 m<sup>2</sup> (20 m x 15 m).

#### 2.1.3.1 Fonte Hídrica

A água cinza produzida na residência rural é convergida por gravidade ao filtro biológico e ao tanque de reúso. A partir deste, a água tratada deverá ser pressurizada por eletrobomba para o sistema de irrigação por gotejamento. A fonte de água para uso doméstico é originada principalmente do açude, das cacimbas, das adutoras e das cisternas 16.000 L e 52.000 L.



Tomando como exemplo um caso de uma residência com estimativa de produção de água cinza igual ou inferior a 500 L/dia, e tendo como referência a conta de água paga pela família agricultora nos últimos 3 (três) meses, recomenda-se a implantação de 1 Filtro Biológico (FB). Para tanto, o monitoramento dessa água deverá ser observado diariamente através de valores anotados em hidrômetro.

### 2.1.3.2 Dimensionamento Hidráulico e Área Irrigada

O Sistema Bioágua Familiar (Figura 1) foi concebido visando à formação de setores hidráulicamente independentes. Esta independência se dá através de registros de polietileno de 16 mm acoplados no início das linhas de polietileno (DN 16). Foram formados 4 setores, sendo: 1 para a produção de hortaliças do tipo folhosa e tuberosa em 2 canteiros; 1 envolvendo a irrigação de hortaliças tipo fruto; 1 na produção de fruteiras; e 1 para irrigação das árvores da cerva viva – gliricídia (*Gliricidia sepium*) e moringa (*Moringa oleifera Lam.*). Salientando que este último servirá, sobretudo, para descarregar o excesso de água cinza produzida em época da estação chuvosa e quando a residência tiver a presença do número de pessoas acima do cotidiano (visitas, festas, etc.). Estima-se que a necessidade hídrica diária do quintal produtivo é de 457 litros, sendo: 122 litros (setor 1; 2 canteiros); 17 litros (setor 2); 185 litros (setor 3); 133 litros (setor 4). A vazão de projeto crítica para dimensionamento da linha de derivação foi baseada em 1,06 m<sup>3</sup>/h, ou seja, vazão crítica de 1 setor de gotejamento em 2 canteiros. A área total irrigada é 246 m<sup>2</sup> (Anexo).

O diâmetro das tubulações foi dimensionado segundo BRESSE, enquanto a perda de carga através de HAZEN WILLIAMS. Foi utilizado como limite da velocidade da água nas tubulações de polietileno o valor de 2,5 m/s. A altura manométrica total foi igual à soma das seguintes partes: perda de carga na lateral (m.c.a)<sup>6</sup>; perda de carga na derivação (m.c.a); perda de carga na elevação (m.c.a); pressão de serviço (m.c.a); perda de carga no filtro (m.c.a); perda de carga nas peças acessórias (m.c.a); desnível do terreno; margem de segurança de 7%.

6

Metro de coluna d'água.





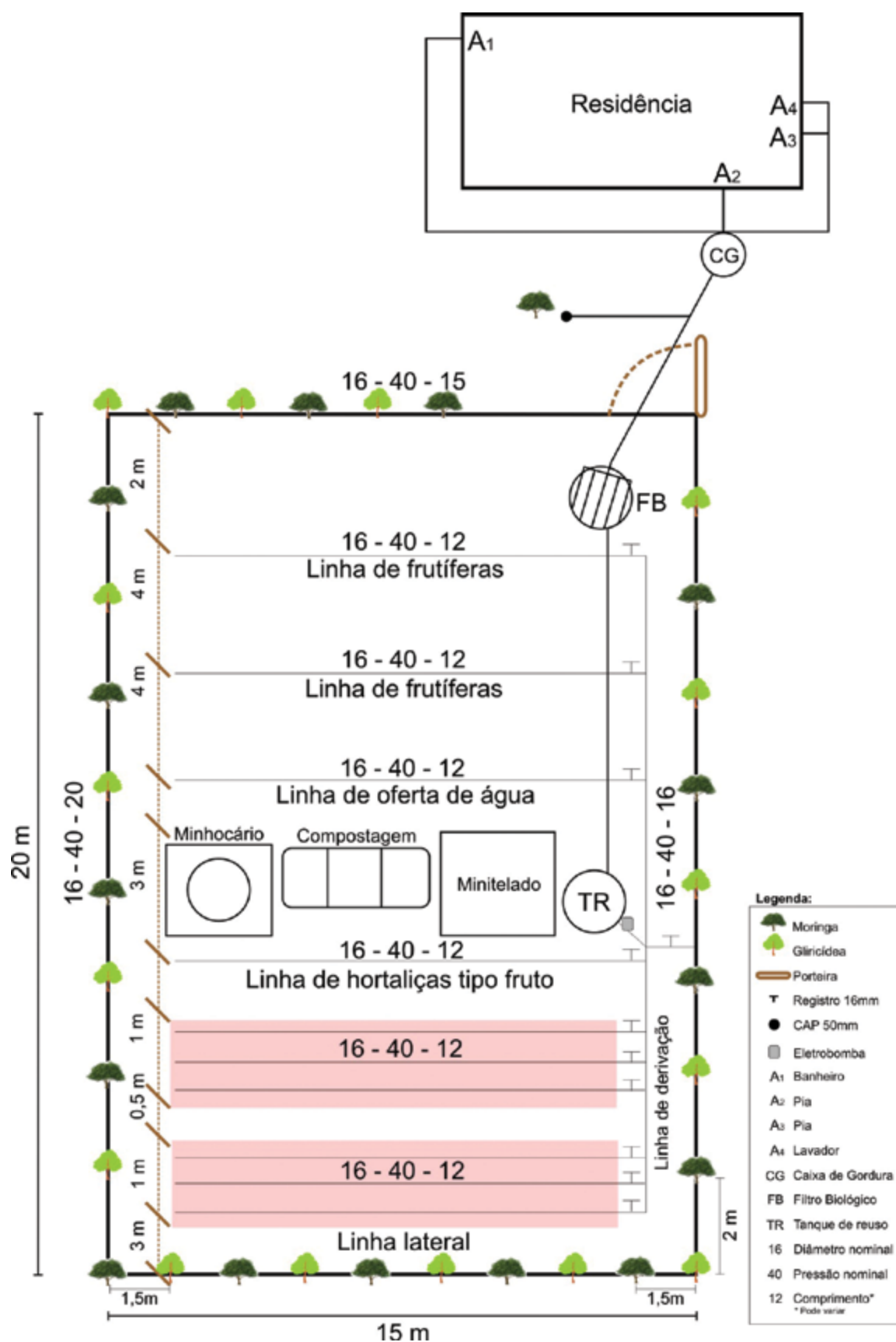


Figura 1. Croqui representativo do SBF.



### 2.1.3.3 Manejo de Irrigação

Recomenda-se que a irrigação seja realizada simultaneamente de acordo com o quadro abaixo:

Quadro 1 – Recomendação do funcionamento do sistema de irrigação do SBF.

Esquema de funcionamento de setores de irrigação	Sistema de Irrigação	Vazão(m <sup>3</sup> /h)	Tempo (h)
1 (hortaliças folhosas e tuberosas)	Gotejamento	1,06	0,11
2 (hortaliças tipo fruto)	Gotejamento	0,18	0,09
2 (fruteiras)	Gotejamento	0,35	0,48
Tempo de Irrigação (hortaliças e frutas)			0,68
4 (gliricídia e moringa)	Gotejamento	0,88	0,14
TOTAL GERAL DE HORAS (hortaliças, frutas, gliricídia e moringa)			0,82

De acordo com o Quadro 1, é possível observar que a jornada de trabalho diária destinada à produção de hortaliças e frutas é de 0,68 h, ou seja, 41 minutos. Já o tempo para o suprimento hídrico da cerca viva (gliricídia e moringa) é de 0,14 horas, ou seja, 8 minutos. Recomenda-se que a irrigação para cerca viva seja realizada pelo menos duas vezes por semana. É importante ajustar o manejo de irrigação com os dados meteorológicos in loco, que deve contemplar ainda uma lâmina de lixiviação para manter o equilíbrio hidrossalino do solo.

### 2.1.3.4 Estimativa de Consumo de Energia no SBF

De acordo com a recomendação do SBF para o funcionamento da irrigação, o custo da energia é bastante baixo devido à baixa potência da eletrobomba utilizada e ao seu reduzido tempo de funcionamento diário, conforme pode ser observado no Quadro 2.





Quadro 2 – Estimativa de consumo de energia elétrica no SBF.

Tempo de Funcionamento diário (h)	0,82
Consumo de quilowatt (hora) da eletrobomba	0,30
Consumo de quilowatt (dia)	0,2446
Consumo de quilowatt (mês)	7
Valor de quilowatt (hora)	R\$ 0,45
<b>Valor mensal da conta</b>	<b>R\$ 3,30</b>

## 2.2 Área de Cultivo

O Sistema Bioágua Familiar é bastante eficiente para o cultivo de hortaliças (folhosas, raízes e frutos), tubérculos (batata-doce, macaxeira) e frutíferas diversas, a exemplo de goiaba, mamão e acerola. Estes cultivos são próprios dos quintais produtivos das famílias agricultoras. A área de cultivo, como já foi mencionada, é de 300 m<sup>2</sup>. Quando há uma maior oferta de água, pode-se intensificar os cultivos, mas não aumentando a área destinada ao cultivo. No entanto, é preciso haver um planejamento de plantio que considere a variabilidade da oferta de água durante os dias, a qual ocorre em função das atividades domésticas, entre outros. É necessário cercar a área com tela para evitar a entrada de animais domésticos, principalmente das aves do quintal.

O manejo do solo e das culturas deve seguir os princípios da Agroecologia. Assim, toda a produção é realizada sem o uso de agrotóxicos e outros insumos nocivos à saúde humana e ao ambiente, principalmente a poluição dos corpos d'água (GLIESSMAN, 2000). A água de reúso já oferta boa quantidade de nutrientes, que são complementados por práticas simples como a adubação verde, composto orgânico e húmus de minhoca, entre outros.

Na área de cultivo do SBF, busca-se ao máximo entender e ajudar a propiciar as interações que existem nos agroecossistemas e ecossistemas, as quais são muito importantes para a evolução destes. Destas interações, normalmente pode-se obter benefícios através do manejo feito pela ação do homem, como será demonstrado a seguir:

### 2.2.1 Competição

É um tipo de interação entre uma ou mais espécies de um ecossistema ou agroecossistema em que os recursos existentes não são suficientes para manter o bom desenvolvimento de uma mesma população ou de mais de uma população. Isso é muito comum de ocorrer nos monocultivos (Figura 2). Para evitar essa competição a agricultura



convencional utiliza pacotes agroquímicos – sobretudo adubação sintética e agrotóxico –, e, muitas vezes, a irrigação, para evitar os efeitos da competição pela água, artificializando totalmente o meio. Mas, na perspectiva agroecológica, a competição pode ser evitada ao se tomar medidas que minimizem ou evitem as causas da competição, normalmente, por fatores limitantes do ecossistema, como a água no clima semiárido. Nesse caso, algumas medidas são cruciais como um sistema de captação “in situ” e/ou um maior espaçamento entre culturas da mesma espécie através do policultivo, entre outros. Ou seja, o manejo agroecológico evita a competição e trabalha com o máximo de agrobiodiversidade e tipos de manejo favoráveis a interações mais benéficas entre as populações.

Nos ecossistemas, a competição entre plantas de espécies diferentes é importante na sucessão vegetal, sendo um fenômeno ecológico básico no manejo da pastagem nativa. Quando um animal come apenas determinados tipos de plantas, elas perdem a sua capacidade competitiva e podem eventualmente ser eliminadas da pastagem (ARAÚJO FILHO, 2013).



Figura 2. Monocultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) – competição intraespecífica.

No Sistema Bioágua, deve-se ter cuidado para que não haja qualquer tipo de competição, sobretudo porque a área de plantio do sistema é pequena e intensiva. Um exemplo de competição que pode facilmente existir é pela luz solar, pois pode haver alguma planta (arbusto, ou mesmo de porte menor) que sombreie as hortaliças. A competição no SBF também pode se dar pela água quando se utiliza uma espécie que consome muito este recurso e com habilidades próprias de obtê-la no solo, a exemplo da bananeira.

“O manejo de agroecossistemas requer uma identificação mais detalhada das interações competitivas ou ao produtor só resta a opção de disponibilizar recursos em excesso” (GLIESSMAN, 2000, p.305).



### 2.2.2 Simbiose

É um tipo de interação em que dois organismos de espécies diferentes se beneficiam entre si através dos produtos que adicionam ao ambiente. Na simbiose, os indivíduos não necessariamente dependem um do outro para sobreviverem. Como exemplifica Gliessman (2000), as abelhas melíferas se beneficiam de um tipo de flor (espécie de planta) ao colher néctar e pólen e a beneficia ao contribuir na polinização. No entanto, essa espécie de planta (flor) pode ser polinizada por outros tipos de abelhas, como as nativas, bem como as abelhas melíferas podem visitar diversas flores de outras espécies (Figura 3).



Figura 3. Flor de mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) visitada por *Apis mellifera*.

No Sistema Bioágua, pode-se tirar proveito das interações simbióticas. Para isso, é importante a observação das interações que existem entre plantas, bem como destas com a fauna silvestre que habita o sistema. Um bom exemplo de uma relação simbiótica que poderia ser incentivada é a visita de pássaros que se alimentam de insetos-praga que estão presentes na área.

### 2.2.3 Mutualismo

É um tipo de interação em que dois organismos de espécies diferentes se associam e se beneficiam entre si, de maneira dependente, dos produtos que adicionam ao ambiente. O desempenho ótimo das espécies e até mesmo as suas sobrevivências dependem da interação entre ambas. Um bom exemplo de mutualismo é a interação existente entre as raízes das leguminosas e a bactéria *Rhizobium*. Esta última penetra no tecido da raiz da leguminosa, formando nódulos (Figura 4), que lhe servem açúcar para a sua sobrevivência e reprodução, enquanto a bactéria fixa o nitrogênio atmosférico no solo. A leguminosa sem a bactéria teria dificuldades de crescimento e produção. A bactéria sem a raiz da leguminosa ficaria sem o ambiente e alimentação para seu crescimento ótimo.



Outro exemplo interessante de mutualismo é interação entre o cupim e os protozoários que colonizam seu intestino. O cupim alimenta-se de produtos à base de celulose, mas não é capaz de digeri-la. Os protozoários, por sua vez, são quem de fato degradam a celulose, recebendo em troca abrigo e a nutrição.



Figura 4. Nódulos de Rhizobium na raiz de estilosantes (*Stylosanthes viscosa* Swartz).

No Sistema Bioágua, o mutualismo deve ser estimulado, sobretudo com o intuito da fixação de nitrogênio atmosférico no solo e na biomassa. A presença da moringa e da gliricídia nas bordaduras do sistema tem esse objetivo, além de servir para alimentação humana e animal. Com efeito, a interação de mutualismo é de grande importância no desenho e manejo dos agroecossistemas de culturas consorciadas.

#### 2.2.4 Alelopatia

Há muito tempo que se estuda a interação entre duas plantas, onde uma delas produz substâncias que podem inibir ou estimular a outra espécie envolvida na interação, a qual foi denominada de Alelopatia. Com a “revolução verde”, o estudo da alelopatia perdeu força para o estudo dos insumos químicos, com ênfase para os herbicidas.

O estudo da alelopatia só volta a ganhar força com o surgimento da Agroecologia, por ser um tipo de interação muito importante no manejo de agroecossistemas diversificados e para se evitar o uso de qualquer tipo de insumos químicos industrializados.

Normalmente a alelopatia está associada a ação competitiva de uma planta, mas nem sempre. Muitas plantas são bastante competitivas, mas não lançam mão de substâncias alelopáticas negativas sobre as outras plantas. Um exemplo muito conhecido no nosso meio, e em as áreas tropicais e subtropicais do planeta, é a tiririca (*Cyperus rotundus*) (Figura 5). Além de competir diretamente por água, luz e nutrien-





tes, a tiririca inibe a germinação e brotação de outras espécies, pois exsuda substâncias químicas de efeito alelopático.



Figura 5. Tiririca.

Mas a tiririca também pode ser usada a favor do agricultor, pois estudos recentes demonstram que ela concentra quantidades elevadas de ácido indolbutírico, um fitormônio específico para indução de enraizamento em estacas. Dessa forma, tem-se utilizado preparados que podem melhorar o enraizamento de estacas. Normalmente as batatas de um punhado de tiririca são retiradas e batidas no liquidificador com cerca de 2 litros de água. Depois de pronto, as estacas ficam submersas no referido extrato por 8 horas e providencia-se o plantio das mesmas. No entanto, deve-se testar o efeito em cada tipo de estaca, uma vez que um intervalo prolongado passa a desempenhar um efeito alelopático negativo na planta.

Assim, para realizarem um manejo agroecológico no SBF, partindo do princípio de que as plantas podem ter interações negativas e positivas entre si, os agricultores devem ir formando o seu próprio conhecimento, através da experimentação simples, sobre as plantas que interferem negativamente e as plantas que têm interações positivas, chamadas de Plantas companheiras. É importante montar um quadro que vá além da alelopátia, com plantas que se ajudam e complementam mutuamente também na ocupação do espaço e utilização de água, luz e nutrientes (Figuras 6, 7).



Figura 6. Interação positiva alface/cebolinha.



Figura 7. Mamoeiro, planta companheira das hortas.

### 2.3 Manejo de Insetos-praga e Doenças no SBF

Muitas vezes os agricultores vão se deparar com insetos que estão atacando as culturas, chamados de “pragas”. Normalmente, a tendência é ficar muito preocupado com o aparecimento destes tipos de insetos e a resposta extrema é colocar agrotóxicos sobre a área. Nos casos de agricultores mais esclarecidos sobre o efeito desses agrotóxicos sobre o meio ambiente e as pessoas, a atitude é colocar “venenos naturais ou alternativos”. No entanto, apesar destes últimos serem menos nocivos, na maioria das vezes acabam também, como os agrotóxicos, por matar insetos benéficos aos plantios, chamados predadores e parasitoides. Estes predam ou parasitam os insetos que atacam as plantas cultivadas pelo agricultor (MEDEIROS et al., 2010).

Portanto, no manejo dos agroecossistemas, 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. Para ajudar nessa tarefa, as figuras 8 e 9 ilustram alguns insetos predadores.



Figura 8. Joaninha (*Hippodamia convergens*.) predando.



Figura 9. Marimbondo (*Vespidae*) predando.

### 2.3.1 Uso de Plantas Repelentes e Atrativas

No manejo dos agroecossistemas, e no caso do SBF, 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, entre os canteiros das hortaliças que se beneficiam da proximidade dos vários princípios ativos repelentes de espécies como o manjeriço (*Ocimum spp.*) (figura 10) e do cravo de defunto (*Tagetes patula L.*) (figura 11), que produz a piretrina.





Figura 10. Manjerição no meio da horta.



Figura 11. Cravo de defunto entre tomateiro.

As plantas que atraem os insetos-praga para si não sofrem grandes prejuízos ao mesmo tempo que estes insetos deixam de atacar as plantas cultivadas. Um bom exemplo é o gergelim (*Sesamum indicum*) (figura 12), plantado nos consórcios agroecológicos alimentares visando o controle de insetos-praga do algodão e também para a produção de grãos (SANTIAGO et al., 2013). Normalmente, plantas que produzem muitas flores atraem os insetos-praga para si, deixando as culturas principais com um ataque sem perdas econômicas (Figura 13).





Figura 12. Gergelim, planta atrativa de insetos praga.



Figura 13. Flores atrativas no pomar do SBF.

### 2.3.2 Rotação de Culturas

Uma prática de manejo do solo e planta que reduz de forma efetiva a propagação de doenças e pragas provocadas, entre outros, por nematoides, ácaros e insetos-praga, é a rotação de culturas. Essa prática propicia também descanso e renovação da fertilidade do solo e a redução de plantas espontâneas. Com efeito, a rotação de culturas é um sistema de plantio que procura tirar partido de uma sequência de espécies vegetais plantadas sobre a mesma área, de maneira que esta sequência possa se repetir periodicamente (ALTIERI, 2002).

Tomando como exemplo o cultivo de hortaliças no SBF, uma regra básica a ser seguida é não plantar continuamente culturas de mesma família botânica num canteiro, alternando sempre com plantas de outras famílias até a percepção de que o canteiro precisa de um descanso. Usualmente esse descanso é um tempo para a adubação verde da área, formado por um tempo com o plantio de um coquetel de plantas leguminosas – como a mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) e a crotalária (*Crotalaria juncea*), etc. (Figuras 14 e 15) – e outro tempo com a incorporação da massa verde das mesmas ao solo e um período para a sua decomposição. Além disso, é recomendado o uso de composto orgânico e/ou húmus de minhoca para fechar o ciclo do descanso e renovação da terra para o reinício das culturas de hortaliças continuadas com famílias botânicas diferentes.



Figura 14. Adubação verde com leguminosas.



Figura 15. Adubação verde com crotalária.



### 2.3.3 Cultivo da Agrobiodiversidade

A principal forma de manter um ambiente equilibrado, mantendo a estabilidade local de insetos, é o cultivo da agrobiodiversidade; ou seja, tentar manter na área cultivada o maior número possível de plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas (Figuras 16 e 17), bem como de rotações de cultivos no tempo e no espaço, utilizando-se das interações descritas neste manual. Estas podem ser tanto de natureza estimuladora quanto inibidora, não somente entre plantas, mas também em relação a insetos e outros animais.



Figura 16. SBF com alto grau de agrobiodiversidade.



Figura 17. Horta e pomar integrados.

Outra maneira de ampliar a agrobiodiversidade numa área é através da formação de cerca viva, com várias espécies diferentes, preferencialmente formando um gradiente contra o vento com plantas de baixo, médio e grande porte. No caso do SBF, a cerca viva é localizada junto ao cercado, e composta por gliricídia (*Gliricidia sepium*) e moringa (*Moringa oleífera* Lam.) (Figura 18). Além de diminuir a força do vento quente e seco e a consequente evapotranspiração, a cerca viva objetiva também a melhoria da qualidade do solo. Estas leguminosas captam o nitrogênio atmosférico e o transformam em biomassa rica em nitrogênio e pronta para a prática de adubação verde e cobertura morta (Figura 19), melhorando a fertilidade do solo e a retenção de água. Outro objetivo da moringa e gliricídia é produzir alimentos verdes e nutritivos para as galinhas do quintal.



Figura 18. Cerca viva com gliricídia e moringa.



Figura 19. Cerca viva usada na adubação/coberta do solo.

### 2.3.4 Conservação da Biodiversidade

Pouco adianta um manejo adequado do SBF se nas áreas ao seu entorno há um desequilíbrio ambiental em andamento ou já consolidado. Evidente que o equilíbrio interno da pequena área do SBF não resistirá a uma pressão de flutuação nas populações de insetos. Faltando o que comer no ambiente (roçado, pastagens e sobretudo as áreas de caatinga) e/ou tendo poucos inimigos naturais para controlar a sua população, os insetos passarão a atacar as plantas verdes e suculentas do SBF. Na natureza, insetos não nascem determinados a serem pragas, mas podem se transformar em pragas de baixo a alto impacto sobre as lavouras devido a perturbações e desequilíbrios ambientais provocados, sobretudo, pelo homem (GLIESSMAN, 2002).

Isso significa que a “estratégia-mãe” para manter um Sistema Bioágua Familiar com produções generosas e duradouras é a conservação do ecossistema da caatinga, mantendo o máximo de sua flora (Figuras 20 e 21). A manutenção e/ou reintrodução das plantas da caatinga no sistema proporcionam alimento e abrigo para a fauna nativa, sobretudo pássaros e insetos benéficos, que equilibram as populações de insetos potencialmente perigosos para as lavouras (JALFIM et al., 2009). Adicionalmente, deve-se buscar no agroecossistema uma produção diversificada e práticas que conservem o solo e demais recursos naturais.







Figura 20. Horta integrada à caatinga arbustiva.



Figura 21. Horta-pomar cercada por caatinga arbórea.



# *Etapas de Implantação*



### 3 ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO

As etapas a seguir têm um caráter didático de aprendizado, iniciam e dão sequência até a conclusão de cada componente do sistema. Mas, na prática da implantação, várias etapas podem ser feitas ao mesmo tempo, um componente pode ser feito antes da conclusão de outro. Como exemplo, o filtro biológico pode ser iniciado ao mesmo tempo que a parte hidráulica, o minhocário simultaneamente ao minitelado. O trabalho deve ser distribuído de forma que várias partes possam ser iniciadas de forma organizada de tal maneira que o tempo e trabalho sejam otimizados e um sistema possa estar pronto em até 5 dias.

