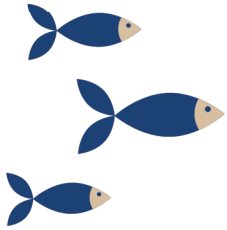
GUIA PRÁTICO

MANEJO DA ÁGUA

3ª edição - Rio do Peixe Vivo



MANEJO APROPRIADO DA ÁGUA

O Manejo Apropriado da Água é um tema de grande importância em tempos de crises de saneamento, onde precisamos criar soluções simples e viáveis para promover a qualidade e quantidade de água no Planeta. Desde 2012 o IPESA desenvolve projetos em comunidades rurais que não são atendidas por sistemas públicos de tratamento de esgoto e abastecimento de água, consideradas assim, comunidades isoladas.

O termo comunidades isoladas é utilizado entre os órgãos relacionados ao saneamento para se referir aos núcleos habitacionais que não são ligados aos sistemas integrados de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Esses núcleos geralmente apresentam dificuldades técnicas ou econômicas para a instalação, inviabilizando a execução a curto e médio prazo e requerem, portanto, soluções alternativas para a implantação e operação dos seus sistemas de saneamento básico.

Esta edição da Cartilha Manejo Apropriado da Água foi adaptada com base no conteúdo da cartilha elaborada em 2019 escrita para os Projetos "Manejo da Água: Rio Limpo" e "Comunidade Integrada" realizados nos bairros do Verava em Ibiúna e do Puruba em Ubatuba. A Cartilha foi elaborada de forma clara e ilustrada, para queseja um Guia Prático para a construção de sistemas descentralizados.

Os conteúdos aqui apresentados de forma resumida, podem ser acessados em uma versão mais completa no formato digital no site do IPESA: **www.ipesa.org.br**, além da animação para a construção do biodigestor no canal do youtube **@ipesasocioambiental**.

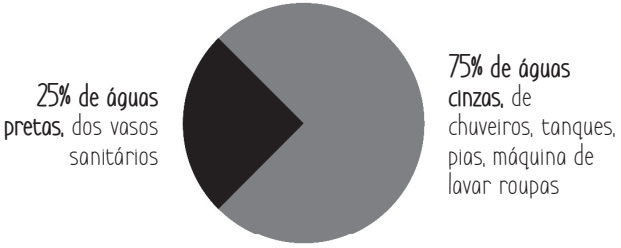
Boa leitura e mãos à massa!!!

O PROJETO RIO DO PEIXE VIVO

O projeto "Rio do Peixe Vivo – Saneamento Ecológico Rural" é realizado no município de Socorro - SP, em uma parceria entre o IPESA e a Prefeitura Municipal que visa aumentar a mobilização entorno da preservação e conservação do Rio do Peixe, importante rio que corta o município, sendo fonte de abastecimento de água e o principal atrativo turístico da região.

Por meio da cartilha "Manejo da Água – Guia Prático", de oficinas, cursos e palestras, o projeto tem por objetivo disseminar soluções para tratamento de esgoto em propriedades rurais, capacitar membros das comunidades para o planejamento e construção de sistemas de coleta e tratamento de esgoto doméstico, além da formação de mão de obra local para a construção de tecnologias sociais de saneamento rural ecológico. Para demonstrar de forma prática serão instalados sistemas ecológicos de tratamento de esgoto para dez famílias a serem selecionadas.

Composição do esgoto residencial



A NATUREZA DO ESGOTO

Ainda que chamemos de esgoto todas as águas servidas produzidas a partir da utilização doméstica em nosso dia-a-dia, se olharmos com atenção veremos uma diferença fundamental entre a água produzida no vaso sanitário, e as demais águas da casa, já que nesta há presença de fezes com possíveis contaminantes diferentes das demais. A percepção dessa diferença em dois grupos de águas com características distintas facilita a escolha de técnicas apropriadas de tratamento. Assim, passamos a chamar as águas produzidas nos vasos sanitários de águas pretas, correspondente a 25% do total produzido por uma residência, enquanto os 75% restantes (água de chuveiros, tanques, pias, inclusive da cozinha) são chamados de águas cinzas. Esta diferença porcentual torna óbvia a redução de custos, já que somente ¼ do volume total produzido por qualquer residência precisa de um sistema de purificação de água mais complexo (correspondente às águas dos vasos sanitários), enquanto a maior parcela pode recorrer a sistemas simplificados, de baixíssimo custo e alta eficácia.

Além do mais, quando focamos na melhoria da qualidade das águas servidas através de processos de "tratamento" não enxergamos seu enorme potencial regenerador. Sim! Estamos falando de um fluxo diário de centenas de litros de água rica em nutrientes e energia incorporada, que como veremos adiante, pode ser transformada até em biogás, em substituição (parcial ou total) do gás de cozinha, ou de água rica em nutrientes que poderia ser usada para irrigação de árvores frutíferas ou ornamentais.

Sumário

Captação de água de chuva.....4

Teste de Infiltração.....9

Círculo de Bananeiras.....11

Irrigação de frutíferas com água cinza.....13

Biodigestor.....15

Banheiro seco.....24

Vermifiltro.....27

Fossa-filtro com anéis de concreto.....30

Vala de infiltração.....34

Zona de raízes.....37

Bacia de Evapotranspiração.....41

Anexo I - Receitas de Produtos de Limpeza.....44

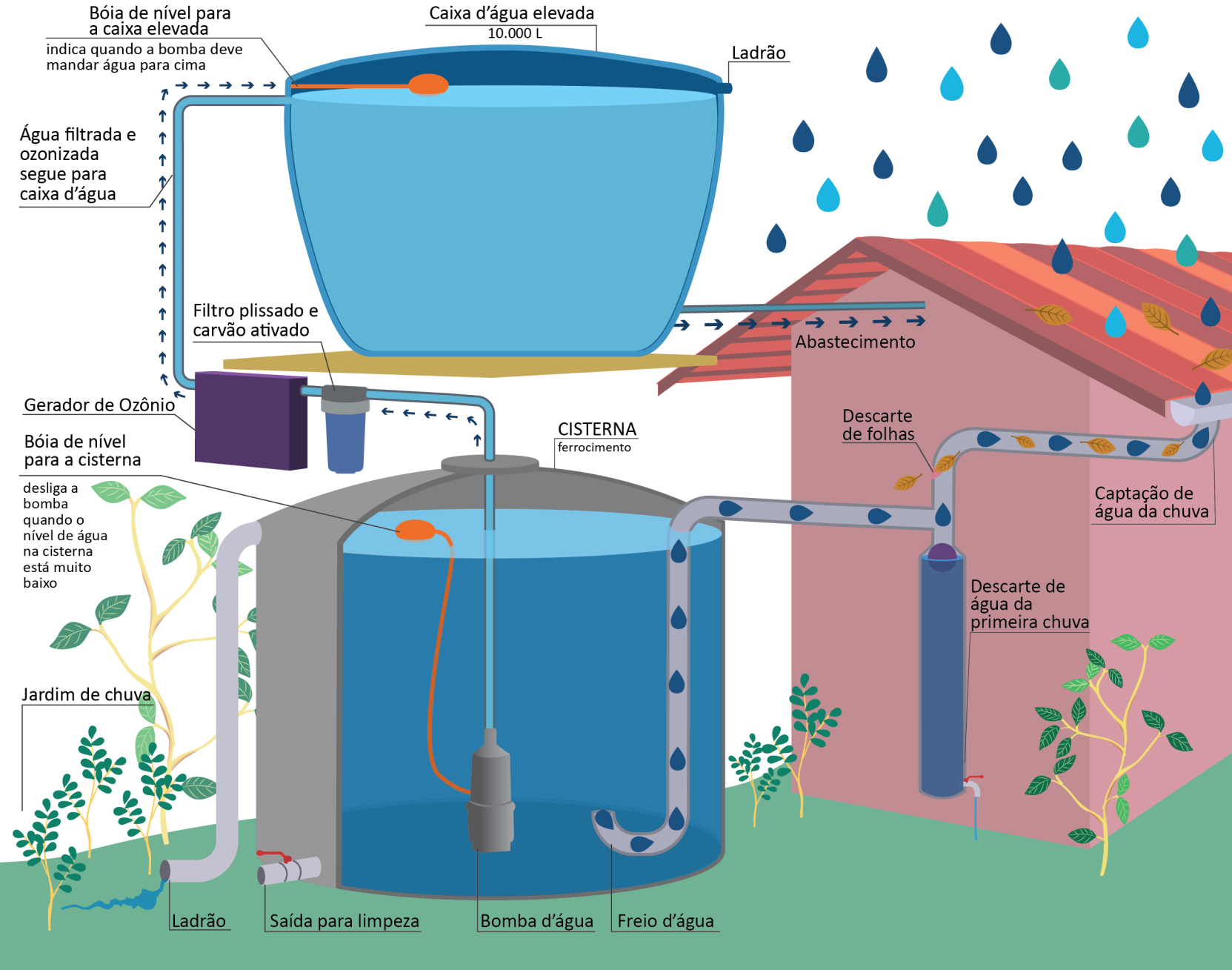
Anexo II - Lista de materiais.....46

Referências para consulta.....47

O IPESA.....48

CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA – CISTERNA DE FERROCIMENTO

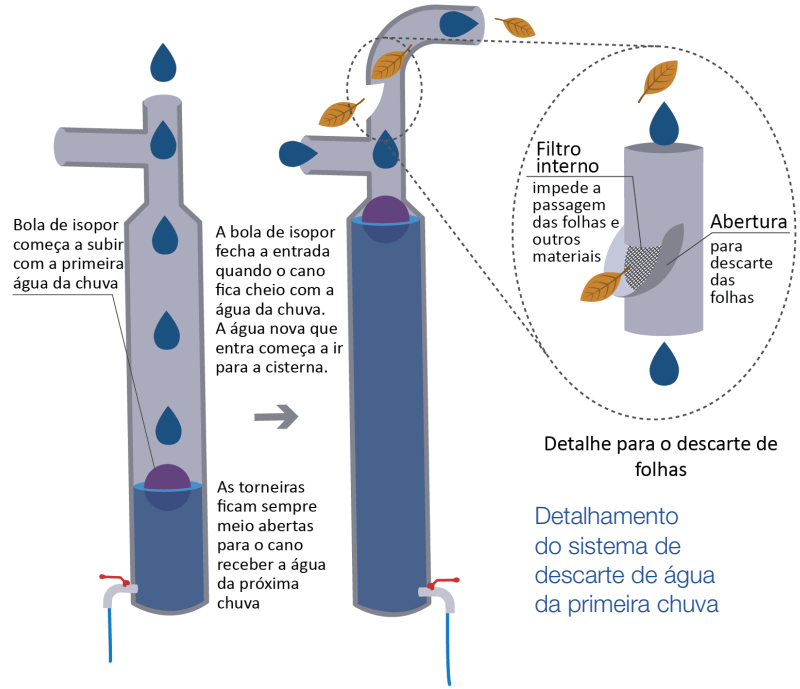
É um sistema de aproveitamento da água da chuva através do armazenamento em cisterna e tratamento da água, de forma a disponibilizar para o consumo humano.



A água da chuva pode ser utilizada para diversos fins. O sistema pode ser planejado para a água se tornar própria para ingestão humana, ou para usos como rega de plantas, lavagem de áreas, e demais demandas rurais, residenciais ou industriais.

Considerações

- Em áreas urbanas e industriais a poluição atmosférica acumulada pode comprometer a qualidade da água, neste caso recomenda-se não beber a água e usá-la apenas para outros fins;
- O local de construção da cisterna deve ser totalmente plano e estável;
- Prever uma área como jardim de chuva para receber a água excedente e a água de limpeza da cisterna;
- Sempre que possível deve-se oferecer uma condição de sombreamento para a cisterna, evitando sua insolação direta e o aquecimento da água, uma vez que determinados microorganismos (coliformes termotolerantes) se desenvolvem de maneira acelerada quando a água apresenta temperatura mais elevada;
- Não é recomendável construir a cisterna de ferrocimento enterrada abaixo do nível do solo, pois a dilatação/compressão do solo pode comprometer a estrutura da cisterna, além do quê, eventuais trincas e vazamentos passam despercebidos nesse caso.



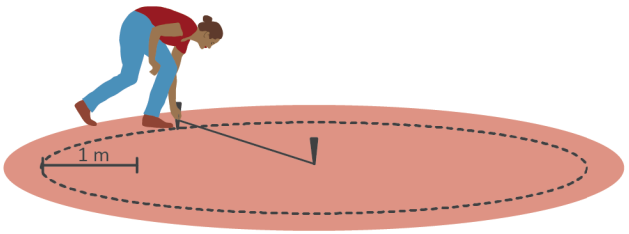
Detalhamento do sistema de descarte de água da primeira chuva

Vantagens

- É uma forma de aproveitar a água no mesmo local onde ela é disponibilizada;
- Contribui para maior segurança e autonomia em relação ao suprimento de água;
- Evita a necessidade de perfuração de poços para retirada da água do lençol freático, ou de poços profundos;
- A cisterna de ferrocimento é uma construção permanente, de baixo custo e não demanda mão de obra especializada.
- A captação da água de chuva reduz o aporte da água na malha urbana impermeabilizada, contribuindo para redução de alagamentos/enchentes. Nos ambientes rurais contribui na redução de erosões.

Passo a passo da construção da Cisterna de Ferrocimento

1. Demarcação da base da cisterna



Faça um círculo no chão plano, com 1 m de raio maior que o tamanho da base da cisterna.

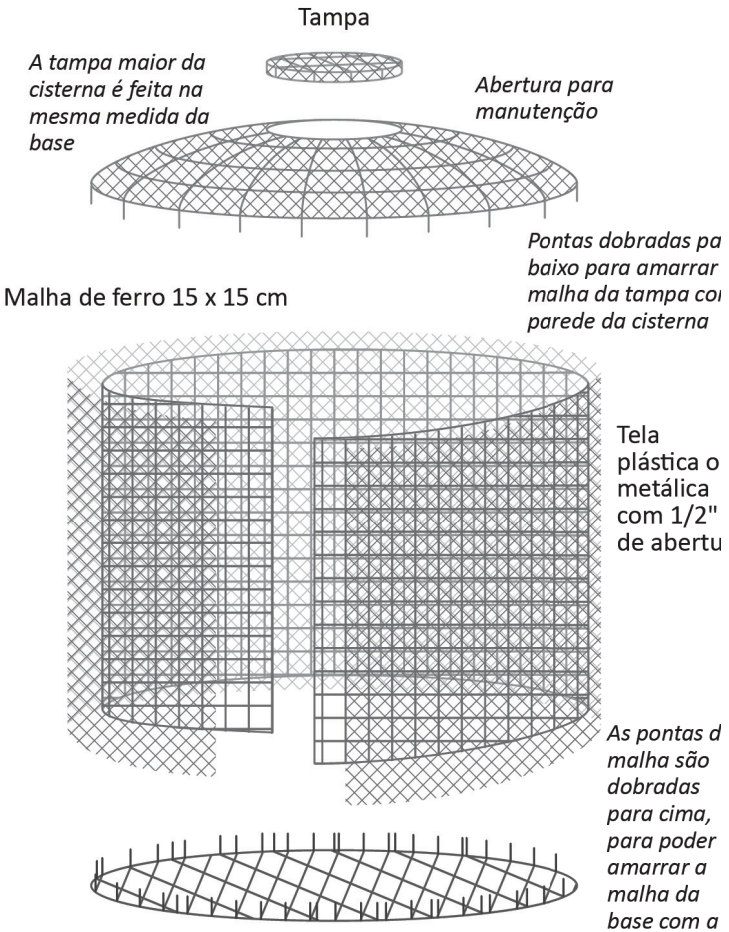
2. Preparo do piso

a. Cavar a área do piso

b. Colocar brita ou areia e socar

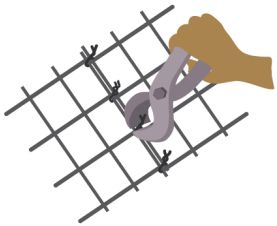
c. Fazer o contrapiso com areia, brita e cimento

3. Montagem da estrutura da cisterna

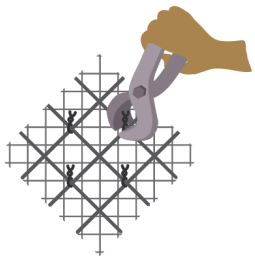


Amarração da malha da base com a parede da cisterna, após colocação de cimento sobre a malha da base

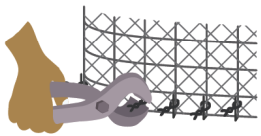
Detalhe para amarração das malhas



Amarração das malhas de ferro



A tela é amarrada na malha com arame recozido, utilizando a Turquesa a cada dois quadros



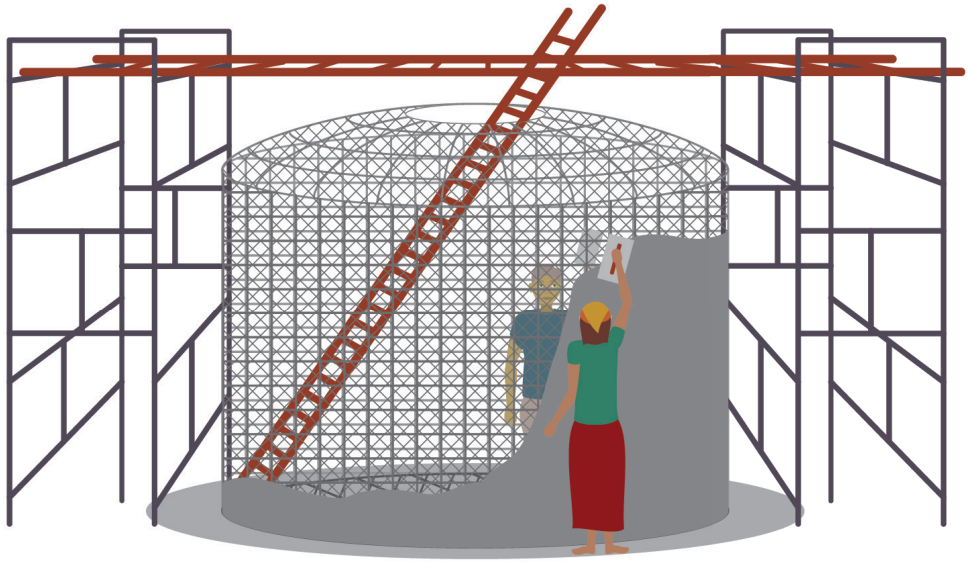
Amarração da base com a parede da cisterna

Ilustrações baseadas em material produzido pelo arquiteto e permacultor Tomaz Lotufo

4. Aplicação da argamassa

Uma pessoa fica por dentro da cisterna para segurar a chapa que dá apoio para a aplicação e fixação da argamassa

Andaimes e escadas para entrada na cisterna



A cobertura com argamassa deve começar pelo lado de fora. A aplicação é feita da base até o topo, depois do lado de dentro e por fim do lado de fora novamente.

