

Sistema Bioágua

Reuso de Águas Cinzas
para a Agricultura



Manual de Construção do Sistema

Plano Básico Ambiental Indígena (PBAI)

Projeto Pankaiwka Sustentável:

Bioágua, Agroecologia e Nutrição para uma Aldeia Saudável


iegaranhuns
INTERLIGAÇÃO ELÉTRICA GARANHUNS

Janeiro de 2017

O Manual de Construção do Sistema de Bioágua relacionado ao **Projeto Pankaiwka Sustentável: Bioágua, Agroecologia e Nutrição por uma Aldeia Saudável** é um conjunto de orientações de como construir o Sistema de Reuso de Águas Cinzas – Bioágua Familiar, uma tecnologia social de convivência com o semiárido desenvolvida pelo Projeto Dom Hélder Câmara e disseminada na Aldeia Indígena Pankaiwka, no sertão de Pernambuco. A iniciativa, executada pela organização não-governamental AVSI Brasil, faz parte do Plano Básico Ambiental Indígena (PBAI), que visa atender aos condicionantes socioambientais do empreendimento da LT 500 kV Luiz Gonzaga/Garanhuns, pertencente à empresa IE Garanhuns, como parte das ações de mitigação exigidas pelo licenciamento ambiental federal conduzido pelo Ibama e Funai.

Recife, janeiro de 2017

Gouveia, Adriana Ribeiro

Manual de Construção do Sistema – Bioágua Familiar – Projeto Pankaiwka Sustentável: Bioágua, Agroecologia e Nutrição por uma Aldeia Saudável – Programa de Conservação da Vegetação – Plano Básico Ambiental Indígena - PBAI
(Cartilha)

1. Sistema de Bioágua Familiar; 2. Reuso de águas cinzas; 3. Sistema de Convivência com o Semiárido; 4. Tecnologia Construtiva; 5. Sistema de irrigação por gotejamento.
I. AVSI Brasil. II; Plano Básico Ambiental Indígena – PBAI; III. Título

Manual de Construção - Bioágua
Projeto Pankaiwka Sustentável – Plano Básico Ambiental Indígena (PBAI)

Autora: Adriana Ribeiro de Gouveia - Arquiteta Urbanista - CAU A93806-8

Realização:

IE Garanhuns

Diretor Técnico

Luíz Roberto de Azevedo

Diretor Administrativo-Financeiro

Benedito José Pontes Parente

Analista de Meio Ambiente

Luciene Andrade Barbosa

Execução:

AVSI Brasil

Diretor-Presidente:

Fabrizio Pellicelli

Gerente-Geral (PE)

Ana Maria Bianchi

Gerente de Projetos

Iará Simis

Coordenadora socioambiental e de obras

Adriana Gouveia

Nutricionista

Valquíria Medeiros

Técnico em Agropecuária

Fábio José Pereira da Silva

Imagens: AVSI Brasil. Desenho: Adriana Gouveia. Todos os registros fotográficos deste material foram realizados na Aldeia Indígena Pankaiwka e no município de Jucati (PE).

Realização:



Execução:



Parceiros:



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	3
1. LISTA DE MATERIAIS QUE COMPOEM O SISTEMA BIOÁGUA.....	4
<i>Material para construção dos tanques e da cobertura em madeira do filtro biológico.....</i>	<i>4</i>
<i>Material para execução das lajes de tampas do filtro biológico, caixa de gordura e base para caixa d'água:</i>	<i>5</i>
<i>Material para execução da convergência hidráulica (estes irão variar de acordo com a distância do</i> <i>bioágua e quintal produtivo em relação à residência):.....</i>	<i>5</i>
<i>Material para execução do sistema de irrigação (estes irão variar de acordo com a distância do Bioágua</i> <i>em relação à casa de bomba):</i>	<i>5</i>
PASSO A PASSO DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA	7
PASSO 1: PREPARAÇÃO DO CANTEIRO - SERVIÇOS PRELIMINARES.....	7
PASSO 2: LOCAÇÃO DO SISTEMA DE BIOÁGUA.....	7
PASSO 3: ESCAVAÇÃO.....	9
PASSO 4: EXECUÇÃO DAS LAJES – TAMPA DO TANQUE DE REUSO, CAIXA DE GORDURA E BASE PARA CAIXA D'ÁGUA	10
PASSO 5: EXECUÇÃO DE BASE PARA ELEVAÇÃO DE PAREDES DO TANQUE	14
PASSO 6: EXECUÇÃO DOS TANQUES: FILTRO BIOLÓGICO E TANQUE DE REUSO.....	15
PASSO 7: EXECUÇÃO DA CAIXA DE GORDURA.....	19
PASSO 8: PREENCHIMENTO DO FILTRO BIOLÓGICO	20
PASSO 9: INSTALAÇÃO DA COBERTURA DO FILTRO BIOLÓGICO	22
PASSO 10: CONSTRUÇÃO DA CASA DE BOMBA.....	24
PASSO 11: INSTALAÇÃO DA MOTOBOMBA (INSTALAÇÃO ELÉTRICA)	24
PASSO 12: EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	26
PASSO 13: INSTALAÇÃO DO GARFO DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS CINZAS NO FILTRO BIOLÓGICO.....	28
PASSO 14: EXECUÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO.....	29
REGISTRO FOTOGRÁFICO DA CAPACITAÇÃO DO SISTEMA DE BIOÁGUA NA ALDEIA INDÍGENA PANKAIWKA.	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Locação dos pontos de escavação dos tanques do Sistema – execução da circunferência utilizando o compasso de obra.	8
Figura 2: Proximidade do Sistema às residências e a possibilidade de construção do sistema dentro do cercado do quintal produtivo. Escavação manual dos buracos para os filtros do sistema.	9
Figura 3: Escavação buracos do sistema de bioágua utilizando retroescavadeira	10
Figura 4: Exemplo de forma para laje de tampa do tanque de reuso do sistema.	10
Figura 5: Laje circular que servirá de base para caixa d’água elevada	11
Figura 6: Laje quadrada que servirá de tampa para caixa de gordura (direita).....	11
Figura 7: Local reservado no canteiro para produção de lajes e argamassas.....	12
Figura 8: Execução de traço de concreto – mistura de cimento e areia.....	12
Figura 9: Adição de brita à mistura de cimento e areia. A água deve ser bem dosada e o local de execução da massa deve estar limpo.....	12
Figura 10: Execução da base dos tanques para posterior elevação de paredes.....	14
Figura 11: Detalhe de utilização do compasso de obra para marcação da circunferência da parede dos tanques.....	15
Figura 12: Utilização do prumo de face e execução da primeira fiada.	15
Figura 13: Elevação das fiadas de alvenaria.....	15
Figura 14: Espaço escavado entre os tanques biológico e de reuso.....	16
Figura 15: Detalhe de escavação entre os tanques para passagem de tubulação que liga o filtro biológico ao tanque de reuso.....	16
Figura 16: Execução e alvenaria circular dos tanques (filtro biológico e tanque de reuso)	17
Figura 17: Execução do chapisco no tanque	18
Figura 18: Acabamento final do reboco (feltragem com espuma de pedreiro).	18
Figura 19: Aplicação de impermeabilizante hidrofugante – vedacit.	18
Figura 20: Execução da caixa de gordura elevada em alvenaria com tubulações de chegada e saída conectadas.	19
Figura 21: Caixa de gordura com tubulações conectadas. (esquerda) e ao lado a caixa de gordura rebocada (direita).....	20
Figura 22: Alvenaria executada em tijolo com amarração. Caixa de gordura.	20
Figura 23: Marcação das camadas no filtro biológico do bioágua.....	21
Figura 24: camada de 20cm seixo do filtro biológico do bioágua.....	21