Para tanto, é fundamental que os buracos do filtro biológico e do tanque de reúso já estejam cavados e todo material e equipamentos necessários já estejam no local da implantação. É preciso um pedreiro, um ajudante de pedreiro e um técnico (ou eletricista) que possa auxiliar a parte elétrica da implantação do sistema.

A fôrma tradicional de construção de cacimbões (Figuras 22 e 35) é o material mais importante para agilizar a construção do filtro biológico, tanque de reúso e minhocário, sendo necessário que haja duas formas disponíveis no local de implantação de um SBF. Nas cidades do Sertão nordestino existem pequenas metalúrgicas que confeccionam esta forma, custando cerca de R\$ 1.500,00. São as mesmas formas usadas na produção de anéis de cimento de cacimbões (poços amazonas).

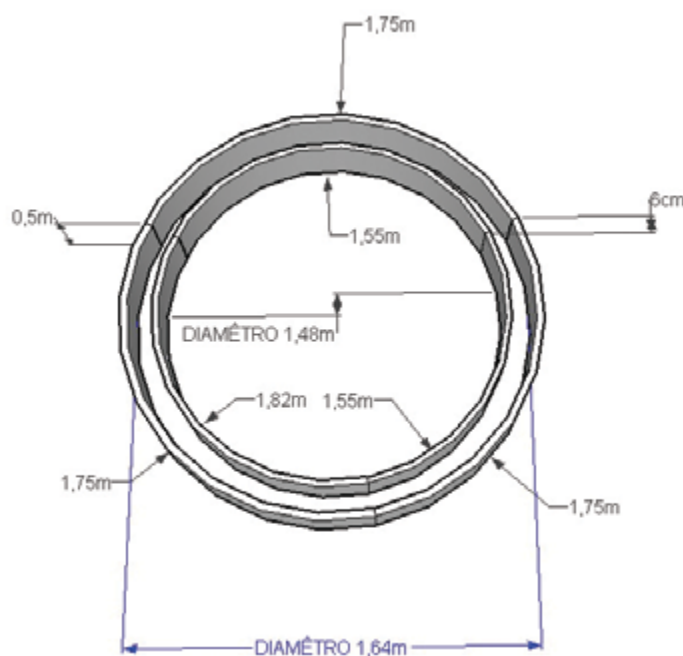


Figura 22. Dimensões da forma (partes externas e internas).



O diâmetro interno da forma é de 1,48 m. Esta parte interna da forma é composta por três peças curvas com altura de 0,50 m (feitas com chapa de ferro 14 mm), sendo duas medindo 1,55 m e uma com 1,82 m – os 27 cm a mais servem para receber os “ferros de encaixe” da outra peça curva e ainda passar um pouco desta última (Figuras 24, 27 e 28). São necessários 3 “pinos de amarração” de 0,45 m para travar as partes internas da forma entre si (Figuras 26 e 28). Ademais, são necessários 6 “separadores” que têm a função de manter uma distância fixa de 6 cm entre as partes interna e externa da forma (Figuras, 32, 33 e 34).

O diâmetro externo da forma é de 1,64 m. Esta parte externa da forma é composta por três peças curvas iguais de 1,75 m, com altura de 0,50 m (Figura 29). São necessários 3 “pinos de amarração” de 0,45 m para travar as partes externas da forma entre si (Figura 31).

A seguir, as Figuras 23 a 35, e respectivas legendas, apresentam detalhes sobre os passos que resumem o processo de montagem das formas.



Figura 23a. Peça curva interna da forma (1,55 m). Os dois ferros que passam (25 cm) servem para facilitar a montagem e desmontagem da forma. É a última a ser encaixada na montagem e a primeira a ser retirada na desmontagem da forma.



Figura 23b. Peça curva interna da forma (1,55 m).  
Detalhes dos “encaixes” para colocar os “pinos de amarração” entre peças.



Figura 24. Peça curva interna da forma (1,82 m).  
Detalhes dos 27 cm a mais no final da peça (1,82 – 1,55).





Figura 25. Peças curvas internas de 1,55 m sendo encaixadas.



Figura 26. Encaixe de duas peças curvas internas de 1,55 m através de um “pino de amarração”.





Figura 27. Peça curva interna 1,82 m sendo encaixada com peça de 1,55 m (que tem dois ferros que passam 25 cm).



Figura 28. Detalhe da colocação do “pino de amarração”, unindo a peça curva interna de 1,82 m à peça de 1,55 m (que tem dois ferros que passam 25 cm).





Figura 29. Peça curva externa da forma (1,75 m).



Figura 30. Peça curva externa sendo encaixada.





Figura 31. Detalhe da colocação do “pino de amarração” entre duas peças externas.



Figura 32. Vista superior com detalhe do “separador” das formas para manter a largura de 6 cm.





Figura 33. Vista lateral com detalhe do “separador” das formas para manter a largura de 6 cm.



Figura 34. Vista detalhada da forma com partes interna e externa encaixadas.



Figura 35. Vista superior da forma completamente montada.

As orientações para implantação de um SBF estão descritas a seguir, juntamente com registros fotográficos respectivos a cada uma das etapas e seus passos<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Nessas etapas e passos as figuras não dão continuidade à sequência até então estabelecida neste manual, e sim outra sequência que está relacionada com o registro de cada passo da etapa.



### 3.1 Etapa 1: Escolha e Demarcação do Local de Implantação do SBF



1 – Observar quais são e onde se localizam as saídas de água cinza da residência.



2 – Observar o desnível do terreno. O filtro biológico deve se localizar numa área mais baixa do que as saídas de água cinza, pois a água escoará por gravidade. Caso o terreno seja plano, é necessário prever um desnível na escavação da rede de convergência até o filtro biológico.





3 – Depois de escolher o local do filtro biológico, fazer uma marcação de 2,5 m de diâmetro. Apesar de o filtro possuir apenas 1,5 m de diâmetro, o buraco deve ser maior para que o pedreiro possa se movimentar dentro dele, facilitando o processo de construção e a retirada das formas. A profundidade deve ser de 0,8 a 1 metro.



4 – Sobre o buraco, o mesmo procedimento deve ser utilizado para o tanque de reúso. De preferência, localiza-se numa área mais baixa que o filtro visando diminuir o desnível na escavação da vala que passará o cano entre o filtro e o tanque de reúso. A profundidade do buraco precisa ter, no mínimo, 2 metros.





5 – Delimitar a área do quintal produtivo para que a cerca possa impedir a entrada de animais na área de plantio.



6 – A área do quintal deve ter dimensões 20 m x 15 m.



### 3.2 Etapa 2: Construção do Filtro Biológico



1 – Cavar um buraco com 2,5 m de diâmetro e 0,8 m a 1,0 m de profundidade, conforme explicado na etapa 1.





2 – Para a confecção do filtro são necessários 2 anéis de cimento. Em cada anel utilizar argamassa com a mistura: 1 saco de cimento (50 kg); 0,27 m<sup>3</sup> de areia (equivalente a 9 latas com as medidas: 28 cm x 27,2 cm x 38 cm) e água (3 latas de água para a areia molhada ou 4 para a areia seca).



3 – Montagem das formas utilizadas para a confecção dos 2 anéis que compõem o filtro biológico.





4 – Preencher a primeira forma na parte interior do buraco e deixar secando por 24 horas.



5 – Preencher a segunda forma com a argamassa e deixar repousando por 24 horas.





6 – Retirar primeiro as formas de dentro do anel e só em seguida as de fora.



7 – Após a confecção dos anéis, deve ser feito o piso. Para isso, é necessário:  $\frac{3}{4}$  saco de cimento;  $0,165 \text{ m}^3$  de areia (equivalente a 5,5 latas) e 2 latas de água (considerando areia seca).





8 – O piso deve ter 5 cm de altura e um desnível para que a água drene até a tubulação de saída do anel. Fazer um orifício de 60 mm, na parte inferior dos anéis, utilizando um ponteiro ou uma talhadeira. Em seguida, encaixar um tubo de PVC DN 50 que levará a água tratada até o tanque de reúso. O comprimento desse tubo não deve ultrapassar 6m de distância até o tanque. Vedar com cimento a diferença entre o diâmetro do orifício e o tubo de PVC.



9 – Nos casos em que a família tiver uma oferta média diária de mais de 500 litros de água cinza, é preciso fazer um segundo filtro biológico. Esse deve ser ao lado do primeiro, em desnível, conectado na parte inferior por um tubo de PVC DN 50, seguindo as mesmas recomendações de construção do primeiro.



10 – Fazer marcações na parte interior dos anéis para demarcar as espessuras de cada camada filtrante.



11 – De baixo para cima: 20 cm de seixo rolado ou pedra bruta (aproximadamente 6 carros de mão).





12 – 10 cm de brita (aproximadamente 3 carros de mão).



13 – 10 cm de areia lavada (aproximadamente 3 carros de mão).





14 – Deve-se utilizar material local, evitando de outras regiões do país, pois contém resíduos químicos de alta solubilidade.



15 – 10 cm de húmus de minhoca, equivalente a 100 kg (aproximadamente 2 carros de mão). Molhar o húmus e colocar 1 kg de minhocas (após conclusão da coberta).



## Coberta do Filtro Biológico



16 – A armação superior da cobertura do filtro deve ser composta por 2 barrotes (cada um de 2,4 m, dimensões de 5 cm x 7 cm) dispostos no mesmo sentido da queda d'água.



17 – Colocar 7 caibros (5 cm x 5 cm) com 2,4 m no sentido contrário à queda d'água. As ripas (5 cm x 1,5 cm) com 2,4 m de comprimento, devem ser colocadas no sentido contrário aos caibros, com espaçamento de 40 cm entre elas.





18 – Colocar sete fileiras de ripas na coberta: as ripas das extremidades serão reforçadas com outra ripa por cima, totalizando 9 ripas.



19 – Colocar 4 barrotes na base da coberta, cada um de 2 m de altura, distanciados 2 m entre si. Os 2 barrotes da vista de frente devem ser enterrados 50 cm e os 2 da vista de trás, 70 cm, criando um desnível na coberta. Dessa forma, 2 barrotes ficarão 1,50 m acima do solo e os outros dois, 1,30 m. Os barrotes mais altos devem ser colocados do lado da nascente do sol. Para finalizar, colocar 230 telhas na armação da coberta.





20 – Quando houver mais de um filtro biológico construído, deve-se duplicar lateralmente o tamanho da cobertura e conectar os chuveiros com um registro.



### 3.3 Etapa 3: Construção do Tanque de Reúso



1 – Cavar um buraco de 2 m de profundidade e 2,5 m de diâmetro. Nivelar o fundo do buraco para que as formas fiquem bem posicionadas.



2 – Serão necessários 4 anéis de cimento, onde será armazenada a água tratada.





3 – Na construção de 1 anel é necessário 1 saco de cimento,  $0,27 \text{ m}^3$  de areia (9 latas) e água. A quantidade de água irá variar dependendo da umidade da areia utilizada: se a areia estiver seca, serão necessárias 4 latas de água; se a areia estiver molhada, 3 latas. Portanto, para a construção dos 4 anéis serão necessários 4 sacos de cimento,  $1,08 \text{ m}^3$  de areia (36 latas) e 16 latas de água, considerando a areia seca.



4 – Considerando 2 formas para construção de 1 SBF, serão confeccionados 2 anéis em um dia, sem intervalo entre um e outro. No dia seguinte, após 24 horas, são retiradas as formas e os outros 2 anéis serão confeccionados.





5 – Fazer um orifício de 60 mm, na extremidade superior do segundo anel (de baixo para cima), com um ponteiro ou uma talhadeira e encaixar o tubo de PVC 50 mm que vem do filtro biológico.



6 – Vedar com cimento a diferença entre os diâmetros. O comprimento do tubo vai depender da distância entre o filtro biológico e o tanque de reúso.





7 – Na extremidade do tubo de PVC que liga o filtro ao tanque, encaixar o hidrômetro de 1" que servirá para registrar a produção de água cinza diária da residência.



8 – Retirar as formas de dentro primeiro, em seguida retirar as de fora.





9 – Não se deve retirar as formas antes de completar as 24 horas, pois há risco da argamassa quebrar.

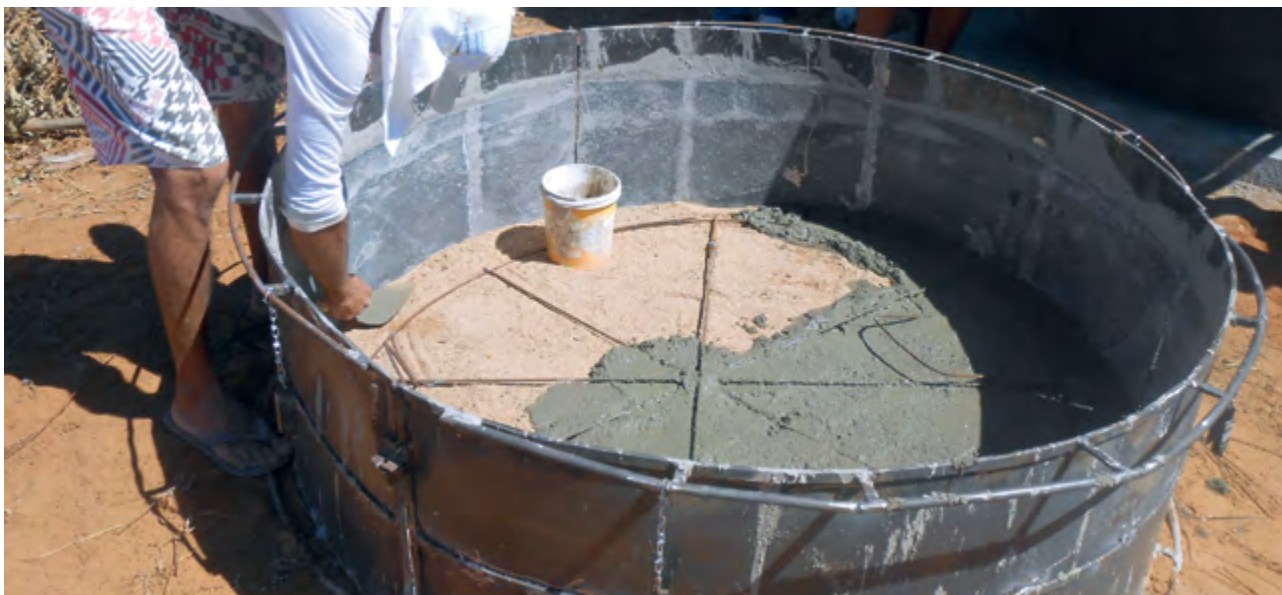


10 – O piso do tanque deve ser feito quando os anéis já estiverem completamente secos.





11 – Para a confecção do piso serão necessários  $\frac{3}{4}$  saco de cimento,  $0,165 \text{ m}^3$  de areia (5,5 latas) e 2 latas de água, considerando a areia seca. A argamassa do piso deve ter cerca de 5 cm de espessura.



12 – A tampa do tanque é construída a partir da parte externa da forma. Para sua confecção, deve-se encostar a forma no chão em terreno nivelado, forrado com areia lavada. Antes de preencher a forma com argamassa, colocar um ferro ao redor da tampa com distância de 3 cm da borda, prendendo-o com arame. Prender com arame mais 4 ferros em formato de pizza.



13 – Para a argamassa, serão necessários  $\frac{1}{2}$  saco de cimento,  $0,105 \text{ m}^3$  de areia (3,5 latas), 1 lata de brita e 2 latas de água, considerando a areia seca. Preencher a parte interior da forma com argamassa até chegar a 3 cm de espessura.



14 – É necessário fazer um orifício na tampa para inserção do mangote da tubulação de sucção da eletrobomba. Pode-se utilizar como referência um pote de margarina de 3 kg (diâmetro de 15,5 cm), encostando-o ao chão a 15 cm da borda da forma. Além disso, é necessário fazer uma abertura para que seja feita a leitura do hidrômetro do lado oposto à abertura para o mangote com dimensões 40 cm x 30 cm.





15 – Tanque com os 4 anéis e o hidrômetro de 1". Somente os encaixes do fundo e os 2 primeiros anéis são vedados com cimento e água ("goulda").



16 – Tanque de reúso finalizado.



### 3.4 Etapa 4: Implantação dos Canteiros e Covas



1 – São confeccionados dois canteiros com dimensões de 12 m x 1 m, delimitados por 4 piquetes e barbante.



2 – Cavar os canteiros começando pelas laterais, descompactando a terra numa profundidade de cerca de 30 cm.





3 – Continuar a descompactação até concluir os dois canteiros.



4 – Retirar a camada superficial da terra nos lados do canteiro e jogar para dentro deste.





5 – Espalhar ao longo do canteiro 48 kg de composto orgânico e misturar com a terra do canteiro.



6 – Para a produção de hortaliças do tipo fruto (tomate, berinjela, pimentão, etc.) confeccione uma faixa estreita de terra descompactada a 1 metro do canteiro. Após essa preparação, estes estão prontos para receber as mangueiras de gotejamento e o plantio.





7 – Plantar as mudas de hortaliças tipo fruto com espaçamento de 60 cm entre plantas na linha.



8 – As covas para o plantio das mudas de fruteiras e das mudas de gliricídia e moringa devem ter 30 cm de profundidade e largura. Separar a terra mais profunda para um lado e a superficial, mais fértil, para outro. Esta última deve ser misturada com composto orgânico ou esterco curtido de curral e ser usado para o aterramento do buraco. A terra mais profunda é desprezada.





9 – As mudas de moringa devem ser transplantadas quando estiverem com cerca de 20 a 30 cm. Para formar a cerca viva, deve-se plantar as mudas de moringa e estacas de gliricídia de forma alternada, com 2 metros de espaçamento entre cada planta no sentido vertical e 1,5 m na horizontal (ver Figura 1: Croqui representativo do SBF).



10 – A gliricídia pode ser plantada através de estacas.





11 – Outra opção de plantio da gliricídia é por sementes.



12 – As estacas podem ter diâmetro que variam de 2 a 7 cm e comprimento de 50 a 70 cm.



### 3.5 Etapa 5: Instalação Hidráulica do Bioágua Familiar



1 – Identificando as saídas de água cinza da residência (água utilizada no banho). A tubulação de saída das diversas fontes de água cinza deve ser de tubo de PVC de esgoto de DN 50 (PN 40).



2 – Conectando o tubo de PVC de DN 50 para a convergência da água até a caixa de gordura. A conexão (joelho) usada é de 50 mm para conectá-lo ao outro tubo de PVC<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Nesse caso, algumas orientações diferem da ABNT. No entanto, as mesmas foram definidas pela equipe após observações e avaliações de modo que, além da recomendação da norma, foram considerados: (i) depoimentos de não verificação de problema operacional, por parte de técnicos responsáveis pela instalação e famílias com SBFs tendo tais instalações; (ii) praticamente toda a tubulação é aparente, cuja manutenção (desobstrução) é relativamente simples quando comparada com tubulação enterrada; (iii) espaço externo à residência disponível para a implantação do sistema e (iv) em região semiárida, em princípio, a geração de água cinza é inferior a de outras regiões com maior disponibilidade hídrica e (v) há redução de custos.





3 – Conectando a tubulação para a convergência da água cinza na caixa de gordura (água utilizada nas pias da cozinha).



4 – Continuação da tubulação de convergência.





5 – Sistema de convergência pronto para a entrada na caixa de gordura.



6 – Finalizando o ponto de convergência das águas cinzas para a caixa de gordura DN 300 que possui 3 entradas (uma de 50 mm e duas de 75 mm) e uma saída (100 mm). Na saída é colocada uma redução de 100 mm para 50 mm que servirá para conectar o tubo de PVC DN 50 que levará a água para o filtro biológico.





7 – Finalizando o ponto de convergência das águas cinzas para a caixa de gordura.



8 – Sistema de convergência finalizado (visão geral).





9 – Usa-se um tubo de PVC DN 50 para descarga do excesso de água cinza produzido na residência (“jacaré”). Para conectá-lo ao tubo de PVC, usa-se um Tê 50 mm. Além disso, usa-se um cap 50 mm para fechar a saída d’água.



10 – Colocando a redução (50 mm para 32 mm) para a conexão ao “chuveiro” que distribui a água cinza no filtro biológico.





11 – Detalhe da redução de 50 mm para 32 mm.



12 – Deve-se usar um registro de passagem soldável de DN 32 de modo a permitir o controle da entrada de água cinza no filtro biológico. Atentar para a necessidade de colocar um pedaço de tubo de PVC de DN 32, tanto na conexão da redução de 32 mm quanto para a junção ao Tê de 32 mm do “chuveiro”.



13 – Montagem do “chuveiro” que servirá para distribuir a água cinza no filtro biológico.



14 – Medição do tamanho dos tubos de PVC que serão utilizados para a confecção do “chuveiro”.





15 – Perfurando os tubos de PVC de DN 32 utilizados para a confecção do “chuveiro”. Usar uma broca de 3/16” e 5 cm de espaçamento entre os furos.



16 – Montagem do “chuveiro” utilizando 2 tubos de PVC DN 32 com 1,33 m e 2 tubos de PVC de DN 32 com 1,47 m.



17 – “Chuveiro” pronto, no qual a água será distribuída uniformemente na superfície do filtro biológico. Nas extremidades de cada tubo de PVC, deve-se conectar cap de 32 mm.



18 – Perfuração do orifício que servirá para a conexão de um tubo de PVC de DN 50 que ligará o filtro biológico ao tanque de reúso.





19 – Detalhe do tubo de PVC de DN 50 que levará a água tratada ao tanque de reúso.



20 – Colocando tubo de PVC DN 50 que levará a água tratada para ser armazenada no tanque de reúso.





21 – Aterrando o tubo de PVC DN 50 que levará a água do filtro biológico para o tanque de reúso.



22 – Entrada do tubo de PVC DN 50 no tanque de reúso 1 m acima do piso.





23 – Conexões do hidrômetro: adaptador de 50 mm x 1/2", luva rosca plástica 1.1/2", bucha de redução plástica de 1.1/2" x 1".



24 – Detalhe do hidrômetro de 1".



25 – Montagem da eletrobomba centrífuga 1/2 CV.



26 – Montagem do sistema de recalque.





27 – Montagem do sistema de recalque.



28 – Peças do recalque: Luva galvanizada de redução macho (3/4") x fêmea (1"), Luva galvanizada de redução macho (1") x Fêmea (1.1/2"), Curva galvanizada macho 1.1/2" (90°) com bujão, União galvanizada 1.1/2", Niple duplo galvanizado 1.1/2", Registro de esfera 1.1/2".



29 – Continuação das peças do recalque: Filtro de disco de 1.1/2”.



30 – Luva rosca plástica 1.1/2”, bucha de redução plástica de 1.1/2” x 1”, adaptador de 1” x 32 mm.





31 – Peças da sucção: Luva galvanizada de redução macho (3/4") x fêmea (1"), adaptador para mangote de 1" x 50 mm.



32 – Eletrobomba completa (sucção e recalque).





33 – Saída do recalque para o sistema de irrigação.



34 – Chave magnética monofásica.





35 – Colocando a válvula de pé de 2" ferro fundido no mangote, usando um adaptador para válvula de pé 2" x 50 mm e uma abraçadeira para mangote de 50 mm.



36 – Mangote de 2,5 m de comprimento.



37 – Mangote de 50 mm de diâmetro.



38 – Aquecendo o mangote para a entrada na eletrobomba.





39 – Conectando o mangote no adaptador da eletrobomba.



40 – Colocando a abraçadeira para mangote de 50 mm.



41 – Colocando a tela de proteção na válvula de pé para retenção de sedimentos.



42 – Início da montagem do sistema de irrigação, conectando uma curva de PVC de 32 mm.





43 – Conectando um tubo de PVC de DN 32 com cerca de 60 cm de comprimento.



44 – Montagem do cavalete hidráulico: conectar uma curva de 90° de 32 mm, seguida de um tubo de PVC de DN 32 com aproximadamente 10 cm de comprimento e mais uma curva de PVC de 90° de 32 mm.



45 – Após a segunda curva 32 mm de 90°, colocar mais tubo de PVC 32 mm com 30 cm de comprimento.