Finalizada a aplicação deve ser utilizada uma esponja úmida para dar o acabamento.

Quando terminada a fase de cobertura deve-se encher a cisterna com água . É importante que o intervalo entre aplicação de massa e enchimento com água seja inferior a 5 dias.

Manejo/Manutenção

- Verificar mensalmente a integridade do filtro de folhas, e se está ocorrendo o esvaziamento automático dos tubos de descarte de primeira água;
- Abrir e lavar os tubos de descarte da primeira água entre 1 a duas vezes por ano;

  O refil interno do filtro plissado (filtro de partículas) deve ser removido e lavado com ducha uma vez por mês, especialmente no início do período das chuvas quando a quantidade de matéria seca e poeira captada no telhado tende a ser maior. Se a vazão de água reduzir muito após a passagem pelos filtros pode ser que o filtro esteja entupido, neste caso, basta trocar o refil. A manutenção do filtro plissado com lavagens periódicas garante a limpeza da água antes de chegar ao filtro de carvão ativado, mais suscetível a entupimentos.

Projetando a Cisterna

- Considerar o volume da água de descarte de acordo com uma proporção de 1 a 2 litros por metro quadrado de telhado;
- Para determinar o volume de armazenamento é importante avaliar a oferta de água de chuva, a demanda de água da unidade e considerar (se necessário) os períodos de seca;
- O potencial máximo de captação de água de qualquer telhado é dado pela multiplicação da área do telhado, pelo índice pluviométrico anual local, por um fator de 80% - correspondente ao volume disponível após o descarte da primeira água.
- Existem inúmeros métodos de cálculo (Rippl, método prático inglês, método prático alemão, método prático Azevedo Neto, simulação, e outros), mais ou menos complexos, que podem ser adotados para calcular o volume ideal da sua cisterna, porém, os resultados entre eles variam enormemente. Calcular o volume total de água disponível para captação ao longo do ano vai lhe ajudar a definir uma ordem de grandeza de seu reservatório, assim, se a distribuição de água de chuva for mais ou menos uniforme ao longo do ano, divida o volume total calculado pelos 12 meses do ano e esse resultado pode ser um ponto de partida. Se, no entanto, houver períodos de seca, faça essa consideração para a definição do tamanho de seu reservatório, e recorra a reservatórios um pouco maiores;
- Se você quer construir uma cisterna em função do espaço disponível no quintal, é possível calcular o volume armazenável em função de suas medidas. Lembrando que a construção de cisternas em ferrocimento é geralmente limitada pela altura de 2m em função da largura da malha, a medida determinante é a da base da cisterna. Assim, para uma cisterna de raio 1,5m, o volume é calculado pela fórmula do volume do cilindro, ou seja, 3,14 multiplicado pelo raio (em metros) ao quadrado, multiplicado pela altura:

$$V = 3{,}14 \times R^2 \times h$$

$3{,}14 \times 1{,}5m^2 \times 2m$ = volume da cisterna será de 14,14 m^3, ou 14.140 litros

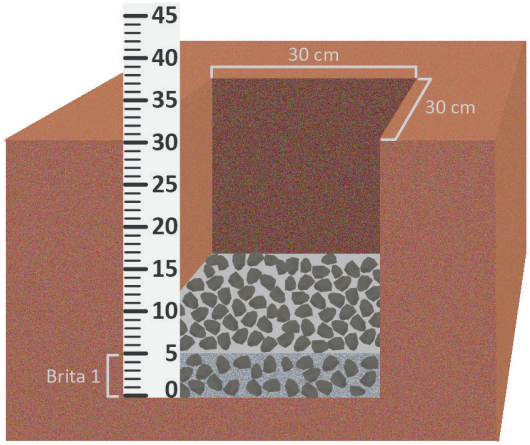
TESTE DE INFILTRAÇÃO

O teste de infiltração é uma técnica simples que deve ser utilizada todas as vezes em que se desejar instalar um sistema de tratamento que tenha em seu funcionamento uma fase de infiltração da água no solo, sejam águas cinzas, pretas ou mistas.

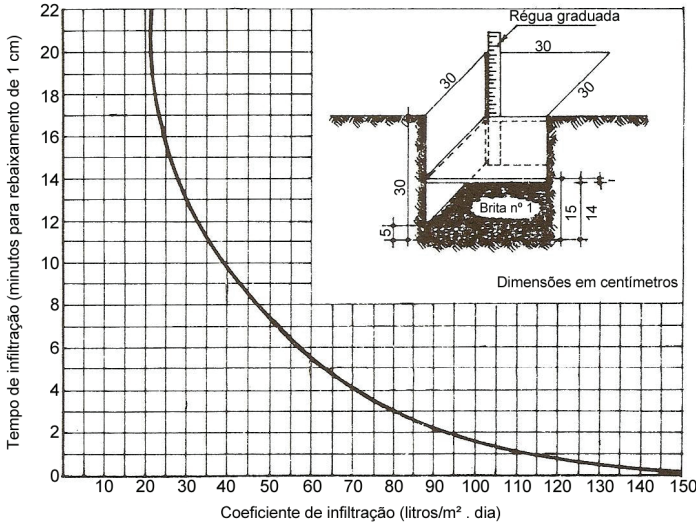
Existem 3 componentes no solo que influenciam muito na infiltração: argila, silte e areia, sendo a argila o componente em grão que apresenta a menor dimensão e possui a menor capacidade de infiltração, enquanto que a areia apresenta o maior grão e a maior capacidade de infiltração. O silte apresenta características intermediárias entre argila e areia. Assim, uma vez que o tipo de solo varia de região em região, é fundamental que o teste de infiltração seja aplicado exatamente no local (e na altura) onde se deseja infiltrar a água. Como resultado do teste é possível dimensionar a área necessária para infiltração da quantidade de água desejada.

Teste segundo a norma NBR 13969

1. Escavar um buraco com pá de corte com seções 30x30x30cm;
2. Raspar o fundo e os lados da cova, de modo que fiquem ásperos;
3. Retirar da cova todo material solto e cobrir o seu fundo com uma camada de 5 cm de brita nº 1;



4. No primeiro dia manter a cova cheia de água durante 4 h;
5. No dia seguinte, encher a cova com água e aguardar que se infiltre totalmente;
6. Encher novamente as covas com água até a

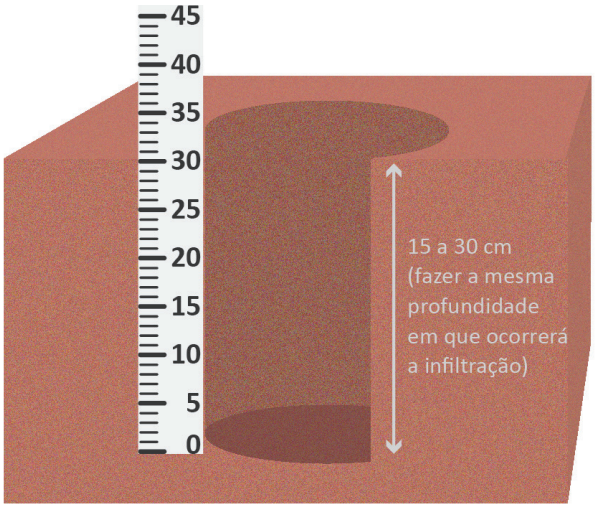


altura de 15 cm e cronometrar o período de rebaixamento de 15 cm até 14 cm, correspondente às alturas da água em cada cova. **Quando este intervalo de tempo para rebaixamento de 1 cm se der em menos de 3 min, refazer o ensaio cinco vezes, adotando o tempo da quinta medição**.

Com os tempos determinados no processo de infiltração das covas, é possível obter os coeficientes de infiltração do solo (L/m² x dia) na curva apresentada na página anterior. (Adota-se o menor dos coeficientes determinados no ensaio).

Teste prático segundo Art Ludwig

1. Cave um buraco com uma cavadeira na profundidade onde irá aplicar água (se for para água cinza, geralmente de 15 a 30cm de profundidade);
2. Crave uma estaca graduada (em cm) no fundo do buraco;
3. Encha o buraco com água até o topo entre 3 a 5 vezes para saturar o solo;
4. Encha novamente o buraco e marque quantos minutos a água leva para baixar 3cm;
5. Repita o teste anotando o tempo, até que o resultado se repita;



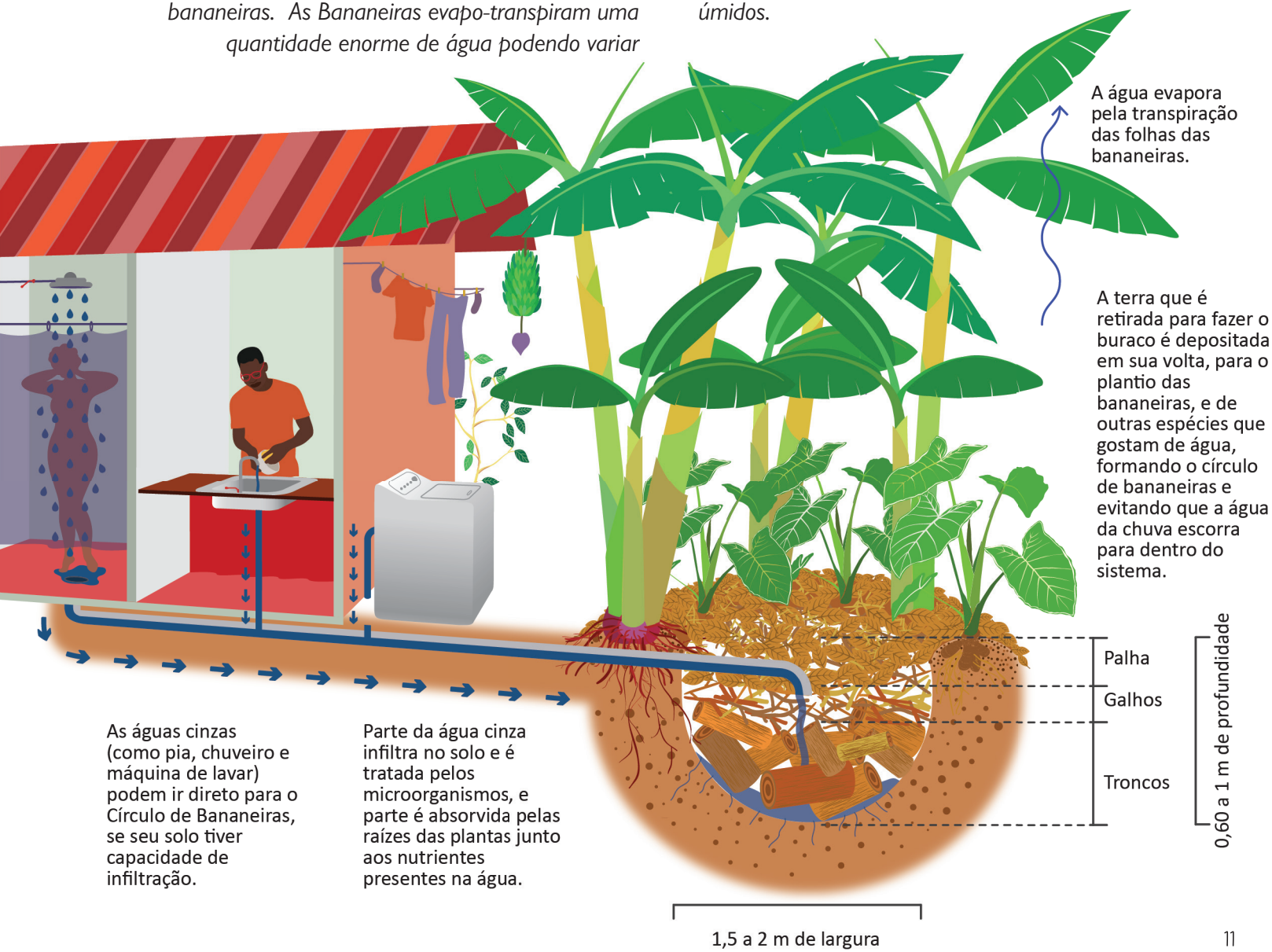
6. Em seguida divida o tempo em minutos pelos 3cm;
7. O resultado será em Minutos por Centímetros (min/cm).

Agora basta comparar o resultado com os valores da tabela abaixo, multiplicando o valor da área necessária (em m²/l/dia) pelo volume a ser infiltrado.

Taxa de Infiltração min/cm	Taxa de Aplicação L/m²/d	Área necessária	
		m²/L/dia	m²/m³/dia
0-12	102	0,01	10
12:00 – 15:45	80	0,013	12,5
15:45 – 17:45	61	0,016	16
17:45 – 23:40	41	0,025	25
23:40 – 47:25	20	0,049	49

CÍRCULO DE BANANEIRAS

É um sistema simples e eficiente para tratamento das águas cinzas. No círculo de bananeiras parte da água é absorvida pelo solo e tratada por microorganismos e parte absorvida pelas raízes das bananeiras. As Bananeiras evapo-transpiram uma quantidade enorme de água podendo variar entre 15 a 80 litros diários conforme o local e clima. No círculo de bananeiras podem ser plantadas outras espécies como taioba, inhame e demais plantas de boa adaptação a ambientes úmidos.



Cavando o Círculo de Bananeiras. SPAventura, Ibiúna/SP. Foto: Luciana Sá Nogueira.

Manejo/Manutenção

- É necessário realizar periodicamente a reposição do material orgânico seco (galhos, folhas, serragem e de forma menos frequente, os troncos). A reposição deve ocorrer quando for observado que a matéria orgânica foi decomposta, e isso varia de acordo com o clima de cada região;
- É importante controlar o crescimento das bananeiras, mantendo sempre apenas três tamanhos diferentes em cada touceira: planta madura, tamanho intermediário e broto pequeno.

Projetando o Sistema

- O Círculo de Bananeiras é geralmente escavado com 1,5 a 2 metros de largura, e de 0,60 a 1 metro de profundidade, mas lembre-se de testar a capacidade de infiltração no solo. O tamanho do seu círculo deve ser capaz de lidar com o volume diário de água destinado a ele.

Vantagens

- É extremamente fácil de ser construída e demanda utilização de poucos materiais, geralmente já existente na propriedade;
- Pode ser uma forma de criar um jardim de plantas alimentícias e ornamentais próximas à residência;
- Em ambientes com estação seca ou baixa pluviosidade, o círculo de bananeiras garante a irrigação permanente das plantas.

Considerações

- Sempre considerar a taxa de infiltração do solo para a utilização do círculo (ver teste de infiltração);
- Não deve ser alternativa para solos alagadiços, várzeas inundáveis, áreas pantanosas, com lençol freático muito próximo à superfície;
- Para plantio, procure trabalhar com diversidade de plantas, recorrendo a plantas de ambiente mais úmido no lado interno da escavação do círculo, plantas que demandem menos água do lado externo do morrote de terra, e outras mais ou menos exigentes no próprio morrote de terra - frutíferas no entorno do círculo de bananeiras também podem se beneficiar da umidade e fertilidade do círculo, aproveite!

IRRIGAÇÃO DE FRUTÍFERAS COM ÁGUA CINZA

É um sistema de dispersão das águas cinzas diretamente para núcleos escavados no entorno de plantas frutíferas.

As águas cinzas carregam diversas substâncias que podem ser aproveitadas pelas plantas como os nutrientes.

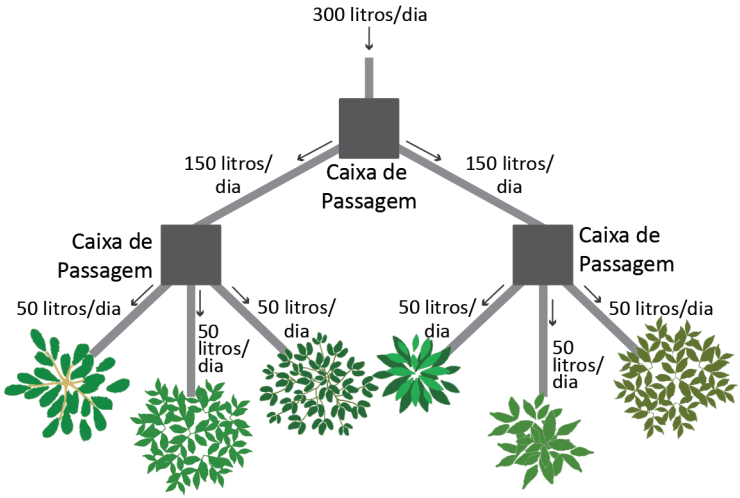
Vantagens

- A garantia de uma irrigação contínua e constante, que ocorre sem a necessidade de trabalho humano, promovendo o reuso direto de água;
- O aproveitamento da água cinza de forma distribuída no espaço propicia a umidificação do ambiente por meio da absorção da água, filtragem e evapotranspiração pelas plantas;
- Nesse sistema diversas substâncias que seriam poluentes se descartadas de forma concentrada e aleatória, passam a ter um aspecto positivo na medida em que serão aproveitadas como nutrientes para as plantas;
- Ao longo do tempo, a matéria orgânica seca em associação com os componentes das águas cinzas, geram um solo extremamente fértil e rico em micro vida cuja capacidade de infiltração, inclusive, passa a ser superior à capacidade inicial do solo.