Figura 25: Camada de 10cm de brita do filtro biológico do bioágua.....	21
Figura 26: Camada de 10cm de areia lavada do filtro biológico do bioágua.....	21
Figura 27: Camada de 50 cm de serragem do filtro biológico	21
Figura 28: 10 cm de húmus – 1Kg de minhoca vermelha da Califórnia, a última camada de baixo para cima, do filtro biológico do bioágua.....	21
Figura 29: Imagem representativa de pontos cardeais - “rosa dos ventos”.....	22
Figura 30: Detalhe de montagem do engradamento, utilizando as telhas como gabarito	23
Figura 31: Telhado executado para dois filtros biológicos do bioágua comunitário da Aldeia Indígena Pankaiwka.....	23
Figura 32: Execução da casa de bomba em nível com a tampa do tanque de reuso	24
Figura 33: Casa de bomba acabada com chave magnética e bomba instaladas (direita).	24
Figura 34: Chave magnética com instalação de plug fêmea que acionará a motobomba	25
Figura 35: Bomba magnética com instalação de plug macho.....	25
Figura 36: Instalação elétrica - Sistema de Bioágua. Dentro da casa da motobomba, detalhe da caixa de energia.....	25
Figura 37: Detalhe de tubulação de chegada com diferença de diâmetro (tubo de 100) e tubo de abastecimento do garfo no filtro biológico (cano de 50).....	26
Figura 38: Detalhe da instalação de saída da bomba – ligação do filtro de disco.	27
Figura 39: Detalhe do projeto arquitetônico do Sistema de Bioágua.....	27
Figura 40: Detalhe da instalação hidráulica de saída da caixa d’água. Colocação do registro.	28
Figura 41: Tubulação de chegada com diferença de diâmetro do tubo de abastecimento do garfo no filtro biológico e registro instalado.	28
Figura 42: Caixa d’água do Sistema de Bioágua sob manilha. Ao fundo, linha principal de irrigação de onde saem as linhas de gotejamento do sistema de irrigação.	29
Figura 43: Detalhe da instalação do sistema de irrigação – linha e conexão com chula	30
Figura 44: Detalhe do registro e linha de gotejamento	30
Figura 45: Leirões irrigados por mangueiras de gotejamento.	31

APRESENTAÇÃO

O Projeto Pankaiwka Sustentável: Bioágua, Agroecologia e Nutrição por uma Aldeia Saudável, tem como estratégia central a implementação de uma tecnologia social de convivência com o semiárido (Bioágua) que reutiliza águas cinzas domésticas para a agricultura.

Desta forma, foram implantados dois Sistemas de Bioágua Comunitários na Aldeia Pankaiwka, tendo como princípio o fomento ao cultivo de forma agroecológica, sustentável e comunitária. A opção pelo sistema, vai ao encontro das necessidades da Aldeia que, mesmo estando às margens do Rio Moxotó, necessita de orientações para um adequado e consciente uso da água, que ainda não é disponibilizada na Aldeia de forma satisfatória. Em Pankaiwka, os sistemas denominados 'Bioágua Comunitário' são geridos pela Associação local e estão sob regras e distribuição de tarefas estabelecidas coletivamente.

Além da tecnologia social do Bioágua, foram promovidas práticas agroecológicas, com o incentivo de uma produção agrícola baseada no uso de fertilizantes e defensivos naturais que preservam o solo e o meio ambiente. Para potencializar as ações, aprimorando a segurança alimentar e nutricional na Aldeia, foi realizada ainda uma campanha educativa para o resgate de práticas alimentares tradicionais baseadas nos gêneros alimentícios naturais resultantes da produção agrícola familiar.

Junto à implementação dos sistemas de bioágua foi realizada, com os moradores da Aldeia, uma capacitação de 40 horas voltada à construção de Bioágua, de forma que a tecnologia seja disseminada, por meio da construção de outros sistemas para uso próprio ou através da prestação de serviço para outras comunidades.

Neste sentido, e para apoiar Pankaiwka é que este Manual foi elaborado. Nas próximas páginas estão as informações necessárias para a construção de um sistema de bioágua, que junto com o Manual de Uso e Manutenção dos Sistema de Bioágua, também elaborado pelo Projeto Pankaiwka Sustentável, constituem material didático para a disseminação da tecnologia de reuso de água cinza para a agricultura – Bioágua.

VOCÊ SABIA? O Projeto Pankaiwka Sustentável faz parte do Plano Básico Ambiental Indígena (PBAI), que visa atender aos condicionantes socioambientais do empreendimento pertencente à empresa IE Garanhuns LT 500 kV Luiz Gonzaga/Garanhuns, sendo executado pela organização não-governamental AVSI Brasil, como parte das ações de mitigação exigidas pelo licenciamento ambiental federal conduzido pelo Ibama e Funai.

1. LISTA DE MATERIAIS QUE COMPOEM O SISTEMA BIOÁGUA

A construção do sistema de Bioágua possui algumas variáveis que condicionam a sua implantação. Os parâmetros usados estão pautados no atendimento de uma família de até 5 pessoas com consumo máximo de 450 litros/dia para execução de um sistema composto por um 1 filtro biológico e um tanque de reuso atendendo a um quintal produtivo de até 255m². Sendo assim, a lista de materiais apresentada a seguir, poderá sofrer variação principalmente no que se refere aos materiais para instalação hidráulica de acordo com a distância entre a residência e o quintal produtivo.

A seguir apresenta-se a lista mínima de material para um Bioágua Familiar dividida por componentes e execução.