46 – Continuando a montagem do cavalete hidráulico: são necessários uma curva de PVC de 90° de 32 mm; um tubo de PVC DN 32 com aproximadamente 5 cm de comprimento; um Tê de 32 mm x 1"; uma bucha de 1" x 1/2"; uma bucha de 1/2" x 1/4"; um manômetro glicerinado; um tubo de PVC de DN 32 com aproximadamente 5 cm de comprimento; uma curva de PVC de 90° de 32 mm; um tubo de PVC de DN 32 com 30 cm de comprimento; uma curva de PVC de 90° de 32 mm; tubo de PVC de DN 32 com 30 cm de comprimento; um Tê de 32 mm; dois tubos de PVC DN 32 com 30 cm; e um cap de 32 mm em cada uma das extremidades.





47 – Eletrobomba e cavalete completos.



48 – Vala para aterrar a linha de derivação composta de mangueira de polietileno de DN 16.





49 – Aberturas nos canos de 32 mm para a conexão das chulas de 16 mm e dos conectores de início de linhas de derivação de DN 16.



50 – Linhas de derivação DN 16 conectadas aos inícios de linha de 16 mm.





51 – Linhas de derivação DN 16.



52 – Conectando a linha lateral (para irrigação das árvores da cerca viva) através de um Tê de polietileno de 16 mm na linha de derivação, 10 cm de mangueira de polietileno de 16 mm e um registro de 16 mm.



53 – Em seguida, conectar mais 10 cm de mangueira de polietileno de 16 mm e um Tê de polietileno de 16 mm invertido.



54 – Conectando a mangueira de polietileno DN 16 com gotejador para ofertar água para as mudas de moringa e gliricídia.





55 – Nos canteiros de hortaliças conectar 3 Tês de polietileno com espaçamento de 25 cm entre cada um.



56 – Mangueira de gotejamento DN 16 para ofertar água para a cerca viva.





57 – Joelho de polietileno de 16 mm x 90° para conectar as extremidades da mangueira e contornar área do SBF.



58 – Registro de polietileno de 16 mm para controlar a oferta de água para os canteiros de hortaliças.





59 – Linhas de polietileno DN 16 com gotejadores para ofertar água para os canteiros de hortaliças, utilizando 25 cm de espaçamento entre linhas.



60 – Distribuição das linhas laterais de polietileno DN 16 com gotejadores para canteiros de hortaliças e mudas de fruteiras.





61 – Deixar 1 metro de espaçamento entre a última linha de um canteiro e a primeira do outro.



62 – Finalização da instalação das linhas laterais de polietileno DN 16 com gotejadores para os canteiros e uma linha com gotejadores para a produção de hortaliças do tipo fruto (tomate, berinjela, pimentão, etc.).



### 3.6 Etapa 6: Coberta da Eletrobomba e Sistema Elétrico



1 – Colocar 4 barrotes de 1,5 m de altura dispostos a 80 cm entre si. 2 barrotes devem ser fincados 60 cm abaixo do solo e os outros dois 40 cm, de modo que dois barrotes fiquem 1,10 m acima do nível do terreno e os outros dois fiquem a 0,90 m. Estes devem ser direcionados para o sentido de maior predominância das chuvas.



2 – Dispor 2 caibros, cada um de 1,2 m, no sentido da queda d'água na armação superior.







3 – Colocar 4 caibros com distância de 40 cm entre eles no sentido contrário as águas.



4 – Colocar um barrote de aproximadamente 70 cm (30 cm abaixo do solo) e uma tábua de 20 cm x 30 cm, para servir de base para a eletrobomba. Para fixar a eletrobomba na base são necessários 2 parafusos de  $\frac{1}{4}$ ".





5 – Para finalizar, cobrir a estrutura com 54 telhas.



6 – Fixar a chave magnética em um dos barrotes da cobertura da eletrobomba com parafuso ou prego.





7 – Na chave magnética o botão verde serve para ligar e o vermelho para desligar a eletrobomba.



8 – Procedimentos para ligar a fiação na chave magnética: perfurar um buraco na parte inferior para a entrada dos fios de energia (o primeiro fio vem da residência e o segundo sai da chave para a eletrobomba).





9 – Ligar o fio que vem da residência (fio neutro) no L2 (chave) e o fio positivo no L1 (chave). Na parte inferior da chave magnética ligar na mesma sequência.



10 – Retirar a capa dos fios e conectá-los.





11 – Fios conectados.



12 – Fazer o isolamento dos fios com fita de alta fusão.





13 – Fios isolados.



14 – O fio de aterramento da eletrobomba também deve ser isolado.



15 – Sistema elétrico finalizado.



### 3.7 Etapa 7: Confeção da Cerca



1 – Colocar 11 mourões cercando a área do quintal domiciliar. Os mourões devem possuir 2,20 m de altura, enterrados 30 cm abaixo do solo, de forma que fiquem 1,90 m acima do terreno.



2 – Um mourão da cerca deve ser utilizado para fixar a porteira, utilizando dobradiças apropriadas, ficando outro mourão a 1,0 m deste.





3 – Colocar uma estaca a cada metro a partir dos mourões. As estacas devem possuir 2,10 m de altura, e serem enterradas 30 cm abaixo do solo, de forma que fiquem 1,80 m acima do terreno.



4 – Colocar arame farpado nos mourões, de modo que a cada 36 cm na altura do mourão tenha uma linha de arame (totalizando 6 linhas), deixando 10 cm livres na parte superior.





5 – Colocar tela galvanizada (tipo galinheiro) para fechar a área.



6 – Fixar a tela nas estacas e mourões em três pontos (superior, mediana e inferior), utilizando grampos.





7 – Cerca finalizada.



8 – Sistema Bioágua Familiar completamente cercado.



### 3.8 Etapa 8: Construção do Minhocário



1 – A base do minhocário deve possuir 1,9 m de comprimento, 1,9 m de largura e 0,12 m de altura.



2 – A base deve ser feita com 110 tijolos, um ao lado do outro até preencher a área estabelecida.





3 – Cobrir os tijolos com uma camada de 3 cm de argamassa para concluir o piso. Para isso, deve-se fazer a argamassa com 1 saco de cimento, 0,3 m<sup>3</sup> de areia (aproximadamente 10 latas) e 4 latas de água, dependendo da umidade da areia.



4 – Para construir o anel do minhocário, a base já precisa estar completamente seca.





5 – Para a construção do minhocário é necessário um anel de cimento com 1,5 m de diâmetro. Para o traço do anel serão necessários  $\frac{1}{2}$  saco de cimento,  $0,15 \text{ m}^3$  de areia (aproximadamente 5 latas) e 2 latas de água. A quantidade de água irá variar, dependendo da umidade da areia utilizada: se a areia estiver seca, serão necessárias 2 latas de água; se a areia estiver molhada, 1 lata.



6 – Colocar a forma no piso da base construída, deixando a 0,25 m de cada extremidade, de modo que o anel fique centralizado. Preencher a forma com a argamassa até 35 cm de altura e deixar secando por 24 horas. Não se deve retirar a forma antes, pois há risco da argamassa quebrar. Retirar as formas de dentro primeiro, em seguida retirar as formas de fora.





7 – Com o minhocário já pronto, deve ser feito um furo para colocar um cano de DN 32, preencher a diferença dos diâmetros com cimento. O furo servirá para escoar o excesso de água do interior do minhocário.



8 – Para a cobertura do minhocário, colocar 4 barrotes, cada um de 2 m de altura, dispostos 2 m entre si.





9 – Dois barrotes devem ser enterrados 50 cm e os outros 2 a 70 cm, criando um desnível na cobertura. Dessa forma, 2 barrotes ficarão 1,50 m acima do solo e os outros dois 1,30 m.



10 – Dispor 2 barrotes (cada um de 2,4 m) na armação superior da cobertura do minhocário no sentido da queda d'água. Colocar 7 caibros com 2,4 m no sentido contrário a queda d'água.





11 – As ripas (também com 2,4 m de comprimento) deverão ser colocadas no sentido contrário aos caibros e com espaçamento de 40 cm entre elas. Serão colocadas ao total 9 ripas na coberta: as ripas das extremidades serão reforçadas com outra ripa por cima, totalizando sete fileiras de ripas.



12 – Os barrotes mais altos devem ser colocados do lado da nascente do Sol.





13 – Para finalizar, colocar 230 telhas na armação da coberta.



14 – Estrutura do minhocário finalizada.





15 – Preencher o minhocário com 0,54 m<sup>3</sup> de esterco curtido (6 carros de mão) e 1 kg de minhoca. Cobrir com palha e tela de sombrite de 50% de insolação.



### 3.9 Etapa 9: Construção do Minitelado



1 – Colocar 4 barrotes de 2,50 m de altura enterrados 70 cm, ficando 1,80 m acima do terreno.



2 – Dois barrotes devem ser colocados a uma distância de 2 m formando a base maior, e os outros 2 a 1,5 m formando a base menor.





3 – Colocar 4 caibros na base da estrutura que servirão para unir os 4 barrotes e prender o sombrite. Fixar os caibros nos barrotes utilizando pregos.



4 – Colocar 5 caibros para fazer a armação superior da cobertura e prendê-los com pregos.





5 – Estrutura do minitelado finalizada.



6 – Cobrir a estrutura com sombrite.





7 – Prender o sombrite nos caibros e barrotes utilizando barbante.





8 – O sombrite deve ter 50% de insolação.



9 – Fixar o sombrite na parte externa da porta com mangueira de polietileno presa com pregos. Na parte inferior da porta, fixar um caibro de 80 cm.





10 – Para apoiar as bandejas dentro do minitelado, construir um suporte de madeira.



11 – Bandejas para o plantio das mudas de hortaliças.





12 – Minitelado finalizado.



### 3.10 Etapa 10: Preparação do Composto Orgânico



1 – A leira da compostagem deve ter 1,5 m<sup>2</sup> (1 m x 1,5 m).



2 – O composto é feito sobrepondo os resíduos orgânicos. Deve-se alternar os diferentes tipos em camadas com espessura em torno de 10 cm.





3 – A cada camada montada deve-se irrigar a leira.



4 – Uma opção é formar uma camada com restos de capina, acompanhada por outra com restos de cozinha.





5 – Em seguida, adicionar uma camada de esterco.



6 – E, em seguida, adicionar mais uma com restos de palhada. Assim sucessivamente até a leira atingir 1 m de altura.





7 – Em geral, o composto deve ser umedecido a cada 2 dias e revirado a cada 10 dias. O composto está pronto quando após o revolvimento da leira a temperatura não mais aumentar, que deverá ser em torno de 75 a 85 dias.

The background image shows a construction site with a large, circular, corrugated metal structure, possibly a well or a large pipe, being installed in a trench. Several workers are visible around the structure. One worker in the foreground is wearing a white shirt and a cap, holding a rope. Another worker to the right is wearing a light-colored shirt and a cap, looking towards the structure. The scene is overlaid with a green tint.

# *Fichas Técnicas*



## 4 FICHAS TÉCNICAS DOS COMPONENTES DO SISTEMA

Para complementar o passo a passo acima descrito, e também dar outra opção de implantação do SBF que detalha dimensões, medidas e imagens que as fotos não possibilitam demonstrar, a seguir será descrito a implantação através de fichas de montagem de cada componente do sistema<sup>9</sup>.

### 4.1 Ficha Técnica da Montagem do Filtro Biológico

#### 4.1.1 Construção do Filtro Biológico

- 1- Cavar um buraco que pode variar de 0,80 m a 1 m de profundidade, ou seja, depende do nível do terreno e da altura de chegada da tubulação da caixa de gordura ao FB, e 2,5 m de diâmetro. Assim, evitando a entrada de água da chuva no FB;
- 2- Para o filtro biológico serão necessários 2 anéis de concreto, onde serão dispostas as camadas de filtragem da água cinza. Para cada anel serão necessários 1 saco<sup>10</sup> de cimento, 0,27 m<sup>3</sup> de areia (9 latas<sup>11</sup>) e água. A quantidade de água irá variar, dependendo da umidade da areia utilizada: se a areia estiver seca, serão necessárias 4 latas de água; se a areia estiver molhada, 3 latas. Portanto, para a construção dos dois anéis serão necessários 2 sacos de cimento, 0,54 m<sup>3</sup> de areia (18 latas) e 8 latas de água, considerando areia seca;
- 3- Preencher as formas na parte interior do buraco com a argamassa e deixar secando por 24 horas. Não se deve retirar as formas antes, pois há risco de a argamassa quebrar. Retirar as formas de dentro primeiro, em seguida retirar as de fora. O piso pode ser feito antes ou depois dos anéis, dependendo de o solo ser arenoso ou argiloso. Se for arenoso, o ideal é fazer antes, pois o solo pode ceder e gerar vazamentos;
- 4- Para a confecção do piso do filtro, serão necessários  $\frac{3}{4}$  de um saco de cimento, 0,165 m<sup>3</sup> de areia (5,5 latas) e 2 latas de água, considerando areia seca. Se o piso for feito antes dos anéis, fazê-lo com 1,7 m de diâmetro. Colocar a argamassa com cerca de 5 cm de altura. O piso deve ter um desnível para que a água drene até a tubulação de saída do anel e chegue ao tanque de reúso;

<sup>9</sup> A ordem de implantação aqui diferencia um pouco da primeira parte deste Manual, devido ao objetivo mais quantitativo dessa parte das fichas.

<sup>10</sup> O saco de cimento de 50 kg.

<sup>11</sup> Dimensões da lata: 28 cm x 27,2 cm x 38 cm = 0,03 m<sup>3</sup>.



- 5- Fazer um orifício de 60 mm, na parte inferior dos anéis, com um ponteiro ou uma talhadeira e encaixar o tubo de PVC DN 50 que levará a água filtrada para o tanque de reúso. O comprimento do tubo vai depender da distância do filtro até o tanque de reúso. Vedar com cimento a diferença dos diâmetros;
- 6- Fazer marcações com lápis de carpinteiro na parte interior dos anéis com as seguintes espessuras, de baixo para cima: 20 cm; 10 cm; 10 cm; 50 cm e 10 cm;
- 7- Preencher as camadas do filtro biológico de baixo para cima, como na Figura 36, com:
  - 20 cm de seixo rolado ou pedra bruta = aproximadamente 6 carros de mão;
  - 10 cm de brita = aproximadamente 3 carros de mão;
  - 10 cm de areia lavada = aproximadamente 3 carros de mão;
  - 50 cm de raspas de madeira = 80 kg ou aproximadamente 8 sacos;
  - 10 cm de húmus = 100 kg = aproximadamente 2 carros de mão. Colocar 1 kg de minhoca.

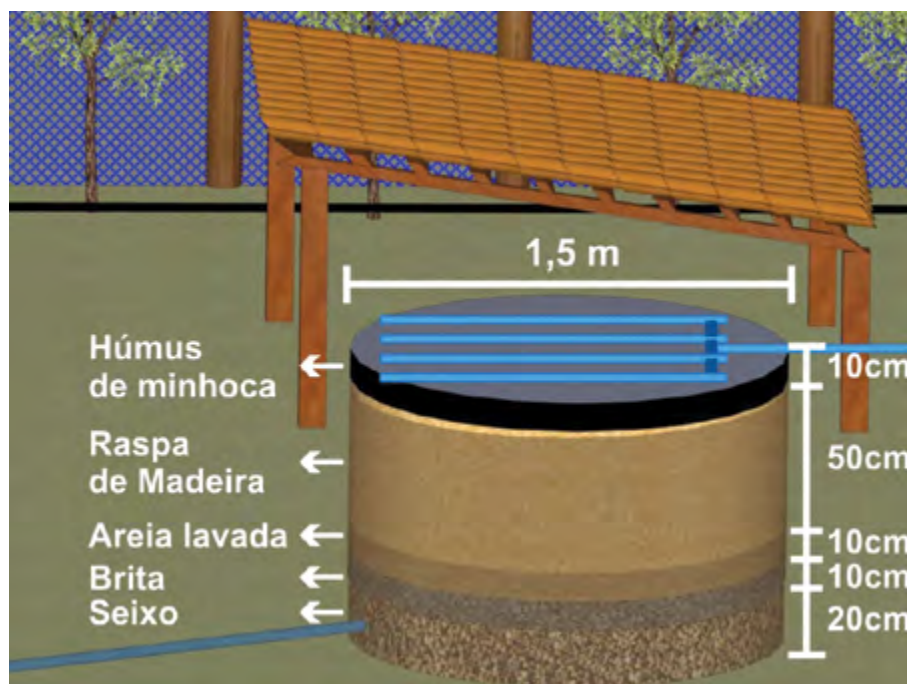


Figura 36. Ilustração do filtro biológico.



#### 4.1.2 Construção da Coberta do Filtro Biológico

- 1- Colocar 4 barrotes<sup>12</sup>, cada um de 2 m de altura, dispostos 2 m entre si (Figura 37);
- 2- 2 barrotes (vista de frente) devem ser enterrados 50 cm e os outros 2 (vista de trás) 70 cm, criando um desnível na cobertura (Figura 38). Dessa forma, 2 barrotes ficarão 1,50 m acima do solo (vista de frente, Figura 39) e os outros dois 1,30 m (vista de trás, Figura 40). Os barrotes mais altos devem ser colocados do lado da nascente do sol;
- 3- Dispor 2 barrotes (cada um de 2,4 m) na armação superior da cobertura do FB no mesmo sentido da queda da água;
- 4- Colocar 7 caibros<sup>13</sup> com 2,4 m no sentido contrário à queda d'água conforme a Figura 6. As ripas<sup>14</sup> (também com 2,4 m de comprimento) deverão ser colocadas no sentido contrário aos caibros e com espaçamento de 40 cm entre elas (Figura 41). Serão colocadas ao total 9 (nove) ripas na cobertura: as ripas das extremidades serão reforçadas com outra ripa por cima, totalizando sete fileiras de ripas;
- 5- Colocar 230 telhas<sup>15</sup> na armação da cobertura (1 m<sup>2</sup> necessita de 37 telhas) (Figura 42);
- 6- As plantas e as vistas das construções em todas as fichas técnicas seguem sem escala.

---

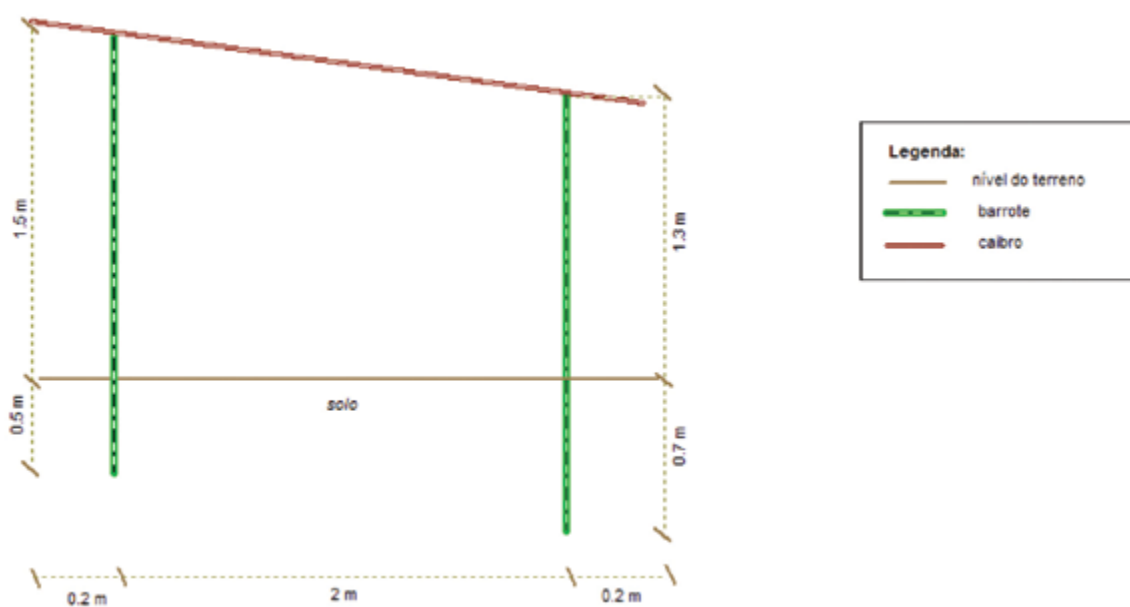
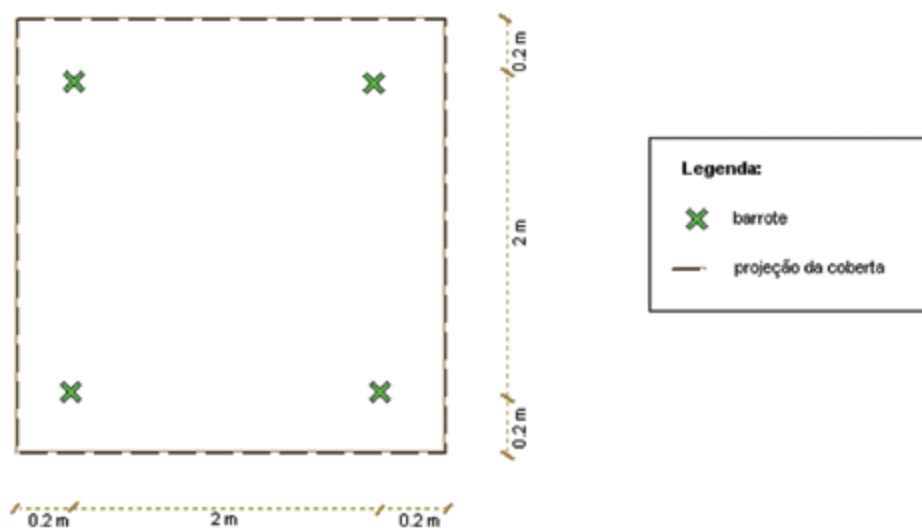
12 Dimensões do barrote: 5 cm x 7 cm.

13 Dimensões do caibro: 5,0 cm x 5,0 cm.

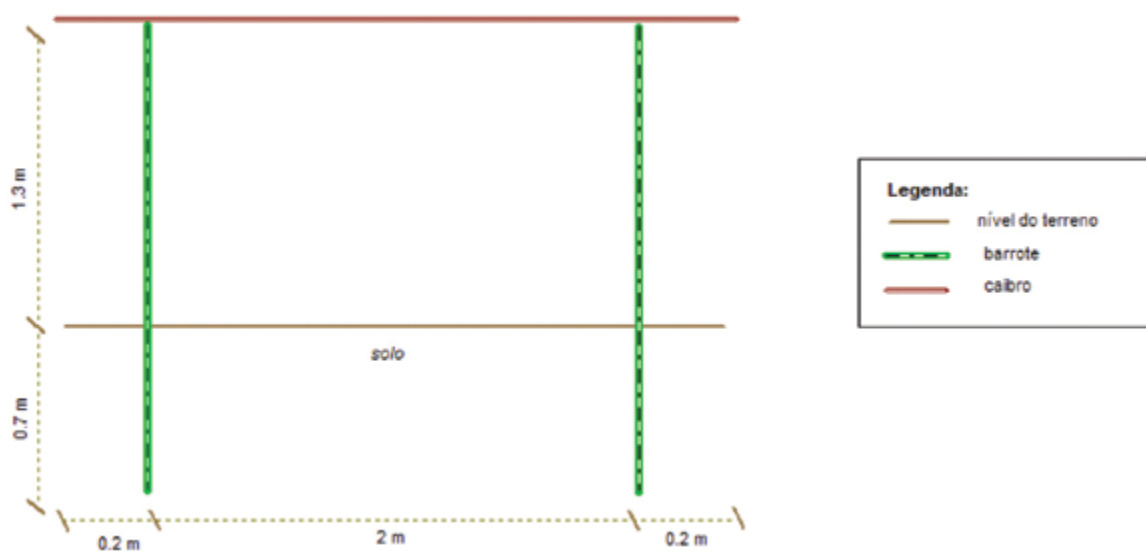
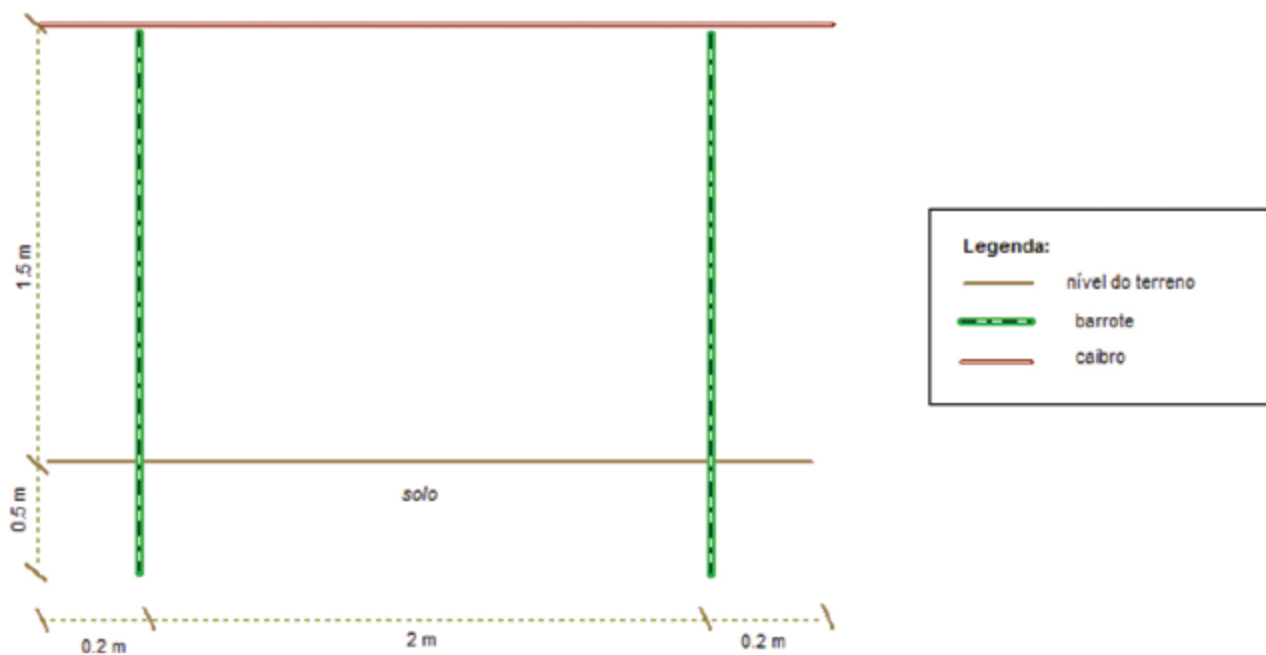
14 Dimensões da ripa: 5,0 cm x 1,5 cm.