Considerações

- É importante utilizar para esse sistema árvores que gostam e absorvem bastante água. Cítricos, amoreiras e árvores frutíferas da mata atlântica com boa adaptação em solo alcalino são alguns exemplos;
- Deve-se evitar a utilização de produtos de limpeza convencionais de forma constante e/ou em grande quantidade pois podem afetar a saúde das plantas, contaminar e inviabilizar o desenvolvimento da micro vida no solo;
- O terreno deve apresentar declividade mínima para garantir o fluxo da água cinza de sua fonte até as frutíferas;

Divisão de fluxo para irrigação de frutíferas com água cinza



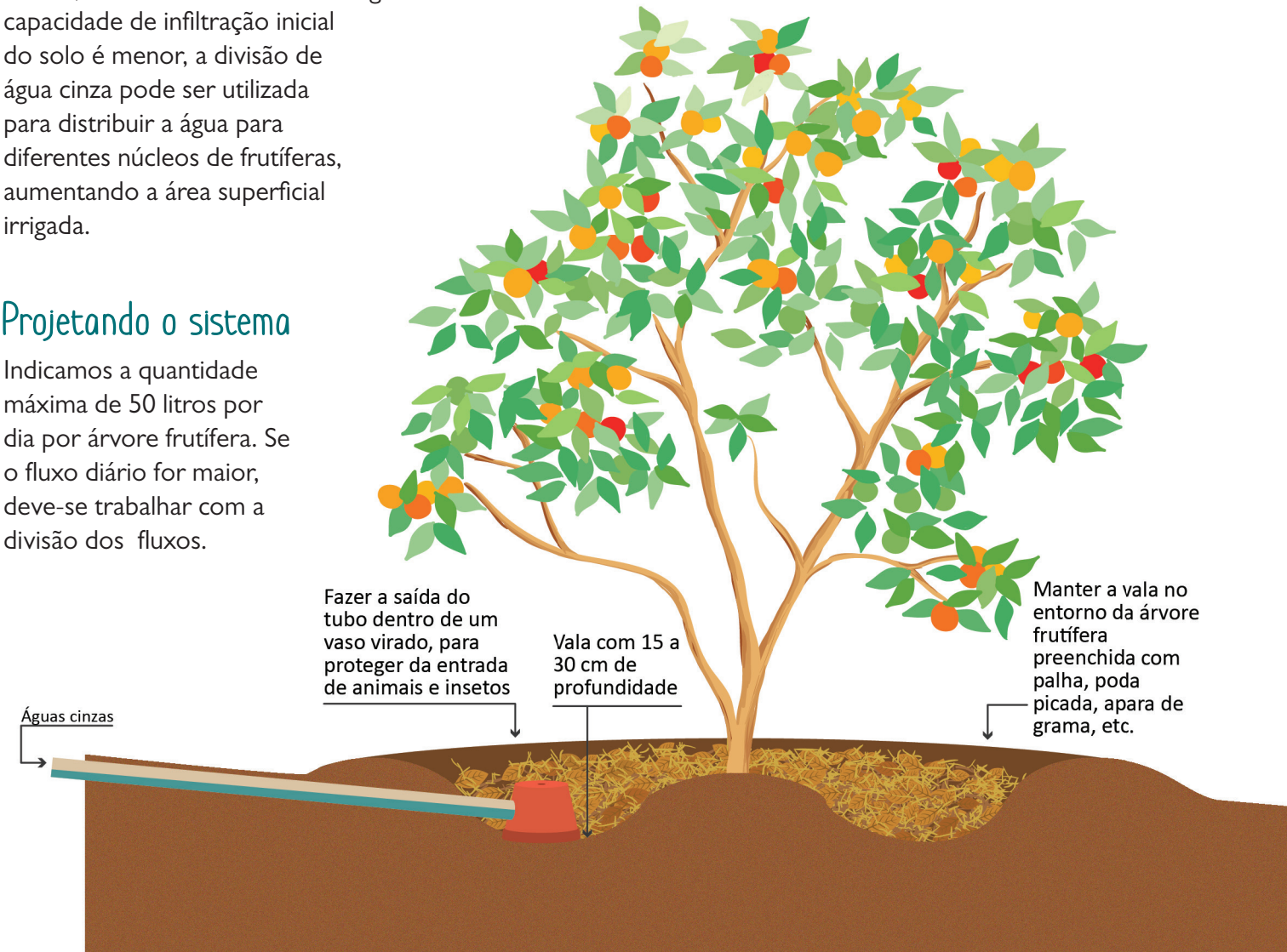
- É possível direcionar água cinza para árvores já estabelecidas, ou para mudas recém-formadas, sempre de forma gradual;
- A escavação no entorno das frutíferas deve ser aumentada para acompanhar o desenvolvimento dos galhos de forma que a projeção do entorno da copa da árvore esteja situada sobre a escavação;
- Quando a produção de água cinza for superior à capacidade de infiltração de um pequeno núcleo, ou no caso de terrenos argilosos onde a capacidade de infiltração inicial do solo é menor, a divisão de água cinza pode ser utilizada para distribuir a água para diferentes núcleos de frutíferas, aumentando a área superficial irrigada.

Projetando o sistema

- Indicamos a quantidade máxima de 50 litros por dia por árvore frutífera. Se o fluxo diário for maior, deve-se trabalhar com a divisão dos fluxos.

Manejo/Manutenção

Preencher as valas no entorno das árvores com matéria orgânica seca, que cumprem função de segurar e decompor a gordura constante dos alimentos e da lavagem de louça, além de proteger o solo e garantir a infiltração da água.



BIODIGESTOR

O Biodigestor é um sistema de tratamento de águas servidas que atua por meio da decomposição da matéria orgânica em ambiente anaeróbio (sem oxigênio). Ele gera biogás que pode ser utilizado como fonte de calor, combustível e energia.

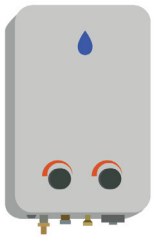
Os biodigestores podem ser projetados para tratamento de efluentes humanos e animais em larga escala, em zonas urbanas e rurais.

Aqui apresentamos um sistema unifamiliar, projetado para atender as águas servidas de uma família de 04 a 05 pessoas, ou apenas de águas pretas para cerca de 10 pessoas.

Vantagens

- A manutenção do sistema é mínima;
- A estrutura é permanente e funciona por equilíbrio hidráulico, não demandando manejo para destinação das águas;
- A água sai tratada com diversos micronutrientes disponíveis para a irrigação de frutíferas, otimizando o trabalho de adubação e irrigação em pomares;
- As plantas produzidas na caixa de compensação devem ser podadas periodicamente. O produto dessa poda é excelente fonte de biomassa para cobertura de solo, compostagem, ou alimentação animal;

O biogás pode ser utilizado de diversas formas:



Aquecedor de Água

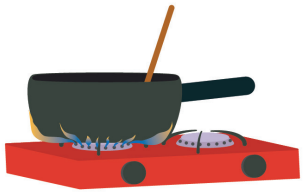
0,01 m³/litro

Lampião

0,07 m³/hora
equivalente a 40 W

Câmpanula

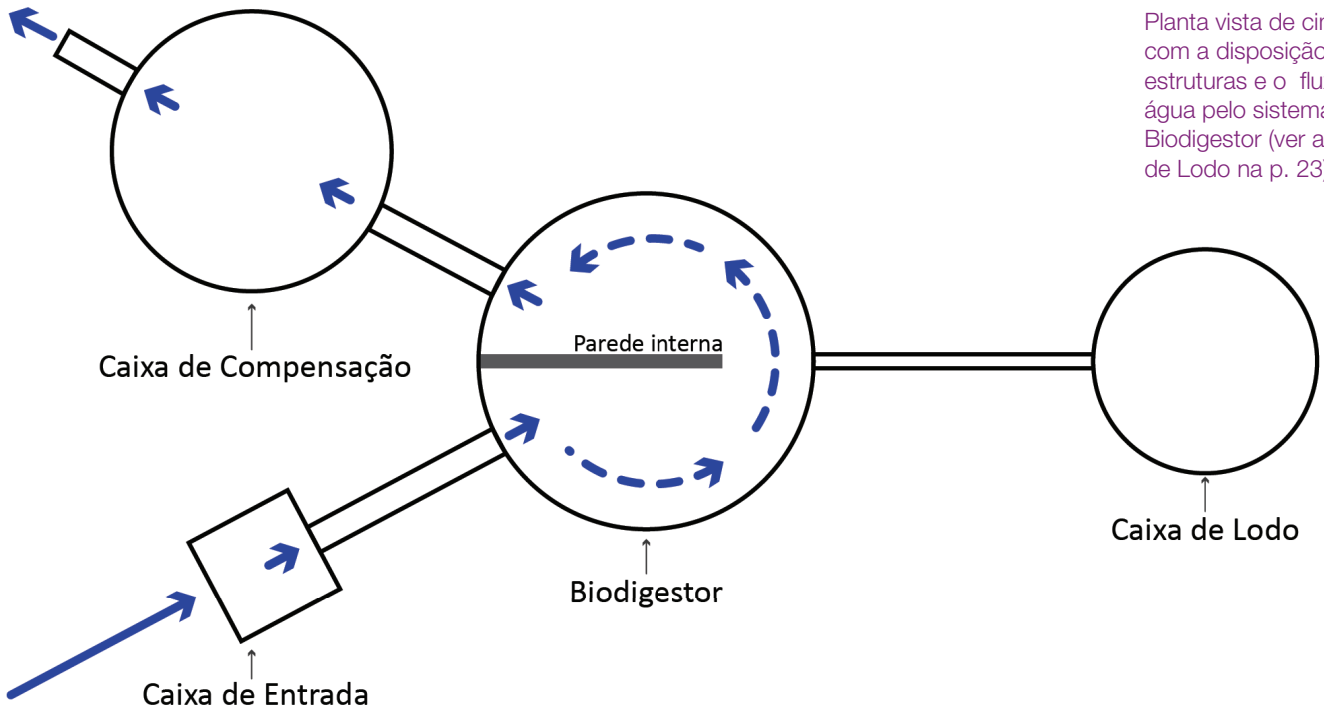
0,3 m³/hora
6 a 9 m²



Fogão

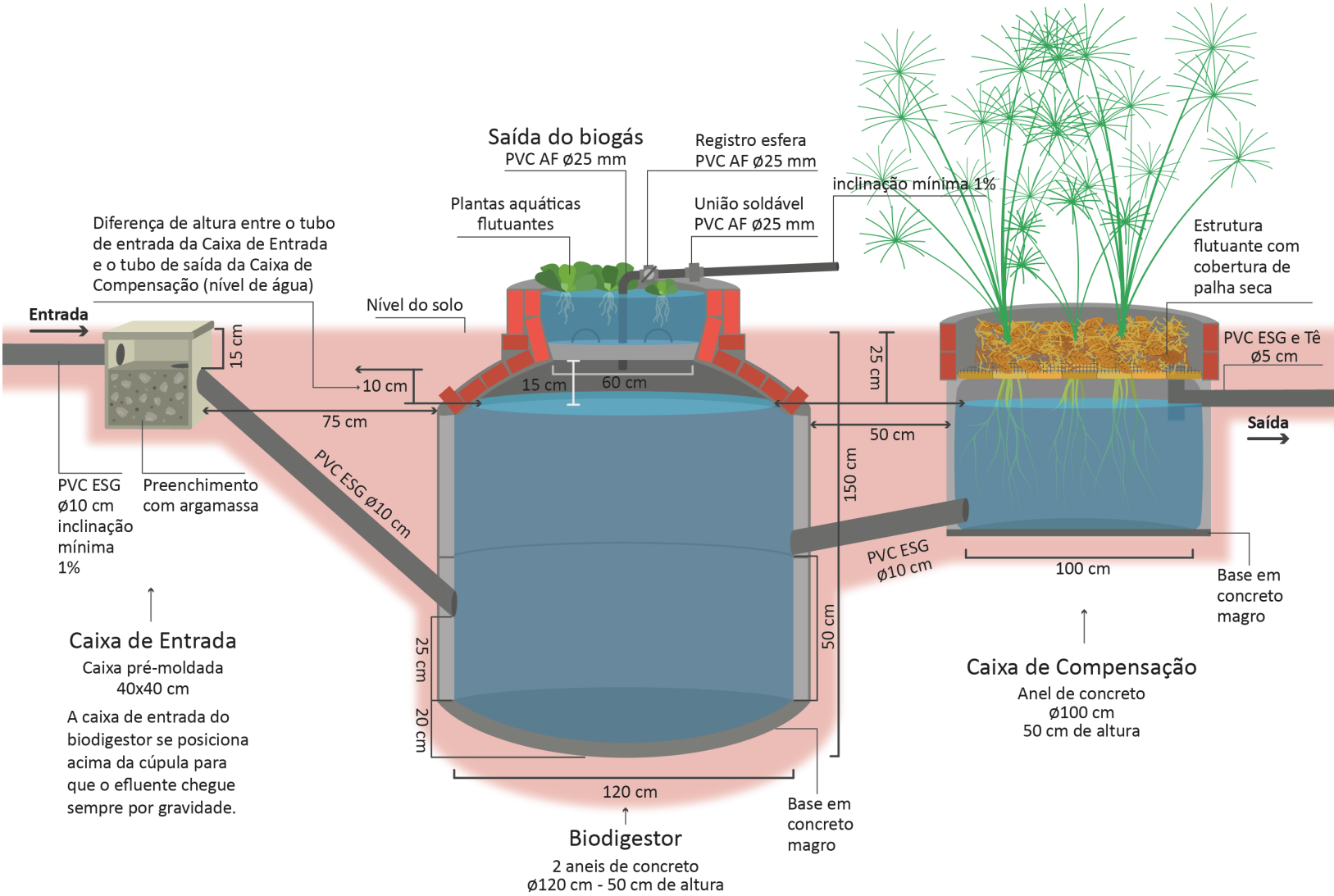
0,45 m³/hora por boca

- Não precisa de reforma na estrutura do banheiro já existente e não demanda alterações do hábito de utilização;
- O papel higiênico pode ser descartado diretamente no vaso sanitário;
- Não há risco de explosão da estrutura relacionado ao acúmulo de gás.



Planta vista de cima com a disposição das estruturas e o fluxo da água pelo sistema do Biodigestor (ver a Caixa de Lodo na p. 23).

Vista para biosistema recém construído: Caixa de Compensação, Biodigestor e Caixa de Lodo (à esq.). Construção da Cúpula do Biodigestor com tubo guiando a inclinação dos tijolos (à dir.). Verava, Ibiúna/SP. Foto: Paola Samora.



Vista lateral para um sistema unifamiliar. Observar especialmente o nível d'água do Biodigestor e da Caixa de Compensação que deve estar a 25 cm de distância do nível do solo, bem como a diferença de altura de 10 cm que deve haver entre o tubo da Caixa de Entrada e o tubo de saída da Caixa de Compensação, indicado acima.

Considerações

- As dimensões do biodigestor são projetadas de acordo com a quantidade de usuários: de matéria orgânica e água que entrará no sistema e o tempo de permanência. O biodigestor pode lidar com variações pontuais de fluxo relacionadas a frequência de uso, mas essas variações não devem ser muito grandes;
- É fundamental garantir uma declividade superior a 1% entre a saída do cano do vaso sanitário e a entrada no Biodigestor;
- Deve-se garantir declividade superior a 1% no cano do biogás do topo do biodigestor e ao longo de todo seu percurso até o ponto de utilização;
- A caixa de compensação deve receber luz solar para favorecer o desenvolvimento das plantas aquáticas;
- Para usar o efluente que sai do biodigestor para fertirrigação direta de hortaliças ou para qualquer uso com contato manual, o sistema deve receber somente resíduos orgânicos de alimentos e não de fezes;
- Os restos de cultivos/alimentos podem produzir até sete vezes mais biogás que os dejetos de animais, pois seu potencial calorífico é maior. Assim, pode-se recorrer ao uso de um biodigestor de uso exclusivo para o esgoto, e outro para resíduos orgânicos;
- Quanto maior o tempo e mais volume de matéria orgânica entrando no sistema, maior a quantidade de biogás gerada;
- Fazer o teste de estanqueidade descrito na p. 36.

Projetando o sistema

- A quantidade de biogás produzido é proporcional a quantidade de matéria orgânica que entra no sistema e também ao tempo de permanência dela dentro do biodigestor, que deve ser de no mínimo 12h;
- Volumes a serem considerados:
  - 25 litros de água por pessoa por dia somente da descarga;
  - 100 a 150 litros por pessoa por dia se for utilizado para esgoto (mistura de águas cinzas e pretas);
- Volume necessário do biodigestor = Números de pessoas x consumo diário por pessoa por dia x 1 dia (tempo de retenção básico);
- Tempo de retenção de cada etapa:

  Biodigestor: 1 a 2 dias;
- Para estabelecer a altura e o diâmetro do biodigestor:

$$V = 3{,}14 \times r^2 \times h$$

assumindo r = raio = 0,6m, h = altura = 1,7m

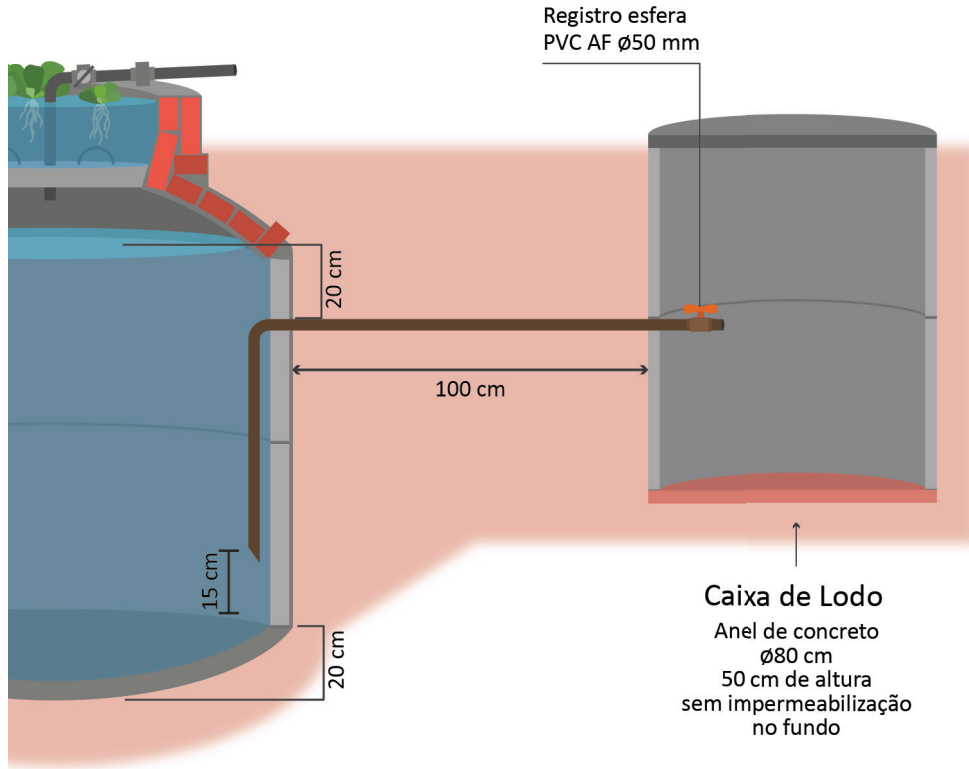
$$V = 3{,}14 \times 0{,}6^2 \times 1{,}7$$

$$V = 5{,}3\ m^3$$

- A distância entre o cano de saída do biogás e seu uso pode ter até 50 metros. Quanto maior a inclinação entre a saída do cano e seu local de uso melhor pois a água que sai junto com o gás condensa e a inclinação garante que ela escorra de volta, sem entupir o cano;
- A Caixa de Compensação precisa ter no mínimo 15% do volume do Biodigestor.