Material para construção dos tanques e da cobertura em madeira do filtro biológico

2 m³ de areia lavada

10 sacos (50 kg) de Cimento (CPII)

350 Unidades de Tijolo cerâmico

12 metros de Barrote (5 cm x 7 cm)

20 metros de Caibro (5 cm x 5 cm)

20 metros de Ripas (1,5 cm x 5 cm)

1 Kg de Pregos

4 parafusos de 5" de 1/4 com porca e arruela

2 Kg de minhoca vermelha (Eusenia foetida)

200 Kg de Húmus

12 sacos de Raspa da madeira grossa

0,6m³ de areia lavada - composição do filtro biológico

½ m³ brita nº 19

1,2 m³ Seixo rolado ou brita nº32 – (Cascalho grosso)

250 Telhas cerâmicas canal (15,5 cm x 46 cm)

10 Barras de Ferro 0,6" (6m cada)

½ Kg de Arame Recozido

1 Galão de Aditivo impermeabilizante

Material para execução das lajes de tampas do filtro biológico, caixa de gordura e base para caixa d'água:

1 saco (50 kg) de cimento (CPII)
0,4 m³ de areia lavada
½ m³ de brita nº 19
5 barras de Ferro 0,6" (5x16)
½ Kg de arame recozido
1 manilha de concreto 50 mm

Material para execução da convergência hidráulica (estes irão variar de acordo com a distância do bioágua e quintal produtivo em relação à residência):

4 junções de 50mm esgoto
1 luva de 50 mm
2 cap 50 mm esgoto
1 redução soldável 50 mm x 32 mm esgoto
8 cap 32 PVC
1 tubo de 175g de cola de PVC
5 varas de tubo de 50 mm de esgoto

Material para execução do sistema de irrigação (estes irão variar de acordo com a distância do Bioágua em relação à casa de bomba):

1 Motobomba STD Periférica 1,2 CV/ 60 Hz
1 chave magnética de 1/2 CV
50 metros de fio condutor para eletrobomba centrífuga de 1/3 CV (2,5 mm²) - monofásico
Eletrocuto 3/4 para passagem da fiação
Curvas para eletrocuto 3/4
1 rolo de fita de altafusão (19 mm x 10 m)
1 plug macho
1 plug fêmea
7 tubos de PVC 32 mm azul (irrigação) – quantidade irá variar de acordo com as distâncias
1 caixa d'água de Fibra 310 L

1 válvula de pé metal de 1" ou 32mm

1 filtro de disco de 1"

3 adaptadores DRL PVC 1" x 32 mm

3 registros PVC soldável de 32 mm - 1"

6 Tê's em PVC de 32 mm x 1" soldável

3 luvas RL (1/32) 1" x 3/4" soldável

9 curvas de PVC 32 mm

6 joelhos de 32mm

1 fita veda rosca (18 mm x 50 m)

2 uniões 1" PVC soldável

1 adesivo cola PVC 175 g

4 junções de 32 mm PVC

1 joelho de 1-1/4 soldável 90°

1 flange 1-1/4 soldável

1 redução de 1-1/4 soldável

12 registros de polietileno de 16 mm

12 chulas 16 mm

12 peças fim de linha de 16 mm

*180 metros mangueira de polietileno com gotejador de 16 mm - (4,4 litros/h - 1 kgf/cm²) –
espaçamento 20 cm x 20 cm.*

IMPORTANTE SABER: O uso de materiais alternativos não deve ser empregado no filtro biológico. Qualquer alteração no dimensionamento deste e principalmente na quantidade de elementos que compõem o sistema de filtragem implicaria na necessidade de realização de novos estudos para verificação da qualidade da água em relação ao solo e aos alimentos. Os demais componentes como a cobertura do filtro, o tanque de reuso e o sistema de irrigação podem ser alterados desde que não implique, por exemplo, na necessidade de maior consumo de água. Caso isto ocorra, será necessária a construção de mais unidades de filtragem biológica.

PASSO A PASSO DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA

PASSO 1: Preparação do canteiro - serviços preliminares

A implantação do sistema de Bioágua deve levar em conta a identificação de um local em nível “abaixo” da saída de águas servidas da residência. Além disso, deve possuir proximidade relativa à residência favorecendo o manuseio do quintal produtivo. Devem ser observados ainda o posicionamento do telhado existente no sistema em relação ao sol, de forma que o telhado proteja o filtro biológico. Este deve ter sua caída direcionada para o lado Norte, onde haverá maior incidência solar durante o dia e, portanto, irá garantir maior proteção. A distância do sistema, em relação ao quintal produtivo, dever atender às necessidades do abastecimento do sistema de irrigação por gravidade e, como dito anteriormente, estar próximo à residência, garantido maior integração.

VOCÊ SABIA: As águas denominadas cinzas (pias, banho, máquina de lavar) devem ser SEMPRE separadas do sistema de esgotamento sanitário (fossa).

PASSO 2: Locação do Sistema de Bioágua

O sistema deverá ser locado na propriedade, de forma que a sua posição seja a mais favorável em relação às condições de execução, a funcionalidade do sistema e o conforto do usuário levando em consideração a interação do sistema com as demais construções existentes.

Para marcar o sistema no terreno, poderá ser utilizado dois pedaços de vergalhão amarrados a uma linha de nylon com medida do raio de escavação, ou seja, 90cm, que serão utilizados como um compasso para riscar os círculos de escavação com largura mínima de 1,80m, possibilitando a movimentação do construtor na execução da alvenaria (**Figura 1**).



Figura 1: Locação dos pontos de escavação dos tanques do Sistema – execução da circunferência utilizando o compasso de obra.

A localização do quintal produtivo não condiciona a execução do sistema, uma vez que a irrigação irá funcionar por bombeamento até uma caixa elevada. Mas, sua proximidade ao sistema, pode possibilitar que seja implantado dentro da cerca que deverá ser executada com o intuito de proteger o cultivo, evitando a entrada de animais (**Figura 2**). A construção da cerca pode ser executada com materiais diversos. O tamanho mínimo da cerca para o cultivo em um Sistema de Bioágua que atenda a uma família de 5 pessoas e possua um filtro biológico, deve ser de 10 metros de largura por 16 metros de comprimento. Este tamanho permitirá a construção de leirões com 15 metros de comprimento deixando espaço de 1 metro para circulação no entorno dos canteiros.



Figura 2: Proximidade do Sistema às residências e a possibilidade de construção do sistema dentro do cercado do quintal produtivo. Escavação manual dos buracos para os filtros do sistema.

PASSO 3: Escavação

De acordo com a locação do sistema, a escavação dos buracos para execução do filtro biológico e o tanque de armazenamento de água de reuso devem ser feitos respectivamente com a profundidade de 1,10m e 1,60m; 10 centímetros a mais que a profundidade dos tanques.

Caso a escavação seja feita com retroescavadeira (**Figura 3**), o espaço deverá medir 2,50m X 5,00m, devido às limitações da máquina para execução de circunferências. O uso de retroescavadeira demanda espaços para entrada e movimentação da máquina, bem como para depositar o solo escavado.

ATENÇÃO: Após a construção do filtro em local escavado com retroescavadeira será necessário fazer o preenchimento das laterais dos filtros. Todo cuidado deve ser observado para que o preenchimento seja bem compactado e para que durante a compactação as paredes não sejam comprimidas em excesso.





Figura 3: Escavação do sistema de bioágua utilizando retroescavadeira em formato quadrado.