15 Dimensões da telha: Telha canal (46 cm x 15,5 cm x 12 cm).









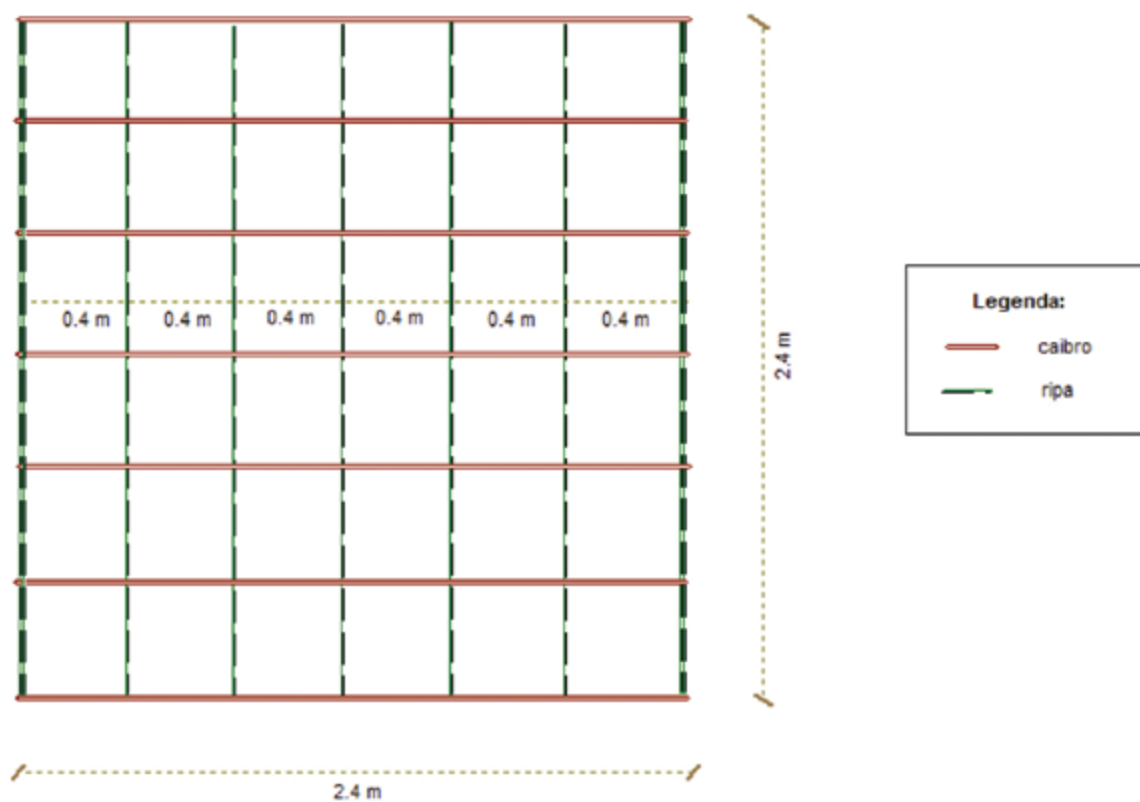


Figura 41. Vista superior da cobertura do FB.



Figura 42. Foto do FB e cobertura.



#### **4.1.3 Rede Hidráulica da Caixa de Gordura até o Filtro Biológico (FB)**

- 1- Colocar a caixa de gordura DN 300 para convergência da água cinza domiciliar;
- 2- A partir da caixa de gordura, conectar um tubo de esgoto DN 50 com o comprimento necessário até o filtro biológico;
- 3- Antes de chegar ao FB, conectar um Tê de esgoto (50 mm) para descarga da água cinza ("Jacaré"), colocar um tubo (50 mm) esgoto de comprimento pequeno (1 m) e finalizar com CAP esgoto (50 mm);
- 4- Antes da entrada no FB, colocar uma redução de esgoto 50 mm x 32 mm;
- 5- Introduzir um registro de 32 mm;
- 6- Colocar um pedaço de tubo de PVC DN 32 até chegar ao anel de concreto do FB. Inserir um Tê de PVC de 32 mm (invertido). Neste ponto, conectar uma vara de PVC (32 mm) com 1 m de comprimento (linha lateral), conectando dos 2 Tês (32 mm) e 2 joelhos (32 mm).;
- 7- Inserir 4 varas de PVC DN 32 de forma perpendicular à linha lateral, formando as linhas de distribuição de água cinza no FB e seguindo os comprimentos de acordo com a Figura 43;
- 8- Fazer furos na linha de distribuição a cada 5 cm, utilizando broca 5/8", de modo a proporcionar a dispersão da água cinza no FB;
- 9- Nas extremidades das linhas de distribuição, inserir CAP'S de PVC (32 mm);
- 10- Colocar tela preta por baixo das linhas de distribuição do FB para evitar ações dos predadores das minhocas.



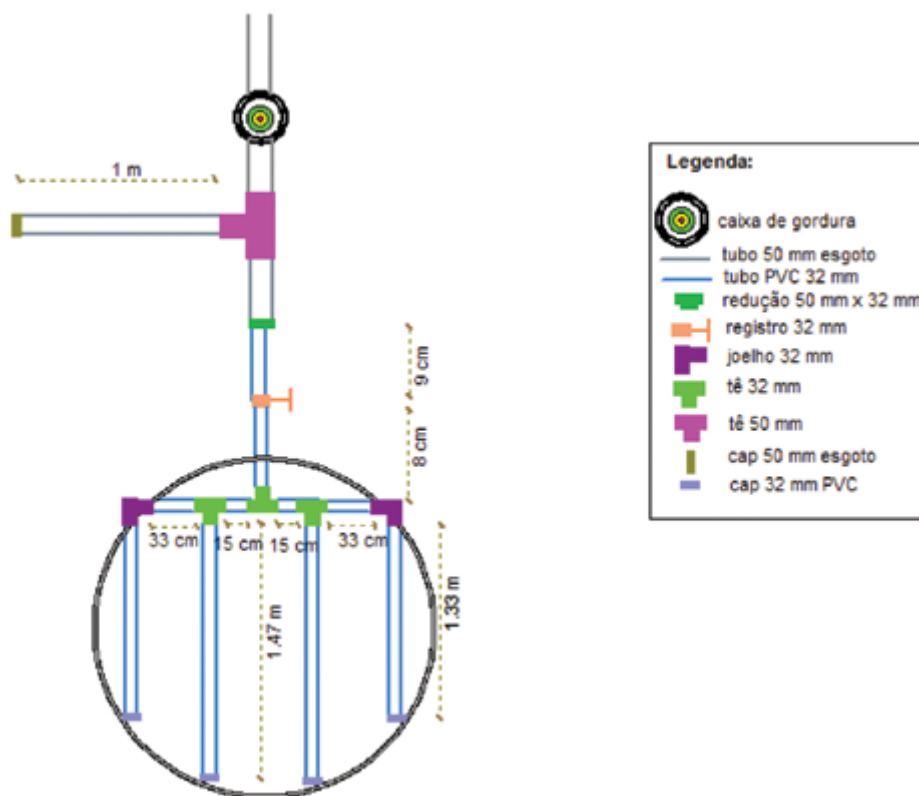


Figura 43. Vista superior do FB.

## 4.2 Ficha Técnica da Montagem do Tanque de Reúso

### 4.2.1 Montagem do Tanque de Reúso

- 1- Cavar um buraco de 2 m de profundidade e 2,5 m de diâmetro;
- 2- Para a construção do TR serão necessários 4 anéis de concreto, onde será armazenada água cinza tratada pelo Filtro Biológico (FB) para a irrigação de hortaliças e frutas. Na construção de 1 anel é necessário 1 saco<sup>16</sup> de cimento, 0,27 m<sup>3</sup> de areia (9 latas<sup>17</sup>) e água. A quantidade de água irá variar dependendo da umidade da areia utilizada: se a areia estiver seca, serão necessárias 4 latas de água; se a areia estiver molhada, 3 latas. Portanto, para a construção dos 4 anéis serão necessários 4 sacos de cimento, 1,08 m<sup>3</sup> de areia (36 latas) e 16 latas de água, considerando a areia seca;
- 3- Preencher as formas no buraco cavado com argamassa e deixar secando por 24 horas. Não se deve retirar as formas antes, pois há risco de a argamassa quebrar.

<sup>16</sup> O saco de cimento possui 50 kg.

<sup>17</sup> Dimensões da lata: 25 cm x 22 cm x 37 cm; Volume aproximado: 20 L.





Retirar as formas de dentro primeiro, em seguida retirar as de fora. O piso pode ser feito antes ou depois dos anéis, dependendo de o solo ser arenoso ou argiloso. Se for arenoso, o ideal é fazer antes pois o solo pode ceder e gerar vazamentos;

- 4- Para a confecção do piso do TR serão necessários  $\frac{3}{4}$  de um saco de cimento,  $0,165 \text{ m}^3$  de areia (5,5 latas) e 2 latas de água, considerando a areia seca. Se o piso for feito antes dos anéis, fazê-lo com 1,7 m de diâmetro. Colocar a massa no piso do TR com cerca de 5 cm de altura;
- 5- Fazer um orifício de 60 mm, na parte superior dos anéis como mostra a Figura 44, com um ponteiro ou uma talhadeira e encaixar o tubo de PVC DN 50 que vem do FB. O comprimento do tubo vai depender da distância do FB até o TR. Vedar com cimento a diferença dos diâmetros;
- 6- A tampa do TR tem a função de evitar a entrada de luz, insetos e animais. É construída a partir da forma maior, utilizada na construção dos anéis tanto do FB quanto do TR. Serão necessários  $\frac{1}{2}$  saco de cimento,  $0,105 \text{ m}^3$  de areia (3,5 latas), 1 lata de brita e 2 latas de água, considerando a areia seca;
- 7- Deve-se encostar a forma no chão em terreno nivelado, forrado com sacos de cimento, e evitando que a argamassa entre diretamente em contato com o terreno;
- 8- Fazer uma marcação de 3 cm de altura na forma a partir do terreno;
- 9- É necessário fazer um orifício na tampa para inserção do mangote da tubulação de sucção da eletrobomba. Pode-se utilizar como referência um pote de margarina de 3 kg (diâmetro de 15,5 cm), encostando-o ao chão a 15 cm da borda da forma. Deixá-lo nesta posição até a secagem da tampa;
- 10- Antes de preencher a forma com argamassa, colocar um ferro<sup>18</sup> ao redor da tampa com distância de 3 cm da borda, prendendo-o com arame. Prender com arame mais 4 ferros em formato de pizza como mostra a Figura 45;
- 11- Preencher a parte interior da forma com argamassa até chegar à marcação feita;
- 12- Esperar 24 horas até secar e retirar da forma.

---

18

Ferro 0,6".



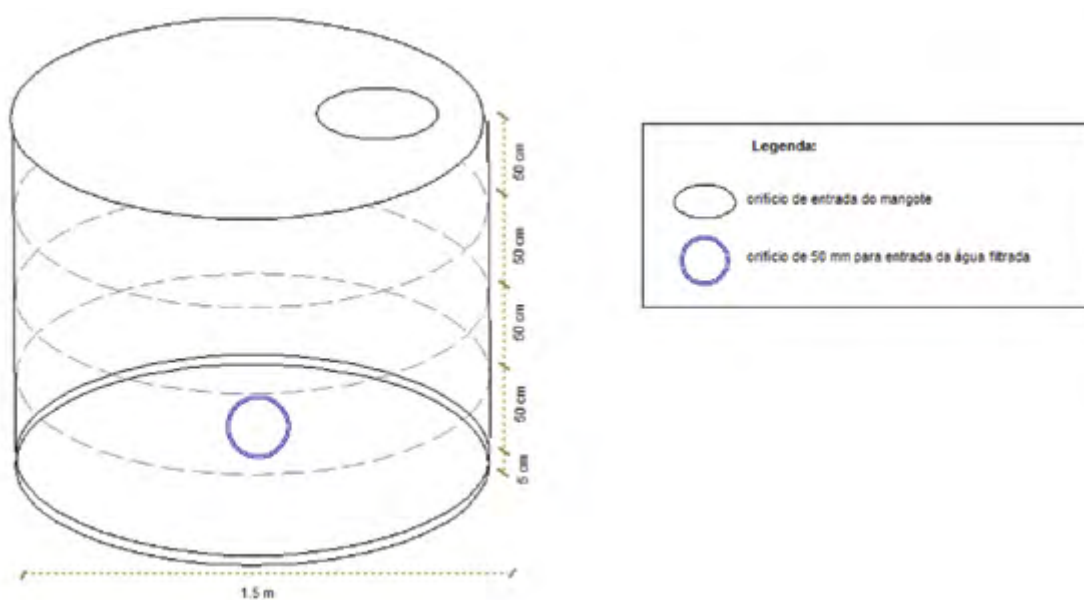


Figura 44. Modelo representativo do TR.

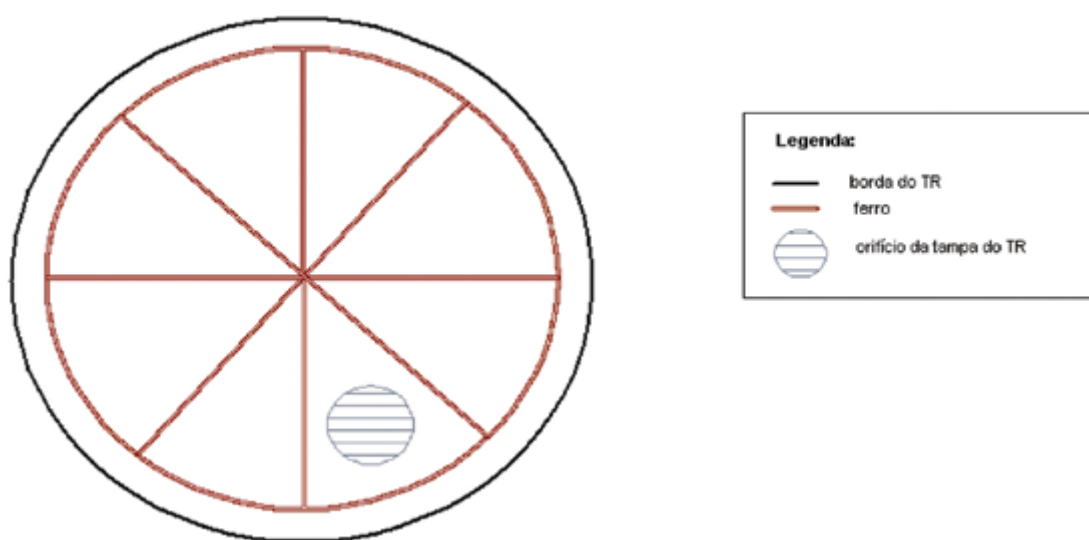


Figura 45. Vista Superior da tampa do TR.



### 4.3 Ficha Técnica da Eletrobomba

#### 4.3.1 Montagem da Eletrobomba

Conectar as peças abaixo na seguinte sequência, de acordo com a Figura 46:

- 1- Válvula de pé de 2" ferro fundido;
- 2- Adaptador para válvula de pé 2" x 50 mm;
- 3- Abraçadeira para mangote de 50 mm x 2";
- 4- Mangote 50 mm;
- 5- Adaptador 1" x 2";
- 6- Abraçadeira para mangote de 50 mm/2";
- 7- Luva de redução 1" F x 3/4" M;
- 8- Luva de redução 1" F x 3/4" M;
- 9- Luva rosca macho fêmea ferro 1" x 1 1/2";
- 10- Curva ferro de 90º x 1 1/2" macho (com bujão);
- 11- União galvanizada 1.1/2";
- 12- Niple duplo galvanizado 1.1/2";
- 13- Registro de esfera 1.1/2";
- 14- Filtro de disco de 1.1/2";
- 15- Luva rosca plástica 1.1/2";
- 16- Adaptador PVC 1.1/2" x 32 mm;
- 17- Curva de PVC 32 mm;
- 18- Curva de PVC 32 mm;
- 19- Curva de PVC 32 mm;
- 20- Curva de PVC 32 mm;
- 21- Tê PVC de 32" x 1";
- 22- Bucha de redução de 1" x 1/2";



23- Bucha de redução de 1/2" x 1/4";

24- Manômetro - 0 - 4 kgf;

25- Curva de PVC 32 mm;

26- Curva de PVC 32 mm.

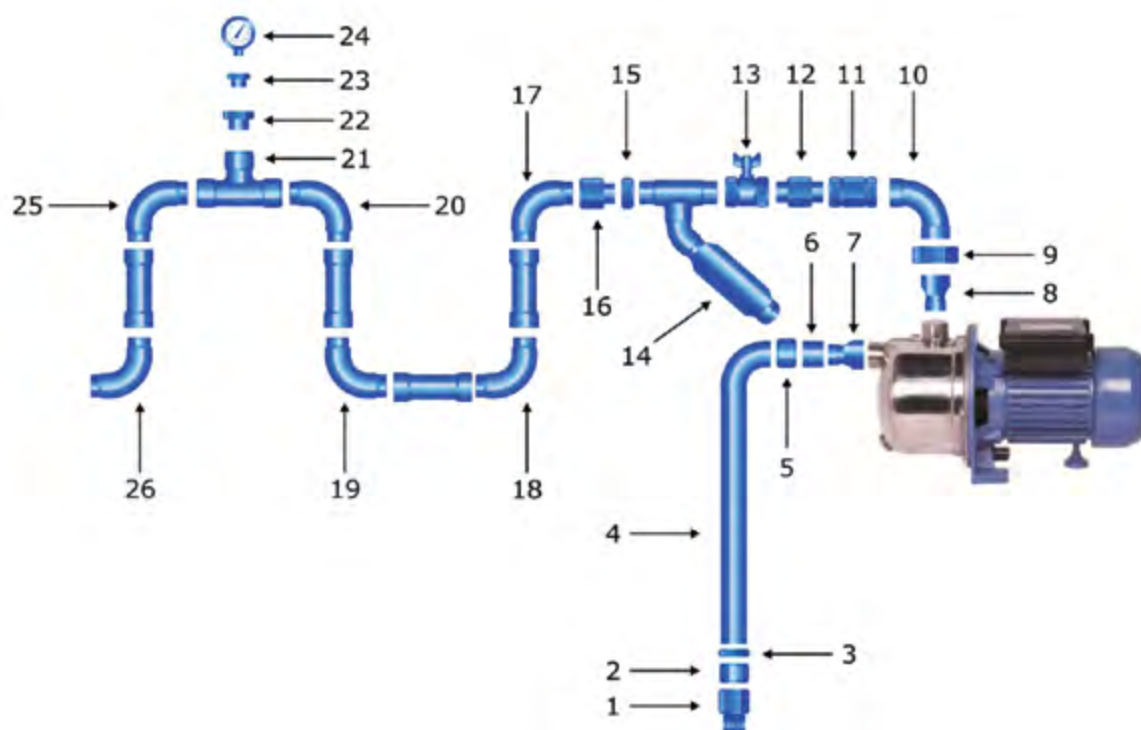


Figura 46. Montagem da eletrobomba.

#### 4.3.2 Montagem da Linha de Derivação da Irrigação

Conectar as peças na sequência, de acordo com o esquema simplificado da Figura 47:

- 1- Montagem do cavalete hidráulico: conectar uma curva de 90° de 32 mm, seguida de um tubo de PVC de DN 32 com aproximadamente 10 cm de comprimento e mais uma curva de PVC de 90° de 32 mm;
- 2- Após a segunda curva 32 mm de 90°, colocar mais tubo de PVC 32 mm com 30 cm de comprimento;
- 3- Continuando a montagem do cavalete hidráulico: são necessários uma curva de PVC de 90° de 32 mm; um tubo de PVC DN 32 com aproximadamente 5 cm





- de comprimento; um Tê de 32 mm x 1"; uma bucha de 1"x 1/2"; uma bucha de 1/2" x 1/4"; um manômetro glicerinado; um tubo de PVC de DN 32 com aproximadamente 5 cm de comprimento; uma curva de PVC de 90° de 32 mm; um tubo de PVC de DN 32 com 30 cm de comprimento; uma curva de PVC de 90° de 32 mm; tubo de PVC de DN 32 com 30 cm de comprimento; um Tê de 32 mm; dois tubos de PVC DN 32 com 30 cm; e um cap de 32 mm em cada uma das extremidades;
- 4- Linha de derivação composta de mangueira de polietileno de DN 16;
  - 5- Aberturas nos canos de 32 mm para a conexão das chulas de 16 mm e dos conectores de início de linhas de derivação de DN 16;
  - 6- Linhas de derivação DN 16 conectadas aos inícios de linha de 16 mm;
  - 7- Linhas de derivação DN 16;
  - 8- Conectando a linha lateral (para irrigação das árvores da cerca viva) através de um Tê de polietileno de 16 mm na linha de derivação, 10 cm de mangueira de polietileno de 16 mm e um registro de 16 mm;
  - 9- Em seguida, conectar mais 10 cm de mangueira de polietileno de 16 mm e um Tê de polietileno de 16 mm invertido.

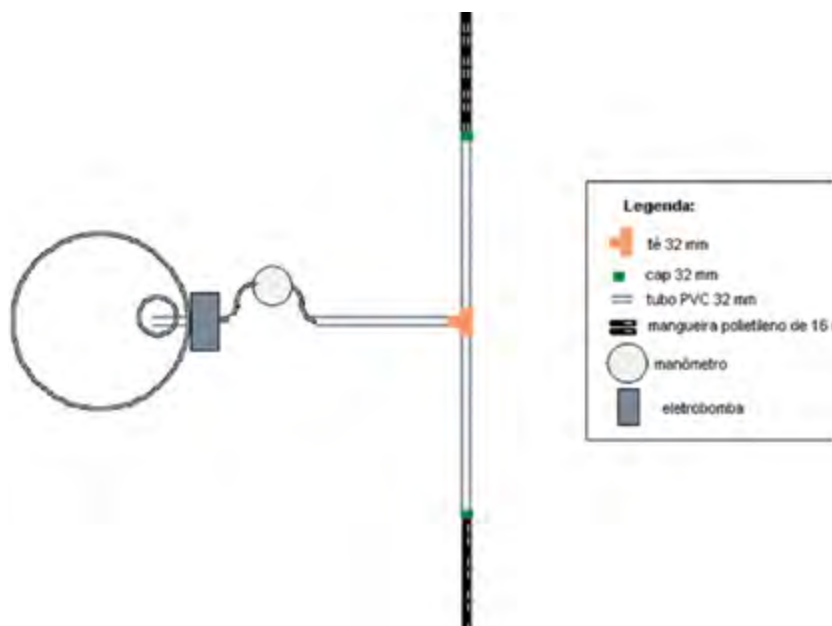


Figura 47. Esquema de montagem da linha de derivação de irrigação.