Disposição da Caixa de Lodo junto a cúpula do Biodigestor

Todos os aneis de concreto utilizados nos sistemas apresentados nesta Cartilha devem ser sem furos laterais, ou seja, aneis utilizados para poços e não para fossas, pois infelizmente, a prática atual é de aneis para fossa serem furados para a infiltração do resíduo, o que acarreta na contaminação do solo e lençol freático.

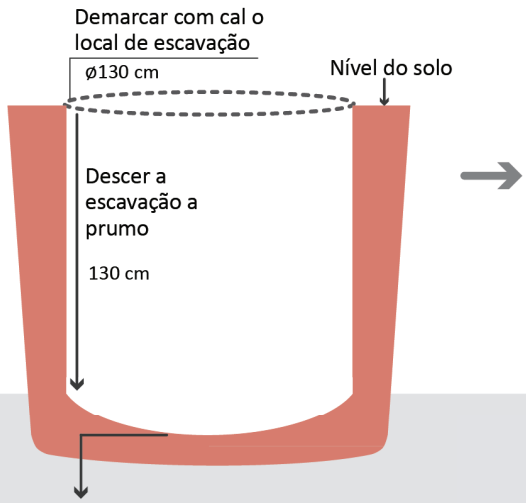


Manejo/Manutenção

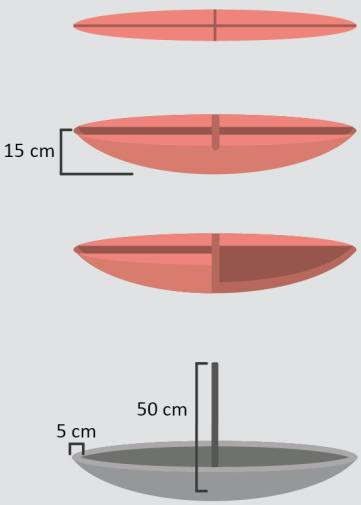
- Evitar usar nos vasos sanitários produtos de limpeza industrializados que contenham cloro e desodorizantes químicos;
- Verificar mensalmente se há entupimentos na caixa de entrada;
- Podar semestralmente as plantas aquáticas da caixa de compensação para estimular a retirada de nutrientes da água;
- Remover anualmente o lodo da caixa depois de deixá-lo descansar por um período de pelo menos 6 meses.
- **Importante:** devido à crise de dengue em várias regiões do país, é fundamental que a tampa do biodigestor, sempre coberta com água, seja protegida do contato com insetos. Essa proteção poderá ser feita com a cobertura total da lâmina d´agua pelo uso combinado de diversas espécies de plantas aquáticas flutuantes como a lentilha d´agua, a salvínia, e outras plantas flutuantes de folhas pequenas, e/ou com a adição de peixinhos, ou até mesmo com a cobertura com capas teladas usadas para a proteção de caixas d'águas.

Passo a passo da construção do Biodigestor

1. Demarcação e Escavação

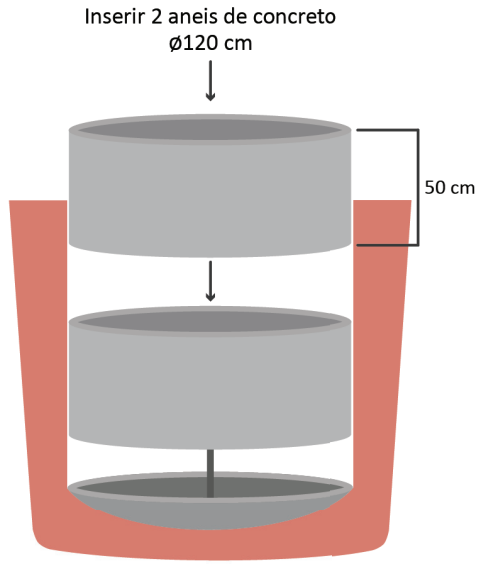


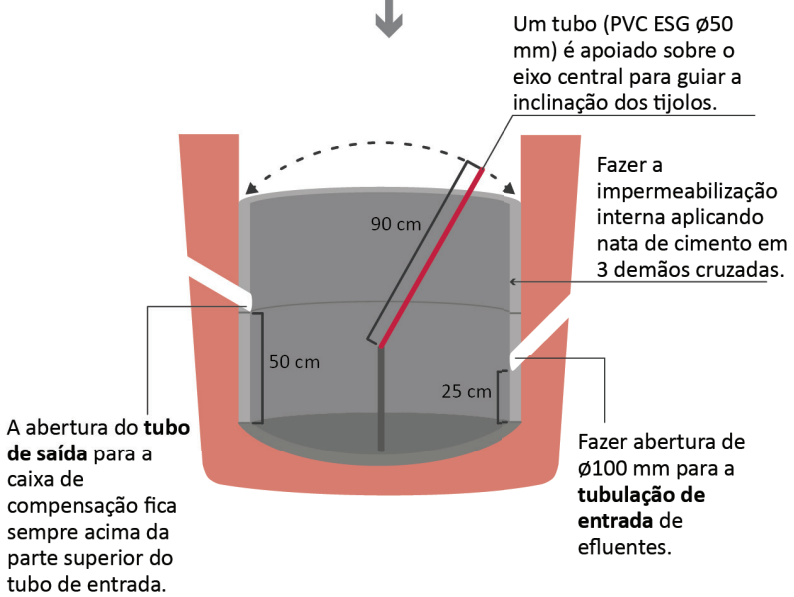
Como fazer o fundo côncavo:



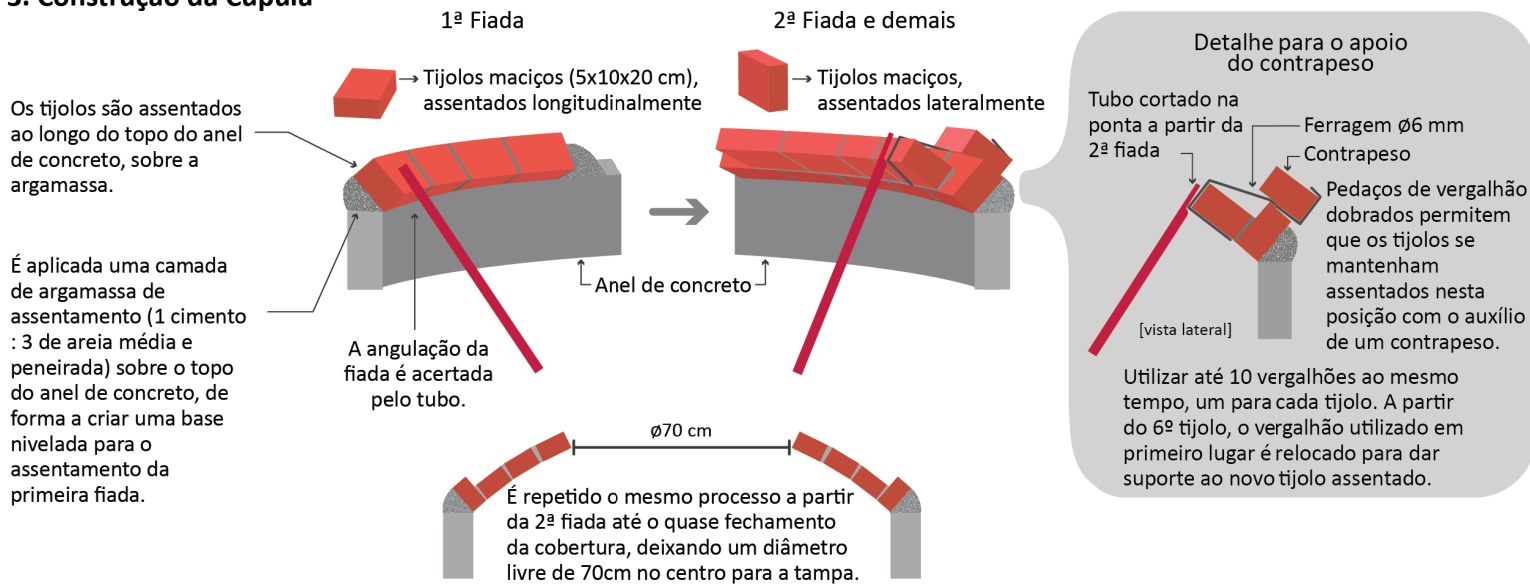
1. Encontrar o centro, no fundo, e traçar duas retas perpendiculares.
2. Fazer a escavação inicial em cruz, com 15 cm de profundidade no ponto central (mais fundo).
3. Retirar os "pedaços de pizza" respeitando a mesma declividade.
4. Fixar tubo PVC AF ø50 mm no centro da escavação, deixando 50 cm acima da base concretada
5. Cobrir o fundo com uma camada de 5 cm de concreto armado (1 parte de cimento : 3 de areia : 5 de pedra, com malha de ferro 10x10).

2. Montagem e Impermeabilização do corpo

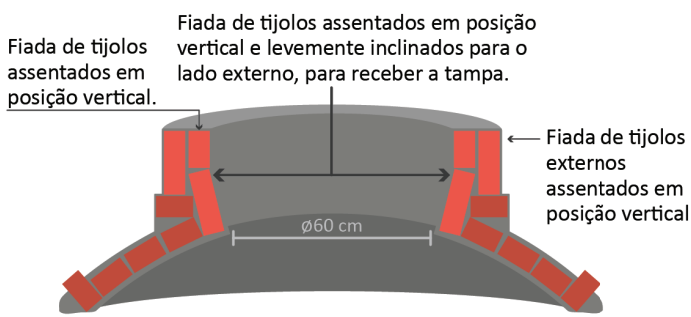




3. Construção da Cúpula



4. Construção da Abertura



3 Camadas de reboco nas superfícies interna e externa:
1ª. Traço 1:3;
2ª. Traço 1:2 e utiliza areia fina;
3ª. É usado apenas cimento e água que pode ser aplicado com colher de pedreiro ou trincha. Não usar esponja.

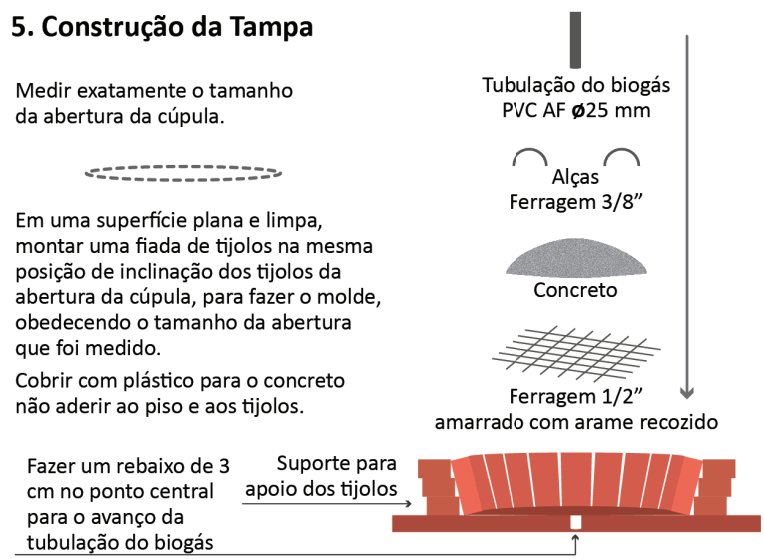
É muito importante na aplicação das três camadas pressionar com força a colher de pedreiro para garantir o enraizamento do cimento nas superfícies.

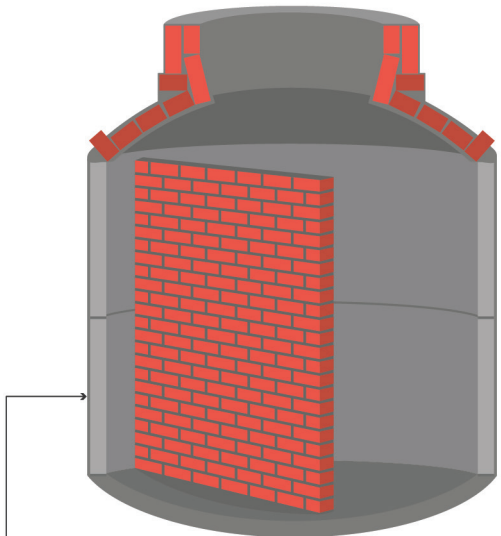
5. Construção da Tampa

Medir exatamente o tamanho da abertura da cúpula.

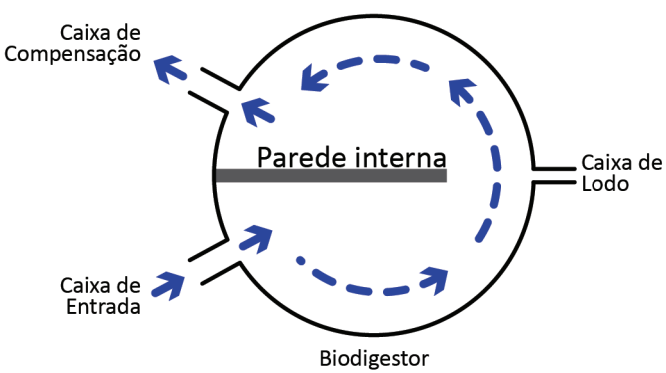
Em uma superfície plana e limpa, montar uma fiada de tijolos na mesma posição de inclinação dos tijolos da abertura da cúpula, para fazer o molde, obedecendo o tamanho da abertura que foi medido.

Cobrir com plástico para o concreto não aderir ao piso e aos tijolos.



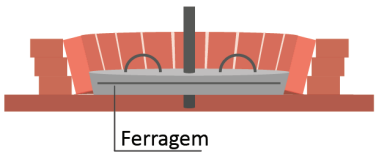


Antes de fechar a cúpula, fazer uma parede interna fina de tijolo maciço, localizada entre os canos de entrada e saída, que começa junto à parede do Biodigestor, sem fechar a passagem do fluxo de água de um cano ao outro. A altura dela deve estar a 5 cm acima do nível da água.

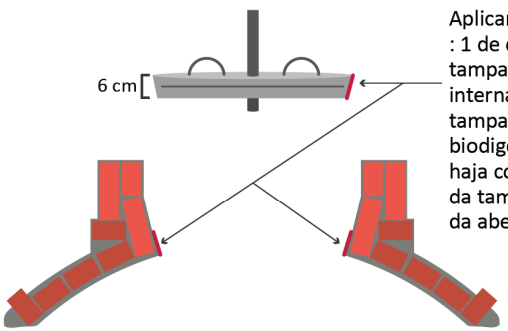


A parede cumpre função de fazer circular a água internamente, aumentando e aproveitando melhor o tempo de permanência da água no Biodigestor.

Construção da Tampa

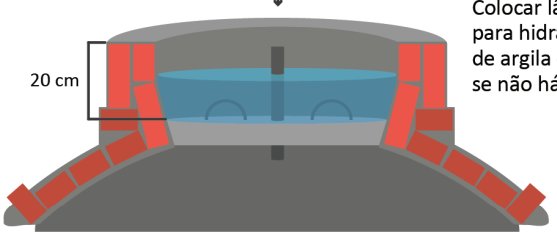


Deixar a tampa descansar por 3 dias. Depois, queimar a superfície lateral e o fundo.



Aplicar massa (2 de argila : 1 de cal) na lateral da tampa, e superfície interna da entrada da tampa na cúpula do biodigestor, para que não haja contato do concreto da tampa com o concreto da abertura.

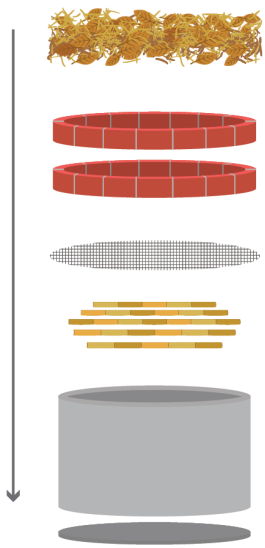
Assentar a tampa por igual com apoio dos pés para garantir a distribuição do peso e do contato com a superfície.



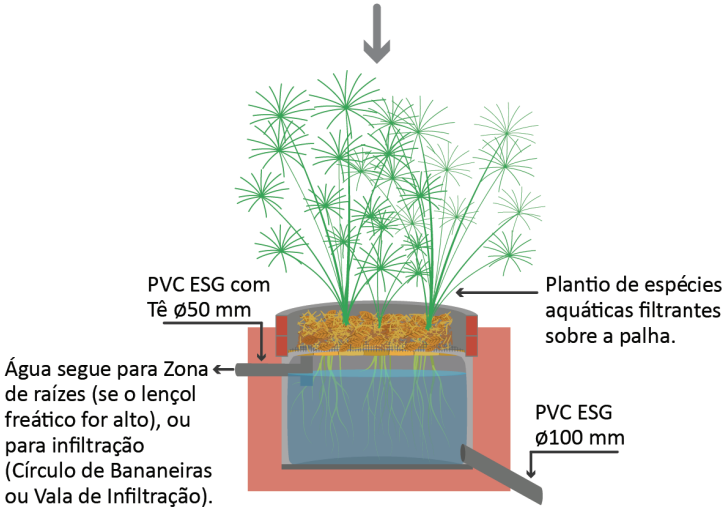
Colocar lâmina d'água para hidratar a massa de argila e cal e verificar se não há vazamentos.