PASSO 4: Execução das Lajes – tampa do tanque de reuso, caixa de gordura e base para caixa d'água

As lajes devem ser construídas no início da obra, para que haja tempo de cura do concreto armado (geralmente 7 dias). Para execução das lajes devem ser utilizadas “formas” (Figura 4) que podem ser executadas no próprio canteiro utilizando tijolos para o contorno das peças.

Recomenda-se a construção da tampa do tanque de reuso em duas partes. Em uma das partes, executar a abertura circular para instalação de tubulação com válvula de pé da bomba de sucção.

O traço do concreto utilizado é 1:3:4 e espessura máxima de 5cm de forma para garantir a segurança do tanque.

As formas podem ser executadas utilizando

lonas ou saco de cimento molhado no fundo, evitando o contato direto com o chão e conseqüentemente a perda excessiva de água na massa.



Figura 4: Exemplo de forma para laje de tampa do tanque de reuso do sistema.

VOCÊ SABIA: A cura dos concretos leva de 5 a 7 dias. Durante a cura é necessário molhar o objeto concretado para reposição e água. Molhar a laje construída tem como objetivo evitar o endurecimento rápido da massa que pode causar a fragilidade da estrutura.

Para o sistema de Bioágua serão construídas ainda as lajes de apoio para caixa d'água elevada com 90 centímetros de diâmetro (**Figura 5**), que será colocada acima de uma manilha de concreto de 1,20 metros de altura para apoiar a caixa d'água de 310 litros; e pelo menos uma laje de tampa quadrada de 60 centímetros para a caixa de gordura (**Figura 6**).

A base para caixa d'água deve ter 5 centímetros de espessura que pode ser marcada no tijolo da forma e a tampa da caixa de gordura deve ter 3,5 cm. Ambas devem ser armadas com grelha utilizando barras de ferro de 6 polegadas.



Figura 5: Laje circular que servirá de base para caixa d'água elevada



Figura 6: Laje quadrada que servirá de tampa para caixa de gordura (direita)

A execução de lajes, pisos e alvenarias requer a utilização de uma cola que chamamos de massa. As massas possuem uma quantidade específica de materiais que compõem a mistura chamada de traço. O traço é indicado por números que constituem a quantidade de cada elemento utilizado na mistura, separados pelo sinal de dois pontos [:] – 1:2:3, lê-se: “1, para 2 para 3”; ou seja, 1 quantidade do elemento mais fino (cimento) 2 quantidades do segundo elemento mais fino (areia lavada), 3 quantidades do elemento mais grosso (brita); esta é a indicação de um traço de concreto, por exemplo.



A massa deve ser executada em uma masseira ou em terreno livres de pedras, folhas e outros materiais que possam atrapalhar a mistura adequada dos materiais (**Figura 7**).



Para execução e argamassas e concretos misture a areia e o cimento em um monte (**Figura 8**). Em seguida, faça uma cova na mistura seca para colocação da água.



A água deve ser suficiente para que a massa fique coesa sem ficar pesada (grossa demais) ou com excesso de água. Fazer a mistura suficiente para o uso. Após algum tempo a massa perde a plasticidade desejada e a capacidade de colar. Para o concreto (**Figura 9**), agregar a brita também na proporção especificada.



Figura 8: Execução de traço de concreto – mistura de cimento e areia



Figura 9: Adição de brita à mistura de cimento e areia. A água deve ser bem dosada e o local de execução da massa deve estar limpo.

A seguir apresenta-se a indicação dos traços ou misturas utilizados na construção do Bioágua

Quadro 1: Traços de argamassa utilizados no bioágua

QUADRO DE TRAÇOS DE ARGAMASSA UTILIZADOS NO BIOÁGUA		
ITEM	TRAÇO	ONDE APLICAR
Argamassa para elevação de alvenaria	1:6	Tanques, caixa de gordura e casa de bomba
Concreto para execução e lajes	1:3:3	Tampas e base de caixa d'água
Concreto base	1:3:2	Tanques, caixa de gordura e casa de bomba
Argamassa para chapisco de alvenaria	1:3	Tanques, caixa de gordura e casa de bomba
Argamassa para reboco de alvenaria	1:5	Tanques, caixa de gordura e casa de bomba

Obs.: 1 - Os componentes devem ser medidos em um mesmo recipiente.

2- As lajes e bases devem ser aramadas com grelha de ferro 6,3 mm.

MUITO CUIDADO: Em obras costumam utilizar saco, carrinho e lata como medida. O importante é garantir que na proporção, o mesmo utensílio de medida seja utilizado para a mistura. Então no traço de argamassa 1:2 (1 para 2) devemos ter: 1 lata de cimento para 2 latas de areia.
Preferencialmente não utilizar, por exemplo, 1 saco de cimento e 2 carrinhos de areia, assim a proporção ficará errada!

PASSO 5: Execução de base para elevação de paredes do tanque

Para execução das bases de elevação de parede, também chamadas de piso grosso, deverá ser utilizado concreto conforme traço indicado no **Quadro 1**.

Após a execução do concreto, molhar o local escavado para execução do tanque. A base do tanque deverá ser executada em concreto armado no traço 1:3:2 (cimento, areia e brita), com 5 cm de espessura, armada com barras de aço de 6,3 mm espaçadas a 15 cm (**Figura 10**).

É importante observar o nível de profundidade dos tanques respeitando o nível do piso para que os tanques não fiquem enterrados.

Aguardar secagem do piso grosso para iniciar a elevação da alvenaria.



Figura 10: Execução da base dos tanques para posterior elevação de paredes.

Para a base da caixa de gordura e casa de bomba, a espessura do concreto pode ser menor, cerca de 4 cm (o suficiente para cobrir a ferragem de armação).

PASSO 6: Execução dos tanques: Filtro biológico e Tanque de Reuso

O procedimento de execução dos tanques difere apenas em suas dimensões. O filtro biológico deve ser executado com dimensões nominais de 1m de profundidade mínima¹ e 1,5m de diâmetro interno final (com acabamento).

O tanque de armazenamento de água de reuso deve ser executado com dimensões nominais de 1,5m de profundidade mínima e 1,5m de diâmetro interno final (com acabamento).



Para marcação da base circular com diâmetro de 1,80 cm garantindo a mobilidade necessária para execução – (20 cm para paredes e 4 cm para reboco ficando o tanque com 1,50 cm de diâmetro nominal interno), utilizar um “compasso de obra” exemplificado anteriormente, para marcação e conferência das medidas circulares (**Figuras 11 a 13**).



Figura 11: Detalhe de utilização do compasso de obra para marcação da circunferência da parede dos tanques



Figura 13: Elevação das fiadas de alvenaria



Figura 12: Utilização do prumo de face e execução da primeira fiada.

¹ Dependendo da topografia e do arranjo dos elementos do sistema, os tanques poderão ter uma profundidade maior – lembrando que as camadas filtrantes deverão corresponder à profundidade de 1 metro.