### 4.3.3 Construção da Coberta da Eletrobomba

- 1- Colocar 4 barrotes<sup>19</sup> de 1,5 m de altura dispostos a 80 cm entre si (Figura 48). Dois barrotes devem ser fincados 60 cm abaixo do solo (Figura 49a) e os outros dois devem ser enterrados 40 cm (Figura 49b), de modo que dois barrotes fiquem 1,10 m acima do nível do terreno e os outros dois fiquem a 0,90 m (Figura 50). Estes devem ser direcionados para o sentido de maior predominância das chuvas;
- 2- Dispor 2 caibros<sup>20</sup> (cada um de 1,2 m) no sentido da queda d'água na armação superior da cobertura do FB. Colocar 4 caibros com distância de 40 cm entre eles no sentido contrário às águas, finalizando a estrutura da cobertura (Figura 51);
- 3- Cobrir com 54 telhas<sup>21</sup> (1 m<sup>2</sup> necessita de 37 telhas).

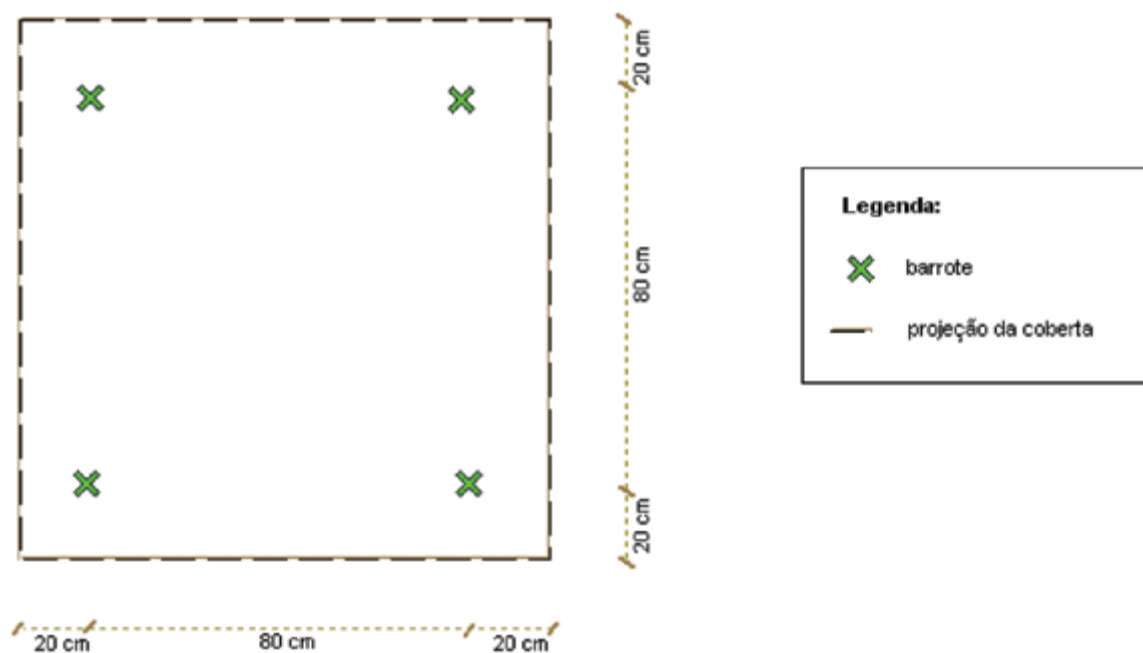


Figura 48. Planta baixa da cobertura da eletrobomba ( $A_{\text{coberta}} = 1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} = 1,44 \text{ m}^2$ ).

19 Dimensões do barrote: 5 cm x 7 cm.

20 Dimensões do caibro: 5 cm x 5 cm.

21 Dimensões da telha: telha canal 46 cm x 15,5 cm x 12 cm.





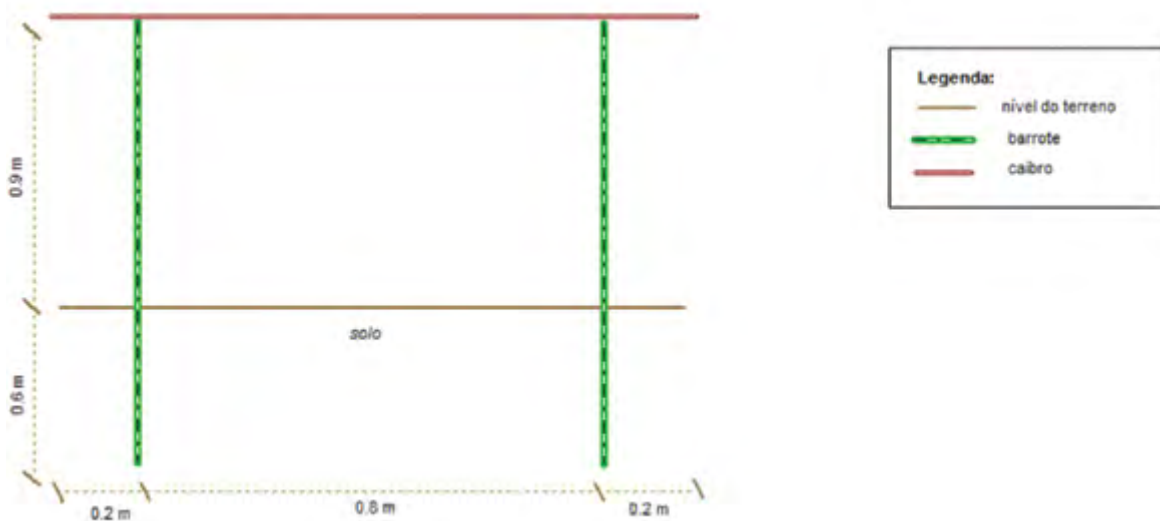


Figura 49a. Vista de trás da cobertura da eletrobomba.

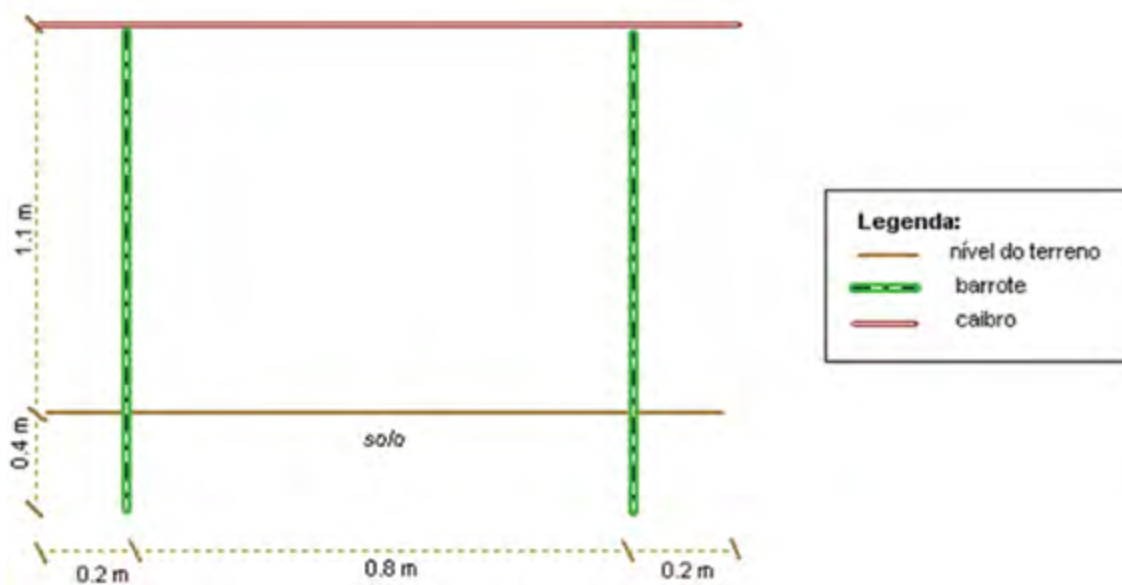


Figura 49b. Vista de frente da cobertura da eletrobomba.

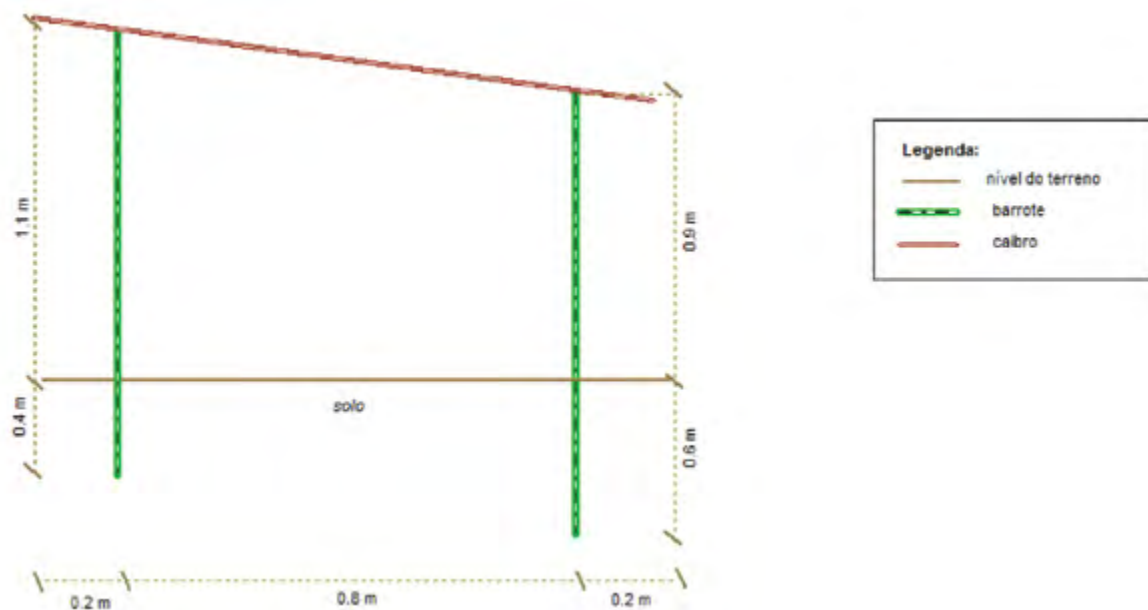


Figura 50. Vista lateral da cobertura da eletrobomba.

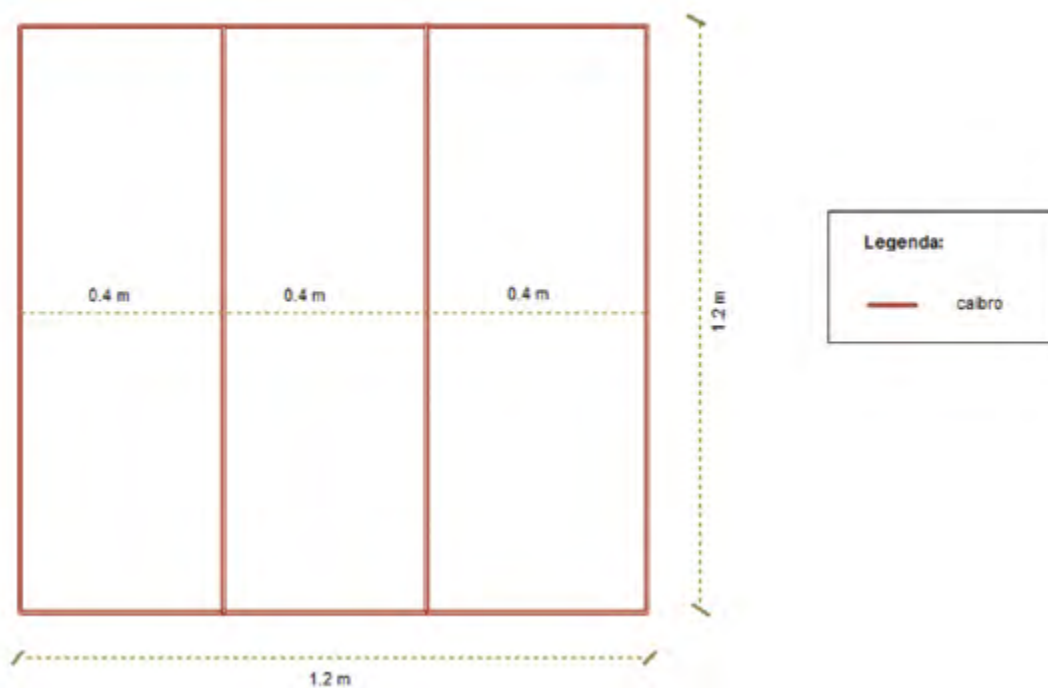


Figura 51. Vista superior da cobertura da eletrobomba.



## 4.4 Ficha Técnica da Construção do Minhocário

### 4.4.1 Construção da Base do Minhocário

- 1- A base do minhocário deve possuir 2 m de comprimento, 2 m de largura e 0,12 m de altura (Figura 52);
- 2- A base deve ser feita com 110 tijolos<sup>22</sup>, um ao lado do outro até preencher a área estabelecida;
- 3- Cobrir os tijolos com camada de 3 cm de argamassa para concluir o piso. Deve-se fazer a argamassa com 1 saco de cimento, 0,3 m<sup>3</sup> de areia (aproximadamente 10 latas) e 4 latas de água, dependendo da umidade da areia;
- 4- Construir o anel do minhocário em cima da base já pronta.

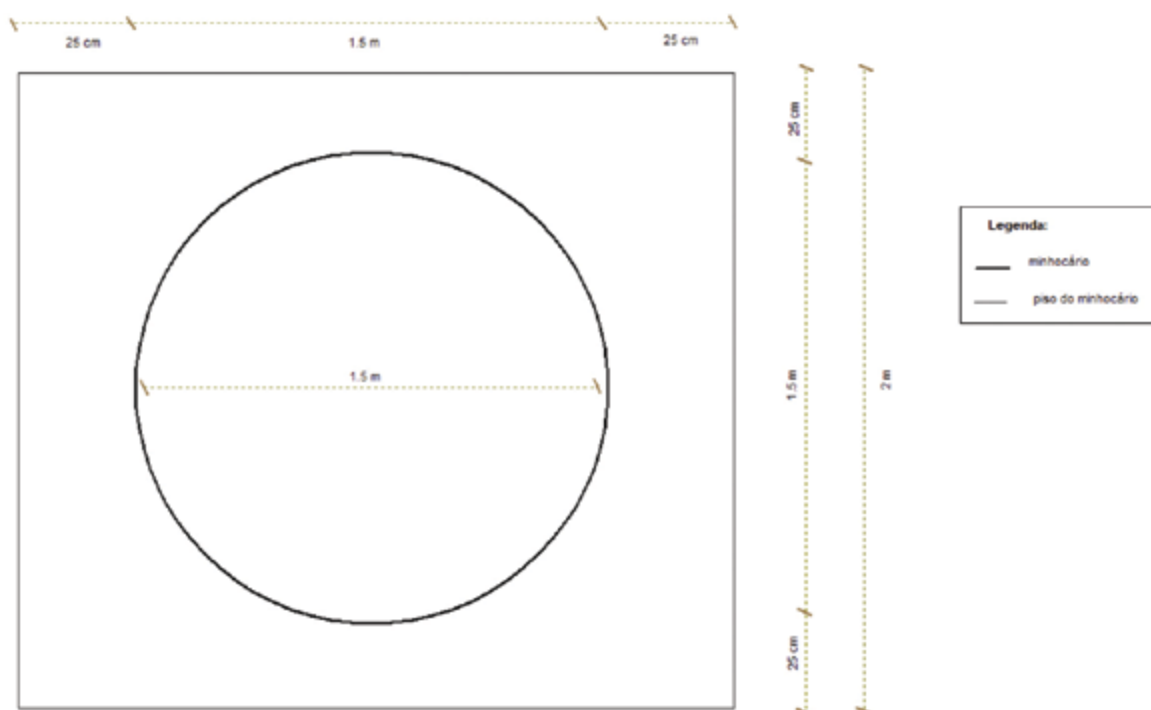


Figura 52. Planta baixa do minhocário.

22 Tijolo de 8 furos: 19 cm x 19 cm x 9 cm.

#### 4.4.2 Construção do Anel do Minhocário e Funcionamento

- 1- Para a construção do minhocário será necessário um anel de concreto com 1,5 m de diâmetro. Para o traço do anel serão necessários  $\frac{1}{2}$  saco<sup>23</sup> de cimento,  $0,15 \text{ m}^3$  de areia (aproximadamente 5 latas) e 2 latas de água. A quantidade de água irá variar, dependendo da umidade da areia utilizada: se a areia estiver seca, serão necessárias 2 latas de água; se a estiver molhada, 1 lata;
- 2- Colocar a forma no piso da base construída, deixando a 0,25 m de cada extremidade, de modo que o anel fique centralizado. Preencher a forma com a argamassa e deixar secando por 24 horas. Não se deve retirar a forma antes, pois há risco da argamassa quebrar. Retirar as formas de dentro primeiro, em seguida retirar as formas de fora. Deve-se fazer o preenchimento até 35 cm de altura na forma;
- 3- Preencher o minhocário com  $0,54 \text{ m}^3$  de esterco curtido (6 carros de mão);
- 4- Colocar no minhocário 1 kg de minhoca;
- 5- Cobrir com palha para diminuir a luminosidade e reduzir a perda de umidade;
- 6- Cobrir com tela para evitar predadores.

#### 4.4.3 Construção da Coberta do Minhocário

- 1- Colocar 4 barrotes<sup>24</sup>, cada um de 2 m de altura, dispostos 2 m entre si (Figura 53);
- 2- 2 barrotes (vista de frente) devem ser enterrados 50 cm (Figura 54) e os outros 2 (vista de trás), 70 cm, criando um desnível na cobertura (Figura 55). Dessa forma, 2 barrotes ficarão 1,50 m acima do solo (vista de frente, Figura 54, e parte da frente da Figura 53) e os outros dois, 1,30 m (vista de trás, Figura 55 e parte de trás da Figura 53). Os barrotes mais altos devem ser colocados do lado da nascente do Sol;
- 3- Dispor 2 barrotes (cada um de 2,4 m) na armação superior da cobertura do FB no sentido da queda da água (Figura 56);
- 4- Colocar 7 caibros<sup>25</sup> com 2,4 m no sentido contrário à queda d'água, conforme a figura 57. As ripas<sup>26</sup> (também com 2,4 m de comprimento) deverão ser colocadas no sentido contrário aos caibros e com espaçamento de 40 cm entre elas

23 O saco de cimento possui 50 kg.

24 Dimensões do barrote: 5 cm x 7 cm.

25 Dimensões do caibro: 5,0 cm x 5,0 cm.

26 Dimensões da ripa: 5,0 cm x 1,5 cm.





(Figura 57). Serão colocadas ao total 9 ripas na cobertura: as ripas das extremidades serão reforçadas com outra ripa por cima, totalizando sete fileiras de ripas;

5- Colocar 230 telhas<sup>27</sup> na armação da cobertura (1m<sup>2</sup> necessita de 37 telhas).

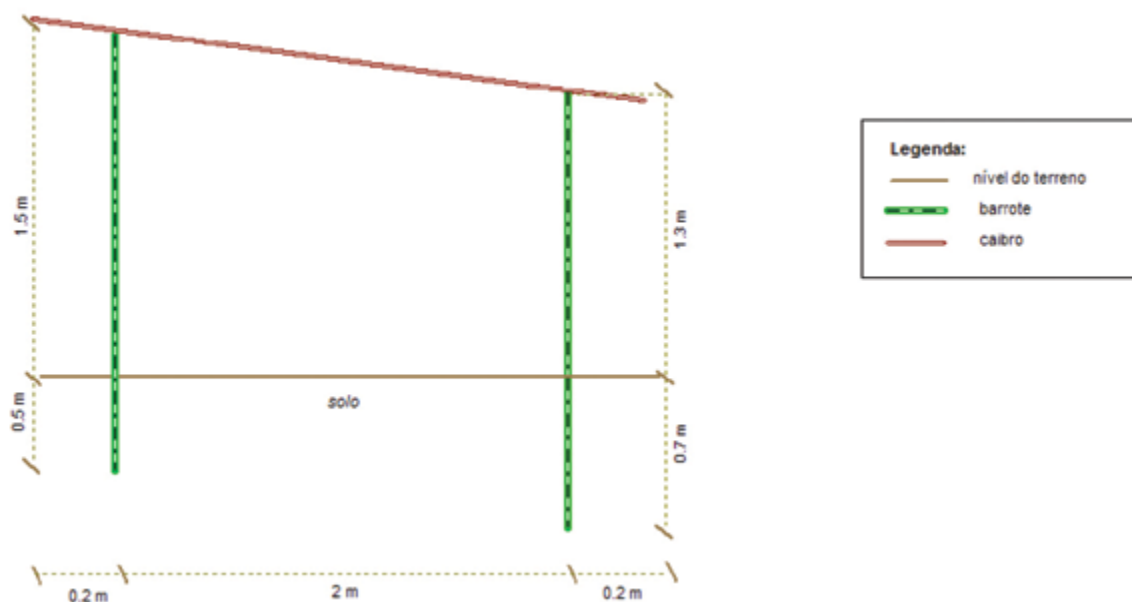


Figura 53. Vista lateral do minhocário.

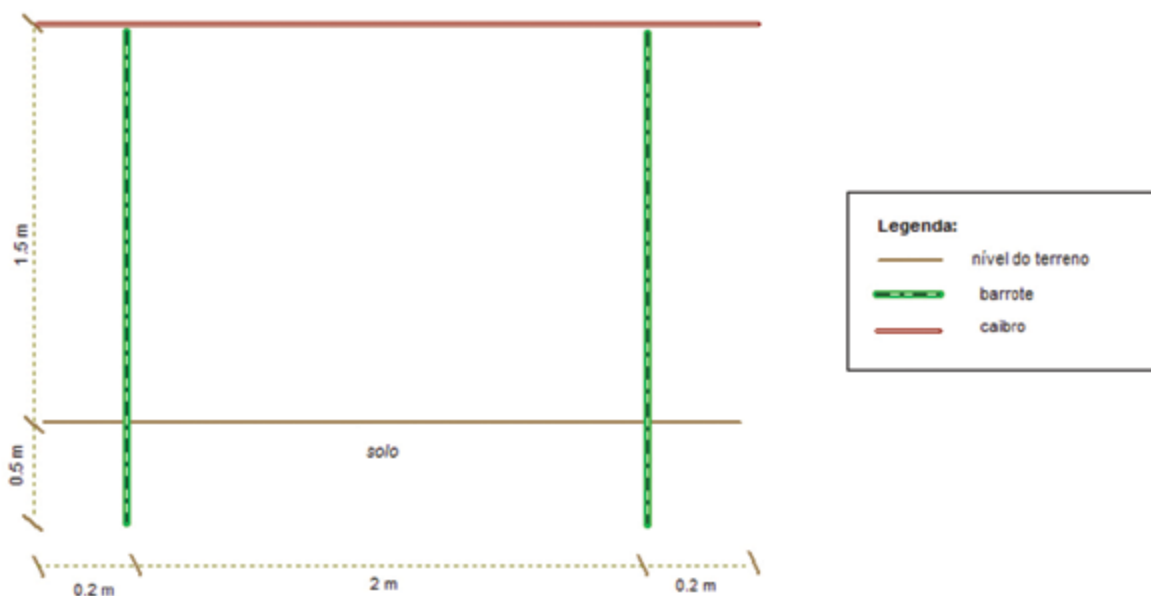


Figura 54. Vista de frente da cobertura do minhocário.

<sup>27</sup> Dimensões da telha: Telha canal (46 cm x 15,5 cm x 12 cm).