Após verificar se há vazamentos, manter a tampa sempre com plantas aquáticas ou capa para evitar o contato do mosquito da dengue.

Caixa de Compensação



6. Preencher com palha até uma altura aproximada de 10 cm.
5. Duas fiadas de tijolos maciços, assentadas lateralmente, sobre a borda do anel de concreto (nesta etapa é possível substituir a construção com tijolos por mais um anel de concreto de 1 m).
4. Tela de mosquiteiro colocada sobre os bambus.
3. Varas de bambu colocadas sobre o apoio da borda do anel de concreto.
2. Anel de concreto
   ø80 cm
   50 cm de altura
1. Base em concreto magro

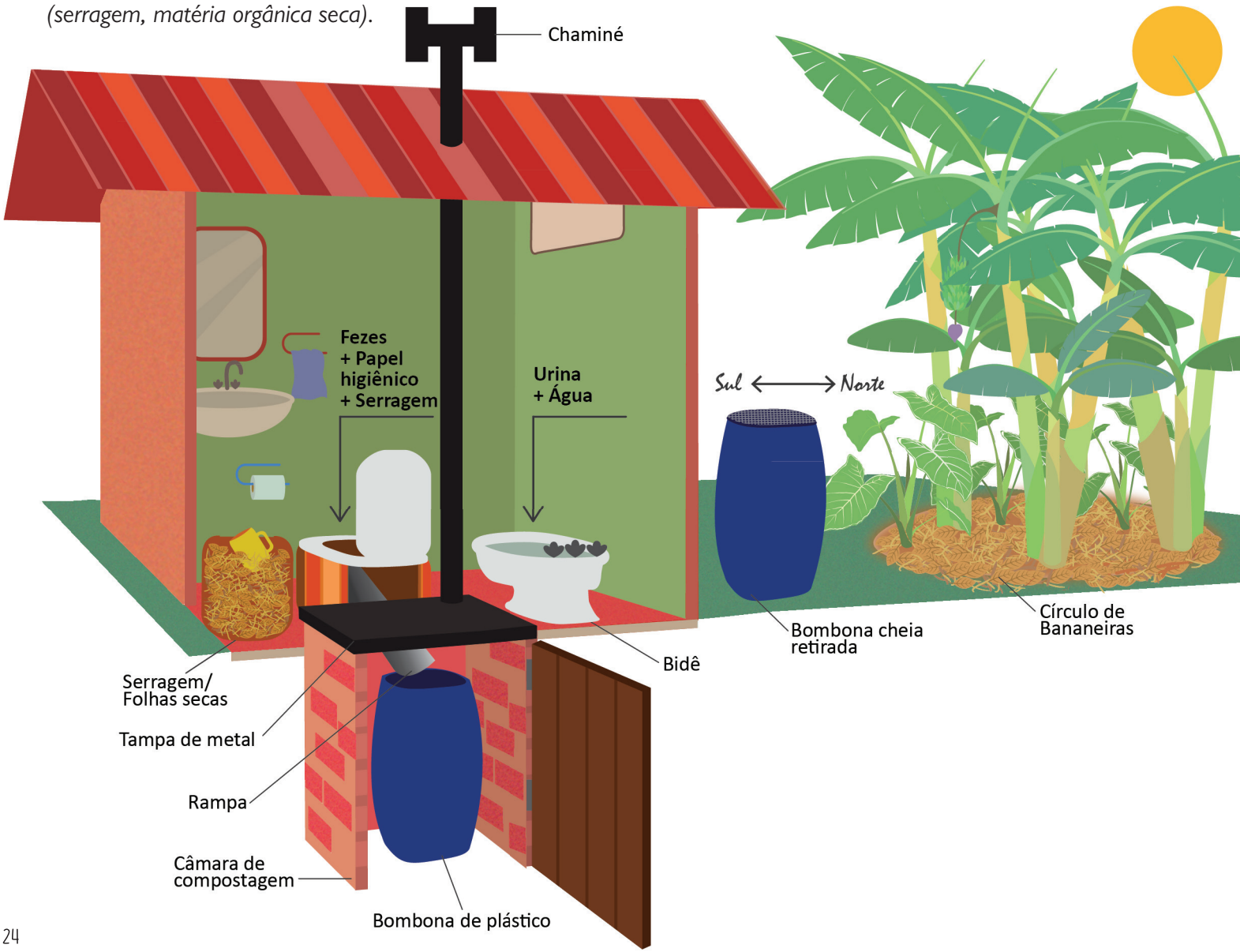


Assentamento da tampa do Biodigestor. Verava, Ibiúna/SP. Foto: Paola Samora.

Miro construindo a abertura da tampa do Biodigestor. Verava, Ibiúna/SP. Foto: Paola Samora.

BANHEIRO SECO

É um sanitário compostável que favorece a transformação de fezes em adubo a partir da mistura do material rico em nitrogênio (fezes, e eventualmente urina) e carbono (serragem, matéria orgânica seca).



Ele é chamado de banheiro seco porque não há utilização de água na descarga. Ao invés de água, após o uso do banheiro são despejadas serragem e folhas secas.

No processo de compostagem há uma elevação da temperatura que elimina os agentes patogênicos enquanto transforma as fezes em adubo.

O sistema que apresentamos foi concebido e implantado na Casa de Yvy Porã pelos permacultores Jorge Timmermann e Suzana Maringoni. Essa escolha foi feita porque trata-se de um sistema integrado ao ambiente interno de uma casa, sem demandar a construção de uma estrutura externa[1].

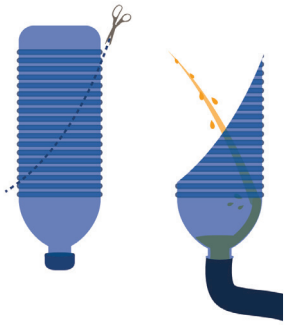
Vantagens

- É uma alternativa muito recomendada para locais com escassez de água já que não a usa no sistema;
- O papel higiênico pode ser descartado no vaso sanitário após o uso e será compostado na bombona;
- O manejo é simples, qualquer problema pode ser facilmente resolvido. O usuário não terá problemas como entupimentos, infiltração e outros comuns de vasos sanitários que utilizam água;
- Gera adubo compostado que pode ser depositado diretamente em árvores.

[1] O Banheiro seco – parte interna, disponível em < https://yvypora.wordpress.com/2010/04/25/o-banheiro-seco-parte-interna/>. O Banheiro seco – parte externa, disponível em < https://yvypora.wordpress.com/2010/04/12/o-banheiro-seco-parte-externa/>

Considerações

- No hemisfério sul o ideal é que a câmara esteja virada para a face norte - face em que o sol predomina no inverno;
- Em locais muito ensolarados especialmente no centro-oeste e nordeste do Brasil, deve-se atentar para que a insolação não resseque o material da câmara de compostagem. Se isso ocorrer pode-se dispensar a pintura preta da chapa de cima da câmara;
- Deve-se evitar urinar no vaso sanitário pois a urina desequilibra o processo de compostagem por adicionar mais nitrogênio na compostagem. Por isso é recomendado que a urina seja feita em um bidê e vai diretamente para o Círculo de Bananeiras juntamente com a água da pia e outras águas cinzas;
- No caso de uso predominante por mulheres, a dica é fazer a coleta da urina na parte da frente do assento, no local onde o jato de urina cai. Essa coleta pode ser feita cortando-se a metade superior de uma garrafa plástica e dispondo a abertura maior para a entrada da urina, e conduzindo por um cano a urina para o círculo de bananeiras, sem a necessidade de depositar serragem aí;
- Após o uso a tampa do assento sanitário deve ficar fechada.



Detalhe para corte da garrafa plástica para coleta da urina

Manejo/Manutenção

- É importante garantir que o material seco (serragem, palha ou folhas secas) estejam sempre disponíveis no banheiro já que serão utilizadas para descarga no lugar da água e possibilitar a compostagem das fezes;
- É recomendado que a bombona seja retirada da câmara quando estiver cheia até a metade para receber circulação de ar e facilitar a compostagem. Ela deve ficar em local abrigado da chuva e deve ser colocada ao sol sempre que possível. O tempo de descanso para compostagem completa é de cerca de 6 meses. Sugere-se que a bombona seja fechada com uma tela para não entrar bichos, mas ao mesmo tempo possibilitar a evaporação das águas. Depois, o composto pode ser usado diretamente nas árvores como adubo ou também pode ser colocado no minhocário a fim de ser transformado em húmus.

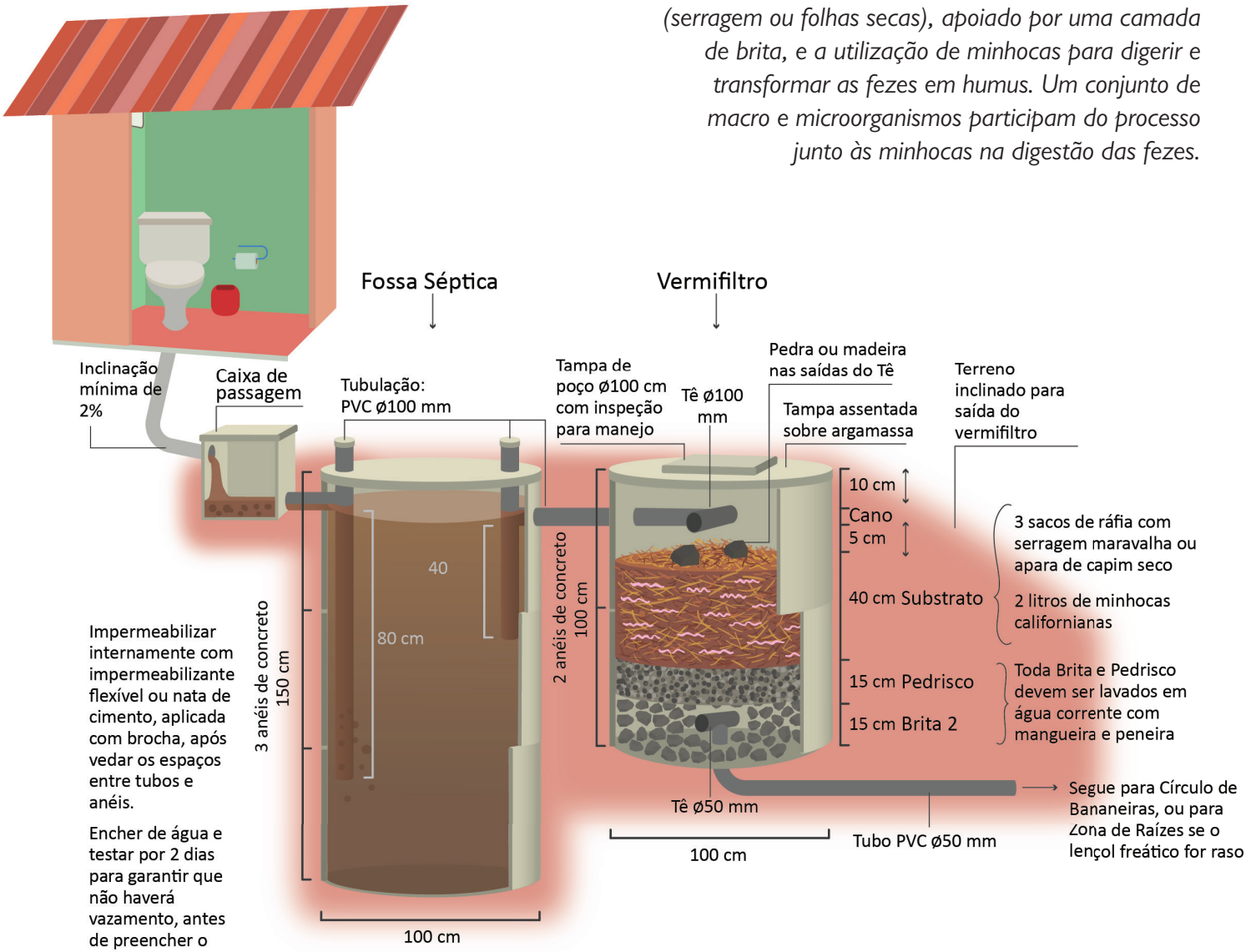
Depois de 6 meses o resíduo compostado pode ser colocado nos pés das frutíferas. Milagres do Maranhão/MA. Fonte: http://www.banheirosmudamvidas.com.br/#bason

Projetando o sistema

- O exemplo aqui apresentado é projetado para o uso diário de duas pessoas. Se a demanda for maior pode-se optar por utilizar uma bombona de tamanho maior ou apenas ter mais bombonas disponíveis para troca - com mais uso a bombona encherá mais rápido e o tempo de troca também será mais rápido;
- A rampa sinalizada na ilustração é idealmente de aço inox, mas pode ser também de aço galvanizado ou alumínio. Ela é fixada na lateral de apoio do vaso com parafusos. Deve ter no mínimo 45° de declividade e 90 cm de comprimento;
- A câmara de compostagem onde fica a bombona é de tijolos e fechada para animais não entrarem;
- A tampa de metal pode ser uma chapa de zinco nº 28, pintada de preto para aquecer, facilitar a saída dos odores e matar os patógenos;
- A chaminé deve ter a saída com dois canos T, da forma como representada na ilustração, para evitar a entrada da água da chuva.

VERMIFILTRO

O sistema consiste na filtragem da água com a utilização de um meio suporte rico em carbono (serragem ou folhas secas), apoiado por uma camada de brita, e a utilização de minhocas para digerir e transformar as fezes em humus. Um conjunto de macro e microorganismos participam do processo junto às minhocas na digestão das fezes.



O vermifiltro pode ser precedido por uma fossa séptica, que fará a pré-digestão do material e também protegerá as minhocas de produtos químicos danosos a elas. O conteúdo extravasado pela fossa séptica é direcionado para o vermifiltro e recai sobre uma camada de matéria seca (serragem maravalha, ou apara de grama seca) onde ficam as minhocas. Esta camada retém a maior parte dos sólidos que junto à matéria seca será transformada em composto por ação das minhocas e demais organismos. O líquido (efluente) resultante da filtragem é coletado por um sistema de drenagem e conduzido à próxima etapa de tratamento (círculos de bananeiras ou valas de infiltração para locais com lençol freático profundo, ou zonas de raízes - wetlands - para locais com lençol freático raso).

Ainda que a tecnologia da vermi filtragem possa ser aplicada para o tratamento de águas servidas (mistura de água cinza e preta), a versão aqui apresentada é destinada somente ao tratamento de água preta.

Vantagens

- Os materiais utilizados são de baixo custo e fáceis de ser encontrados;
- O efluente do vermifiltro é rico em nutrientes e pode ser utilizado para irrigação de plantas e frutíferas;
- O sistema é bastante compacto por realizar a filtragem da água e não a detenção como ocorre em outros sistemas;
- O sistema requer pouca manutenção e dispensa o uso de limpa-fossa já que o lodo produzido na fossa séptica é direcionado para o vermifiltro e é naturalmente compostado.

Considerações

- As minhocas são seres vivos e por isto precisam se alimentar frequentemente. Ainda que a “alimentação” não necessite ser feita diariamente, é importante que não haja intervalos muito longos no uso dos vasos;
- É importante garantir que a água do ambiente externo não escoe para o interior do vermifiltro, o que causaria o alagamento e possível afogamento ou fuga das minhocas;
- A utilização de produtos de limpeza convencionais deve ser feita com cautela, pois afeta a saúde dos microrganismos e das minhocas;
- A espécie de minhoca mais utilizada é a californiana (*Eisenia foetida*) que é exótica ao Brasil, mas facilmente encontrada. Pode-se, também, utilizar a espécie nativa conhecida popularmente como pula-pula;
- Por se tratar de um sistema cuja operação se dá por gravidade por um cano de diâmetro 100mm, o material conduzido ao vermifiltro tende a se acumular próximo à área do deságue, o que inviabiliza a utilização de recipientes ou tanques de diâmetro maior do que o sugerido;
- No lugar dos anéis de concreto é possível utilizar bombonas de 200 litros;
- Fazer o teste de estanqueidade descrito na p. 36.

Manejo/Manutenção

- Especialmente nos primeiros meses de operação, quando a matéria seca começa a reduzir de volume à medida em que começa o processo de compostagem, é fundamental adicionar mais material para repor a camada inicial de 40cm de substrato;
- É interessante revolver o substrato com o uso de um garfo para pasto a cada 2 meses para impedir a formação de caminhos preferenciais de fluxo da água, o que potencialmente compromete a qualidade do tratamento oferecido pelo vermifiltro;
- Com o tempo a matéria seca vai sendo compostada e a quantidade de minhocas vai aumentando. Em certo momento é necessário remover este composto, que poderá ser utilizado como adubo e reestruturador do solo;
- Ainda que se trate de humus, deve-se lembrar que o composto tem origem na digestão de fezes, assim, é importante que o manejo do composto seja feito com material de proteção como luvas, calçados e roupas que impeçam o contato com a pele;
- Para fins de manutenção algumas pessoas preferem usar dois vermifiltros de forma alternada, o que permite que um dos sistemas, após cheio, possa ser colocado em repouso para a completa digestão das fezes nele retida, enquanto a outra unidade é colocada em operação.

Projetando o sistema

- O vermifiltro no formato sugerido é capaz de lidar tranquilamente com o efluente gerado por até 8 pessoas. A utilização por um número maior de usuários pode acontecer temporariamente, mas não deve ser usada por uma duração maior do que 1 ou 2 dias;
- No caso da construção do vermifiltro sem a fossa séptica preliminar, o uso deve ser restrito à até 5 pessoas;
- No caso de um número constante maior de usuários pode-se eventualmente recorrer à divisão de fluxos sugerida na seção “irrigação de frutíferas com água cinza”, ou à utilização de outros formatos de vermifiltragem que envolvam a trituração preliminar dos resíduos, não descritas neste material;
- O terreno deve ter uma inclinação que permita que o líquido resultante da filtragem (efluente) possa ser recolhido e conduzido a seu destino final, por gravidade.