Os tanques podem ser construídos com distância variadas entre si, desde que seja garantida a declividade adequada entre a tubulação enterrada que liga o filtro biológico e o tanque de reuso. Os tanques da Aldeia Pankaiwká foram construídos com distâncias entre 40cm e 1m sendo ligados por um tubo de 40mm instalado com declividade de 2% garantindo seu posicionamento de chega no tanque de reuso a 0, 50 (cinquenta centímetros) do fundo do tanque de reuso (**Figuras 14 e 15**).



Figura 14: Espaço escavado entre os tanques biológico e de reuso.



Figura 15: Detalhe de escavação entre os tanques para passagem de tubulação que liga o filtro biológico ao tanque de reuso.

É recomendada execução de contrapiso no filtro biológico com caimento no sentido da tubulação que leva ao tanque de reuso evitando assim, a retenção de água no fundo do reservatório.

Atenção especial deverá ser dada à execução da base no que se refere à impermeabilização, ao nivelamento e prumo, de forma a permitir a construção adequada das paredes dos tanques.

Após a execução da base, construir a alvenaria circular de tijolo (**Figura 16**), utilizando prumo de face e ou gabarito interno circular para garantir a perfeita execução da parede circular do cilindro. A qualidade final da alvenaria dependerá substancialmente dos cuidados a



Figura 16: Execução e alvenaria circular dos tanques (filtro biológico e tanque de reuso)

serem observados na sua execução, os quais deverão ser iniciados pela locação correta das paredes e do assentamento da primeira fiada de tijolos.

Para elevação das paredes do filtro utilizar tijolo cerâmico – 9x19x19 (L x H x C). Continuar a execução das paredes até a altura de 1,00m. Caso seja necessário aumentar o número de fiadas do tanque em função das condições de nivelamento e declividade do terreno, é importante observar o preenchimento das camadas do filtro até 1m de altura. E não elevar demais suas paredes para não dificultar a manutenção do filtro.

Da mesma forma deve ser executado o tanque de reuso até a altura final mínima de 1,5m. Para o revestimento das paredes internas dos tanques a argamassa deve ser bem dosada, recomendando-se o uso de monocamada – chapisco (**Figura 17**) e reboco (**Figura 18**):

Chapisco - empregando argamassa de cimento e areia média sem peneirar no traço de 1:3, espessura = 3 mm.

Reboco - empregando argamassa de cimento e areia fina, no traço de 1:5, se possível utilizar aditivo impermeabilizante para massa, espessura = 5 mm.



Figura 17: Execução do chapisco no tanque



Figura 18: Acabamento final do reboco (feltragem com espuma de pedreiro).

Após a secagem do reboco, deve ser realizada impermeabilização com o hidrofugante² vedacit (Figura 19) e observadas as orientações do fabricante de manuseio e aplicação (no mínimo duas camadas que devem ser aplicadas cruzadas: uma demão na horizontal e outra na vertical, possibilitando assim que o revestimento seja completamente vedado). Recomenda-se ainda a manutenção desta aplicação também de acordo com o produto utilizado e orientação do fabricante e conforme verificado em outras experiências, com tempo máximo de 4 anos de aplicação ou quando verificada necessidade de aplicação.



Figura 19: Aplicação de impermeabilizante hidrofugante - vedacit.

Após a execução dos tanques faz-se necessária a realização de teste de estanqueidade com intuito de verificar a existência de eventuais vazamentos.

Após a cura dos revestimentos, a tubulação que interliga os dois tanques deverá ser completamente vedada, pelo lado do filtro biológico, com o uso de uma rolha de madeira e coberta com material isolante de plástico.

² Hidrofugante: que possui capacidade de repelir água, tonando-se um excelente impermeabilizante.

Colocar água até 60cm do filtro e do tanque de reuso. Após 20 minutos verificar se houve alguma redução significativa na quantidade da água. Caso tenha sido verificado vazamento, preceder novamente a aplicação de nova camada de impermeabilizante.

No final do teste, a água utilizada deverá ser bombeada, para reaproveitamento na atividade agrícola evitando-se o desperdício.

PASSO 7: Execução da caixa de gordura

A gordura que vem da pia da cozinha, bem como eventuais resíduos não devem chegar diretamente ao sistema. Sendo assim, a construção da caixa de gordura, tem como objetivo principal reter o excesso de gordura e resíduos sólidos antes da entrada da água no sistema, através do garfo de distribuição de água no filtro biológico. A caixa de gordura deve ser mantida limpa sendo recomendada sua manutenção, no mínimo, mensalmente.

Executar a base da caixa de gordura em concreto simples, traço 1:3:3 (cimento, areia e brita) com altura de 5cm. Caso o terreno seja firme, pode ser construída base em tijolo (tipo de sapata corrida) no lugar da base de concreto.

Construída em alvenaria (**Figura 20**), com dimensão mínima de 0,60 x 0,60 cm, e no mínimo 50 cm de altura, é executada em alvenaria de tijolo (recomenda-se o uso de tijolo maciço, caso tenha disponibilidade deste) e revestida com argamassa de cimento. Pode ser utilizada caixa plástica ou pré-fabricada adquirida em comércio especializado. A alvenaria deve ser executada com adequada “amarração” dos tijolos, principalmente nas quinas, garantindo que as juntas de argamassa fiquem desencontradas.



Figura 20: Execução da caixa de gordura elevada em alvenaria com tubulações de chegada e saída conectadas.

Levantar as paredes em alvenaria de tijolo (**Figura 21**) observando o assentamento dos tubos (**Figura 22**) com diferença do fundo entre 10 e 15 cm para que os resíduos fiquem depositados e somente a água passe para o filtro - sifonamento da caixa.

DICA: Recomenda-se o uso de uma tela fina de plástico ou metal na boca da tubulação de entrada do sistema Bioágua – dentro da caixa de gordura, auxiliando na retenção de resíduos.



Figura 21: Caixa de gordura com tubulações conectadas. (esquerda) e ao lado a caixa de gordura rebocada (direita).



Figura 22: Alvenaria executada em tijolo com amarração. Caixa de gordura.

PASSO 8: Preenchimento do filtro biológico

O elemento do Sistema de Bioágua que possibilita a utilização da água de reuso para a agricultura, é o filtro biológico. Este é o componente do sistema que faz a filtragem e propicia a fertilização da água que ao passar pelo dispositivo tem a gordura da água retirada pelas minhocas e, ao mesmo tempo, produz o húmus responsável pela fertirrigação proporcionada pelo sistema.

O filtro biológico é composto de cinco camadas, como ilustra a marcação na **Figura 23**. As três primeiras camadas são formadas de material inorgânico adicionadas na seguinte proporção: 20cm de seixo ou brita 3 grossa (equivalente a 32mm) (**Figura 24**), conforme disponibilidade no local; 20 cm de brita fina 1 (equivalente a 19mm) (**Figura 25**); 10 cm de areia grossa lavada (**Figura 26**). Além destas, há duas camadas de material orgânico – 50 cm de raspa de madeira (**Figura 27**) e 10 cm de húmus com 1kg de minhoca da espécie *Aesenia faetida* (vermelha da Califórnia) (**Figura 28**).