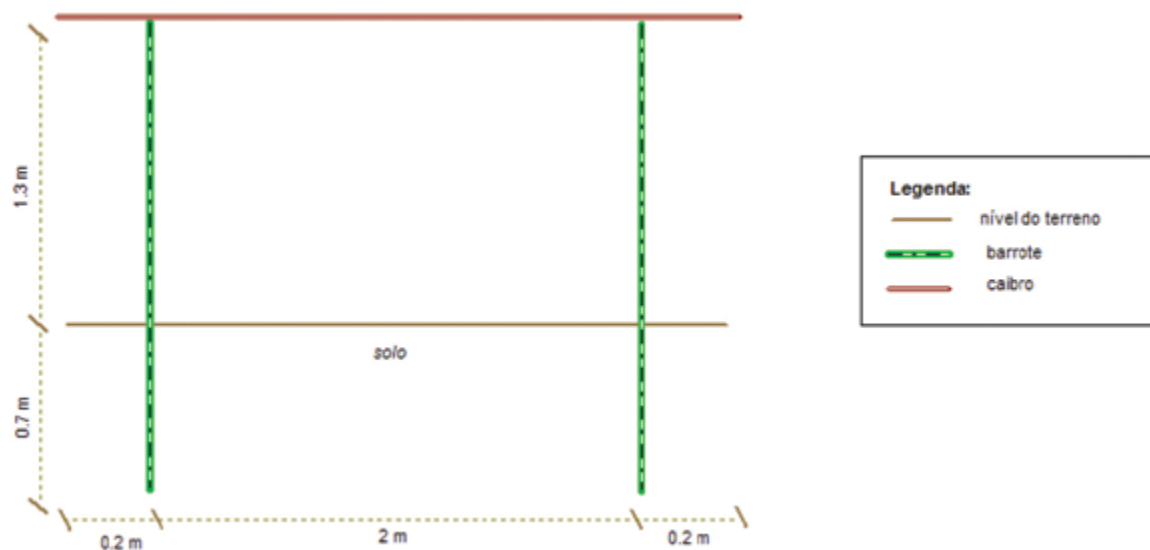


Figura 55. Vista de trás da cobertura do minhocário.

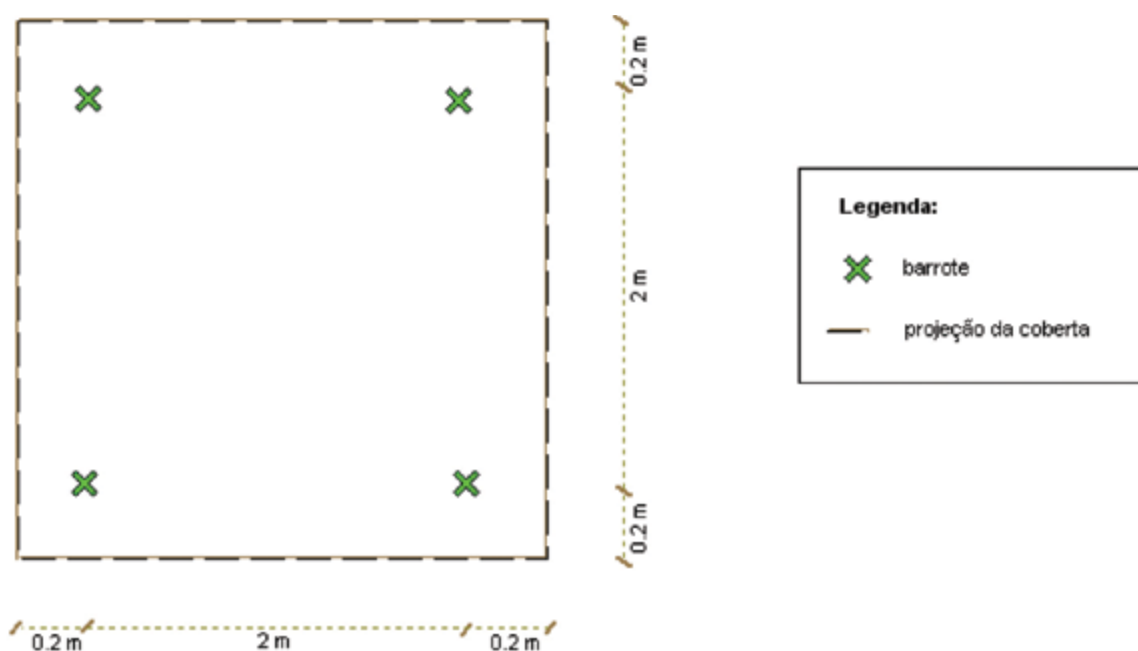


Figura 56. Planta baixa da cobertura do minhocário.



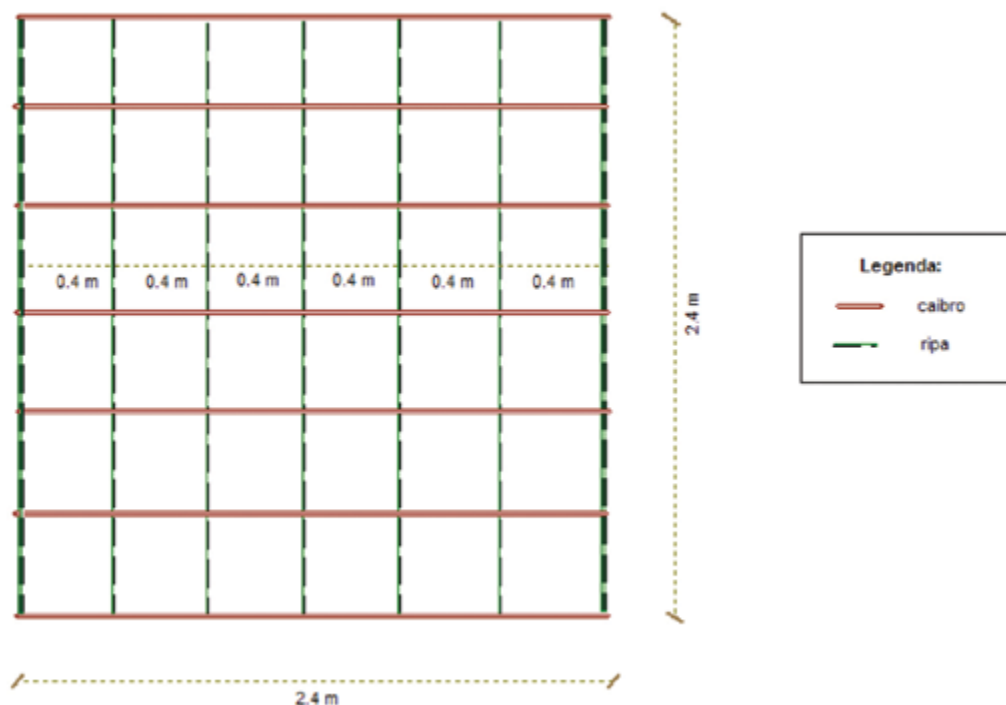


Figura 57. Vista superior da cobertura do minhocário.

## 4.5 Ficha Técnica da Construção da Cerca

### 4.5.1 Construção da Cerca

- 1- Colocar 11 mourões cercando a área do quintal domiciliar do Sistema Bioágua Familiar (SBF) a ser irrigado por gotejamento, conforme a figura 58;
- 2- Um mourão da cerca deve ser utilizado para fixar a porteira<sup>28</sup>, através de dobradiças apropriadas, ficando outro mourão a 1,0 m deste (Figura 58). A porteira deve estar o mais próximo possível da casa e facilitar o acesso ao SBF;
- 3- Os mourões devem possuir 2,20 m de altura, enterrados 30 cm abaixo do solo, de forma que fiquem 1,90 m acima do terreno (Figura 59);
- 4- Colocar uma estaca a cada metro a partir dos mourões (Figura 58). As estacas devem possuir 2,10 m de altura, enterradas 30 cm abaixo do solo, de forma que fiquem 1,80 m acima do terreno (Figura 60);

- 5- Colocar arame farpado<sup>29</sup> nos mourões, de modo que a cada 36 cm na altura do mourão tenha uma linha de arame (totalizando 6 linhas), deixando 10 cm na parte superior (Figura 61);
- 6- Colocar tela galvanizada<sup>30</sup> (tipo galinheiro) para fechar a área, fixando-a com grampos<sup>31</sup> nas estacas e mourões em três pontos (superior, mediana e inferior), conforme a Figura 61.

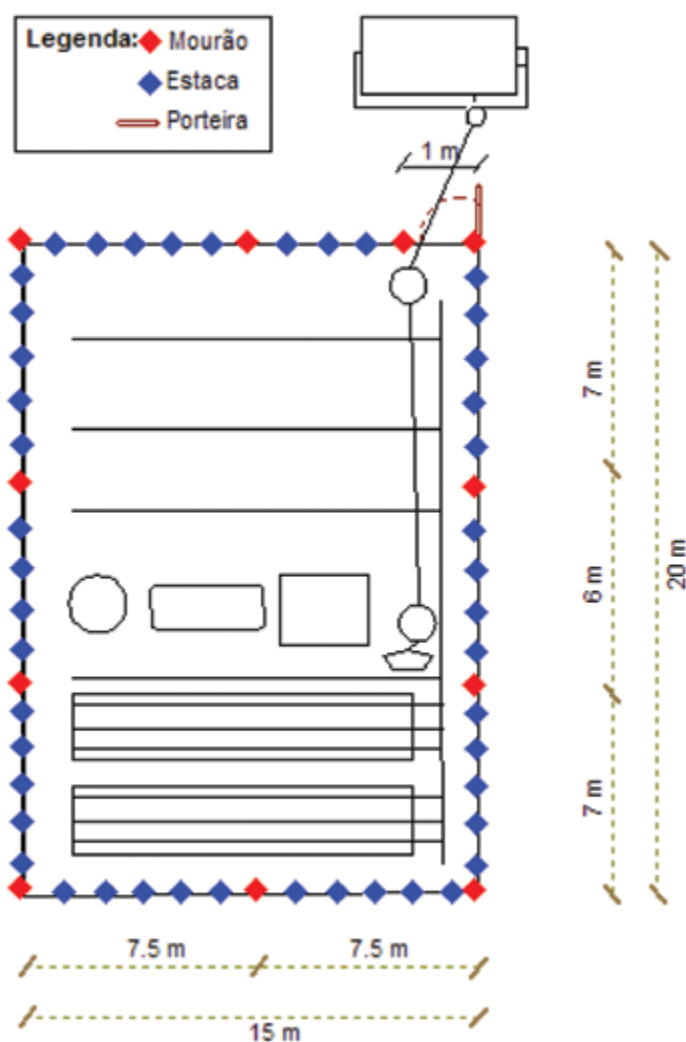


Figura 58. Planta baixa da disposição de mourões, estacas e porteira no SBF.

29 Arame farpado galvanizado.

30 Tela galvanizada do tipo galinheiro (50 m x 1,8 m).

31 Grampo galvanizado 7/8" x 9 mm.





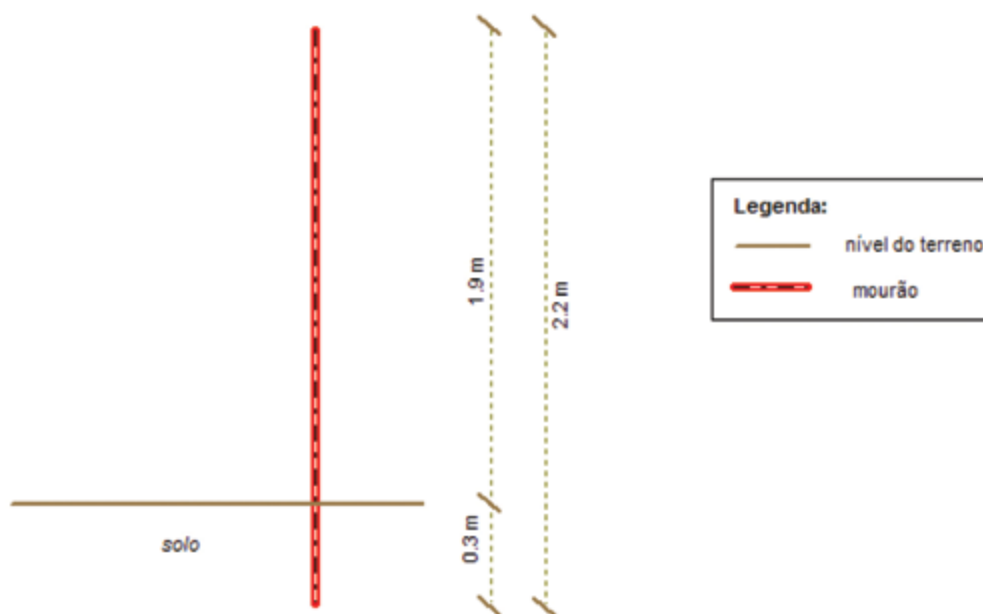


Figura 59. Vista de frente do mourão no terreno.

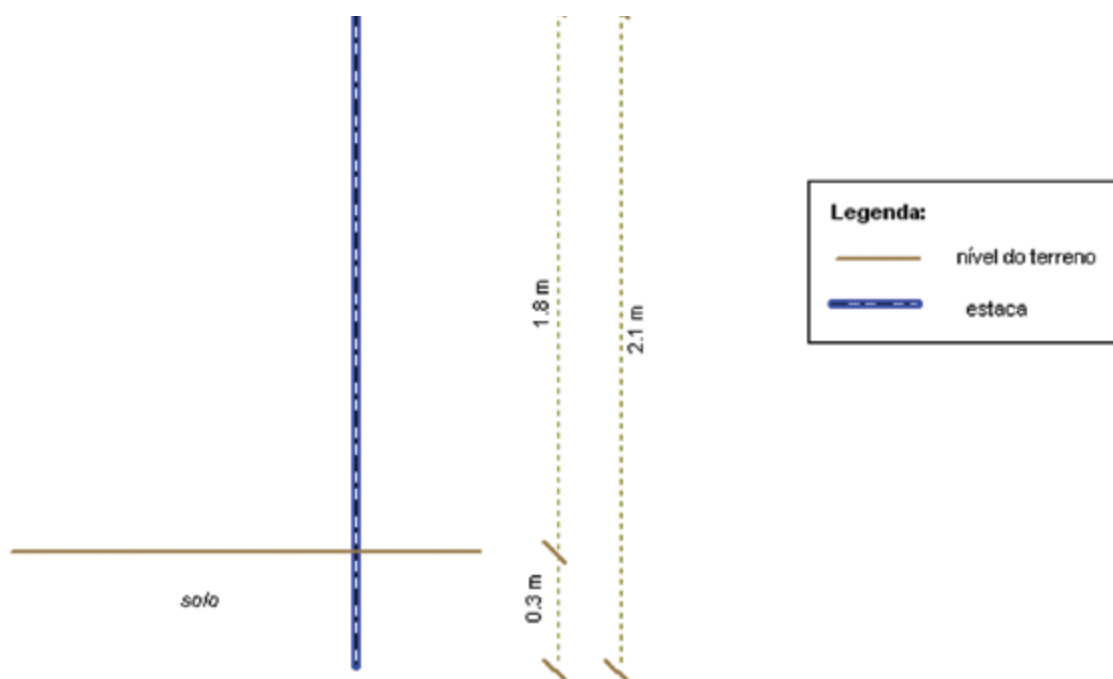


Figura 60. Vista de frente da estaca no terreno.

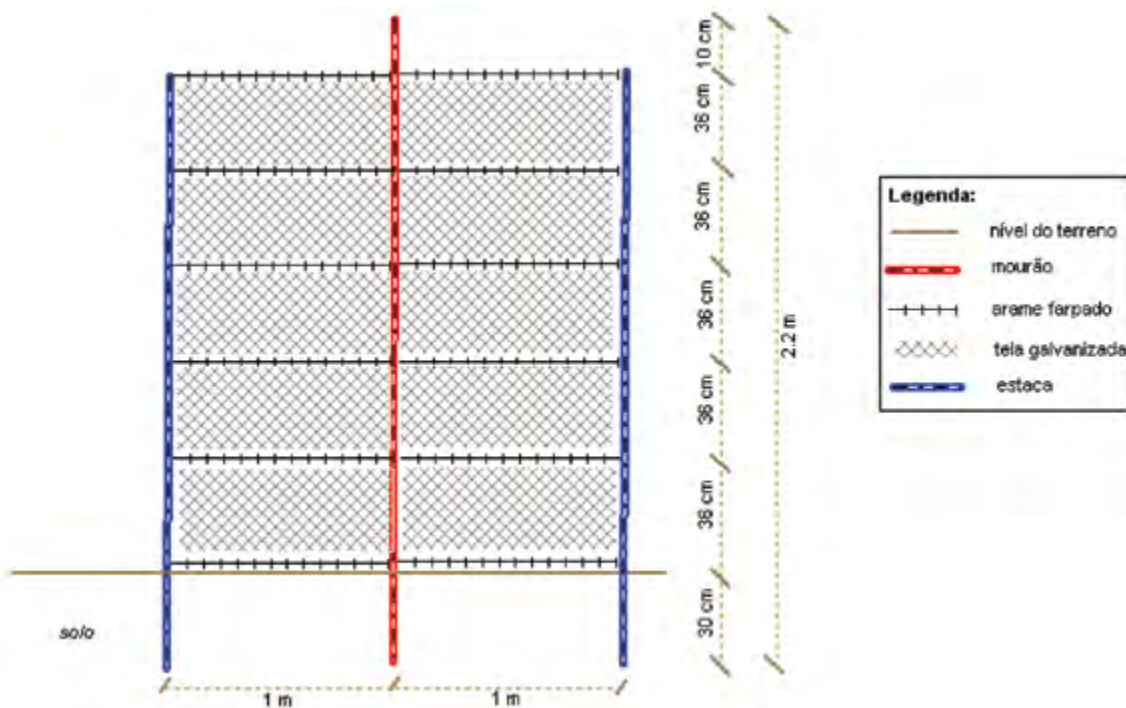


Figura 61. Vista de frente da cerca.

## 4.6 Ficha Técnica da Montagem do Minitelado

### 4.6.1 Montagem do Minitelado

- 1- Colocar 4 barrotes de 2,50 m de altura enterrados 70 cm (Figura 62), ficando 1,80 m acima do terreno (Figura 62);
- 2- 2 barrotes devem ser colocados a uma distância de 2 m formando a base maior, e os outros dois a 1,5 m entre si na base menor (Figura 63);
- 3- Colocar 5 caibros para fazer a armação superior da cobertura do minitelado conforme a figura 63. Prendê-los com pregos;
- 4- Colocar um caibro de 1,80 m a 80 cm do barrote localizado na base maior, deixando 0,70 m abaixo do terreno, onde será localizada a porteira de acesso ao minitelado (Figura 64);
- 5- Na porteira, será colocado 1 caibro de 80 cm em posição horizontal na parte inferior (Figura 64);





- 6- Cobrir a estrutura com sombrite e prender nos caibros e barrotes com barbante (Figura 64);
- 7- Fixar o sombrite na parte externa da porta com mangueira de polietileno presa com pregos.

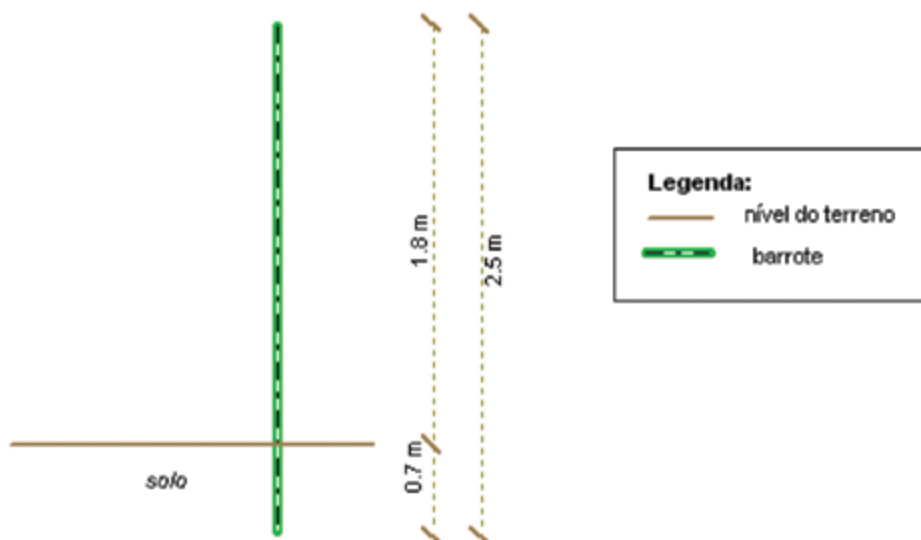


Figura 62. Vista frontal do barrote no terreno.

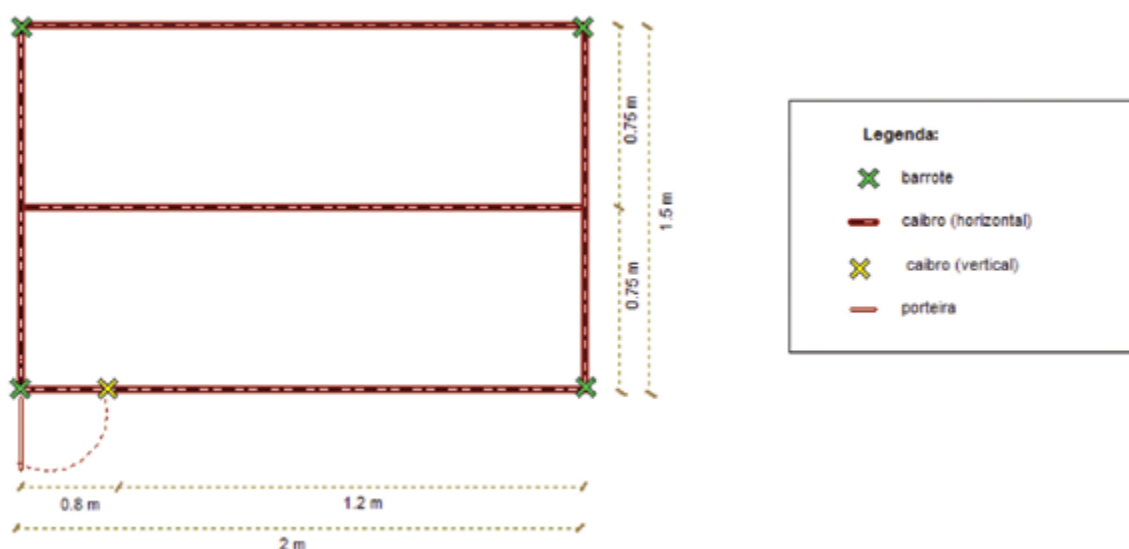


Figura 63. Planta baixa do minitelado.

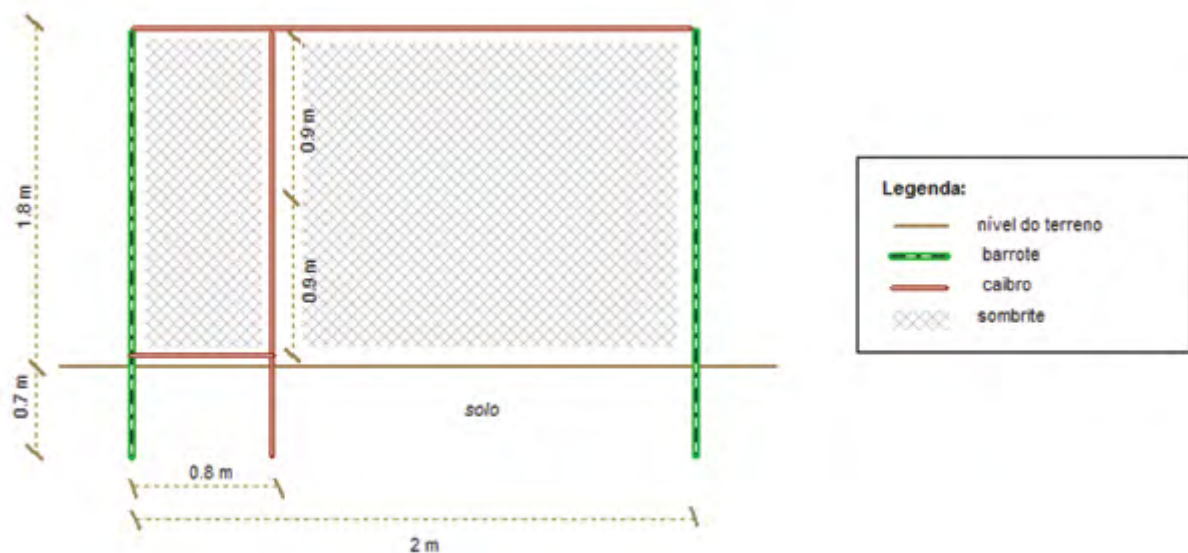


Figura 64. Vista de frente do minitelado.

## 4.7 Ficha Técnica da Compostagem

### 4.7.1 Montagem do Composto

1. Definir 3 espaços iguais de  $1,5 \text{ m}^2$  ( $1 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$ ), onde cada leira será separada por 4 estacas de 1,20 m de altura (Figura 65) e enterradas 20 cm no solo (Figura 66), de modo que as leiras de compostagem possam encostar uma na outra;
2. Elas deverão ser preenchidas com resíduos orgânicos. Quando a primeira leira chegar a 1 m de altura, preencher a outra leira e assim sucessivamente.



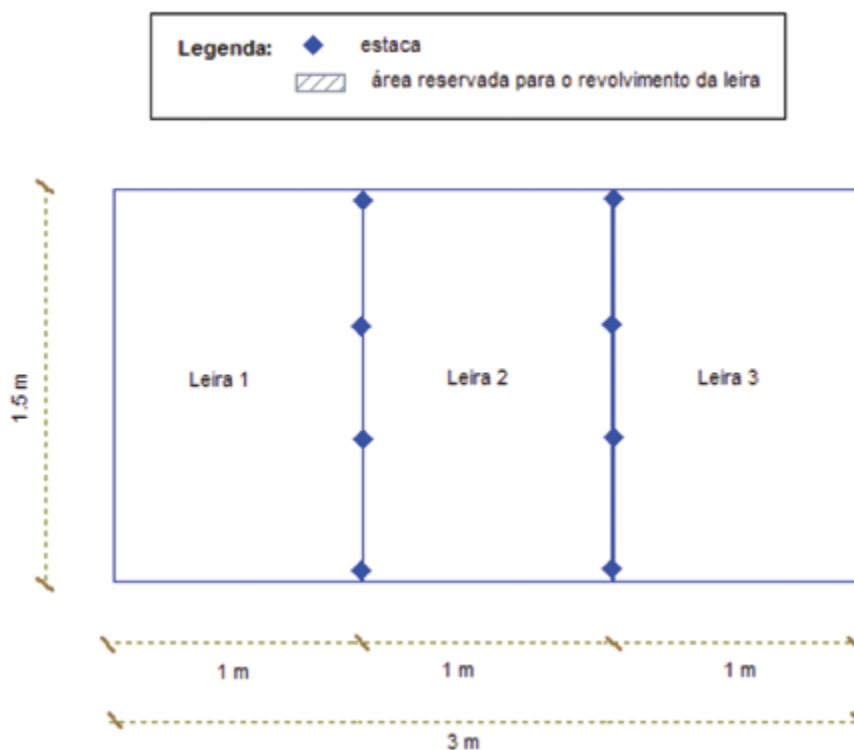


Figura 65. Planta baixa da área de compostagem ( $A_{\text{compostagem}} = 1 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 4 \text{ m}^2$ ).

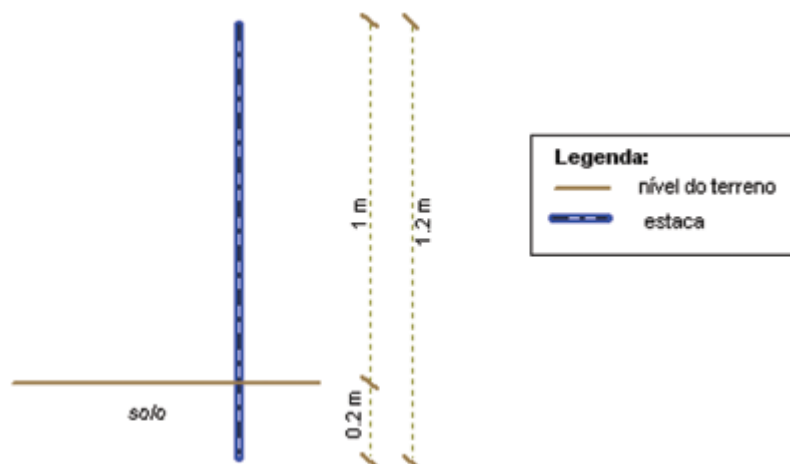


Figura 66. Vista de frente da colocação da estaca na área de compostagem.

#### 4.7.1.1 Processo de Compostagem

- Os resíduos orgânicos na compostagem devem ser de origem animal e/ou vegetal como, por exemplo: esterco de animais; serragem; restos de capina e folhas; cascas de frutas e hortaliças, etc.



- Devem-se evitar as gorduras animais, pois são de difícil decomposição, como também restos de carne, por atrair animais domésticos e insetos. Também devem ser evitados carvão, plantas doentes, materiais não biodegradáveis (vidro, plástico), produtos químicos e fezes de animais de estimação (cachorro, gato, etc.).
- O composto é feito sobrepondo os resíduos orgânicos, formando-se pilhas ou leiras. A montagem da leira é realizada alternando-se os diferentes tipos de resíduos em camadas com espessura em torno de 10 cm. Por exemplo, forma-se uma camada com restos de capina, acompanhada por outra com restos de cozinha. A seguir adiciona-se uma camada de esterco e depois outra com restos de palhada, assim sucessivamente até a leira atingir 1 m de altura (Figura 67). O tempo que o processo pode levar depende do tipo de resíduos orgânicos utilizados.
- Quanto menor o tamanho dos resíduos orgânicos e mais variada a sua composição, mais rápida é a compostagem. Portanto, picar os materiais antes de formar as leiras e usar diferentes materiais acelera a decomposição.
- A cada camada montada deve-se irrigar. Isso é fundamental para dar condições ideais para os microrganismos decomporem os resíduos orgânicos.
- A primeira e última camada devem ser de restos de capinas ou outro tipo de palhada.
- O composto estará pronto quando após o revolvimento da leira a temperatura não mais aumentar. O material humificado (composto) se apresentará com cor marrom escura, sem cheiro, homogêneo e sem restos vegetais.
- Em geral, o composto deve ser umedecido a cada 2 dias e revirado a cada 10 dias. O intervalo de dias de umedecimento depende muito das condições climáticas. Uma forma prática de ter uma boa umidade é apertar o 'bolo' do composto e não escorrer água.
- A temperatura média ideal nos processos de compostagem é de 50°C, atingindo valores menores que 45°C somente no fim da fase de degradação e início da fase de maturação/cura da matéria orgânica. Recomenda-se fincar um bastão de ferro no composto e quando for possível segurar com a mão estará pronto. Estima-se que o tempo de estabilidade do composto é atingido de 60 a 70 dias.





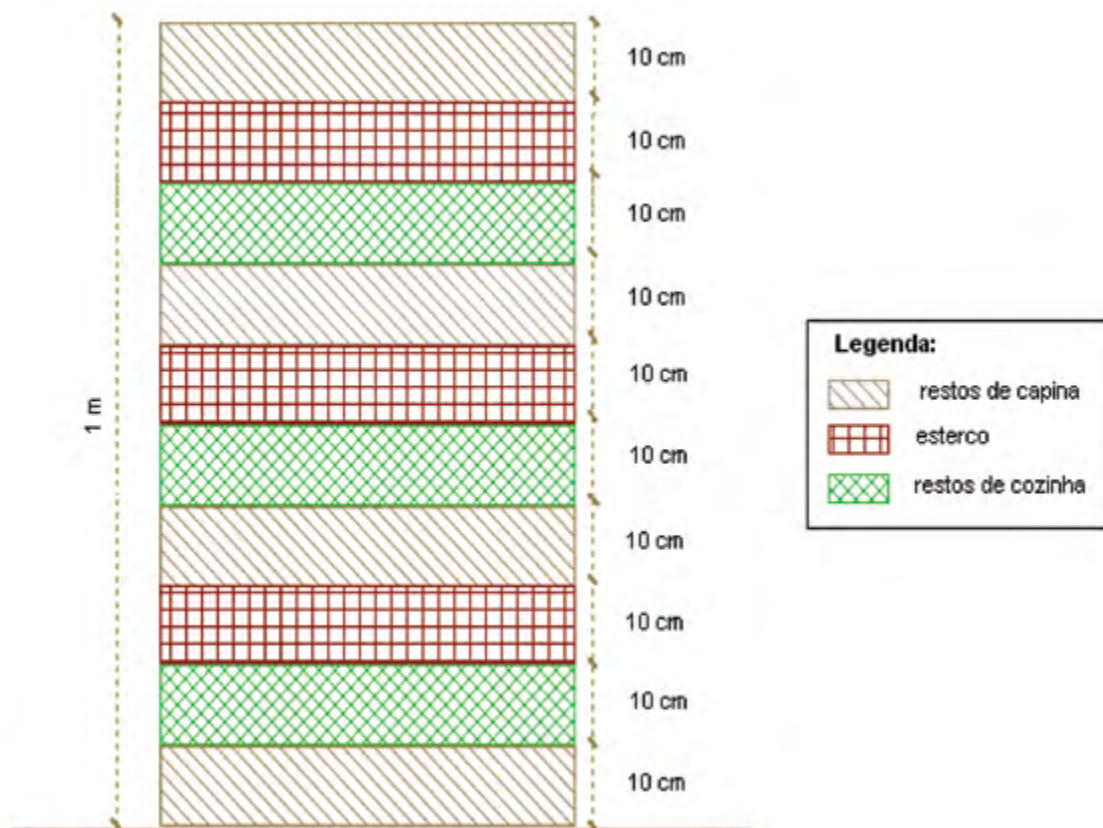


Figura 67. Montagem de resíduos orgânicos na leira de compostagem.

## *Medidas de Higienização*





## 5 MEDIDAS DE HIGIENIZAÇÃO DOS ALIMENTOS PÓS-COLHEITA

Quando se utiliza água cinza tratada para irrigar culturas comestíveis, a situação de maior risco é para culturas consumidas cruas. Para este caso, a pesquisa realizada em dois SBF, indicou que a lavagem das hortaliças com água corrente potável diminui esse risco quando feita de forma criteriosa. Comparando amostras “in natura” em relação a amostras lavadas foi observada redução de coliformes a 45°C de zero a duas unidades log, ou seja, de 0 a 100 vezes. A higienização pode ser realizada conforme especificado nos exemplos a seguir:

a) Para cebolinha e coentro:

- Colher e selecionar folhas, descartando as com danos;
- Lavar cada folha em água corrente potável (utilizada pela família no preparo dos alimentos);
- Aguardar escorrer o excesso de água.

b) Para alface:

- Colher e selecionar as folhas, descartando aquelas com danos;
- Lavar cada folha em água corrente potável;
- Aguardar escorrer o excesso de água.

c) Para cenoura e beterraba:

- Após a colheita, cortar as folhas e as raízes;
- Remover o solo lavando em água corrente potável;
- Descascar cada unidade utilizando uma faca.

d) Para tomate e pimentão:

- Após a colheita, lavar cada fruto em água corrente potável;
- Aguardar escorrer o excesso de água.



The background image is a photograph of a rural farm scene, tinted in a solid green color. It shows a dirt area enclosed by a wire fence supported by wooden posts. In the foreground, there is a large log lying on the ground. To the left, a structure with a corrugated metal roof is partially visible. In the center, there is a small, simple wooden shed. To the right, another structure with a corrugated metal roof and a ladder is visible. The background is filled with dense trees and foliage.

# *Memória de Cálculo*



## 6 MEMÓRIA DE CÁLCULO DO SISTEMA BIOÁGUA FAMILIAR

São apresentados abaixo as especificações técnicas e os quantitativos de materiais e mão de obra necessários para implantação de 1 SBF (20 m x 15 m) com 1 FB, mediante dimensionamentos hidráulico e civil dos componentes técnicos do SBF, conforme croqui da figura 1, página 20. O SBF foi pensando no intuito de que a variabilidade do material seja apenas na convergência hidráulica das águas cinzas. Ou seja, numa implantação deve-se ajustar e validar o material de campo da convergência hidráulica, através de verificação in loco na residência. O material dos demais componentes do SBF deve permanecer inalterado. Em 2014, as planilhas que compõem o custo total do SBF apresentaram um custo total de R\$ 6.400,00<sup>32</sup>. A seguir são apresentados todos os itens dessa planilha, sendo possível a qualquer momento a atualização com as condições locais e de mercado.

<b>1. Construção e partes do filtro biológico (1,0 m x 1,5 m), cobertura (2,4 m x 2,4 m x 1,5 m) e mão de obra.</b>				
<b>Discriminação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade Dimensionada</b>	<b>Valor Unitário (R\$)</b>	<b>Valor Total (R\$)</b>
1.1. Areia lavada	m³	0,8		0,00
1.2. Cimento	saco (50 kg)	3		0,00
1.3. Barrote (5 cm x 7 cm)	m	14		0,00
1.4. Caibro (5 cm x 5 cm)	m	19		0,00
1.5. Ripa (1,5 cm x 5 cm)	m	24		0,00
1.6. Pregoeiro	kg	1		0,00
1.7. Minhoca (Gigante da califórnia)	kg	1		0,00
1.8. Húmus	kg	100		0,00
1.9. Raspa da madeira	kg	80		0,00
1.10. Areia lavada - composição do filtro biológico	m³	0,3		0,00
1.11. Brita nº 1	m³	0,3		0,00
1.12. Seixo rolado	m³	0,6		0,00
1.13. Mão de obra	h/d	4		0,00
1.14. Telha canal (15,5 cm x 46 cm)	Unid	230		0,00
1.15. Cimento reserva para chumbar o barrote do minhocário e do filtro e para a confecção da caixa do hidrômetro	saco (50 kg)	1		0,00
<b>VALOR TOTAL (R\$)</b>				<b>0,00</b>



**2. Construção do tanque de reúso (1,0 m x 1,5 m), cobertura da eletrobomba centrífuga (1,20 m x 1,20 m x 1,10) e mão de obra.**

Discriminação	Unidade	Quantidade Dimensionada	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
2.1. Areia lavada	m³	1,5		0,00
2.2. Brita nº 1	m³	0,04		0,00
2.3. Cimento	saco (50 kg)	5		0,00
2.4. Ferro 0,6"	Varão	2		0,00
2.5. Lixa de ferro nº 220	Unid.	1		0,00
2.6. Barrote (5 cm x 7 cm)	m	6,5		0,00
2.7. Caibro (5 cm x 5 cm)	m	8		0,00
2.8. Pregos caibar	kg	1		0,00
2.9. Telha canal (15,5 cm x 46 cm)	Unid.	54		0,00
2.10. Mão de obra	h/d	4		0,00
<b>VALOR TOTAL (R\$)</b>				<b>0,00</b>

**3. Convergência hidráulica de água cinza para filtro biológico.**

Discriminação	Unidade	Quantidade Dimensionada	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
3.1. Caixa de gordura DN 300 mm	Unid.	1		0,00
3.2. Redução de 40 mm x 50 mm - esgoto	Unid.	5		0,00
3.3. Joelho 50 mm – esgoto	Unid.	8		0,00
3.4. Tê 50 mm – esgoto	Unid.	8		0,00
3.5. Curva de 50 mm esgoto 45°	Unid.	2		0,00
3.6. Luva 50 mm esgoto	Unid.	0		0,00
3.7. Cap 50 mm esgoto	Unid.	1		0,00
3.8. Redução esgoto de 100 mm x 50 mm	Unid.	1		0,00
3.9. Redução Solda 50 mm x 32 mm esgoto	Unid.	1		0,00
3.10. Tê de 32 mm PVC	Unid.	5		0,00
3.11. Joelhos de 32 mm PVC	Unid.	5		0,00
3.12. Cap 32 PVC	Unid.	6		0,00
3.13. Tubo de cola PVC 175 g	Unid.	0		0,00
3.14. Registro soldável de 32 mm	Unid.	2		0,00
3.15. Tubo de DN 50 de esgoto	Unid.	9		0,00
3.16. Luva 50 mm PVC	Unid.	0		0,00
3.17. Redução de 25 mm x 50 mm - esgoto	Unid.	0		0,00
3.18. Redução de 60 mm x 50 mm - esgoto	Unid.	2		0,00
3.19. Redução de 75 mm x 50 mm - esgoto	Unid.	2		0,00
3.20. Tanque granitado duplo (1 m)	Unid.	1		0,00
3.21. Kit para conexões de tanque granitado duplo	Unid.	1		0,00
<b>VALOR TOTAL (R\$)</b>				<b>0,00</b>





<b>4. Sistema de irrigação por gotejamento e mão de obra.</b>				
<b>Discriminação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade Dimensionada</b>	<b>Valor Unitário Atual (R\$)</b>	<b>Valor Total Atual (R\$)</b>
4.1. Eletrobomba monofásica selecionada que apresente Vazão de 1,06 m³/h e altura monométrica total de 18 m.c.a.	Unid.	1		0,00
4.2. Válvula de pé de 2" ferro fundido	Unid.	1		0,00
4.3. Adaptador para válvula de pé 2" x 50 mm	Unid.	1		0,00
4.4. Mangote DN 50	m	3		0,00
4.5. Abraçadeira para mangote de 50 mm x 2"	Unid.	2		0,00
4.6. Adaptador para mangote de 2" x 50 mm	Unid.	1		0,00
4.7. Luva galvanizada de redução macho(1") x Fêmea (2")	Unid.	1		0,00
4.8. Luva galvanizada de redução macho (3/4") x fêmea (1")	Unid.	1		0,00
4.9. Luva galvanizada de redução macho (3/4") x fêmea (1")	Unid.	1		0,00
4.10. Luva galvanizada de redução macho (1") x fêmea (1.1/2")	Unid.	1		0,00
4.11. Curva galvanizada macho 1.1/2" (90°) com bujão	Unid.	1		0,00
4.12. União galvanizada 1.1/2"	Unid.	1		0,00
4.13. Niple duplo galvanizado 1.1/2"	Unid.	1		0,00
4.14. Registro de esfera 1.1/2"	Unid.	1		0,00
4.15. Filtro de disco de 1.1/2"	Unid.	1		0,00
4.16. Luva rosca plástica 1.1/2"	Unid.	3		0,00
4.17. Adaptador PVC 1.1/2" x 32 mm	Unid.	1		0,00
4.19. Curva de PVC 32 mm	Unid.	9		0,00
4.20. Hidrômetro de 1"	Unid.	1		0,00
4.21. Bucha de redução plástica de 1.1/2" x 1"	Unid.	2		0,00
4.22. Adaptador de 50 mm x 1.1/2"	Unid.	2		0,00
4.23. Tê PVC 32 mm x 1"	Unid.	1		0,00
4.24. Bucha de redução de 1" x 1/2"	Unid.	1		0,00
4.25. Bucha de redução de 1/2" x 1/4"	Unid.	1		0,00
4.25. Manômetro glicerinado - 0 - 4 kgf	Unid.	1		0,00
4.26. Tubo de PVC 32 mm PN 40	Unid.	2		0,00
4.27. Cap de PVC soldável 32 mm	Unid.	2		0,00
4.28. Registro de polietileno de 16 mm	Unid.	16		0,00
4.29. Tê PVC de 32"	Unid.	1		0,00
4.30. União de polietileno de DN 16 mm	Unid.	10		0,00
4.31. Chula DN 16 mm	Unid.	6		0,00
4.32. Início de linha 16 mm	Unid.	4		0,00
4.33. Fim de linha de 16 mm	Unid.	16		0,00



4.34. Mangueira de polietileno com gotejador de DN 16 mm - (4,4 litros/h - 1 kgf/cm <sup>2</sup> ) - espaçamento 30 cm x 30 cm - PN 40	m	200		0,00
4.35. Fita veda rosca (18 mm x 50 m)	Unid.	1		0,00
4.36. Chave magnética monofásica	Unid.	1		0,00
4.37. Tê polietileno DN 16 mm	Unid.	16		0,00
4.39. Mangueira de polietileno DN 16 PN40	m	40		0,00
4.40. Tubo de cola PVC	Unid.	1		0,00
4.41. Joelho de polietileno DN 16 mm x 90°	Unid.	8		0,00
4.42. Fio condutor para eletrobomba centrífuga de 1/2 Cv (2,5 mm <sup>2</sup> ) – monofásico	m	40		0,00
4.43. Fita de alta fusão (19 mm x 10 m)	Unid.	0		0,00
4.44. Registro PVC soldável de 32 mm	Unid.	1		0,00
4.45. Tubo PVC 50 mm PN 40	Unid.	2		0,00
<b>VALOR TOTAL (R\$)</b>				0,00

**5. Cerca do quintal produtivo a partir do reúso de água tratada pelo filtro biológico e mão de obra (20 m x 15 m).**

Discriminação	Unidade	Quantidade Dimensionada	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
5.1 . Estaca de madeira (2,10 m)	Unid.	70		0,00
5.2. Mourão	Unid.	13		0,00
5.3. Rolo de arame farpado galvanizado (500 m)	rolo	1		0,00
5.4. Tela galvanizada do tipo galinheiro (50 m x 1,8 m)	rolo	2		0,00
5.5. Grampo galvanizado 7/8" x 9"	kg	1		0,00
5.6. Porteira de madeira completa com dobradiças (1,6 m x 1,8 m)	Unid.	1		0,00
5.7. Arame 18 liso galvanizado	kg	2		0,00
5.8. Mão de obra	diária	4		0,00
<b>VALOR TOTAL (R\$)</b>				<b>0,00</b>

**6. Insumos para produção de hortaliças e frutas agroecológicas a partir do filtro biológico.**

Discriminação	Unidade	Quantidade Dimensionada	Valor Unitário(R\$)	Valor Total (R\$)
6.1. Minitelado para produção de mudas de hortaliças 1,5 m x 2 m x 1,8 m - (sombrite de 3 m largura de 50% de insolação)	m	7		0,00
6.2. Sementes de alface	g	30		0,00
6.3. Sementes de cebolinha	g	30		0,00
6.4. Sementes de cenoura	g	30		0,00
6.5. Sementes de beterraba	g	30		0,00
6.6. Sementes de Tomate cereja	g	30		0,00
6.7. Sementes de coentro	g	30		0,00
6.8. Muda 1 de pinha	Unid.	3		0,00





6.9. Muda 2 de acerola	Unid.	3		0,00
6.10. Muda 3 de Mamão	Unid.	2		0,00
6.11. Muda 4 de limão	Unid.	2		0,00
6.12. Bandejas de isopor (128 células)	Unid.	3		0,00
6.13. Estaca de gliricídia	Unid.	50		0,00
6.14. Mudras de moringa	Unid.	30		0,00
6.15. Caibro (5 cm x 5 cm)	m	20		0,00
6.16. Barrote (5 cm x 7 cm)	m	10		0,00
6.17. Repolho	g	0		0,00
6.18. Tomate de mesa	g	19		0,00
6.19. Pimentão	g	19		0,00
6.20. Goiaba	Unid.	0		0,00
6.21. Graviola	Unid.	0		0,00
<b>VALOR TOTAL (R\$)</b>				<b>0,00</b>

#### 7. Construção do Minhocário (2m x 2m x 2m)

Discriminação	Unidade	Quantidade Dimensionada	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
7.1 Caibro 5 cm x 5 cm	m	19		0,00
7.2 Ripa (5 x 1,5 cm)	m	24		0,00
7.3 Telha (15,5 cm x 46 cm)	Unid.	230		0,00
7.4 Tijolos de 8 furos (19 cm x 19 cm x 9 cm)	Unid.	120		0,00
7.5 Cimento (saco 50 kg)	Unid.	1		0,00
7.6 Areia lavada	m³	0,5		0,00
7.7 Cano DN 32	m	0		0,00
7.8 CAP 32 mm	Unid.	1		0,00
7.9 Prego ripar	kg	0,5		0,00
7.10 Prego caibar	kg	0,5		0,00
7.11 Minhoca vermelha (Gigante da Califórnia)	kg	1		0,00
7.12 Esterco curtido	m³	0,6		0,00
7.13 Mão de obra	diária	1,5		0,00
7.14. Barrote 5 cm x 7 cm	m	14		0,00
<b>VALOR TOTAL (R\$)</b>				<b>0,00</b>

#### 8. Área de Compostagem - Adubo orgânico, húmus (manutenção semestral do SBF) e restos vegetais.

Discriminação	Unidade	Quantidade Dimensionada	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Área destinada (2 m x 1,5 m)	m²	3		



# *Considerações Finais*



Parceiros

TRÓFEO MUNICÍPIO

UN PETROBRAS

REALIZAÇÃO

APÓIO

PROJETO

BRAS



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As bases conceituais e práticas de funcionamento e os procedimentos e materiais para a implantação do SBF aqui apresentados são apenas parte de um processo mais amplo de aprendizagem sobre esse sistema de reúso de água para a produção de alimentos. Ao afirmar isto, não se diminui a importância pedagógica deste manual, que sem dúvida é uma sistematização crucial para a expansão dessa proposta inovadora para as famílias do meio rural do Semiárido, sobretudo aquelas mais carentes. Com isso pretende-se apenas ressaltar que o principal aprendizado é aquele em que se “aprende a fazer fazendo”.

Com efeito, a apropriação da implantação, manejo e manutenção do SBF só ocorrerá com a participação efetiva em momentos de formação pela prática, desde o dimensionamento até a montagem final do sistema; e numa etapa posterior, através do seu uso diário, complementado por uma assessoria técnica que apoie as famílias na realização de experimentação participativa sobre práticas de cultivo, manejo do solo, controle de insetos-praga, dentre outros<sup>33</sup>, visando alcançar dinâmicas de manejo que permitam produções generosas e duradouras ao longo do tempo.

Na experiência do Projeto Bioágua Familiar, comprovou-se que para o SBF contribuir com mudanças mais profundas nos agroecossistemas, no sentido da convivência com o Semiárido, a sua expansão não deve ser levada a cabo de maneira isolada. Pelo contrário, deve fazer parte de um acompanhamento técnico-pedagógico às famílias e integrado a ações concretas de educação ambiental nas escolas rurais, que dialoguem com o ambiente em que as crianças e jovens vivem.

Por fim, um bom planejamento do plantio no SBF pode oferecer safras variadas ao longo do ano de hortaliças, raízes, tubérculos e frutas que possibilitam uma grande contribuição para uma alimentação equilibrada das famílias<sup>34</sup>.

---

33 Não se recomenda a busca de inovações na estrutura e funcionamento da Unidade Filtrante (filtro biológico) e da parte hidráulica do SBF, pois pode-se perder o desempenho no que se refere à qualidade da água tratada e à eficiência do sistema de irrigação.

34 Para maiores detalhes sobre as qualidades nutritivas das possíveis plantas a serem cultivadas no SBF, consulte o site eletrônico do Bioágua Familiar: <http://bioaguafamiliar.org.br/>



## REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo Pastoril Sustentável da Caatinga**. Recife: Projeto Dom Helder Camara, 2013. 200 p.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Tradução: Eli Lino de Jesus e Patrícia Vaz. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Tradução de Maria J. Guazzelli com o apoio de Augusto Freire, Cláudia J. Schmitt e Maria Vergínia Guazzelli. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 653 p.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible**. Turialba, C.R.: CATIE, 2002. 359 p.

HESPAÑHOL, I. Potencial de Reúso de Água no Brasil: Agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 7, n. 4, out./nov., 2002.

HESPAÑHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; DOS SANTOS, Hilton Felício (Editores). **Reúso de água**. Barueri: Manole, 2003. cap.3.

HESPAÑHOL, I. **Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos**. Estudos Avançados, n. 22, v. 63, p. 131-158, 2008.

JALFIM, F.; SANTIAGO, F. dos S.; AZEVEDO, M.; A.; BLACKBURN, D. M. Integração entre criação animal, cultivos de sequeiro e irrigado no semiárido nordestino. **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 19-24. 2009.

LOURENÇO, N. **Manual de vermicompostagem e vermicultura para a agricultura orgânica** (e-book). ISBN 9789897230462. Publindústria, 1.<sup>a</sup> Ed. 230 pp. 2014. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=AtbrCAAAQBAJ&pg=PA30&dq=minhoca+gigante+da+california&hl=pt-BR&sa=X&ei=AQ1jVYXxM4uWNqbHgfgK&ved=0CCYQ6AEwAg#v=onepage&q=minhoca%20gigante%20da%20california&f=false> Acesso em: 24 maio 2015.

MARA, D. D. Quantifying health risks in wastewater irrigation. 2008. In: UNESCO. **Encyclopedia of life support systems**. Oxford: EOLSS Publishers. Disponível em: <[http://eprints.whiterose.ac.uk/8568/1/Quantifying\\_health\\_risks\\_in\\_wastewater\\_irrigation.pdf](http://eprints.whiterose.ac.uk/8568/1/Quantifying_health_risks_in_wastewater_irrigation.pdf)>. Acesso em: 23 maio 2015.





MEDEIROS, M. A. de. [et al.]. **Princípios e práticas ecológicas para o manejo insetos-praga na agricultura**. Brasília: Emater-DF, 2010. 44 p.

MOTA, S.; AQUINO, M. D. de; SANTOS, A. B. dos. Reúso de águas: conceitos; importância; tipos. In: MOTA, S.; AQUINO, M. D. de; SANTOS, A. B. dos (Organizadores). **Reúso de águas em irrigação e piscicultura**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará – Centro de Tecnologia, 2007. cap. 1.

PAPINI, S.; ANDREA, M. M. Ação de minhocas *Eisenia fetida* sobre a dissipação dos herbicidas simazina e paraquat aplicados no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 28, p. 67-73, 2004.

POBLETE, C. P. C. **Estudio del comportamiento de una mezcla de aserrín y grasa láctea de desecho**. Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2010.

POLLICE, A.; LOPEZ, A.; LAERA, G.; RUBIDO, P.; LONIGRO, A. Tertiary filtered municipal wastewater as alternative water source in agriculture: a field investigation in Southern Italy. **Science of the Total Environment**, Elsevier, 2003.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 3ª ed., 717 p., 1999.

REICHERT, G. A.; BIDONE, F. R. A. Dinâmica de uma população de minhocas, durante o processo de vermicompostagem, quando submetida a rega com lixiviado de aterro sanitário. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, XXVII, 2000.

SANTIAGO, F. dos S; BLACKBURN, R. M., JALFIM, F. T., ARAÚJO, E. R., GOMES-SILVA, N. C., ALBUQUERQUE, F. Algodão em consórcios alimentares agroecológicos: Uma experiência de desenvolvimento sustentável no Semiárido nordestino. In: **Transferência de tecnologia e construção do conhecimento**. Editores técnicos, Otávio Valentin Balsadi, Maria Clara da Cruz, Marina Caldas Verne, Vanessa da Fonseca Pereira, Assunta Helena Sicoli. 1. ed. Brasília-DF: Embrapa, 2013, p. 249-283.

SOUSA, J. T. et al. Efluentes tratados utilizados na agricultura. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Curitiba-PR, Brasil, p.1 -12, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater**. Wastewater use in agriculture. v.II. Geneva: World Health Organization, 2006.



**ANEXO**



DADOS TÉCNICOS E DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO SISTEMA BIOÁGUA FAMILIAR

Dados técnicos do projeto de irrigação do Sistema Bioágua Familiar (Gotejamento)																		
Setor	Q (m³/h)	Irrigação	Número emissor / setor	Cultura	Espaçamento (m) cultura	Plantas Quat.	Área do setor (m²)	Espaçamento (m) do emissor Irrigação	Área (m²)	ETR (mm)	Ef	Cx	Co	Lbruta (mm)	V(l) emissor	V(l)/Setor setor/dia	Qemissor (l/h)	t (h)
1	1,06	Gotejamento	240	Hortaliças folhosas e tuberosas	Diversos	2 canteiros, sendo cada de um de 12 m²	24	0,30 m x 0,30 m	0,090	5,00	0,90	1,02	1,00	5,67	0,51	122	4,80	0,11
2	0,18	Gotejamento	40	Hortaliças tipo fruto	Diversos	Diversas	6	0,5 m x 0,30 m (hortaliça tipo fruto)	0,150	5,00	0,90	1,02	0,50	2,83	0,43	17	4,80	0,09
3	0,35	Gotejamento	80	Fruteiras	Diversos	Diversas	96	4 m x 0,3 m (Fruteiras)	1,200	5,00	0,90	1,02	0,34	1,93	2,31	185	4,80	0,48
VOLUME TOTAL DE ÁGUA POR DIA PARA IRRIGAR HORTALIÇAS E FRUTAS																324		
4	0,88	Gotejamento	200	Gliricídia e Moringa (cerca viva)	Diversos	Diversas	120	2,0 m x 0,30 m	0,600	5,00	0,90	1,00	0,20	1,11	0,67	133	4,80	0,14
Total	Gotejamento		560				246											
Área Total Irrigada (m²)							246											

Q - vazão de projeto do setor  
Área (m²) - área de responsabilidade de cada setor  
Área (m²) - área de responsabilidade de cada emissor  
ETR (mm) - evapotranspiração real estimada, equivalente a lâmina líquida de irrigação  
V (l) - volume de água por emissor  
V (l) setor - volume de água por setor

Ef - eficiência do sistema de irrigação  
Cx - coeficiente de lixiviação  
Lbruta - lâmina bruta de irrigação  
Qemissor - vazão do emissor  
t (h) - tempo de irrigação



Dimensionamento hidráulico do projeto de irrigação do Sistema Bioágua Familiar_Gotejamento_Hortaliças _Canteiros (Setor 1)																							
	C	Q	Nº de linhas de Gotejamento funcionando simultaneamente¹	Fator	Gotejamento				Q (m³/s)	D	DN.	D. int.	V (m/s)	J (m/m)	L (m)	Nsaidas	Fs	Hf (m)	*Hf (m)	Desnível	Nível	Hm	PM
Gotejamento		(m³/h)	6		(m³/h)	(l/h)	P (m.c.a.)	Nº		(mm)		(m)							máximo	(m)	Sucção	(m.c.a.)	(CV)
Hortaliças (canteiros)																					(m)		
Linha de Derivação	145	1,06	6	3600	-		-		0,0003	15,41	16	0,0154	1,57	0,209	16		1	3,342		0,5	1,5	17,31	0,12
Linha Lateral	145	0,18		3600	0,0044	4,40	10,00	40,00	0,0000	6,29	16	0,0154	0,26	0,008	12	40	0,357	0,033	2,00				

Nº Gotejamento 240

Q (m³/h) - vazão em m³/h na linha de derivação e lateral

D (mm) - diâmetro calculado das tubulações e mm, de acordo com Bresse.

V (m/s) - velocidade da água na tubulação, utilizando com limite de 2,5 m/s.

J (m/m) - perda de carga na tubulação em m/m, segundo Hazen Williams.

Fs - fator redutor de perda de carga na tubulação em função ao nº de saídas.

Hf (m) - perda de carga máxima na linha lateral em metros, considerando 20% da pressão de serviço.

Desnível (m) - diferença de nível entre pontos diferentes da área irrigada em metros.

PM (CV) - potência requerida do sistema para funcionamento em CV/setor, de acordo com o dimensionamento.

1 - Representa o número de linhas de gotejamento trabalhando simultaneamente. Neste caso, são 3 linhas em um canteiro e 3 linhas em outro canteiro. Desta forma, são 2 canteiros trabalhando simultaneamente.

DN - diâmetro nominal comercial.

Fator - de transformação de m³/h para m³/s.

D.int. (m) - diâmetro interno da tubulação.

L (m) - comprimento da tubulação em metros.

Nsaidas - nº de saídas na tubulação.

\* Hf (m) - perda de carga na tubulação em metros, considerando o nível mais crítico.

Hm (m.c.a.) - altura manométrica total de coluna de água, atribuindo também 0,8 m.c.a. para perda de carga nos filtros e 7% para as conexões.





Dimensionamento hidráulico do projeto de irrigação do Sistema Bioágua Familiar_Gotejamento_Hortaliças (tipo fruto) (Setor 2)																							
	C	Q	Nº de linhas de Gotejamento funcionando simultaneamente¹	Fator	Gotejamento				Q (m³/s)	D	DN.	D. int.	V (m/s)	J (m/m)	L (m)	Nsaidas	Fs	Hf (m)	*Hf (m)	Desnível	Nível	Hm	PM
Gotejamento		(m³/h)	1		(m³/h)	(l/h)	P (m.c.a.)	Nº		(mm)		(m)							máximo	(m)	Sucção	(m.c.a.)	(CV)
Hortaliças (canteiros)																					(m)		
Linha de Derivação	145	0,18	1	3600	-		-		0,0000	<b>6,29</b>	16	0,0154	0,26	0,008	<b>16</b>		1	<b>0,121</b>		0,5	<b>1,5</b>	<b>13,86</b>	<b>0,02</b>
Linha Lateral	145	0,18		3600	0,0044	4,40	10,00	40,00	0,0000	<b>6,29</b>	16	0,0154	0,26	0,008	<b>12</b>	<b>40</b>	0,357	<b>0,033</b>	2,00				

Nº Gotejamento 40

Q (m³/h) - vazão em m³/h na linha de derivação e lateral

D (mm) - diâmetro calculado das tubulações e mm, de acordo com Bresse.

V (m/s) - velocidade da água na tubulação, utilizando com limite de 2,5 m/s.

J (m/m) - perda de carga na tubulação em m/m, segundo Hazen Williams.

Fs - fator redutor de perda de carga na tubulação em função ao nº de saídas.

Hf (m) - perda de carga máxima na linha lateral em metros, considerando 20% da pressão de serviço.

Desnível (m) - diferença de nível entre pontos diferentes da área irrigada em metros.

PM (CV) - potência requerida do sistema para funcionamento em CV/setor, de acordo com o dimensionamento.

1 - Representa o número de linhas de gotejamento trabalhando simultaneamente. Neste caso, 1 linha de hortaliças tipo fruto

DN - diâmetro nominal comercial.

Fator - de transformação de m³/h para m³/s.

D.int. (m) - diâmetro interno da tubulação.

L (m) - comprimento da tubulação em metros.

Nsaias - nº de saídas na tubulação.

\* Hf (m) - perda de carga na tubulação em metros, considerando o nível mais crítico.

Hm (m.c.a.) - altura manométrica total de coluna de água, atribuindo também 0,8 m.c.a. para perda de carga nos filtros e 7% para as conexões.



Dimensionamento hidráulico do projeto de irrigação do Sistema Bioágua Familiar_Gotejamento_Fruteiras (Setor 3)																							
	C	Q	Nº de linhas de Gotejamento funcionando simultaneamente¹	Fator	Gotejamento				Q (m³/s)	D	DN.	D. int.	V (m/s)	J (m/m)	L (m)	Nsaias	Fs	Hf (m)	*Hf (m)	Desnível	Nível	Hm	PM
Gotejamento		(m³/h)	2		(m³/h)	(l/h)	P (m.c.a.)	Nº		(mm)		(m)							máximo	(m)	Sucção	(m.c.a.)	(CV)
Hortaliças (canteiros)																					(m)		
Linha de Derivação	145	0,35	2	3600	-		-		0,0001	8,90	16	0,0154	0,52	0,027	16		1	0,438		0,5	1,5	14,20	0,03
Linha Lateral	145	0,18		3600	0,0044	4,40	10,00	40,00	0,0000	6,29	16	0,0154	0,26	0,008	12	40	0,357	0,033	2,00				

Nº Gotejamento 80

Q (m³/h) - vazão em m³/h na linha de derivação e lateral

D (mm) - diâmetro calculado das tubulações e mm, de acordo com Bresse.

V (m/s) - velocidade da água na tubulação, utilizando com limite de 2,5 m/s.

J (m/m) - perda de carga na tubulação em m/m, segundo Hazen Williams.

Fs - fator redutor de perda de carga na tubulação em função ao nº de saídas.

Hf (m) - perda de carga máxima na linha lateral em metros, considerando 20% da pressão de serviço.

Desnível (m) - diferença de nível entre pontos diferentes da área irrigada em metros.

PM (CV) - potência requerida do sistema para funcionamento em CV/setor, de acordo com o dimensionamento.

1 - Representa o número de linhas de gotejamento trabalhando simultaneamente. Neste caso, são 2 linhas de fruteiras.

DN - diâmetro nominal comercial.

Fator - de transformação de m³/h para m³/s.

D.int. (m) - diâmetro interno da tubulação.

L (m) - comprimento da tubulação em metros.

Nsaias - nº de saídas na tubulação.

\* Hf (m) - perda de carga na tubulação em metros, considerando o nível mais crítico.

Hm (m.c.a.) - altura manométrica total de coluna de água, atribuindo também 0,8 m.c.a. para perda de carga nos filtros e 7% para as conexões.





Dimensionamento hidráulico do projeto de irrigação do Sistema Bioágua Familiar_Gotejamento_Cerca_Viva_Árvores (Gliricídia e Moringa)_Setor 4																							
	C	Q	Nº de linhas de Gotejamento funcionando simultaneamente¹	Fator	Gotejamento				Q (m³/s)	D	DN.	D. int.	V (m/s)	J (m/m)	L (m)	Nsaidas	Fs	Hf (m)	*Hf (m)	Desnível	Nível	Hm	PM
Gotejamento		(m³/h)	1		(m³/h)	(l/h)	P (m.c.a.)	Nº		(mm)		(m)							máximo	(m)	Sucção	(m.c.a.)	(CV)
Hortaliças (canteiros)																					(m)		
Linha de Derivação	145	0,88	1	3600	-		-		0,0002	14,07	16	0,0154	1,31	0,149	16		1	2,385		0,5	1,5	17,25	0,10
Linha Lateral	145	0,88		3600	0,0044	4,40	10,00	200,00	0,0002	14,07	16	0,0154	1,31	0,149	70	233	0,09	0,939	2,00				

Nº Gotejamento 200

Q (m³/h) - vazão em m³/h na linha de derivação e lateral

D (mm) - diâmetro calculado das tubulações e mm, de acordo com Bresse.

V (m/s) - velocidade da água na tubulação, utilizando com limite de 2,5 m/s.

J (m/m) - perda de carga na tubulação em m/m, segundo Hazen Williams.

Fs - fator redutor de perda de carga na tubulação em função ao nº de saídas.

Hf (m) - perda de carga máxima na linha lateral em metros, considerando 20% da pressão de serviço.

Desnível (m) - diferença de nível entre pontos diferentes da área irrigada em metros.

PM (CV) - potência requerida do sistema para funcionamento em CV/setor, de acordo com o dimensionamento.  
1 - Representa 1 linha de gotejamento da cerca viva (Gliricídia e Moringa)

DN - diâmetro nominal comercial.

Fator - de transformação de m³/h para m³/s.

D.int. (m) - diâmetro interno da tubulação.

L (m) - comprimento da tubulação em metros.

Nsaias - nº de saídas na tubulação.

\* Hf (m) - perda de carga na tubulação em metros, considerando o nível mais crítico.

Hm (m.c.a.) - altura manométrica total de coluna de água, atribuindo também 0,8 m.c.a. para perda de carga nos filtros e 7% para as conexões.



# **SOBRE OS PARCEIROS E OS AUTORES**



## PROGRAMA PETROBRAS SOCIOAMBIENTAL

“Por acreditar que as transformações estruturais só acontecem quando a dimensão social é tratada de maneira integrada à questão ambiental, a Petrobras lançou, em 2013, o Programa Petrobras Socioambiental. O Programa atua em temas socioambientais relevantes para a Petrobras e para o país, articulando iniciativas que contribuem para criar soluções e oferecer alternativas com potencial transformador e em sinergia com políticas públicas.

Com o conceito Desenvolvimento Sustentável e Promoção dos Direitos, o Programa apoia projetos com foco em: produção inclusiva e sustentável; biodiversidade e sociodiversidade; direitos da criança e do adolescente; florestas e clima; educação; água; e esporte. Para ampliar o alcance e potencial de transformação dos projetos, três temas transversais estão relacionados às ações afirmativas do Programa: equidade de gênero, igualdade racial e inclusão de pessoas com deficiência.

Alinhado com as normas e políticas internas da Petrobras, o Programa Petrobras Socioambiental reflete uma tendência mundial na área e foi criado com base em diretrizes e princípios globais de Responsabilidade Social e que apresentam a transversalidade em relação ao desenvolvimento humano e sustentável tais como o Pacto Global da Organização das Nações Unidas (ONU) e a norma ISO 26000.”



## PROJETO DOM HELDER CAMARA

O Projeto Dom Helder Camara (PDHC) é uma ação descentralizada da Secretaria de Desenvolvimento Territorial do Ministério do Desenvolvimento Agrário no Semiárido nordestino. Teve início em 2001, por intermédio de Acordo de Empréstimo firmado entre a República Federativa do Brasil e o Fundo Internacional para Desenvolvimento Agrícola (FIDA) das Nações Unidas. Atuou em 6 estados e 8 territórios rurais e da cidadania, envolvendo diretamente mais de 15.000 famílias, implementando ações referenciais de combate à pobreza e apoio ao desenvolvimento rural sustentável. Ao longo de sua atuação se consolidou, fundamentalmente, por desenvolver uma proposta de Assessoria Técnica Permanente, multidimensional, diferenciada, concebida como uma ação contínua e sistêmica, focada nas demandas, objetivos e áreas de resultado de interesse das famílias beneficiárias.

Na sua segunda fase, também decorrente de Acordo de Empréstimo com o FIDA, o objetivo é contribuir para a redução da pobreza e das desigualdades no Semiárido, melhorando o acesso, a articulação, a formação e inovação de políticas públicas de desenvolvimento rural sustentável com abordagem territorial.

O Projeto atuará diretamente com 27.000 famílias, distribuídas em 9 Territórios da Cidadania de sete estados da Região Nordeste (Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Alagoas).





## ATOS

A Assessoria, Consultoria e Capacitação Técnica Orientada Sustentável (ATOS) é uma organização da Sociedade Civil de Interesse Público, sem fins econômicos, fundada no ano 2000. Atua no campo, assessorando e capacitando os trabalhadores e trabalhadoras da agricultura familiar. A proposta da instituição é promover o desenvolvimento sustentável, através de ações de capacitação, assessoria e consultoria, tendo como instrumento básico metodologias participativas que busquem a autonomia e o saber local. A Atos presta assessoria, executa, elabora, propõe e implanta projetos que fortalecem as organizações; gera postos de trabalho e renda; constrói práticas de aprendizagem; estimula a consciência da preservação e recuperação do meio ambiente e contribui com a cultura da participação, igualdade, gestão e controle social entre homens, mulheres e jovens.



A Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Instituição Federal de Ensino Superior com sede e fórum na cidade de Mossoró - Estado do Rio Grande do Norte – foi criada pela Lei nº 11.155, de 29 de julho de 2005 por transformação da Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM, criada em 18 de abril de 1967 através do Decreto nº 03/67, incorporada à rede federal de ensino superior pelo Decreto nº 1.036, de 21 de outubro de 1969. Tem como missão produzir e difundir conhecimentos no campo da educação superior, com ênfase para a região semiárida brasileira, contribuindo para o exercício pleno da cidadania, mediante formação humanística, crítica e reflexiva, preparando profissionais capazes de atender demandas da sociedade.



## SOBRE OS AUTORES

**Fábio dos Santos Santiago** – Engenheiro Agrônomo, Especialista em Conservação do Solo, Mestre em Manejo e Conservação da Água e Solo e Doutor em Engenharia Agrícola.

**Felipe Tenório Jalfim** - Médico Veterinário, Mestre e Doutorando em Agroecologia.

**Ricardo Menezes Blackburn** – Médico Veterinário e Especialista em Gerenciamento de Projetos e em Agroecologia.

**Solange Aparecida Goularte Dombroski** – Engenheira Sanitarista, Profa. Doutora do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA.

**Luís Monteiro Neto** – Técnico Agropecuário.

**Mariana Braga Nanes** – Técnica em Saneamento Ambiental, Engenheira Agrícola e Ambiental e Mestranda em Engenharia Civil (UFPE).

**Isabella Cristina Guerra Moreira Dias** – Engenheira Agrícola e Ambiental e Mestranda em Engenharia Ambiental (UFRPE).

**Robson Luiz Soares Gurgel** – Contador e Especialista em Gestão Ambiental.

**Benévio Victor de Oliveira** – Técnico Agropecuário e Graduando em Bacharelado em Ciência e Tecnologia (UFERSA).

**Gilberto Clementino de Oliveira** – Técnico Agropecuário.

**Wlisses Dantas dos Santos** – Agricultor Familiar (experimentador) e Graduando em Bacharelado em Ciência e Tecnologia (UFERSA).

**Maria Rafaela de Almeida Pinheiro** – Engenheira Agrícola e Ambiental.

**Francisco Ciro Nunes Sales** – Graduando em Tecnólogo em Gestão Ambiental (UERN).

**Jucielly Karízia Medeiros da Silva** – Engenheira Agrônoma.



Este livro foi composto nas tipografias Cambria, Calibre e Minion Pro em corpo variado,  
miolo impresso em papel offset 90g/cm<sup>2</sup> e capa em papel Supremo Duo 300g/cm<sup>2</sup>.  
Impressão: Gráfica FacForm.



Patrocinio:



Realização:



Apoio:



Secretaria de  
Desenvolvimento Territorial  
Ministério do  
Desenvolvimento Agrário



ISBN 978-85-69539-01-8