Última camada do Vermifiltro coberto com serragem, pronto para receber as minhocas. Verava, Ibiúna/SP. Foto: Paola Samora.

FOSSA-FILTRO COM ANÉIS DE CONCRETO

Esse sistema é usado para o tratamento de águas servidas misturadas, ou mesmo de águas pretas.

Fossas séptica

Filtros anaeróbicos plantados

Círculo de Bananeiras

Caixa de passagem

Inspeção CAP ø100 mm

Furar joelhos ø20 mm

Furar joelhos ø20 mm

Caixa de passagem

40 cm

80 cm

Impermeabilização interna, aplicar impermeabilizante com trincha, 3 demãos cruzadas em todas as estruturas.

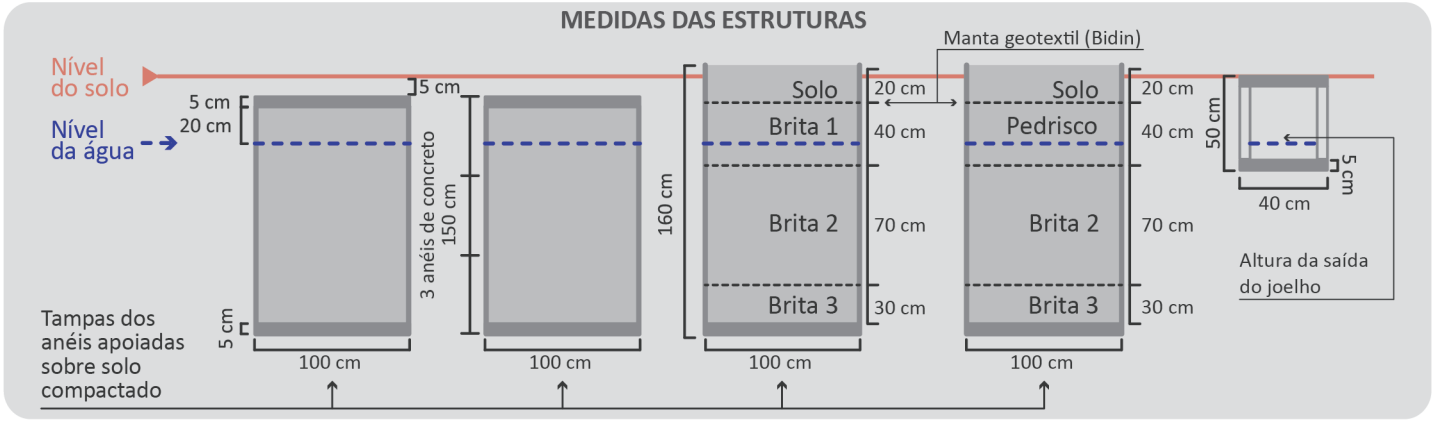
PVC ESG ø75 mm

Tubulação: PVC ESG ø100 mm

50 furos de ø10 mm na parte debaixo dos tubos

50 furos de ø10 mm ao redor dos tubos

Joelho PVC ESG ø100 mm centralizado na caixa. A altura da saída da água no joelho fica acima do nível dos canos horizontais no filtro plantado. Não colar, usar anel de vedação.



O sistema aqui descrito é integralmente baseado no trabalho do técnico em Saneamento Albino Eliseu (in memorian).

Sistema que recorre à utilização de anéis de concreto empilhados para a montagem de ao menos duas torres de fossa séptica, e pelo menos uma torre de filtro anaeróbio, por isso o nome fossa-filtro. Na superfície das torres de filtro são colocadas plantas aquáticas (macrófitas) emergentes, oferecendo um grau superior de qualidade do tratamento antes da aplicação para fertirrigação.

No estágio de fossa séptica ocorre a maior retenção de sólidos, com uma maior formação de lodo no primeiro tanque e menor, mas ainda significativa, no tanque seguinte. A retenção nos dois tanques é fundamental para oferecer água com baixo teor de sólidos no filtro anaeróbio, cujo preenchimento com pedras apoiado pelas plantas instaladas na superfície oferece um elevado grau de redução da carga orgânica e polimento final da água. Além de manter o espaço aberto entre as pedras, as raízes das plantas oferecem um meio para o crescimento de microorganismos que colaboram na degradação dos poluentes orgânicos e transformam em alimento para as plantas, produzindo canteiros com forte apelo estético e água em boa qualidade.

Vantagens

- A utilização de anéis de concreto em substituição à alvenaria comum permite que mão de obra com menor qualificação seja capaz de executar os sistemas de tratamento;
- O sistema recorre à utilização de fossas sépticas e filtros anaeróbicos, elementos de tratamento bastante corriqueiros, apoiados pela capacidade de absorção de nutrientes das plantas, oferecendo qualidade superior de tratamento;
- Pode-se utilizar plantas que apresentam um valor paisagístico para o local, tornando-o mais bonito e funcional;
- As plantas se desenvolvem muito rápido, devido a constante presença de nutrientes e umidade, gerando biomassa que pode ser compostada e utilizada como adubo ou cobertura vegetal;
- A fossa filtro pode ser feita tanto em terrenos mais inclinados, quanto em terrenos mais planos.

Considerações

- Uma vez que as torres são formadas necessariamente por pelo menos 3 anéis empilhados, o que oferece uma altura de cerca de 1,50m, somada das alturas das bases e tampas, lidamos minimamente com uma altura aproximada de pouco menos de 2m. Neste caso, é fundamental que o lençol freático esteja mais baixo do que esta altura para não dificultar o processo de construção;

- Utilizar espécies emergentes que se desenvolvam plenamente mesmo diante da presença de água. Algumas opções são: papiro, cana do brejo, pontederia (orelha de veado) e lírio do brejo;
- É importante que a espécie escolhida esteja adaptada ao clima do local, por isto, deve-se considerar como boa opção aquelas plantas que são encontradas facilmente na região;
- O desenvolvimento das plantas aquáticas depende do acesso de suas raízes à água por isso é importante que o nível de água no interior dos filtros plantados esteja em altura apropriada. Para isso, e especialmente em terrenos planos, é importante que a parte baixa da tubulação de entrada na fossa séptica esteja a cerca de 15 a 20cm da superfície do solo;
- Deve-se evitar a utilização de produtos de limpeza convencionais, pois podem comprometer a saúde dos microorganismos que apoiam o processo de tratamento da água. Recomenda-se a utilização de produtos naturais e biodegradáveis, e, ainda assim, com parcimônia. A utilização dos convencionais deve ser esporádica e em pequena quantidade;
- A montagem da torre com empilhamento dos anéis de concreto exige a compactação prévia do solo sobre o qual a torre estará montada, com a aplicação de um contra-piso, ou mesmo da utilização de tampas pré-moldadas como base para a torre, de forma que toda a estrutura esteja estável durante toda a vida útil do sistema. A eventual acomodação da torre pode gerar fissuras que comprometam a vedação do tanque após impermeabilização, assim, para solos de natureza instável sugere-se a aplicação de impermeabilizantes flexíveis;
- Como todo sistema que requer a impermeabilização completa dos tanques, há que se testar a qualidade da impermeabilização antes de permitir que as águas servidas sejam destinadas aos tanques. Para isso, deve ser feito o teste de estanqueidade, que consiste em adicionar água em todos os tanques após o término da impermeabilização e verificar se há rebaixamento do nível de água. Se a impermeabilização estiver adequada não deve haver rebaixamento no nível, caso contrário, deve-se permitir que o nível rebaixe até atingir um equilíbrio, o que indicará o nível onde estão ocorrendo os vazamentos, que devem ser necessariamente corrigidos.

Manejo/Manutenção

- O lodo produzido nas fossas sépticas deve ser removido, no máximo, a cada 2 anos, caso contrário será empurrado para os filtros anaeróbios gerando entupimento;
- As plantas instaladas sobre a superfície dos filtros anaeróbios podem ser manejadas como um canteiro qualquer, passando por poda, desbaste, raleio, etc, mas se houver necessidade de manejo no solo recomenda-se a utilização de luvas apropriadas;
- Para elevar a eficiência na remoção de nutrientes, recomenda-se o corte raso das plantas duas vezes por ano.

Projetando o sistema

fossa séptica

O volume disponível nas fossas sépticas deve ser capaz de reter o efluente por 3 dias, no que chamamos de Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) de 3 dias, sempre em pelo menos 2 tanques. Assim, considerando inicialmente uma família típica de 5 pessoas, com geração diária de 120 litros por pessoa:

Volume total = 3 dias x (5 pessoas x 120 litros/pessoa/dia) = 1.800 litros

Como cada tanque possui pelo menos 3 anéis de altura, o que oferece uma altura útil (descontados vãos livres entre a tampa e os tubos) de cerca de 1,20m, e possui diâmetro total interno de 1,0m, usando a fórmula do volume do cilindro como base para nosso cálculo, temos:

$$\text{Volume} = \Pi . r^2 . h$$

$$\text{Volume} = 3{,}14 \,.\, (0{,}5^2) . 1{,}2$$

$$\text{Volume} = 0{,}94 m^3, \text{ ou } 940 \text{ litros}$$

Desta forma, para que a fossa séptica seja capaz de acolher 3 dias de uso, o volume total necessário será de:

$$\text{Número de tanques} = \frac{1.800}{940} = 1{,}9 \approx 2 \text{ tanques}$$

Assim, devemos recorrer a 2 torres para fossa séptica. Importante: NUNCA construir este sistema com menos de duas torres destinadas à função de fossa séptica, uma vez que, conforme explicado anteriormente, a retenção de lodo nesta fase é fundamental para impedir o entupimento do recheio de pedras utilizado como meio suporte no filtro anaeróbio.

filtro anaeróbio

O dimensionamento do filtro anaeróbio é feito de acordo com as instruções da norma brasileira NBR 13969 (Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação), a partir da qual o volume do leito filtrante é calculado a partir da fórmula:

$$V = 1{,}6 . N . C . T$$

onde:

N: número de contribuintes (usuários)

C: contribuição diária por pessoa

T: Tempo de detenção hidráulica (adotado em 1 dia para efeito de simplificação)

Assim, recorrendo aos números já definidos de 5 usuários e contribuição diária de 120 litros por usuário por dia, temos:

$$V = 1{,}6 \times 5 \times 120 \times 1$$

$$V = 960 \text{ litros}$$

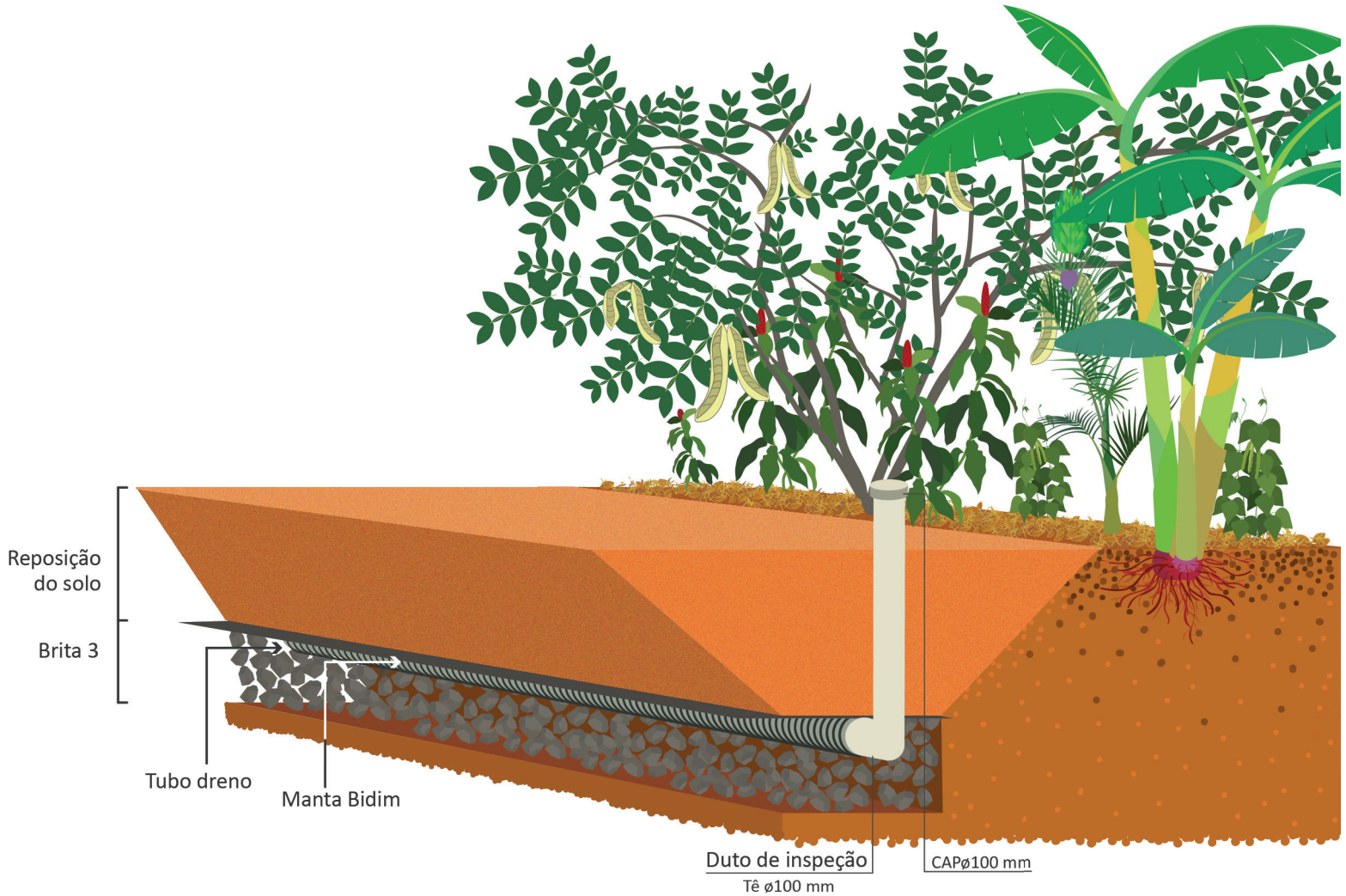
Como já calculamos anteriormente, que um tanque com diâmetro 1m e altura útil de 1,20m apresenta volume de 940 litros, o número de tanques necessário para o filtro anaeróbico é de:

$$\text{Número de tanques} = \frac{960}{940} = 1{,}02 \approx 1 \text{ tanque}$$

Por fim, o efluente deve ser direcionado para infiltração, seja para um círculo de bananeiras, já descrito antes, ou mesmo para uma vala de infiltração, ou de fertirrigação como também é chamada.

VALA DE INFILTRAÇÃO

Sistema complementar de tratamento de águas servidas com aproveitamento dos nutrientes para as plantas. Também chamada de vala de fertirrigação, pois retorna os nutrientes presentes nas águas servidas ao solo, fertilizando-o.



O sistema é constituído por uma vala escavada no solo preenchida com pedras que envolvem a tubulação. No seu entorno são plantadas espécies (inclusive frutíferas) que se beneficiam da umidade e fertilidade disponibilizada pelas águas tratadas.

É considerado também um tratamento complementar, uma vez que o solo e os microrganismos nele presentes fazem uma purificação final da água antes do retorno e contato com o lençol freático.

Vantagens

- O sistema é de implantação fácil e de baixo custo, com materiais que podem ser encontrados com facilidade;
- A formação de um núcleo de umidade e fertilidade em seu entorno pode ser aproveitada para o cultivo de espécies frutíferas que se desenvolvem bem em ambiente úmido, como as bananeiras, pitangueira, amoreira além das frutíferas nativas típicas de mata ciliar e outras espécies ornamentais de interesse;
- Esse sistema ajuda na regeneração de solos desgastados, por levar umidade e favorecer o desenvolvimento de plantas;
- Ele favorece a reconstrução do ciclo local da água, pois abastece o lençol freático e devolve umidade para o ar através da evapotranspiração das plantas;
- Através de processos físicos (filtragem pelas pedras) e biológicos (ação de bactérias) remove substâncias da água que poderiam ser poluentes.

Considerações

- Para que a capacidade de infiltração do solo seja maximizada é importante que a superfície do solo seja escarificada (quebrada) antes de adicionar as pedras no corpo da vala de infiltração;
- Com o intuito de preservar a qualidade da água local, a vala de infiltração não é indicada para locais com lençol freático alto (acima de 1,50 m) nem para solos arenosos. Também não se recomenda instalá-la próxima a corpos d'água, como rios e mananciais;
- Solos com permeabilidade muito baixa (com elevada presença de argila) não são os mais indicados devido a sua baixa capacidade de infiltração, e consequente necessidade de grandes comprimentos das valas;
- Na hora de escolher plantas para o entorno, utilize aquelas que tenham raízes não agressivas. Árvores devem ser plantadas a uma distância maior, ornamentais pequenas podem estar mais próximas e gramíneas pode estar sobre o sistema, desde que as raízes não sejam agressivas;
- A vala de infiltração precisa de oxigênio para que funcione bem, por este motivo, ela não pode ser mantida afogada (cheia de água). Sendo assim, recomenda-se a implantação de pelo menos duas valas, que possam ser eventualmente usadas de forma alternada, mas que possam operar individualmente atendendo 100% da quantidade de água recebida.

Projetando o sistema

Como o tipo de solo onde a vala é escavada é o determinante dos processos de infiltração, é necessário fazer primeiramente um teste de infiltração no local onde se deseja instalar a vala para melhor dimensionamento da mesma (consulte a seção sobre teste de infiltração na p. 13).

Como exemplo consideraremos aqui as mesmas referências utilizadas para o cálculo da fossa-filtro, no qual 5 pessoas geram uma contribuição de 120 litros por pessoa por dia, para um total de 600 litros por dia, que é o volume total a ser infiltrado. Supondo que o local para instalação da vala apresente capacidade de infiltração de 60 litros por metro quadrado por dia (60l/m².dia), a área total de infiltração necessária seria de:

Processo de construção da vala de infiltração. Verava, Ibiúna/SP. Foto: Rosemiro P. Oliveira.

$$\text{Área} = \frac{\text{volume diário}}{\text{capacidade de infiltração}}$$

$$\text{Área} = \frac{600}{60} = 10\text{m}^2$$

Assumindo que vamos trabalhar com uma vala de 80cm de largura e 40cm de profundidade, da qual são úteis apenas 30cm já que o tubo dreno tem diâmetro 10cm (100mm), a largura útil da vala para fins de infiltração é dada pela soma da largura propriamente dita (80cm) com a altura livre das laterais (30cm + 30cm), assim, o comprimento da vala é dado por:

$$\text{Comprimento} = \frac{10}{(0{,}80 + 0{,}30 + 0{,}30)} \approx 7{,}5 \text{ m}$$

Para as condições apresentadas é necessária uma vala com 7,5m de comprimento, 80cm de largura, e 30cm de altura útil, lembrando que a recomendação é que sejam feitas ao menos duas valas de mesma capacidade.