- ✓ A colocação das camadas deve ser feita no antepenúltimo dia de obra, antes da colocação do garfo.
- ✓ Colocar as minhocas apenas no último dia.
- ✓ Regar o húmus deixando-o esfriar para que as minhocas não sejam aquecidas.



Figura 23: Marcação das camadas no filtro biológico do bioágua

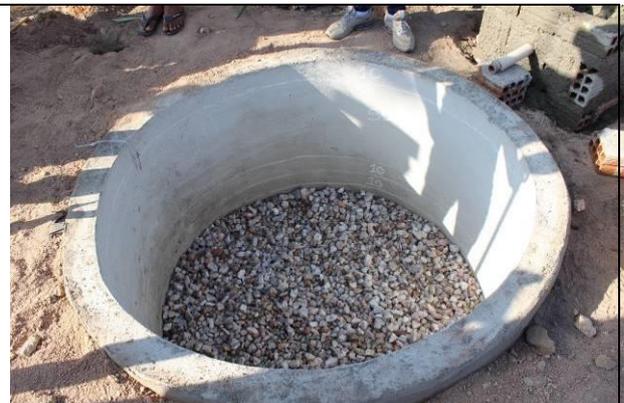


Figura 24: camada de 20cm seixo do filtro biológico do bioágua



Figura 25: Camada de 10cm de brita do filtro biológico do bioágua



Figura 26: Camada de 10cm de areia lavada do filtro biológico do bioágua



Figura 27: Camada de 50 cm de serragem do filtro biológico



Figura 28: 10 cm de húmus – 1Kg de minhoca vermelha da Califórnia, a última camada de baixo para cima, do filtro biológico do bioágua

PASSO 9: Instalação da cobertura do filtro biológico

Com intuito de proteger o filtro e propiciar o perfeito funcionamento do sistema de filtragem é necessário executar uma cobertura que irá evitar a incidência de sol direta e proteção contra intempéries (chuva e vento) na colônia de minhocas, devendo estar voltada para o sentido Norte onde a incidência solar é mais intensa³.

Como identificar o Norte para posicionamento da cobertura do filtro

Para identificar o sentido Norte em relação ao sol, deve-se proceder da seguinte maneira:

Esticando o braço direito para o Nascente (onde nasce o sol), encontra-se o LESTE (representado pela letra L ou E, conhecido também como Oriente. O braço esquerdo indica o OESTE (pode ser representado pelas letras O ou W), conhecido também como Ocidente. À frente fica o NORTE (representado pela letra N), podendo ser chamado também de Senatorial ou Boreal. E atrás, está o SUL (representado pela letra S), chamado de Meridional ou Austral. Os sentidos são chamados “Pontos Cardeais” (Norte, Sul, Leste, Oeste).

A imagem que os representa é a chamada “rosa dos ventos” (Figura 29).

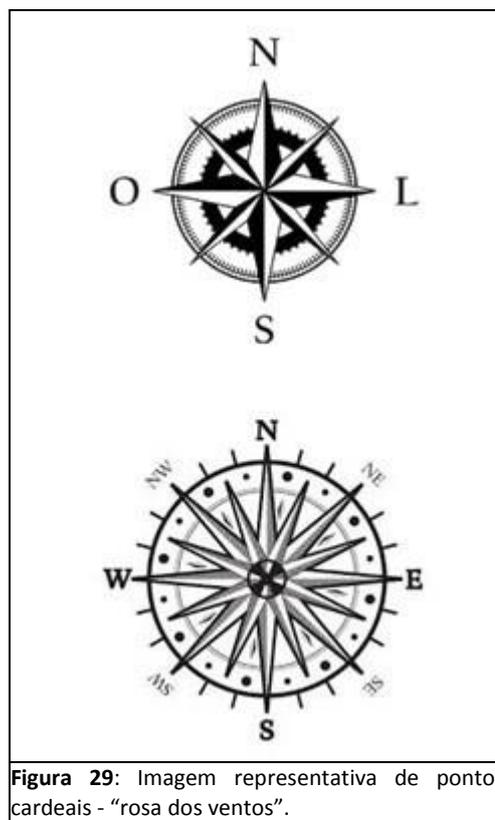


Figura 29: Imagem representativa de pontos cardeais - “rosa dos ventos”.



A estrutura construída em madeira é composta por um telhado com dimensão de 2,50m x 2,50m executado com a utilização de barrotes de 6 x 7 (dois barrotes medindo 2,00m e dois barrotes medindo 2,5m), que servirão de pilares.

³ Caso existam elementos dia (construções, árvores, etc.) que propiciem sombreamento do sistema, em algum período do dia, o posicionamento do telhado poderá ser alterado, com intuito de proteger o sistema no período contrário às barreiras existentes, ficando assim o filtro em plena sombra.

Os pilares de barrotes de 2,00 m devem ser concretados 0,50 cm abaixo do nível do filtro e os barrotes de 2,50 devem ser concretados 0,70 cm abaixo do nível do filtro. É importante garantir a diferença de altura de 0,30 cm entre os pilares que dará a inclinação necessária para o telhado que utiliza telhas colonial simples (capa-canal).

Para o engradamento da cobertura do telhado (**Figura 30**), utilizar barrotes de 6 x 7 que farão o papel de linha e serão apoiados nos pilares para receber a estrutura montada com caibros de 3x5 medindo 2,50m e 8 ripas de 1,5 x 5. Para a montagem e colocação das ripas, recomenda-se utilizar a própria telha como gabarito para definição de distâncias. Utilizar duas ripas sobrepostas no início do telhado criando um desnível inicial para encaixe adequado das telhas (as duas ripas farão o papel do ripão utilizado normalmente na execução dos telhados). Utilizar pregos para fixar as ripas e caibros e, parafuso para fixação da linha no pilar (os itens estão especificados na lista de materiais).

A cobertura de telhas pode ser substituída por palha barateando o custo do sistema (**Figura 31**). Cabe lembrar que a palha tem menor durabilidade e que deve sempre receber manutenção, garantindo a adequada proteção do sistema (e das minhocas!) contra a incidência direta de sol e chuva.

A estrutura de madeira serrada também pode ser substituída por mourões rústicos, barateando ainda mais os custos para a instalação do bioágua.



Figura 30: Detalhe de montagem do engradamento, utilizando as telhas como gabarito



Figura 31: Telhado executado para dois filtros biológicos do bioágua comunitário da Aldeia Indígena Pankaiwka

PASSO 10: Construção da casa de bomba

A casa de armazenamento da bomba é executada em alvenaria de tijolo e tem como principal objetivo proteger de intempéries a motobomba e a chave magnética de acionamento do sistema.

Instalada próxima ao tanque de reuso deve ter o nível do piso igual ou acima do nível da tampa da caixa de reuso (**Figura 32**).