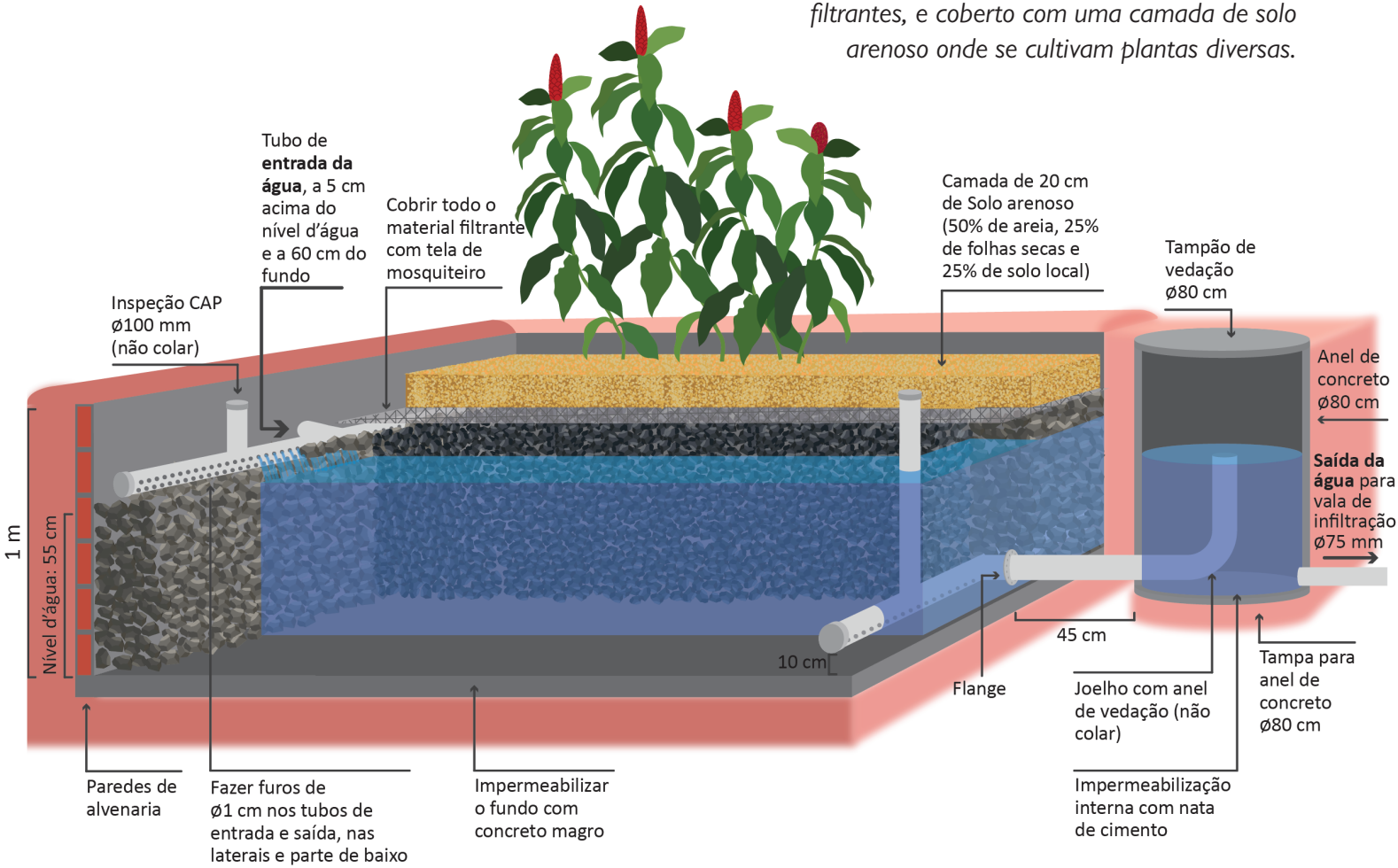
Manejo/Manutenção

A vala de infiltração praticamente dispensa manutenção, pois ela recebe a água servida que foi previamente tratada. Sendo assim, processos de remoção de lodo, gordura e outros materiais que possam causar entupimento já foram realizados nas etapas anteriores. O manejo básico consiste em fazer o trato das plantas de seu entorno e garantir que as raízes não danifiquem o sistema.

ZONA DE RAÍZES

WETLANDS CONSTRUÍDOS OU JARDINS FILTRANTES

O sistema, também conhecido como wetlands construídos ou Jardins Filtrantes consiste em um tanque impermeável, com tubulações de entrada e de saída, preenchido com materiais filtrantes, e coberto com uma camada de solo arenoso onde se cultivam plantas diversas.



As plantas são elementos fundamentais neste sistema, pois suas raízes percorrem o meio filtrante levando oxigênio e servindo de suporte para que os microorganismos ali presentes façam seu trabalho com êxito, transformando os resíduos orgânicos em alimento e disponibilizando nutrientes para o crescimento das plantas.

Vantagens

- O desenvolvimento das plantas é favorecido pela constante presença de água e de nutrientes, criando canteiros com valor estético agregado pois as plantas utilizadas podem ser incorporadas ao paisagismo local;
- É possível selecionar plantas que gerem renda, como corte de flores ou bastões, ou mesmo através da compostagem de poda para posterior utilização como adubo;
- É um sistema complementar que pode ajudar bastante especialmente locais onde o nível do lençol freático é elevado, e há, portanto, uma necessidade ainda maior de oferecer um sistema de tratamento onde a qualidade final seja adequada e não comprometa o lençol freático.

Aguapés na Zona de Raízes. Banana Bamboo Ecolodge, Ubatuba/SP. Foto: Banana Bamboo.

Considerações

- Este sistema só deve receber a água servida após um tratamento prévio, como a fossa séptica para água preta e mista ou a decantação de sólidos para água cinza. Sem esta etapa anterior, a zona de raízes acabará tendo problemas com entupimentos e a manutenção será mais trabalhosa;
- As plantas escolhidas para a zona de raízes precisam ser tolerantes ao clima local, e especialmente, não devem ser invasoras. Algumas possibilidades são: copo de leite, papiro, mini papiro, sombrinha chinesa, cana do brejo e biri;
- Ainda que estejamos habituados a utilizar pedra britada (brita) e areia, é importante lembrar que estes materiais são finitos e são minerados para serem disponibilizados para nosso uso. Neste sentido, cabe reforçar a importância de utilizar, sempre que possível, materiais locais reciclados, como entulho, ou mesmo brita e areia reciclados, disponíveis em algumas cidades por empresas que fazem a moagem e peneiração de entulho de obras. Nesta mesma linha, alguns experimentos atuais têm recorrido à utilização de estruturas de madeira ou bambu imersas na água e que ofereçam suporte para o desenvolvimento das raízes das plantas, dispensando a utilização de pedra e areia com recheios dos tanques;

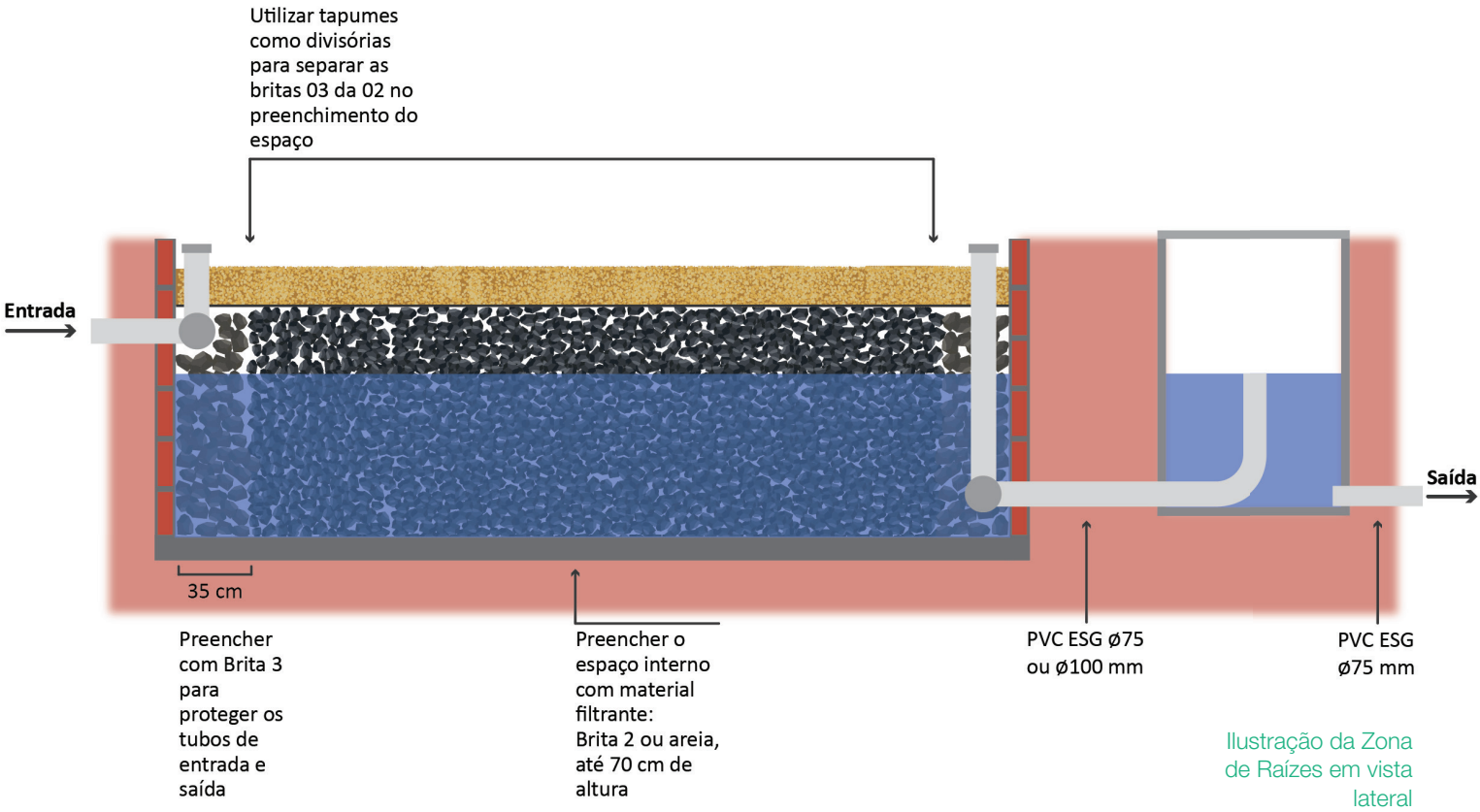


Ilustração da Zona de Raízes em vista lateral

- O formato apresentado aqui é conhecido tecnicamente como sistema de fluxo horizontal subsuperficial, mas existem inúmeras variações de arranjos como os sistemas de fluxo vertical ascendente ou descendente, fluxo horizontal com lâmina aparente e plantas emergentes, e fluxo horizontal aparente com plantas flutuantes, ou combinação destes. Para um aprofundamento técnico na temática consulte o manual oferecido pelo grupo Wetland Brasil, redigido pelos professores Pablo Sezerino e Marcos Von Sperling.

Manejo/Manutenção

A manutenção do sistema consiste, basicamente, no manejo das plantas. É preciso estar atento à etapa anterior à zona de raízes e garantir que o lodo produzido anteriormente seja removido com periodicidade e não chegue jamais à zona de raízes. Se o lodo chegar ao sistema ocorrerá entupimento do meio filtrante (pedra ou areia), o que exigirá sua remoção, limpeza e recolocação.

Projetando o sistema

Existem inúmeras referências de cálculo para este sistema, mas para efeito de simplificação vamos adotar uma orientação que envolve a adoção de valores de Tempo de Retenção Hidráulica (TDH):

Água cinza: 2 dias

Adotando o perfil de uso de 5 pessoas em uma residência, com consumo individual de 120 litros por pessoa por dia, do qual a água cinza perfaz cerca de 75% do total, temos um volume total de:

$$\text{Volume}_{\text{cinza}} = 5.120.0{,}75 = 450 \text{ litros}$$

Assim, e considerando o TDH de 2 dias, precisamos de um tanque com capacidade de armazenamento útil de 900 litros (2 x 450 litros).

No entanto, considerando a utilização de brita 2 como meio suporte para as plantas, do qual tem-se cerca de 35% de volume útil (volume efetivamente ocupado pela água), para cada metro cúbico (ou 1.000 litros) de espaço nos tanques, há uma disponibilidade de 0,35m³ (350 litros) de água. Assim, e sabendo que precisamos de um tanque com volume útil de 900 litros, o volume total do tanque pode ser calculado através da aplicação da regra de três:

Volume total	Volume útil
1m³	0,35m³
X	0,9m³

Assim, o volume total do tanque deve ser de:

$$X = \frac{1 \times 0{,}9}{0{,}35} = 2{,}57 \text{ m}^3$$

Assumindo uma altura útil de 50cm, a área total do tanque é de:

$$\text{Área} = \frac{2{,}57}{0{,}5} = 5{,}14 \text{ m}^2$$

Assumindo uma largura livre de 1,20m, o comprimento do tanque deve ser de:

$$\text{Comprimento} = \frac{5{,}14}{1{,}20} = 4{,}28 \approx 4{,}30 \text{ m}$$

Como é interessante que hajam ao menos dois tanques de tratamento, seriam necessários dois tanques com largura 1,20m, e 2,15m de comprimento.

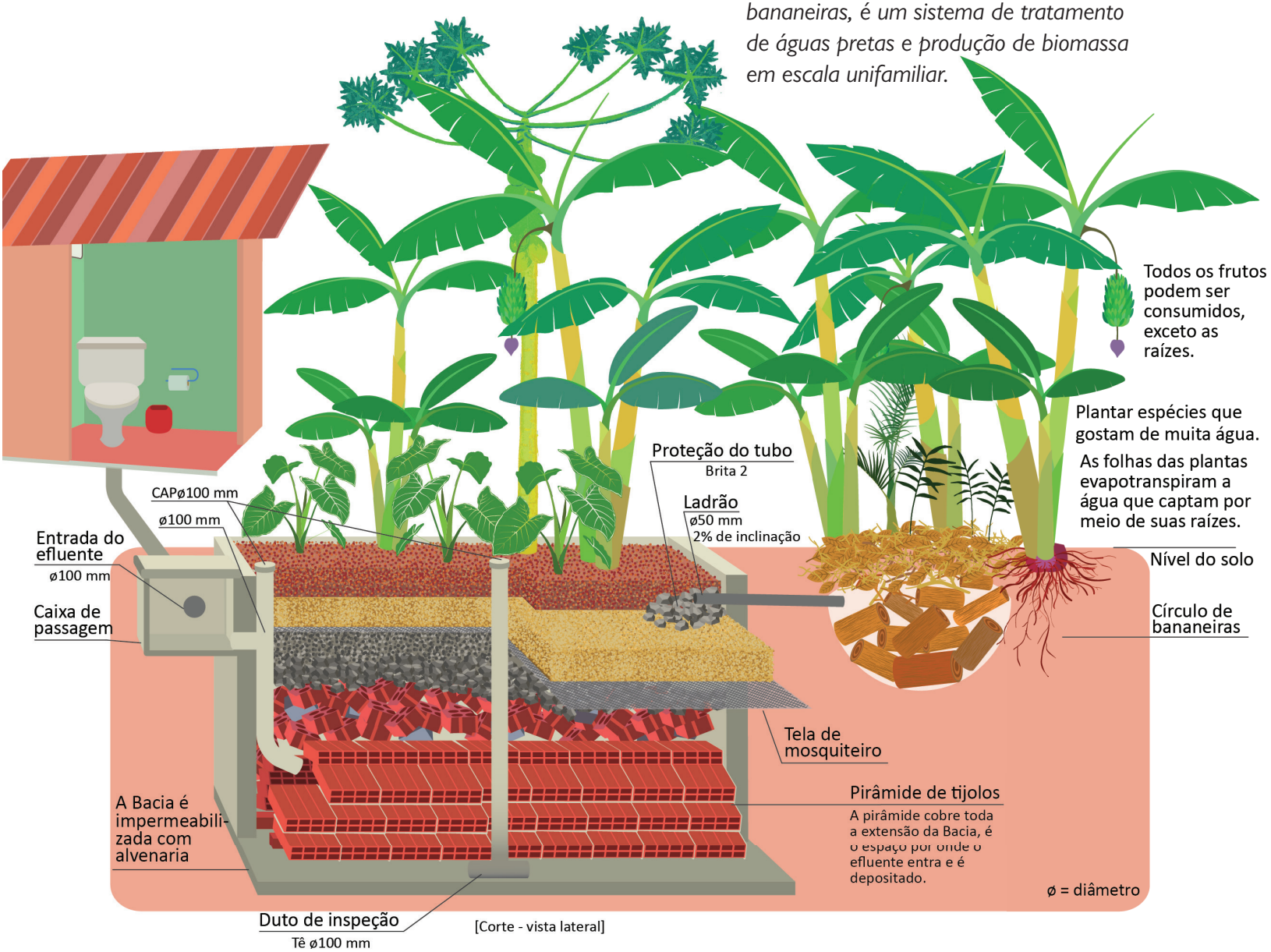
Água mista (esgoto): 3 dias, adotando os mesmos procedimentos de cálculo acima

Água preta (vasos sanitários): 4 ou mais dias, adotando os mesmos procedimentos de cálculo acima

Zona de Raízes implantada no Banana Bamboo Ecolodge, Ubatuba/SP. Foto: Banana Bamboo.

BACIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO

A bacia de evapotranspiração (BET), também conhecida como Tanque de Evapotranspiração (TEVAP) ou fossa de bananeiras, é um sistema de tratamento de águas pretas e produção de biomassa em escala unifamiliar.



É um sistema que lida somente com águas pretas e propicia a purificação da água ao mesmo tempo que gera nutrientes para o desenvolvimento de plantas em sua superfície. **Este sistema é indicado para locais onde há elevada taxa de evaporação e evapotranspiração**, ou seja, secos, e eventualmente sujeitos à ventos frequentes.

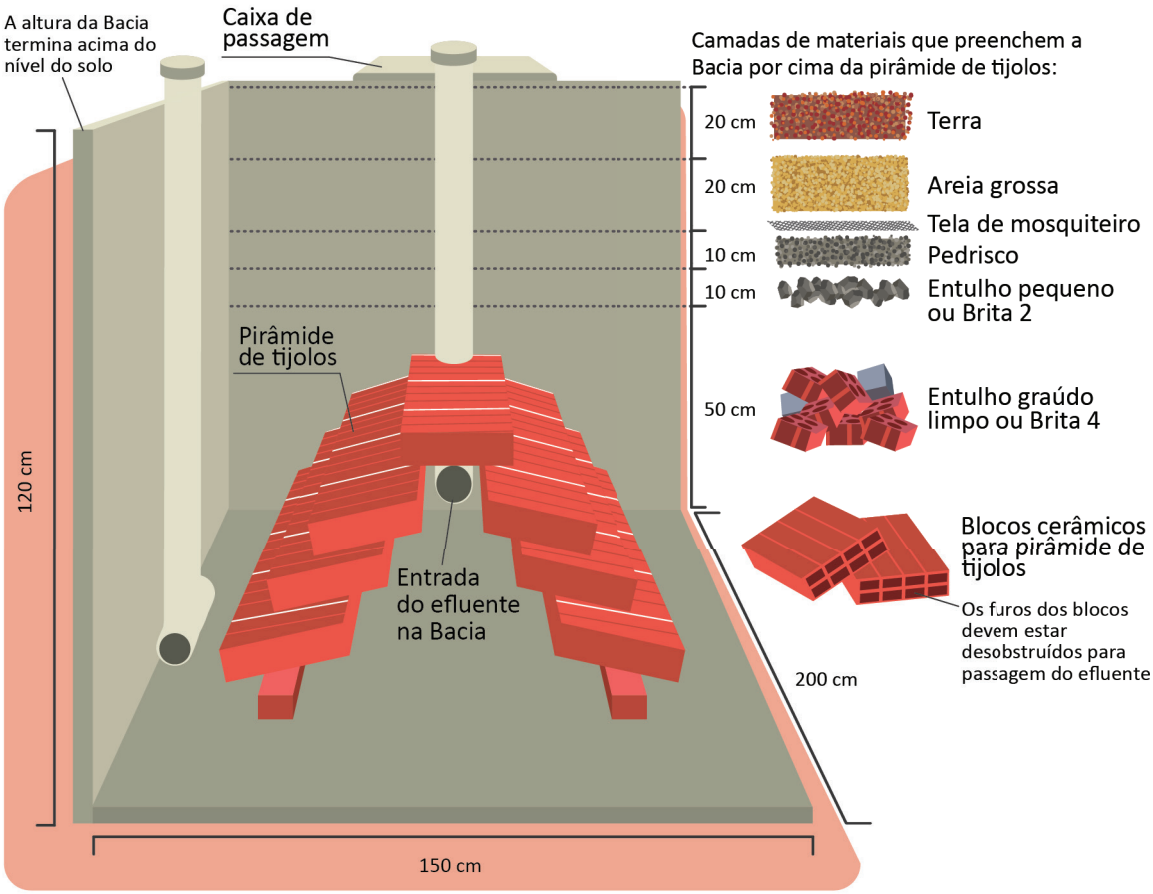
O tratamento acontece com a retenção e digestão do material sólido, complementado pela filtração oferecida pelo meio suporte (brita 4 ou entulho, brita 2, pedrisco e areia) associado à ação de microorganismos que se aderem ao meio suporte formando o biofilme, onde a matéria orgânica é mais finamente digerida. As raízes das plantas colaboram na criação de espaço entre o material filtrante além de proverem uma pequena parcela de oxigênio para os microorganismos instalados próximos à superfície. Assim, uma relação benéfica se cria, e a matéria orgânica recebida no sistema é disponibilizada em forma de nutrientes para o desenvolvimento das plantas, ornamentais ou frutíferas, que crescem em profusão.

Vantagens

- Sistema de fácil construção, com utilização de materiais de baixo custo e reutilização de materiais comumente descartados. Pneus alinhados instalados formando um túnel são geralmente usados em substituição aos blocos cerâmicos, entulho usado no lugar de brita, garrafas PET amassadas no lugar de brita. Cabe aqui uma reflexão consciente que cada construtor deve fazer sobre recorrer à materiais que não liberem resíduos tóxicos na água;
- Pode ser executado por mão de obra com pouca experiência em construção;
- Ao invés de alvenaria pode ser executada com uso de mantas impermeabilizantes facilitando ainda mais a construção. Neste caso deve ser tomada precaução com respeito à vedação das passagens dos canos, o que pode ser contornado com o uso de flanges simples de PVC nestes pontos, recorrendo à tubos de PVC de água fria de diâmetro mínimo 75mm para fazer a ligação com as flanges.

Considerações

- É um sistema pouco flexível e que não responde bem em caso de mudanças na quantidade de usuários e aumento da quantidade de efluentes;
- É idealizado e indicado para locais secos e com grande incidência de ventos que aumentam a taxa de evapotranspiração das plantas - não é recomendado para locais úmidos, ou onde a quantidade de chuvas é maior do que a evapotranspiração;
- Necessita de espaços grandes se comparado a outros sistemas unifamiliares;
- Esse sistema pode ser mais caro do que outros se recorrer à materiais novos;
- É importante que o sistema seja feito de forma e, em local, que não ocorra escoamento de água de chuva do entorno para dentro da bacia.



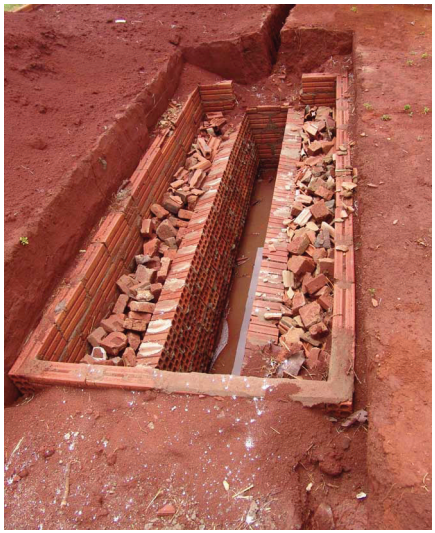
[Corte - vista frontal]

Manejo/Manutenção

- A manutenção deste sistema é muito pequena, deve-se fazer apenas o manejo das plantas do tanque, e eventualmente a remoção de lodo.

Projetando o sistema

- O método de dimensionamento corriqueiro empregado na maior parte do país envolve a definição de uma área superficial em função do perfil do clima, sendo 1,5m² por pessoa em locais de clima seco, e 2m² por pessoa em clima mais úmido.



BET em construção. Foto: Henrique Pinheiro.

anexo I

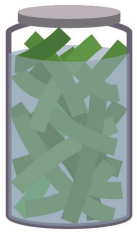
RECEITAS DE PRODUTOS DE LIMPEZA ECOLÓGICOS

Baseado nos conhecimentos compartilhados na oficina "Produtos de limpeza de bem com a água", realizada pelo IPESA, com Cláudia Visoni e Paola Samora.

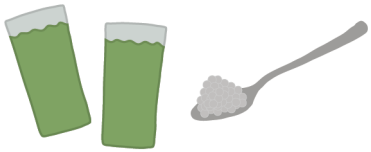
• DESINFETANTE

Usos:

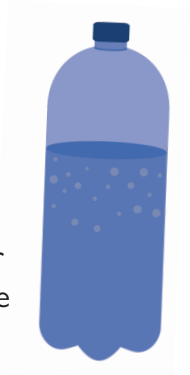
- **Limpeza em geral.** Pode ser aplicado puro com um pano em superfícies ou ser diluído em água num balde e passado com pano úmido no chão.
- **Higienização do corpo** quando não é possível tomar banho.



1. Corte muitas folhas de citronela, ou cravo, e coloque o máximo que conseguir dentro de um frasco com álcool. Deixe curtir alguns dias.

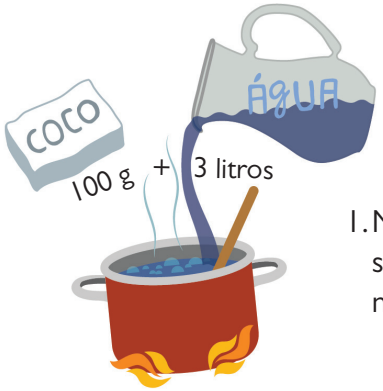


2. Coe e coloque 2 copos desse álcool numa garrafa PET de 2 litros. Encha de água. Acrescente bicarbonato até saturar, ou seja, o pó começar a depositar no fundo (cerca de 3 colheres de sopa).



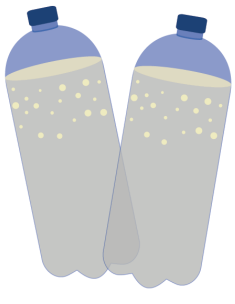
• SABÃO DE COCO LÍQUIDO

Para lavar roupa e limpezas em geral



1. Misturar até o sabão derreter na água

2. Esperar esfriar e misturar o álcool e o bicarbonato até ficar com uma aparência leitosa.



Rende 3 litros!!!

• ENZIMA CÍTRICA

Desenvolvido pela Dra. Rosukon Poompanvong

Como fazer

Pique as cascas de laranja ou limão e coloque junto com a água e o açúcar numa garrafa PET de 5 litros ou mais. Abra diariamente para retirar o gás da fermentação até que não seja mais necessário. Caso o líquido fique com cheiro de podre durante o processo é só acrescentar mais açúcar que o problema se resolve. Espere por 3 meses, depois coe bem, em peneira fina ou voal, para usar.

Usos

- **Limpeza em geral:** É só diluir em água e usar. Em superfícies muito encardidas pode ser usada pura, colocando-se depois bicarbonato de sódio, vai reagir e fazer espuma, e a sujeira pesada sai facilmente;
- **Lavagem de roupas:** 1 litro para cada 20 litros de água. Dá para lavar roupas escuras e apenas levemente usadas só com a enzima, não precisa de sabão nem de enxágue;
- **Substituir fermento de bolos:** Em vez de usar fermento químico, colocar no final do preparo da massa uma colher de chá rasa de bicarbonato de sódio (precisa peneirar) e duas colheres de chá de enzima;
- **Condicionador capilar:** Coloque num potinho pequeno uma parte de enzima e uma parte de água, jogue no cabelo e massageie;
- **Ajuda a retirar os antinutrientes dos grãos** (arroz integral, feijão, grão de bico, lentilha) durante o período que ficam de molho. Uma colher de sopa para uma vasinha de água;
- **Ajuda na limpeza de louças:** Pode ser usada na pré-limpeza ou acrescentada na água de enxágue (para quem lava louça na bacia).

anexo II

LISTA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Vermifiltro

- 5 aneis de concreto para poço de 1,00 m;
- 1 tampa de poço de 1,00 m com inspeção;
- 1 tampa de 1,00 m fechada;
- 3 T de 100*;
- 1 barra de 6,00 m de tubo de 100;
- 1 barra de 6,00 m de tubo de 50;
- 1 T de 50;
- 1 cotovelo de 50;
- 6 latas de pedrisco;
- 6 latas de brita nº 2;
- 6 latas de areia média;
- 3 latas de brita nº 1;
- 8 unidades de rachão ou entulho (telha, tijolo, etc.);
- 3 sacos de serragem maravalha;
- 1 saco de cimento;
- 1 pedaço de madeira (para absorver o impacto da água quando cai na serragem);
- 1 tudo de cola de hidráulica;
- 1 pote de sorvete de minhocas (preferencialmente californianas).

*Obs.: os tubos e conexões são brancos para esgoto.

Biodigestores

- 2 aneis de concreto de 1,20 m para poço;
- 2 aneis de concreto de 1,00 m para poço;
- 1 tampa de concreto de 1,00 m para poço sem inspeção;
- 4 sacos de cimento;
- 4 latas de brita nº 1;
- 24 latas de areia média;
- 3 latas de areia fina;
- 6 metros de ferro 3/16;
- 6 metros de ferro 5/16;
- ½ malha de ferro 20 x 20;
- 1 caixa de impermeabilizante;
- 2 sarrafos de pinos 0,10 x 3,00 m;
- 1 tela mosqueteiro 1,5 m;
- 1 caixa de passagem 40x40x40 cm;
- 1 metro de cano ¾;
- 1 registro esfera ¾;
- 1 curva ¾;
- 1 união ¾;
- 1 barra (6,00m) de 100 de esgoto;
- 1 barra (6,00m) de 50 esgoto;
- 1 T 50 esgoto;
- 220 tijolos;
- Plantas aquáticas para a caixa de compensação.

Caixa de Lodo

- 3 aneis de concreto para poço de 0,80m;
- 1 registro esfera de 50;
- 1 curva de 50 (cano marrom / água);
- 1,5m de cano de 50 (marrom/água).

Referências para consulta

Fundação Brasil Cidadão. Projeto de Olho na Água. *De olho na água – Guia de Referência construindo o canteiro bio-séptico e captando água de chuva*. Editora mais calango, 2009. Disponível em: <https://guilhardes.files.wordpress.com/2009/10/de_olho_na_agua_guia_de_referencia.pdf>

Instituto de Projetos e Pesquisas Socioambientais (IPESA). *Manejo Apropriado da Água*. São Paulo: FEHIDRO, 2012. Disponível em: <http://www.ipesa.org.br/downloads/cartilha_manejo_bx.pdf>

Tonetti, Adriano Luiz et al. *Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções*. Ana Lucia Brasil, Francisco José Peña y Lillo Madrid, et al. Campinas, SP.: Biblioteca/Unicamp, 2018. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~saneamentorural/>

von Sperling, M.; Sezerino, P.H. (2018). *Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil*. Boletim Wetlands Brasil, Edição Especial, dezembro/2018. 65 p. ISSN 2359-0548. Disponível em: <https://gesad.ufsc.br/boletins/>.

Yvy Porã, um projeto coletivo. Material compartilhado pelos permacultores Suzana Maringoni e Jorge Timmermann: <https://yvypora.wordpress.com/>.

O IPESA, Instituto de Projetos e Pesquisas Socioambientais, é uma Organização Não Governamental focada na realização de ações que visam à preservação ambiental e o desenvolvimento social sustentável. Tem como missão "incentivar a preservação e o uso equilibrado do meio ambiente, bem como a inclusão social, compartilhando conhecimentos e sensibilizando a sociedade sobre novas alternativas de vida mais integradas ao meio e com respeito ao próximo". Vem atuando desde 2005 em ações e projetos de caráter socioambiental que têm como pressupostos: o envolvimento comunitário, a promoção de posturas mais conscientes através da Educação Ambiental, e o desenvolvimento de métodos e técnicas que promovam a inclusão socioambiental.

A área geográfica principal de atuação é o Bioma Mata Atlântica, onde desenvolve projetos de recuperação de áreas degradadas, plantio em sistemas agroflorestais, gestão socioambiental dos resíduos sólidos, mapeamento dos usos da água, saneamento ecológico e educação ambiental para escolas, empresas e comunidades.

As frentes de trabalho estão divididas em quatro Programas de atuação: Resíduos Sólidos, Unidades de Conservação, Redes Ecológicas e Água & Floresta, através dos quais, são realizadas ações para o desenvolvimento socioambiental local.

O IPESA se preocupa em participar ativamente na construção de políticas públicas e para isso, além dos projetos, acompanha e mantém representantes em Conselhos Gestores de Parques, Comitê de Bacias Hidrográficas (Sorocaba Médio Tietê – CBH SMT e Litoral Norte CBH LN), fóruns, redes e também de grupos setoriais do GERCO (Gerenciamento Costeiro).

Já realizou diversos projetos de Gestão de Resíduos e de formação de Cooperativas de recicladores, projetos de educação ambiental para parques, escolas, empresas e comunidades. Projetos de desenvolvimento local através de estudos, diagnósticos e disseminação de conhecimentos em uso apropriado da água, tratamentos de esgotos e implantação de sistemas agroecológicos. Pelo conjunto dos projetos desenvolvidos foi três vezes premiado: prêmio TOP AMBIENTAL ADBV 2007, prêmio PIPS FIES 2009 e prêmio Pintou Limpeza 2013.

Expediente

Equipe do Projeto Augusto Vieira, Lisa Barros e Paola Samora

Autores Guilherme Castagna, Lisa Barros, Paola Samora e Patrícia Yamamoto

Ilustrações, Projeto gráfico e Diagramação Patrícia Yamamoto

Conteúdo produzido a partir de revisão do original da Cartilha elaborada no Projeto Manejo Apropriado da Água – implantação de sistemas de tratamento de efluentes, Verava – Ibiúna - SP. (Convênio 2018 IPESA, Instituto Camargo Corrêa, Coordenado por Paola Samora).

Manejo Apropriado da Água - Rio do Peixe Vivo: Saneamento Ecológico Rural. IPESA, 2022.

Tiragem: 2.000 unidades

Distribuição gratuita, Junho de 2022.

Licença e Termos De Uso
A licença adotada é a Creative Commons BY-NC-SA: você tem a liberdade de compartilhar, copiar, distribuir e transmitir esse material, desde que cite a autoria e não faça uso comercial.
A licença pode ser consultada neste link:
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/br/

MANEJO DA ÁGUA

Realização

IPESA
INSTITUTO DE PROJETOS E PESQUISAS SOCIOAMBIENTAIS

Parcerias

Secretaria Municipal de
Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

GOVERNO MUNICIPAL DA ESTÂNCIA DE
SOCORRO
TRABALHANDO POR UM FUTURO SUSTENTÁVEL
ADMINISTRAÇÃO 2021–2024

FLUXUS
DESIGN ECOLÓGICO