Suas dimensões mínimas (Largura: 70cm, Altura: 80 cm, Profundidade: 60cm) devem permitir o manuseio da motobomba para retirada e colocação, operação de retirada de ar da tubulação, bem como a instalação da chave magnética.

A base da caixa de bomba também deve ser devidamente concretada (**Figura 33**) e armada evitando a movimentação da estrutura que é composta de paredes com amarração e telhado em madeira.



PASSO 11: Instalação da motobomba (instalação elétrica)

A água filtrada e armazenada no tanque de reuso chega até o sistema de irrigação através de bombeamento. O Sistema utiliza uma motobomba centrífuga periférica de 0,5 CV. Como vimos, a motobomba deve ser instalada junto ao tanque de reuso, em local livre de intempéries (casa de bomba) e sua instalação permite a retirada diária do local evitando também que sejam furtadas.

Para o acionamento da motobomba deve ser utilizada a chave magnética, instalada preferencialmente junto à mesma facilitando assim seu desligamento rápido em qualquer situação de emergência. A instalação é feita utilizando rabicho com encaixe macho e fêmea possibilitando a retirada e colocação do equipamento (**Figuras 34 e 35**).



Figura 34: Chave magnética com instalação de plug fêmea que acionará a motobomba



Figura 35: Bomba magnética com instalação de plug macho

Após a utilização da bomba é recomendado o desligamento dos plugs mesmo que a bomba não seja retirada da casa de bomba.

A ligação da chave na central de energia da residência deve ser feita diretamente da caixa de energia (**Figura 36**) e em chave independente, reduzindo os riscos de danos à motobomba gerados por eventual sobrecarga ou curtos circuitos na instalação da residência.

No momento de utilização da motobomba é necessário verificar a presença de ar no sistema, fato muito comum de ocorrer. Quando verificada entrada de ar a motobomba não consegue executar a



Figura 36: Instalação elétrica - Sistema de Bioágua. Dentro da casa da motobomba, detalhe da caixa de energia.

sucção de água sendo necessário desconectar a haste de sucção, colocar água na tubulação e fazer o encaixe novamente no sistema recuperando o funcionamento adequado do equipamento.

PASSO 12: Execução das instalações hidráulicas

A instalação hidráulica do sistema de Bioágua é composta pela tubulação de esgotamento das águas cinzas que vai até a caixa de gordura (ponto de entrada da água no Sistema de Bioágua) até a tubulação de distribuição da água filtrada no sistema de irrigação.

Para as instalações até a caixa, podem ser utilizados tubos de esgoto 100/75 ou 50 (**Figura 37**). Indicamos neste manual o uso de tubos de PVC de 50 mm pois tem menor custo.



Figura 37: Detalhe de tubulação de chegada com diferença de diâmetro (tubo de 100) e tubo de abastecimento do garfo no filtro biológico (cano de 50).

O tubo que liga o filtro biológico e o tanque de reuso também é de 50 mm e deve ser assentado com declividade mínima de 2% para escoamento da água cinza.

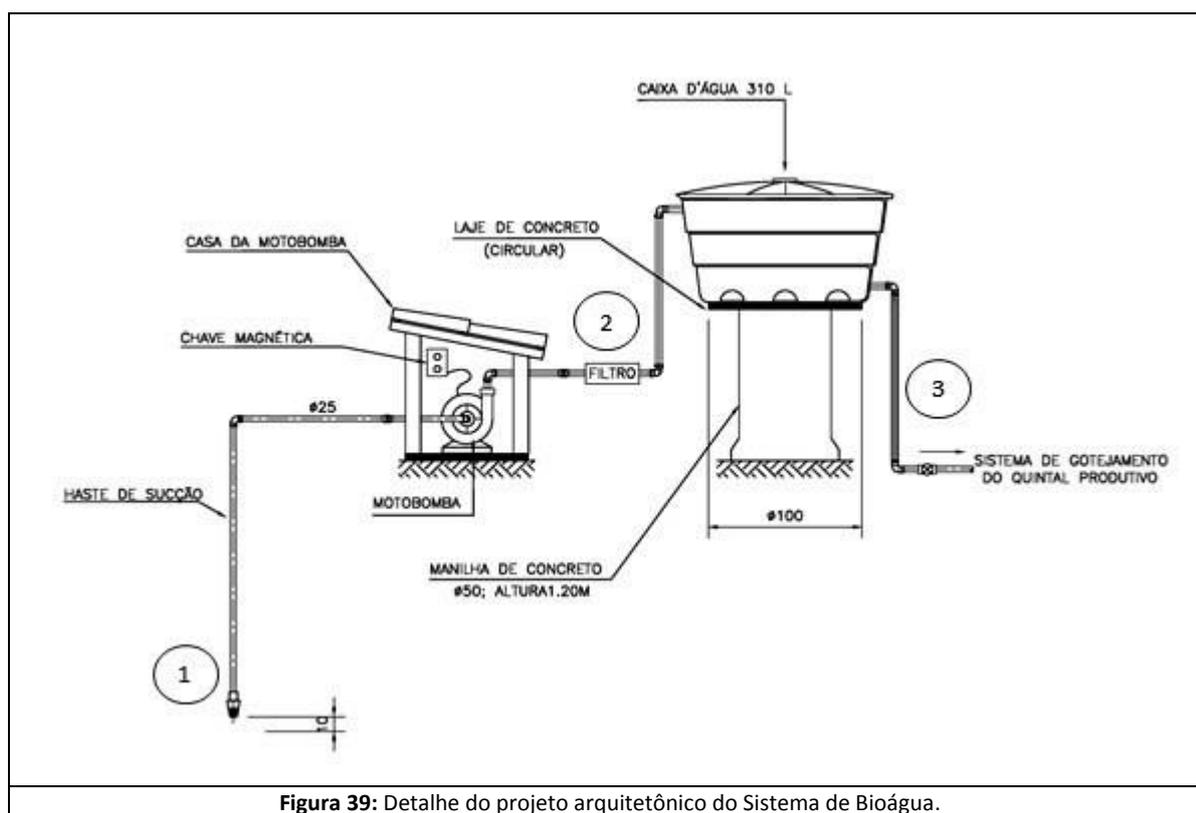
Para a execução da instalação hidráulica, a partir do tanque de reuso, deverá ser utilizada tubulação para irrigação de 32 mm (tubo azul) (**Figura 38**), devido a sua maior durabilidade em exposição ao sol.



Figura 38: Detalhe da instalação de saída da bomba – ligação do filtro de disco.

As conexões utilizadas (indicadas na lista de material), consideraram uma instalação com distâncias relativamente próximas sendo possível a alteração do número de peças conforme a necessidade local.

A **Figura 39** demonstra a instalação hidráulica da haste secção à saída para o sistema de irrigação, sendo cada uma de suas partes descritas abaixo.



1 - A tubulação hidráulica ligada à sucção de água e bombeamento é composta de haste de sucção que utiliza válvula de pé instalada com comprimento 10cm acima do fundo do tanque, evitando assim o contato com possíveis resíduos depositados no fundo do tanque.

A ligação da haste de sucção à bomba, e a tubulação de saída da bomba para caixa d'água é feita através adaptadores que permitem a retirada e colocação da bomba.

2- Entre a tubulação de saída e a caixa d'água elevada, é adaptado um filtro de disco que auxilia na limpeza da água.

3- A tubulação de saída da caixa possui um registro (**Figura 40**) que permite o controle da água que segue para o sistema de gotejamento.



Figura 40: Detalhe da instalação hidráulica de saída da caixa d'água. Colocação do registro.

Após a caixa elevada, as condições do terreno devem permitir a utilização da água por gravidade, caso contrário a execução deve eliminar o uso de caixa d'água sendo o sistema de gotejamento ligado direto à motobomba.

PASSO 13: Instalação do garfo de distribuição de águas cinzas no filtro biológico

Para execução do garfo de gotejamento do filtro biológico (**Figura 41**), responsável pela distribuição uniforme da água no filtro, utilizam-se tubos de 32 mm sendo estes perfurados na face voltada para o interior do tanque com broca de 5 mm e distância entre eles de 10 cm.



Figura 41: Tubulação de chegada com diferença de diâmetro do tubo de abastecimento do garfo no filtro biológico e registro instalado.

Ao final de cada haste do garfo é encaixado um cap – conexão de

fechamento da tubulação - sendo preferencialmente apenas encaixado sem uso de cola para facilitar a manutenção e limpeza do garfo.

Após a colocação do garfo, pode-se colocar as minhocas – 1kg de minhoca vermelha da Califórnia.

PASSO 14: Execução do Sistema de Irrigação por gotejamento

O sistema de irrigação proposto no Sistema de Bioágua é de irrigação por gotejamento. Prevê a implantação de uma área de canteiros de 9,0 m por 15,0 m, permitindo irrigar uma área de até aproximadamente 150 m², na qual pode ser cultivada grande diversidade de culturas de diferentes portes e usos variados.

A partir da saída da bomba, a tubulação é executada com tubo PVC de 32 mm onde deve ser instalado um filtro de discos que contribuirá na limpeza da água e reduzirá a possibilidade de entupimento das fitas de gotejamento.

Após o filtro, é instalada tubulação, em tubo PVC de 32 mm e conexões de tubo de PVC de 32 mm, até uma caixa d'água de 310 litros sob uma manilha de 50 cm de diâmetro e altura de 110cm, onde uma laje de 80cm de diâmetro serve de base para caixa (**Figura 42**). O reservatório irá armazenar a água bombeada que abastecerá o sistema por gravidade.



Figura 42: Caixa d'água do Sistema de Bioágua sob manilha. Ao fundo, linha principal de irrigação de onde saem as linhas de gotejamento do sistema de irrigação.

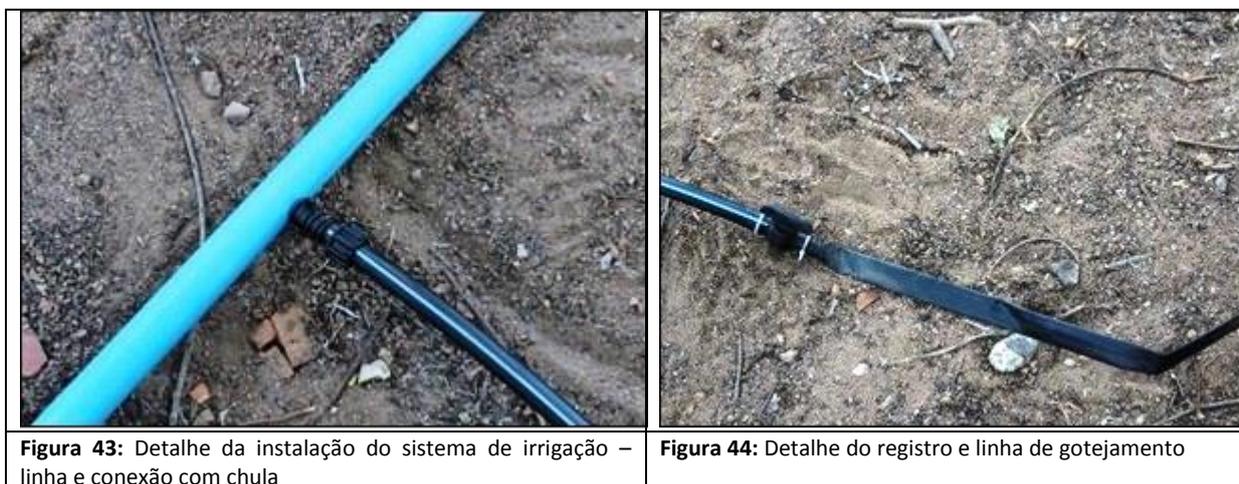
A linha principal, executada em tubo PVC de 32 mm é instalada com 9,0 m de comprimento total. Constituída de 1 peça de tubo de 6,0 m de comprimento (medida comercial) unido por cola e luva de PVC a ½ peça de tubo de PVC de 6,0 m (3,0 m), totalizando 9,0 m de comprimento.

Ao final da linha principal de irrigação, propõe-se a instalação de uma torneira de passagem de 32 mm, possibilitando a posterior ampliação do sistema ou utilização de mangueira para irrigação de outras áreas do quintal da residência.

Saindo da linha principal, são executados 12 furos, utilizando furadeira com broca inferior a 16 mm de forma a garantir maior segurança das Chulas bilabiais, dispositivos de onde partem as linhas de irrigação.

A furação deve seguir o espaçamento adequado para canteiro de 1m de largura (centralizar duas linhas em cada canteiro – espaçamento entre eles 50 cm) e entre estes manter a distância mínima de 0,60 cm. A partir da chula bilabial, instala-se bico de conexão e mangueira em polietileno de 16 mm PN40 (**Figura 43**), com 50 cm de comprimento, providas de registros de polietileno de 16 mm, distância de afastamento par início dos canteiros.

Aos registros são conectadas e ajustadas as fitas de gotejo (**Figura 44**) por meio de braçadeiras plásticas. As fitas de polietileno de 16 mm, com 15 m de comprimento, possuem gotejadores com espaçamento de 20 em 20 cm (1 Kg/c m^2) às quais são instaladas conexões de final de linha para fechamento.



Por serem leves, as fitas de gotejamento devem ser presas ao final impedindo assim que o vento as retire do canteiro e a água seja gotejada fora dos leirões (**Figura 45**).



Figura 45: Leirões irrigados por mangueiras de gotejamento.

**REGISTRO FOTOGRÁFICO DA CAPACITAÇÃO DE CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE BIOÁGUA
NA ALDEIA INDÍGENA PANKAIWKA**



**REGISTRO FOTOGRÁFICO DA CAPACITAÇÃO DE CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE BIOÁGUA
NA ALDEIA INDÍGENA PANKAIWKA**



Realização:



Executora:



Parceiros:

