

Guia para Planejamento de Projetos de Saneamento Sustentáveis e Seleção de Tecnologias Apropriadas

16/9/2012

Grupo Rotarianos em Ação pela Água e Saneamento

Versão 3.0



Conteúdo

INTRODUÇÃO.....	3
Diretrizes para seleção de projetos hídricos, de saneamento e de saúde e higiene sustentáveis	3
Planejamento para sustentabilidade	3
Fazendo mais com os mesmos recursos.....	4
Como usar este módulo de e-learning para planejar e construir projetos.....	5
O QUE É SANEAMENTO SUSTENTÁVEL?	6
PLANEJAMENTO DE PROJETOS.....	8
Introdução	8
Passo 1. Classificação do local para facilitar a seleção de tecnologia.....	9
Passo 2. Implementação de programas de educação sanitária.....	10
Passo 3. Identificação de parâmetros culturais e ambientais	11
Práticas culturais.....	11
Condições climáticas.....	10
Lençóis freáticos	11
Acesso à água	11
Tipos de solos	12
Uso de biossólidos na agricultura	12
PASSO 4. Seleção das melhores práticas e tecnologias de saneamento	12
<i>Mulher treinada em construção de latrina exibe seu último trabalho em Sichiyanda, Zâmbia.</i>	13
TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO ECOLÓGICO	14
Introdução	14
Banheiros de compostagem	14
Banheiros de desidratação de fezes e separação de urina.....	17
Sistema de banheiro com biofiltro Amila 3	20
Biodigestor anaeróbico.....	21
Biodigestor anaeróbico com defletores	23
Fossa alterna.....	23
Banheiros de duas fossas com descarga por gravidade	25
Arborloo.....	26
Sistema de tratamento descentralizado de águas residuais	26
Manipulação e uso de resíduos	28

Uso de urina.....	28
Manipulação e uso de fezes	30
VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO ECOLÓGICO	31
SITES DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO.....	32
Sites de tecnologias de saneamento seco	32
Sites de tecnologias de descarga	32
LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA INSTALAÇÕES SANITÁRIAS.....	33
Compreensão da área/comunidade	33
Implementação de programa através da educação	33
Considerações ambientais – Disponibilidade e uso de água	33
Considerações ambientais – Inundações e efeitos nas tecnologias	33
Seleção de tecnologias de saneamento ecológico	33

INTRODUÇÃO

Diretrizes para seleção de projetos hídricos, de saneamento e de saúde e higiene sustentáveis

Quase um bilhão de pessoas carecem de acesso à água potável e mais de dois bilhões vivem sem instalações sanitárias adequadas. Reconhecendo a gravidade da situação, o Rotary International fez dos recursos hídricos e dos sistemas de saneamento uma das seis áreas de enfoque de seu novo programa humanitário Visão de Futuro.

Possibilitar o acesso à água potável nos países em desenvolvimento sempre foi um desafio para os Rotary Clubs e outras organizações não-governamentais (ONGs) e, infelizmente, cerca de cinquenta por cento dos projetos hídricos implementados por essas entidades fracassaram nos primeiros cinco anos de implementação. Esse alto índice de fracasso pode ser atribuído a diversos fatores, inclusive:

- Uso de tecnologia inapropriada
- O mito “Acabada a construção, funcionará para sempre”
- Falta de treinamento regular sobre operação e manutenção
- Vandalismo, roubo ou conflito
- Falta de verbas para operação e manutenção
- Ineficiência das comissões WASH comunitárias
- Falhas no acompanhamento e supervisão do projeto por parte dos patrocinadores
- Ausência de monitoramento e avaliação de longo prazo do projeto

O Rotary International, a Fundação Rotária e o Grupo Rotarianos em Ação pela Água e Saneamento (WASRAG, na sigla em inglês) iniciaram um programa piloto, de um ano de duração, que visa mudar esse índice de fracasso. O programa, denominado Processo de Aprimoramento de Projetos (PAP) começou a ser implementado por nove distritos do RI em julho de 2012.

Planejamento para sustentabilidade

Com cerca de um bilhão de pessoas sem água potável e mais de dois bilhões sem instalações sanitárias adequadas, o desafio global de suprir essa carência é monumental. O agravante é que esta situação está disseminada mundialmente em locais que possuem problemas diversos de ordem cultural, política, geográfica e física. Para causar impacto global significativo, é necessário um número enorme de projetos. Conseqüentemente, os 34.000 Rotary Clubs em todo o mundo deverão trabalhar em colaboração com organizações parceiras, governos dos países anfitriões e líderes comunitários dando uma nova abordagem aos projetos WASH.

O objetivo do programa PAP é que os rotarianos planejem, elaborem, construam e posteriormente monitorem projetos hídricos e de saneamento que possam ser mantidos pelas comissões locais de recursos hídricos. Devemos procurar construir projetos sustentáveis que permaneçam operacionais por 10 anos ou mais e sejam incorporados ao plano sistemático para servir a comunidade.

Para o Wasrag sustentável significa “atender às necessidades do presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras de sanar suas próprias necessidades”. Para criar projetos sustentáveis, é fundamental que os Rotary Clubs integrem seus projetos locais aos planejamentos regionais coordenados por líderes comunitários, rotarianos anfitriões e ONGs atuantes, com o apoio de Rotary Clubs que servem como parceiros internacionais.

Os seguintes passos foram elaborados para ajudar os Rotary Clubs a realizar projetos sustentáveis:

- 1) Identificar alianças potenciais no país anfitrião para:
 - Apoiar a liderança
 - Ajudar no acompanhamento e avaliação do sistema instalado

- Garantir o senso de propriedade
 - Demonstrar autossuficiência operacional
- 2) Focar as necessidades, situação atual da comunidade, futuro almejado (como acesso regular à água potável e redução da incidência de doenças transmitidas pela água) e avaliação dos riscos técnicos, socioculturais e financeiros que possam afetar a viabilidade de longo prazo do projeto.
 - 3) Incentivar as mulheres a participar da elaboração inicial do sistema e a cuidar para que este seja mantido e para que os devidos comportamentos e hábitos de higiene prevaleçam.
 - 4) Escolher tecnologias apropriadas que possam ser instaladas e mantidas localmente.
 - 5) Enfatizar as metas gerais da comunidade para construção de um futuro com mais saúde e estabilidade econômica.

A abordagem, dividida em três partes, que está sendo testada pelo piloto do PAP, inclui:

1. Formação de uma equipe regional/nacional ou comissão de recursos hídricos, que destaque as prioridades do país e forneça orientação geral sobre as fases do programa.
2. Formação de uma Equipe de Programação, Planejamento e Performance (PPP, também conhecida como *Rotary Service Corps*), que ajuda a equipe regional e os líderes comunitários a identificar as necessidades e a conduzir uma análise alternativa das melhores soluções técnicas e operacionais.
3. Uso das diretrizes técnicas do Wasrag e de um sistema de apoio no país do projeto para implementação de um sistema sustentável que atenda às necessidades da comunidade, definidas conjuntamente para o Projeto WASH.

Este piloto da Fundação Rotária e do Wasrag visa oferecer suporte a um programa dedicado a fornecer serviços do WASH às comunidades em todos os países/distritos do RI. Essa abordagem ajudará a criar um sistema compartilhado de apoio à implementação de um programa de saúde e higiene, bem como para treinamento de uma comissão de recursos hídricos na região do projeto.

A abordagem regional também pode fornecer maior eficiência e uso compartilhado de instalações e sistemas de apoio operacional de modo a servir mais comunidades a um custo unitário menor. Os custos com administração, treinamento, monitoramento e manutenção de instalações dos projetos individuais realizados em áreas rurais isoladas do distrito são mais altos, e conseqüentemente, limitam os recursos disponíveis para o próximo projeto. Isto aumenta a possibilidade de fracasso nos primeiros cinco anos dos projetos.

Fazendo mais com os mesmos recursos

Com mais de dois bilhões de pessoas precisando de ajuda para criar acesso à água potável e saneamento adequado, as organizações de prestação de serviços não podem abordar este desafio de uma forma ineficaz. Embora o Rotary tenha uma quantidade limitada de voluntários e recursos financeiros, ele possui um excelente histórico e é conhecido por aplicar as melhores práticas de gerenciamento e negócios na resolução de problemas. O piloto do PAP busca obter maior eficiência e eficácia através de uma abordagem coordenada, na qual o Rotary Club anfitrião e o internacional trabalham no mesmo país, juntamente com ONGs e governos locais, e com gerenciamento e estrutura de apoio do Rotary (Wasrag).

As parcerias estratégicas com organizações que possuem uma visão compartilhada de projetos sustentáveis, possibilitarão a avaliação das necessidades de país a país ou de região a região. Esta avaliação se concentrará em um plano de ação comum para elaborar, financiar e implementar sistemas de água potável e saneamento, com cobertura de cem por cento das áreas prioritárias, o qual irá fomentar os recursos limitados de organizações que têm um objetivo comum de fornecer água potável e saneamento adequado de uma forma sustentável.

Esta abordagem está sendo usada no piloto da Fundação Rotária e do Wasrag, que foi iniciado em julho de 2012.

Como usar este módulo de e-learning para planejar e construir projetos

Este *Guia para Planejamento de Projetos de Saneamento Sustentáveis e Seleção de Tecnologias Apropriadas*, que segue as diretrizes do Wasrag e conta com duas publicações complementares — *Guia para Planejamento de Projetos Hídricos Sustentáveis e Seleção de Tecnologias Apropriadas* e *Guia para Seleção de Programas Sustentáveis de Saúde e Higiene* — é o primeiro passo deste novo programa de e-learning. Este guia fornece informações sobre como avaliar as necessidades de saneamento, avaliar e selecionar tecnologias apropriadas de tratamento de resíduos, planejar e construir projetos, e monitorar o desempenho dos projetos.

O módulo destina-se a rotarianos familiarizados com conceitos básicos sobre saneamento e visa avançar consideravelmente seu nível de conhecimento sobre construção e operação de sistemas pertinentes.

Após concluir este programa de e-learning, os participantes terão acesso aos especialistas do Wasrag através do programa "Pergunte ao Especialista" no site <http://www.StartWithWater.org>.

O QUE É SANEAMENTO SUSTENTÁVEL?

O objetivo principal de um sistema de saneamento sustentável é promover a saúde humana proporcionando um ambiente limpo, que quebre o ciclo de doenças. O sistema deve ser economicamente viável, socialmente aceitável, adequado em termos técnicos e institucionais e gerenciado de modo a fornecer proteção ao meio ambiente e aos recursos naturais.

O saneamento ecológico, tal como definido por Tilley no Compêndio de Sistemas de Saneamento e Tecnologias do WSSCC (Conselho Colaborativo para Abastecimento de Água e Saneamento) e do Eawag (Instituto Federal Suíço de Ciência e Tecnologia Aquática), “refere-se a tecnologias de tratamento de resíduos que não só limitam a disseminação de doenças, mas protegem o meio ambiente e devolvem nutrientes ao solo” (referência AKVO.org e <http://video.answers.com/focusing-on-sustainable-universal-sanitation-473813561> por Jon Lane, diretor executivo do WSSCC).

Muitas tecnologias ecológicas exigem que os dejetos humanos sejam *tratados no local* e não através dos sistemas centralizados de transporte de água instalados ao longo do século passado em cidades grandes em todo o mundo. Devido à significativa falta de água, tanto atual quanto prevista, estudos estão sendo conduzidos por meio de uma série de projetos financiados pela Fundação Bill e Melinda Gates e outras, em busca de soluções inovadoras que possam substituir, em expansões urbanas futuras, algumas dessas tecnologias centralizadas. Quando este texto foi escrito, a Fundação Rotária tinha acabado de conceder prêmios na Universidade de Caltech, EUA, na Universidade de Loughborough, Inglaterra, e na Universidade de Toronto, Canadá, pela criação de novas tecnologias de tratamento de urina e fezes. O Wasrag pretende monitorar o progresso dos estudos e, sempre que apropriado, trazê-los à atenção dos rotarianos que estiverem conduzindo projetos de saneamento.

A seleção dos tratamentos mais adequados de saneamento sustentável para uma região ou país depende de inúmeros fatores, inclusive exigências governamentais, aspectos culturais, clima, geografia, tipos de solos, disponibilidade de água, profundidade das águas subterrâneas, inundações locais, terrenos, localização de instalações, atividades agrícolas, bem como da aceitação e cooperação por parte da população afetada de modo a garantir uso e manutenção regulares dos sistemas instalados.

Este documento concentra-se em tecnologias de saneamento sustentável que podem ser usadas ao mesmo tempo em que são mantidas, não exigem remanejamento quando atingem capacidade máxima e não dependem de fontes de água que não são sustentáveis.

Muitas ONGs doam latrinas, principalmente devido a seus baixos custos. Elas são vistas por alguns como o primeiro passo no que se refere a instalações adequadas, no entanto, seu uso contínuo tem sido questionado devido à crescente preocupação com a poluição de longo prazo das águas subterrâneas. Por outro lado, novas latrinas, de construção sólida e boa aparência, estão sendo utilizadas de uma forma completamente diferente como unidades de armazenamento de grãos ou de outros produtos.

Marketing de saneamento e microempréstimos podem ser usados para ajudar as pessoas a pagar por um banheiro e/ou realizar parte de sua construção, o que incentiva o senso de propriedade, bem como o uso e manutenção contínuos. Algumas ONGs afirmam que "é preciso estar no local por dois ou três anos para certificar-se de que as pessoas continuam a usar e manter as instalações".

Regiões áridas com muito pouca ou nenhuma água podem beneficiar-se de banheiros secos, assim como os locais de clima tropical onde a água evapora antes do fim da estação seca. Regiões onde a profundidade dos lençóis freáticos é inicialmente alta mas declina no final da estação seca, também devem considerar os sistemas secos. Para evitar poluição e propagação de doenças, é essencial que se mantenham distâncias mínimas dos lençóis freáticos e de outros recursos hídricos.

PLANEJAMENTO DE PROJETOS

Introdução

O planejamento de projetos sustentáveis envolve um sistema analítico de quatro passos, que visa auxiliar a escolha da tecnologia mais adequada levando em consideração o local do projeto e os fatores mencionados acima:

Passo 1. Classifique o local usando as descrições abaixo. A classificação ajuda a equiparar a tecnologia mais apropriada com o meio ambiente e o perfil demográfico do local em questão.

Passo 2. Incentive a participação da comunidade. Dedique-se a aprender o estilo de vida da população e obtenha respostas para as seguintes perguntas:

- Que agência governamental, se for o caso, regula o saneamento na área?
- Há uma política de saneamento local com um programa estabelecido?
- Que práticas são implementadas na área de água e saneamento?
- A comunidade é, em geral, saudável?
- Que práticas de higiene as pessoas adotam após usarem o banheiro?
- O que pode ser concluído com base nos índices de mortalidade infantil e de doenças, e em suas causas?
- Há informações disponíveis sobre o relacionamento entre higiene e os índices de doenças e mortalidade?
- A defecação ao ar livre é uma prática comum no local?
- O programa de conscientização Saneamento Total Liderado pela Comunidade (CLTS, na sigla em inglês), ou semelhante, foi introduzido na localidade? Se afirmativo, como está progredindo?
- Como podemos aprimorar as condições sanitárias da comunidade?

Este passo pode exigir a mudança de hábitos locais que perduram há séculos, como urinar e defecar em rios nos quais as pessoas nadam e que servem de fontes de água. É importante estar ciente de que esta pode ser uma prática normal na comunidade que você pretende ajudar.

Passo 3. Compreenda como a cultura local e problemas ambientais afetam a seleção da tecnologia mais apropriada. Este passo deve incluir sempre a participação da comunidade com o intuito de fazer com que a população esteja mais predisposta a aceitar e adotar novos programas. Obtenha respostas para perguntas como as seguintes:

- Quais são as fontes locais de água potável?
- Qual é a profundidade dos lençóis freáticos locais?
- Qual é a variação sazonal das fontes de água locais e regionais?
- Quais são outros fatores geológicos, tipos de solo, topografia, etc.?
- Existem tabus locais relacionados a alimentos e à água, ou mitos e preconceitos ligados à agricultura?

Este passo ajudará a revelar se os habitantes têm preconceitos quanto à maneira como os alimentos devem ser cultivados e se resistem à ideia de comer alimentos fertilizados com fezes humanas. Ele ajudará a identificar se há resistência quanto à adoção de tecnologias que possibilitam que a urina seja separada para servir como fertilizante e quanto ao uso de fezes desidratadas ou compostadas para enriquecimento do solo.

Passo 4. Use as informações acima para elaborar uma lista de tecnologias potenciais e selecione entre elas a mais adequada. Não esqueça de consultar a tabela de vantagens e desvantagens das diversas tecnologias apresentada na parte final deste guia, a qual pode ser utilizada para verificação rápida.

Passo 1. Classificação do local para facilitar a seleção de tecnologia

O primeiro passo envolve a classificação do local em tipos definidos por tamanho, população e organização.

1. Residências

As residências são definidas como loteamentos com áreas de ¼ a um hectare (ha) usadas predominantemente como moradias e das quais nenhuma renda é derivada. A população que habita as residências pode incluir desde bebês a idosos. O número de habitantes e sua faixa etária determinam o tamanho das fossas sépticas e das fossas de latrinas. A acumulação de matéria fecal é, em média, de 50 litros (L) por pessoa por ano, mas pode aumentar para 80L com materiais de limpeza a seco. A ideia é que os habitantes de cada residência tornem-se proprietários da unidade instalada e, conseqüentemente, responsáveis por sua manutenção. Espera-se que eles participem da construção e da compra de alguns componentes.

2. Bairros

Os bairros são constituídos de loteamentos adjacentes com instalações/instituições comuns e que podem incluir favelas densamente povoadas. Os banheiros podem ser individuais ou coletivos dependendo da densidade populacional.

3. Periferias

Formadas por loteamentos maiores (um hectare ou mais) e mais afastados do centro urbano, as periferias podem ser anexadas ou separadas, mas sempre próximas da cidade principal. Em geral, esses loteamentos favorecem a instalação de banheiros de desidratação de fezes e separação de urina (UDDTs, na sigla em inglês), de fossas alternas e do tipo Arborloo em áreas onde não ocorrem inundações. Em áreas rodeadas por terrenos usados para cultivo de alimentos, o uso de urina para fertilização e de fezes desidratadas para enriquecimento do solo deve ser considerado.

4. Escolas

Estes são geralmente projetos isolados que envolvem a construção de um prédio para educação de crianças acima de seis anos de idade. A Organização Mundial de Saúde (OMS) exige a instalação de banheiros nas escolas em uma proporção 1:50 crianças, embora outras proporções sejam usadas, como, por exemplo, 1:24 meninas e 1:35 meninos no Quênia. Cada banheiro deve ter no mínimo 90 cm de largura por 150 cm de comprimento e ser equipado com portas inteiras para privacidade.

A Aliança pelo Saneamento Sustentável (SuSanA, na sigla em inglês) relatou o uso bem-sucedido de banheiros unisex para crianças de até nove anos de idade. Estas instalações mais amplas devem conter uma pia e portas inteiras para garantir a privacidade das meninas. Há um índice alto de alunas que ficam em casa durante a menstruação devido à falta de privacidade nas escolas.

Nos banheiros masculinos, mictórios devem ser instalados na proporção 5:1 vaso sanitário ou bacia turca. Antes que os banheiros sejam colocados à disposição da comunidade, é fundamental que a população aprenda a importância de lavar as mãos com sabonete (areia e/ou cinzas podem ser usadas como alternativa) e de secá-las. Além disso, deve-se prover orientação quanto ao uso e manutenção dos banheiros. A implementação de um programa de saúde e higiene é o meio mais fácil e econômico de introduzir saneamento em comunidades que carecem de instalações apropriadas.

O estabelecimento de uma comissão sanitária estudantil é altamente recomendável tanto na fase de planejamento quanto na de elaboração e construção de banheiros escolares. O treinamento dos alunos na utilização apropriada dos sanitários (especialmente os equipados com separador de urina) contribui consideravelmente para que a população use e mantenha os banheiros regularmente na escola e em casa. Cada cubículo deve ter no mínimo 90 cm de largura e 150 cm de comprimento. As instalações devem conter artigos para limpeza anal ou seca, dependendo da cultura local. Pisos de concreto ou de outro material duradouro e resistente facilitam a limpeza de manutenção.

5. Instalações comunitárias

Estas instalações incluem banheiros públicos, centros comunitários, salões e similares. O número de banheiros femininos e masculinos varia de acordo com as leis locais, no entanto, em geral, a proporção dois banheiros femininos por banheiro masculino é desejável. As

recomendações quanto aos mictórios/cubículos para homens e mulheres são as mesmas das escolas, a menos que determinações diversas sejam feitas pelas autoridades locais. Os cubículos para cadeirantes, quando disponíveis, devem ser retangulares e unisex e ter pelo menos 1,6 m por 2 m.

PASSO 2. Implementação de programas de educação sanitária

Se a comunidade não acreditar na validade do projeto de saneamento desde o estágio de planejamento, este terá poucas chances de alcançar sucesso. Para incentivar o envolvimento da população a ser beneficiada pelo seu projeto, considere os seguintes métodos:

Saneamento Total Liderado pela Comunidade (CLTS, na sigla em inglês). O CLTS é um sistema de educação sanitária altamente bem-sucedido e implementado em mais de 50 países. Ele exige, no entanto, a participação de facilitadores credenciados que se encarregam de incentivar o envolvimento da população alvo. Programas educativos como este representam um passo importante em direção a condições mais adequadas de saneamento. A WaterAid também tem um programa com etapas definidas que devem ser seguidas ao longo do processo.

É necessário verificar com antecedência se alguma agência do governo tomou providências para implementação do método CLTS ou outra iniciativa semelhante na região. Caso não tenha, os encarregados do projeto devem escolher o programa educativo com mais chances de obter sucesso. Antes de iniciar qualquer ação para aprimorar o saneamento local e eliminar práticas insalubres, como a defecação a céu aberto, considere solicitar que um facilitador do CLTS implemente um programa de educação ou selecionar um membro da equipe do projeto para receber treinamento sobre o método.

Muitas culturas não aceitam a ideia de comer comida fertilizada com biomassa humana, nem de trabalhar com este tipo de matéria. Esta questão exige consideração cuidadosa durante a busca de uma solução de saneamento, e é especialmente pertinente quando se considera o uso de banheiros UDDTs e de compostagem.

As etapas do programa CLTS são:

1. Apresentação e início da comunicação
2. Análise participatória
3. Momento de ignição
4. Plano de ação da comunidade
5. Acompanhamento

Para mais informações, consulte o guia prático do CLTS em inglês no link:

<http://www.communityledtotalsanitation.org/page/clts-approach> .

WaterAid. O processo de 10 etapas da WaterAid pode ser usado como uma alternativa ao CLTS. Para aprender mais, assista ao seguinte vídeo:

http://www.wateraid.org/uk/about_us/newsroom/6613.asp#watch.

Marketing de saneamento. O uso de riachos para defecar e urinar é uma prática comum em muitos vilarejos. Questões culturais e ambientais requerem discussão e treinamento sobre como usar e manter instalações sanitárias. Embora os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio para melhor abastecimento de água até 2015 tenham sido cumpridos em 2010, as metas de saneamento nessa mesma época foram pelo menos 10% abaixo do índice almejado, o que significa que o prazo para cumprimento da meta de redução de 50% do número de pessoas sem saneamento adequado deverá ser estendido de 2015 para 2025.

Atividades de marketing de saneamento combinadas com o programa CLTS têm contribuído ao saneamento básico em diversos países que ainda contam com índices altos de defecação ao ar livre. Para mais detalhes, assista aos vídeos a seguir:

<http://www.youtube.com/watch?v=zloOePihQzc> e

<http://www.youtube.com/watch?v=2XP6cs5ZhHQ&feature=related>.

Passo 3. Identificação de parâmetros culturais e ambientais

Práticas culturais

Defecação ao ar livre. A prática de defecar e urinar a céu aberto é amplamente usada em muitos países em desenvolvimento da África, Índia e Ásia, especialmente em áreas rurais e semi-rurais. Embora alguns banheiros coletivos sejam fornecidos em favelas, eles geralmente não são suficientes para servir a população. Além disso, eles ficam longes uns dos outros e em áreas distantes e pouco convenientes.

Este hábito milenar também é verificado nos campos de arroz, em trilhas, estradas e similares, e muitos não entendem que ele, juntamente com a falta de lavagem das mãos, é a causa do alto índice de doenças e morte por cólera e diarreia (5.000 crianças por dia com menos de cinco anos de idade).

Aproveitamento de urina e fezes. Algumas tecnologias de saneamento ecológico requerem que urina e fezes sejam recolhidas separadamente e armazenadas para uso como fertilizante e/ou para enriquecimento do solo. A utilização de fezes pode ser estranha para algumas culturas e a menos que programas informativos sobre esta prática sejam implementados, os projetos de saneamento, que visam a instalação de banheiros e o benefício potencial à agricultura, falharão. A urina pode ser utilizada como fertilizante quase que imediatamente, enquanto as fezes devem ser armazenadas por um longo período em uma câmara quente e escura para eliminação de agentes patogênicos.

Condições climáticas

Regiões áridas.

Os banheiros secos, os quais requerem a construção de latrinas profundas, são os mais adequados às áreas onde a água é escassa e os lençóis freáticos têm alta profundidade. No entanto, quanto maior a profundidade, mais difícil é a remoção de fezes, pois estas são compactadas em seu próprio peso e, conseqüentemente, mais difíceis de serem removidas. Como resultado, uma vez que as fossas estejam preenchidas, novas fossas devem ser construídas e a estrutura da latrina transferida para outro local. Há casos em que este sistema atinge seu limite quando escolas, instalações comunitárias e residências usam toda a terra disponível, o que impossibilita a instalação de fossas adicionais.

As regiões áridas são propícias também à instalação de latrinas ventiladas melhoradas (VIP, na sigla em inglês) desde que estas áreas não estejam sujeitas a inundações. Os banheiros de desidratação de fezes e separação de urina (UDDTs) também podem ser instalados nessas regiões, especialmente quando a urina for desviada para fertilização agrícola e as fezes utilizadas como condicionador do solo. As fezes requerem armazenamento em câmara escura construída ao nível do solo, com rotação manual pelo menos uma vez por mês durante no mínimo seis a doze meses, de modo que os agentes patógenos estejam mortos antes que o material possa ser manuseado com segurança.

Regiões subtropicais/tropicais.

Estas regiões são mais adequadas às latrinas com descarga (ou molhadas) devido à disponibilidade de água. No entanto, algumas áreas dessas regiões estão sujeitas a períodos demasiadamente úmidos ao mesmo tempo em que carecem de água no final do período de seca. É fundamental verificar com antecedência a disponibilidade de água da chuva e/ou de águas subterrâneas e levar em consideração os respectivos efeitos antes de escolher a tecnologia que será usada. Assim como nas regiões áridas, a possibilidade de utilizar dejetos para fertilização de plantas e condicionamento do solo deve ser analisada antes de decidir entre latrinas com descarga ou secas.

Temperatura. Temperaturas médias e altas aceleram a fermentação das fezes, o que mata os patógenos entre seis e oito meses, enquanto em climas mais frios, com temperaturas abaixo de 25°C, a compostagem não funciona tão bem como os digestores de biogás. A instalação de

banheiros UDDTs e de unidades de compostagem no subsolo das residências onde haja espaço disponível intensifica o processo de compostagem, assim como pintar de preto os painéis de acesso das unidades. Os efeitos locais da temperatura devem ser conhecidos antes de decidir a tecnologia a ser usada.

Chuva. A chuva provoca fluxos maiores nos córregos e rios e eleva os níveis de água dos lagos. Os riachos e lagos atingem áreas e profundidades máximas durante a estação chuvosa. Um volume maior de água torna-se disponível para percolação no solo durante a estação de chuva, o que causa a elevação do lençol freático. Por outro lado, os níveis de água subterrânea e de superfície caem na estação seca. É importante manter a profundidade adequada entre a parte inferior da fossa e o lençol freático, e manter a latrina fora do alcance das inundações. Sendo assim, é essencial obter informações sobre os níveis de água, inclusive de precipitação pluviométrica antes de tomar qualquer decisão sobre a tecnologia de saneamento mais adequada.

Lençóis freáticos

Lençóis freáticos. As águas de superfície infiltram o subsolo e alcançam o lençol freático, onde percorrem longas distâncias transportando lentamente resíduos humanos poluentes (como nitratos) e substâncias químicas (como o arsênico e pesticidas). As bases das latrinas devem ser mantidas a pelo menos dois metros acima do nível mais alto do lençol freático. Lembre-se de que os riachos e lagos atingem áreas e profundidades máximas durante o período chuvoso, proporcionando conseqüentemente lençóis freáticos mais altos abaixo deles. Quando os níveis de água de superfície caem, o mesmo acontece com o lençol freático subjacente. Ao projetar sistemas de saneamento, é preciso manter pelo menos dois metros de solo acima do nível mais alto do lençol freático. Quanto maior essa distância, melhor.

Acesso à água

Distância à fonte de água. Nenhuma tecnologia de saneamento ecológico que permita a infiltração de resíduos em solos adjacentes deve ser instalada a menos de 30 metros de qualquer fonte de água, inclusive rios, lagos e poços de água, nem deve ser sua base localizada a uma distância menor do que dois metros verticais do nível mais alto do lençol freático subjacente.

Qualidade. A qualidade da água pode variar em córregos e lagos entre estações secas e úmidas, dependendo da quantidade de atividades humanas e do que é depositado. No final da estação chuvosa, quando os lençóis freáticos estão elevados e há chances de inundações, o vazamento de latrinas, fossas alternas, sanitários com descarga e tanque sépticos localizados incorretamente aumentam a possibilidade de poluição das fontes de águas de superfície e de águas subterrâneas subjacentes.

Profundidade das inundações. A profundidade e duração das inundações devem ser verificadas antes que se escolha a tecnologia mais adequada à área onde o projeto de saneamento será implementado. O vazamento de latrinas ventiladas VIP, de fossas alternas e de outras tipos de latrinas com fossas, secas e molhadas, pode fazer que o escoamento de fezes e urina provoque a poluição das fontes de água. Quando isto acontece o índice de E. coli e patógenos das fontes de água aumenta causando a propagação de doenças, inclusive diarreia e cólera. Os sanitários devem, portanto, ser instalados acima do nível de inundação. As tecnologias ecológicas mais seguras neste caso incluem os digestores de biogás e os banheiros de desidratação de fezes e separação de urina (UDDTs) por serem selados e poderem, conseqüentemente, ser instalados em áreas sujeitas a inundações.

Frequência e duração das inundações. Em geral, inundações ocorrem anualmente nos deltas dos rios dos países em desenvolvimento como Bangladesh, Camboja, Vietnã, Índia e Nigéria e isso afeta os padrões de assentamento, inclusive o tipo e localização da tecnologia de saneamento. Inundações frequentes devem ser levadas em consideração durante o planejamento do sistema de saneamento. Algumas unidades sanitárias ecológicas ficam

inutilizadas por tempo considerável até que o alagamento diminua. Latrinas e vasos sanitários com fossas no subsolo abaixo das águas da inundação permitem que as fezes se dispersem na água, tornando a área circundante perigosa para os seres humanos. É, portanto, imperativo que os níveis de inundação sejam determinados para que se possa definir a melhor localização dos sanitários.

Tipos de solos

Rochoso. Tecnologias de saneamento ecológico, como banheiros de desidratação de fezes e separação de urina (UDDTs), que não dependem de fossas ou tubulações subterrâneas podem ser instaladas em superfícies rochosas. Por outro lado, latrinas instaladas em rochas não oferecem tanta segurança pois os resíduos podem infiltrar-se nas fissuras rochosas e atingir as fontes adjacentes de água.

Solo de argila compacta. Este tipo de solo é vantajoso quando o lençol freático é muito baixo, pois permite a escavação de latrinas profundas. No entanto, embora a profundidade amplie a vida útil da latrina, ela aumenta a dificuldade, e conseqüentemente os custos, da remoção dos resíduos uma vez que a densidade do solo é maior devido à compactação. Além disso, a profundidade adicional requer o uso de bombas mecânicas de vácuo, que são de alto custo e raras nos países em desenvolvimento.

Argila friável e areia. Ao mesmo tempo em que estes materiais favorecem a escavação, eles permitem que os resíduos de latrinas e vasos sanitários sejam absorvidos mais facilmente pelo solo e dispersos sobre uma área maior. Nos deltas de muitos rios, eles facilitam o transporte de resíduos, o que resulta no aumento da poluição dos córregos. Como a areia é geralmente carregada por águas rápidas, é preciso agir com cautela antes de escolher a tecnologia mais adequada aos deltas dos rios. Sistemas de tanques sépticos para irrigação (campos de lixiviação) devem ser evitados neste caso.

Uso de biossólidos na agricultura

Árvores e culturas de alimentos. Árvores individuais e culturas alimentares podem ser beneficiadas com a aplicação regular de urina (diluída na proporção 5:1) coletada por meio de banheiros de desidratação de fezes e separação de urina (UDDTs) e outras tecnologias semelhantes. Devido a seu elevado teor de nitrogênio, a urina pode ser usada por agricultores locais para melhoria das colheitas, e também para suplementar a renda familiar. Quando armazenados, os recipientes devem ser tampados adequadamente de modo a evitar a contaminação pelo ar, o que pode provocar deterioração precoce da urina. As fezes, por sua vez, podem ser cobertas com cinzas, areia ou terra, para absorção de umidade, e usadas para adubar o solo. Quando submetidas a processo de compostagem, podem servir também como fertilizante, da mesma maneira que a urina. Ambas as substâncias ajudam a aumentar a renda dos agricultores. Escolas que adotam os banheiros UDDTs muitas vezes usam cinzas ou terra fornecidas pelos estudantes.

Pecuária. Produtos concentrados ricos em materiais orgânicos, inclusive estrume animal e resíduos orgânicos biodegradáveis, podem ser adicionados a resíduos humanos nos digestores de biogás, aumentando deste modo o produto proveniente exclusivamente de substâncias de origem animal.

PASSO 4. Seleção das melhores práticas e tecnologias de saneamento

Uma vez que as informações recolhidas nos passos 1, 2 e 3 tenham sido compiladas, deve-se prosseguir à seleção da tecnologia de saneamento ecológico mais apropriada. Diversas tecnologias são apresentadas nas seguintes seções. Além disso, na parte final deste guia, a tabela "Vantagens e Desvantagens das Tecnologias de Saneamento Ecológico" possibilita a comparação de tecnologias com base nos fatores discutidos nas três primeiras etapas. Equipado

com essas informações, você poderá discutir os prós e contras das várias alternativas com os líderes da comunidade, com o intuito de incentivar a participar no programa desde o começo.



Latrina Ecosan construída em Buyijja, Uganda.



Mulher treinada em construção de latrinas exhibe seu último trabalho em Sichiyanda, Zâmbia.

TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO ECOLÓGICO

Introdução

No decorrer dos anos, as tecnologias de saneamento ecológico evoluíram consideravelmente passando das fossas sanitárias simples a sistemas mais sofisticados que resistem às enchentes, limitam a poluição do meio ambiente e produzem fertilizantes e condicionadores do solo. As seções a seguir incluem tecnologias sugeridas pelo Wasrag que podem ser usadas em diferentes locais. Lembre-se de que não há nenhuma tecnologia de saneamento que possa ser considerada "a melhor" para todas as ocasiões. Todas elas têm o seu valor de acordo com as condições ambientais e os costumes da localidade. As tecnologias são comparadas na seção "Vantagens e desvantagens das tecnologias de saneamento ecológico". Se após ler este material, você não tiver conseguido escolher a tecnologia mais adequada ao seu projeto, lembre-se de que o Wasrag coloca à disposição o programa "Pergunte a um especialista", no qual rotarianos com experiência profissional em tecnologias de saneamento oferecem assistência direta. O programa pode ser acessado no site: www.StartWithWater.org.

Banheiros de compostagem

Banheiros de compostagem contêm compartimentos de armazenagem/compostagem, que podem ser construídos acima ou abaixo da superfície, para converter excrementos e materiais orgânicos em adubo, um produto seguro e inofensivo que pode ser usado como condicionador de solo. Há, no entanto, aspectos culturais e sociais que devem ser levados em consideração, além da necessidade de treinamento específico. Para obter os melhores resultados das câmaras de compostagem, é necessário controlar sua umidade, de modo a evitar a ocorrência de condições anaeróbias, e manter o equilíbrio entre as proporções de carbono e nitrogênio nos resíduos. Algumas comunidades são altamente intolerantes ao consumo de legumes e hortaliças fertilizados com dejetos humanos. Sendo assim, estes e outros aspectos culturais devem ser analisados antes de se construir este tipo de instalação de compostagem.

Em geral, banheiros de compostagem são inócuos higienicamente se a compostagem termofílica (bactérias que desenvolvem no calor) ocorre à temperatura de 55°C por pelo menos duas semanas ou à temperatura de 60°C por uma semana. No entanto, a Organização Mundial da Saúde recomenda a compostagem entre 55°C e 60°C por um mês, com um subsequente período de maturação de dois a quatro meses para assegurar uma redução patogênica satisfatória.

As condições ideais para o processo de compostagem de dejetos humanos envolve a regulagem do suprimento de oxigênio e da umidade (entre 45% e 70%), o ajuste da proporção carbono/nitrogênio (25:1) através da adição de diferentes materiais orgânicos (como lascas de madeira e/ou restos de vegetais), o controle da temperatura interna (entre 40°C e 50°C) e o trabalho periódico ou revirada do material de compostagem pelo menos uma a duas vezes por ano.

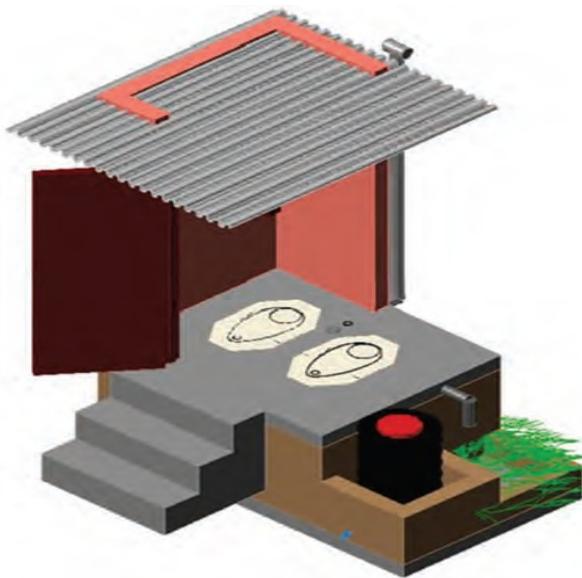
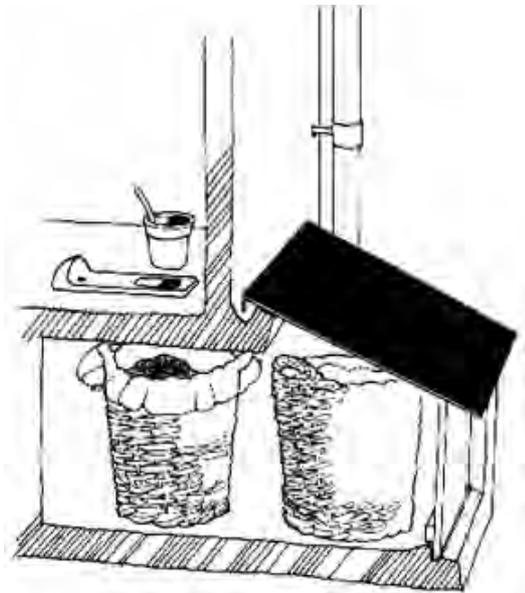
Vale ressaltar, entretanto, que temperaturas termofílicas nem sempre são alcançadas na maioria dos banheiros de compostagem. Se por um lado uma considerável redução patogênica pode ser obtida neste tipo de tecnologia, *não se pode garantir a destruição completa dos agentes patógenos*. Medidas de higiene para manuseio da compostagem devem ser seguidas por todas as pessoas expostas.

Os cuidados de higiene podem ser aprimorados por co-compostagem secundária com resíduos sólidos orgânicos e pela inclusão de outros métodos de tratamento, como armazenagem a longo prazo, acidificação para elevar o pH e exposição à luz ultravioleta (UV).

Os materiais de compostagem gerados nesses banheiros devem ser usados somente na adubação de plantas ornamentais, arbustos e árvores frutíferas. Eles não devem ser aplicados sobre plantações de alimentos, como hortaliças, vegetais e tubérculos, mas podem ser usados seguramente como fertilizantes de solo.

Sistemas que coletam urina em um compartimento produzem volumes maiores de chorume, o qual deve ser manuseado com cuidado para evitar a dispersão de agentes patógenos. O manuseio, descarga e tratamento do excesso de chorume devem ser considerados na fase de planejamento de um banheiro de compostagem. O líquido precisa ser transferido para um tanque ou fossa de absorção ou, alternativamente, evaporado através de um painel de vidro ou portas pintadas de preto que concentram os raios de sol em um painel plano.

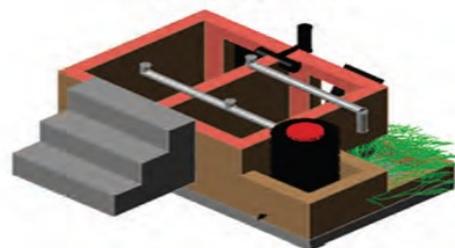
Uma câmara com volume de 300 litros por pessoa por ano (o que equivale a $1,5\text{m}^3$ por ano para uma família de cinco pessoas) ajuda a manter a temperatura da compostagem entre os 40°C e 50°C requeridos. São também necessários um sistema de coleta de chorume e uma unidade de ventilação que forneça oxigênio e permita a saída dos gases. Em alguns projetos, uma segunda câmara é construída, permitindo que uma câmara fique em repouso (após ser enchida) enquanto a segunda é utilizada. Uma alternativa melhor é instalar recipientes de plástico intercambiáveis de tamanhos adequados que permitam o aumento da armazenagem e do tempo de degradação. Os compartimentos de armazenagem podem ser colocados embaixo da casa, mas precisam ser vedados para reduzir a entrada de água se a área estiver sujeita a inundações. Devido ao seu tamanho reduzido e à não utilização de água, os banheiros de compostagem são especialmente adequados para locais com climas mais quentes e onde espaço e água sejam limitados. Eles podem ser instalados dentro das moradias para assegurar que baixas temperaturas não impeçam o processo de compostagem. Em regiões mais frias, painéis solares podem ajudar a elevar a temperatura. A água de lavagem anal não deve ser adicionada à câmara de compostagem, pois condições anaeróbias podem ocorrer, além de maus cheiros, e reduzir a capacidade de coleta. Para mais informações, consulte: <http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-use/hardware/toilet-systems/composting-toilets>



Slab with squatting pan



Piping System



BANHEIROS DE COMPOSTAGEM - Unidade de uma câmara com recipientes transportáveis e unidade com duas câmaras (abaixo), onde uma câmara está em compostagem enquanto a segunda está sendo enchida.

Banheiros de desidratação de fezes e separação de urina

Vasos sanitários de desidratação de fezes e separação de urina (UDDTs) são especialmente adequados a áreas sujeitas a inundações, desde que sua plataforma seja colocada acima do nível de inundação e as portas dos compartimentos de desidratação fiquem vedadas durante os enchentes. Estas unidades, também conhecidas como vasos sanitários Ecosan, operam sem água, o que permite que a urina seja coletada **separadamente** das fezes. Urina e fezes secas podem ser utilizadas respectivamente como fertilizante de plantações e para adubar o solo. A urina é coletada em um tanque separado (plástico ou similar) embaixo do piso. As fezes são depositadas em uma câmara fechada através de aberturas largas nos vasos, como mostrado nas fotos abaixo, e cobertas após cada deposição com uma pequena quantidade de cinzas, grama seca, palha ou terra. Estes elementos absorvem a umidade, reduzem os maus odores e ajudam no processo de desidratação.

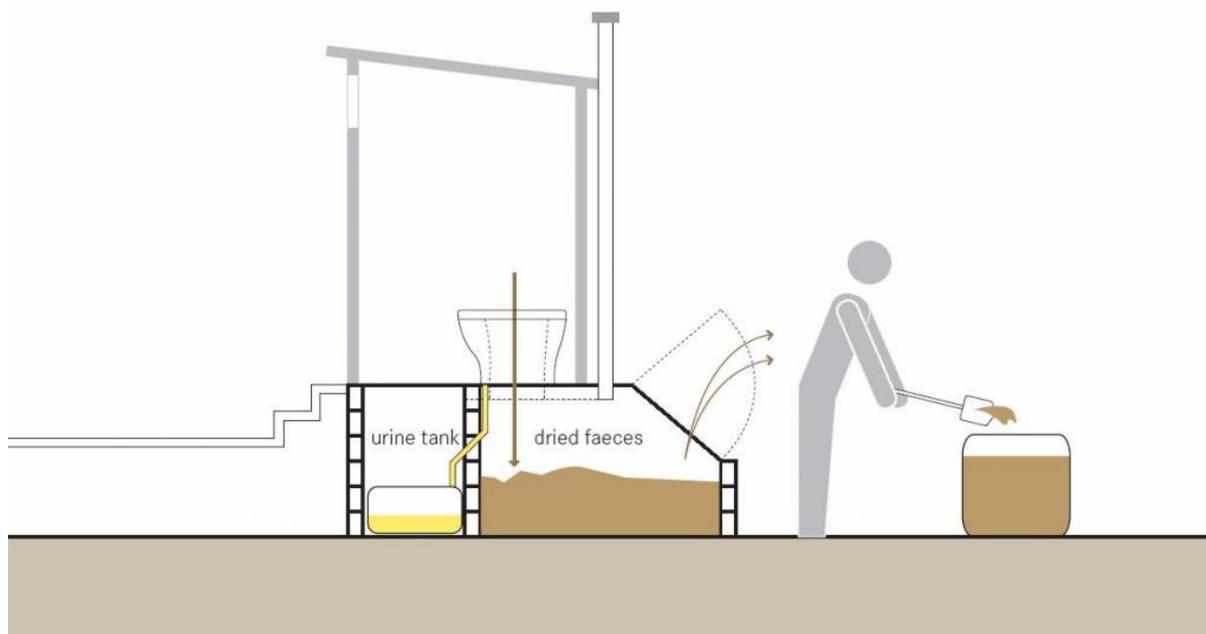


ESQUERDA: Vaso sanitário ao estilo turco, de plástico reforçado, com desvio de urina e cuba coletora para a água de limpeza anal (Fonte: WAFLE - 2010). DIREITA: Vaso cerâmico com pedestal e desvio de urina, e vaso separado para coleta de água de limpeza anal (Fonte: UNESCO-IHE).

Uma unidade com duas câmaras possibilita que uma câmara permaneça fechada durante o processo de desidratação (eliminação de agentes patógenos) enquanto a segunda câmara é enchida. A desidratação ocorre durante um período de seis a nove meses em climas quentes, ou até dois anos em climas mais frios, produzindo material seco quebradiço que pode ser manuseado seguramente para adubar o solo. Em vasos em que há um terceiro buraco específico para água de limpeza anal (ACW, na sigla em inglês), é importante que a ACW e a urina sejam mantidas separadas das fezes, para que esta permaneça seca durante o processo de desidratação.

As funções das unidades UDDTs não são imediatamente óbvias, o que de certo modo é uma desvantagem. Assim, é necessário educar os usuários e demonstrar-lhes como utilizar e manter as instalações desde o início. Os vasos sanitários UDDTs estão começando a ser mais aceitos por serem especialmente adequados a áreas sujeitas a enchentes e terem a capacidade de aproveitar urina e fezes desidratadas para melhorar o solo.

A estrutura fechada e acima da superfície, mostrada acima, construída de materiais mais duráveis, como tijolos e/ou metais corrugados, é a mais adequada para ampliar a vida útil das instalações. Isto, contudo, aumenta o seu custo. Este tipo de instalação tem sido adotada amplamente em escolas, tanto na versão com duas câmaras como na de uma única câmara. As unidades maiores requerem tanques plásticos de 40 a 60 litros que possam ser transportados para um área protegida secundária onde fiquem armazenados durante o processo de desidratação.



Uso de fezes secas de um vaso sanitário UDDT. Fonte: SSWM - Tilley et al. (2008)

Um banheiro de uma câmara, capaz de atender a uma única moradia, tem geralmente de 150 cm a 200 cm de comprimento, 90 cm de largura e de 80 cm a 90 cm de altura. Se houver uma segunda câmara, esta deve ser construída exatamente com as mesmas dimensões ao lado da primeira câmara. A parede do banheiro é normalmente construída com tijolo ou concreto, apesar de estruturas de bambu, madeira ou aço galvanizado poderem servir como alternativa. No interior, são instalados um piso de madeira e um vaso sanitário EcoSan, do tipo bacia turca (mostrado acima) ou de cerâmica com pedestal e buraco para a transferência dos dejetos. As unidades costumam ter um recipiente plástico de 40 litros ou mais, que pode ser fechado depois de cheio para o processo de desidratação. É recomendável manter o teor de umidade das fezes em torno de 25%, com uma temperatura por volta de 50°C ou mais, para criar um ambiente seco que estimule a destruição dos agentes patogênicos. O processo pode ser auxiliado pela adição de resíduos minerais ou de cinzas. A manutenção da temperatura em 43°C ou mais por um mês matará a maior parte dos agentes patogênicos, embora nos climas mais quentes um período de seis meses seja considerado o tempo mínimo de retenção. Em ambientes mais frios, este processo pode ser facilitado colocando-se na câmara portinholas de acesso inclinadas e pintadas de preto. Este sistema é mais adequado para climas secos e/ou quentes, como no sudeste da Ásia, Índia e África.

As paredes de tijolo e/ou concreto das câmaras devem ser construídas sobre uma base de betão armado com 75 mm a 100 mm de espessura colocada sobre a superfície do solo, o que garante que a câmara seja impermeável. Uma portinhola de acesso deve ser instalada na parte de trás da estrutura ou na parede lateral, para permitir que as fezes sejam manipuladas a cada poucas semanas (veja diagrama e observação acima). A portinhola deve ser vedada se a instalação for construída em área sujeita à inundação, para evitar que o material seja umedecido novamente. Pintar a portinhola de acesso de preto ajuda a elevar a temperatura das câmaras, o que facilita a desidratação. Um vídeo curto sobre estes princípios pode ser visto em: <http://www.youtube.com/watch?v=YV-1To9DkJQ>.

Os custos dos vasos sanitários UDDTs construídos localmente são apenas um pouco mais altos do que os das latrinas com fossas. Instalações que usam recipientes removíveis exigem um área de secagem protegida e separada para tratamento do material antes de sua colocação no solo.



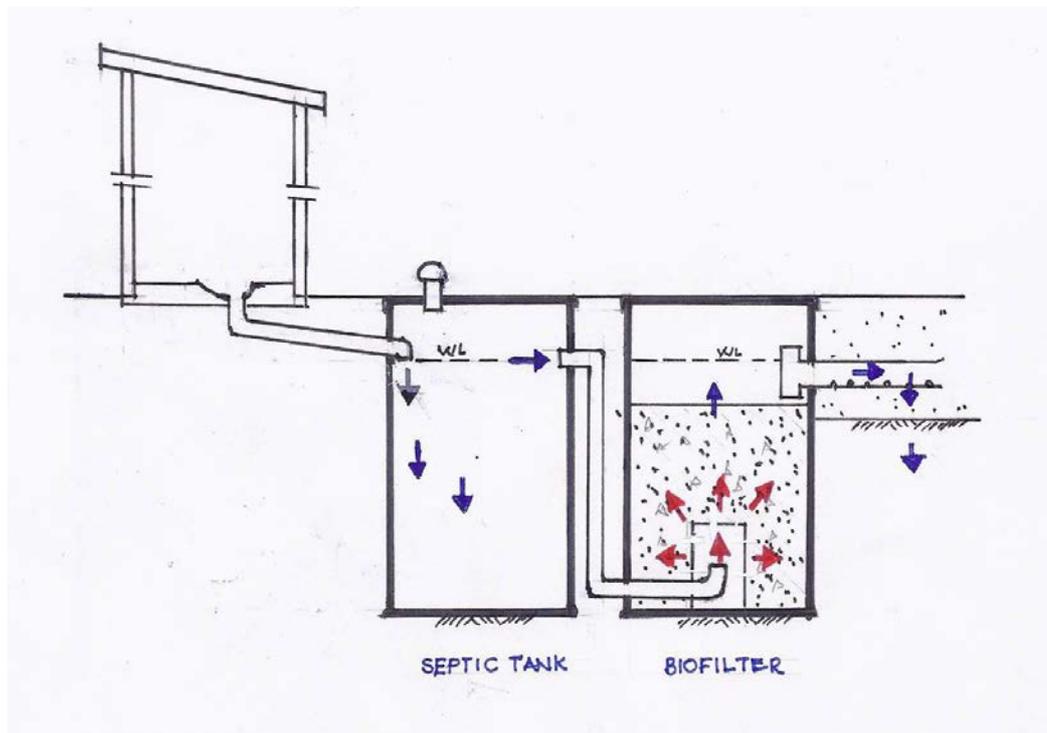
A construção de mictórios masculinos e femininos é particularmente útil em escolas, pois facilita a operação das unidades UDDTs e mantém as instalações mais limpas. Pedir para que as crianças levem cinzas domésticas (de cozinha) assegura um suprimento constante de materiais para cobertura das fezes. Para mais informações, inclusive detalhes sobre as vantagens e desvantagens das unidades UDDTs e tópicos relacionados, consulte:

<http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-use/hardware/toilet-systems/uddt>.

Sistema de banheiro com biofiltro Amila 3

O sistema de banheiro com biofiltro Amila 3 foi projetado para fornecer uma solução residencial barata com a intenção de amenizar as restrições causadas pela poluição do solo após o tsunami no Sri Lanka. Ele usa tambores de petróleo de cerca de 170 litros como tanques sépticos. O líquido coletado é drenado pelo topo do primeiro tanque para a base de um segundo tanque cheio de areia. A descarga dos efluentes que chegam ao topo deste segundo tanque é feita através de tubos perfurados (furos de lixiviação) para o solo ao redor. As paredes de ambos os tanques podem ser construídas de materiais disponíveis localmente, como argamassa, tijolo, concreto ou metal. O material do biofiltro pode ser areia ou pedregulhos uniformes, o que reduz a demanda por oxigênio dos materiais orgânicos que passam pela área de drenagem e ajuda a descarregar um efluente mais limpo ao solo. O sistema é sustentável, desde que ambos os tanques sejam limpos e mantidos periodicamente.

As vantagens deste sistema incluem sua simplicidade, baixo custo de construção e possibilidade de utilizar materiais e mão de obra disponíveis localmente. A principal desvantagem é que as linhas da área de absorção devem ser mantidas longe de fontes de água e solos arenosos, para evitar poluição. As linhas possuem diâmetro de 75 mm a 100 mm e são construídas de tubos de plástico perfurado ou de cerâmica, cobertos com tecido geotêxtil e pedregulhos uniformes para evitar o entupimento dos orifícios. Os tubos são instalados em uma camada de 15 cm de pedras uniformes, em vala de 40 cm de largura e 50 cm de profundidade. Dependendo do solo, duas ou três tubulações de 20 m de comprimento e distantes cerca de 5 m uma da outra, funcionam por 10 a 15 anos. Após este período, uma nova área de lixiviação deve ser construída perpendicular à existente, enquanto a área antiga deve ser fechada permanentemente.



Biodigestor anaeróbico

O biodigestor anaeróbico produz chorume, que pode ser usado como adubo de solo, e biogás, utilizado para cozinhar, para aquecimento ou em pequenas usinas de produção de energia. O biogás contém uma mistura de metano, dióxido de carbono e outros gases. Digestores de biogás podem ser instalados para atender a uma única moradia, vilarejo ou escola. O digestor possui uma câmara cilíndrica grande, que auxilia a quebra anaeróbia de águas negras, borras e outros resíduos biodegradáveis, inclusive dejetos animais, restos de alimentos e certas plantas. Os tanques podem ser construídos acima ou abaixo da superfície e ter componentes pré-fabricados (como um telhado) ou construídos usando mão de obra e tijolos ou concreto locais. Alguns experimentos estão sendo feitos utilizando chapas de polietileno de alta densidade para a cobertura da câmara de expansão, a qual pode ser fixa ou flutuante. Quando instalados em moradias, biodigestores com um volume de 1000 litros podem ser construídos com tanques de plástico ou com tijolos, tanto na superfície quanto abaixo dela. Para banheiros públicos ou institucionais, o tamanho aumenta para cerca de 100.000 litros.

O material que entra, composto por dejetos humanos e animais e resíduos orgânicos, é retido por um período mínimo de 15 a 25 dias, conforme o digestor esteja localizado em região quente ou fria. O processo de fermentação provoca a produção de gás, que, por sua vez, cria uma pressão que empurra a borra para cima dentro da câmara de expansão. Quando o gás é removido, a borra volta a descer na câmara de expansão. A pressão gerada é usada para transportar o biogás através da tubulação. Estas unidades produzem o mesmo tipo de resíduos que um tanque séptico, mas têm a vantagem de gerar biogás.

A maioria dos digestores de biogás é conectada diretamente a banheiros públicos ou privados e tem uma entrada adicional para materiais orgânicos. Apesar de não ter cheiro e ser rica em produtos orgânicos e nutrientes, a borra precisará passar por tratamento adicional (termofílico) para que a destruição de agentes patogênicos seja completada.

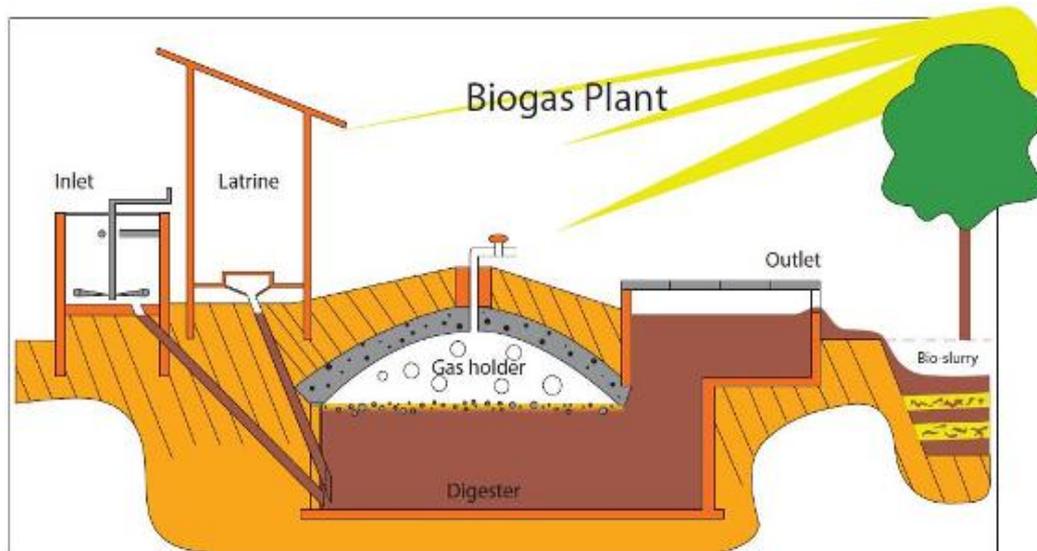
Vantagens:

- Gera uma fonte de energia utilizável
- Custos baixos de instalação e operação, pois não requer energia elétrica

- Construção abaixo da superfície minimiza a quantidade de espaço requerido e possibilita uma vida útil longa

Desvantagens:

- Exige projeto técnico detalhado e mão de obra especializada para ser construído
- Dependendo do tamanho, a borra processada requer remoção periódica e os efluentes ainda precisam ser tratados



Para ver exemplos deste produto, consulte www.susana.org/case-studies/ "Public toilet with biogas plant and water kiosk Naivasha, Kenya"; <http://www.sswm.info/category/implementation-tools/wastewater-treatment/hardware/site-storage-and-treatments/anaerobic-dj>; Esta tecnologia e outras podem ser encontradas em www.akvo.org e no portal de saneamento da Tilley E. et al (2008) "Compendium of Sanitation Systems & Technologies".



Checagem da válvula de gás de uma cobertura flutuante em um [biodigestor de gás](#) na Índia (esquerda) e ignição da chama de [biogás](#) (direita, Lesoto, 2006). Fonte: BIOTECH India (2007) e Muench (2008).

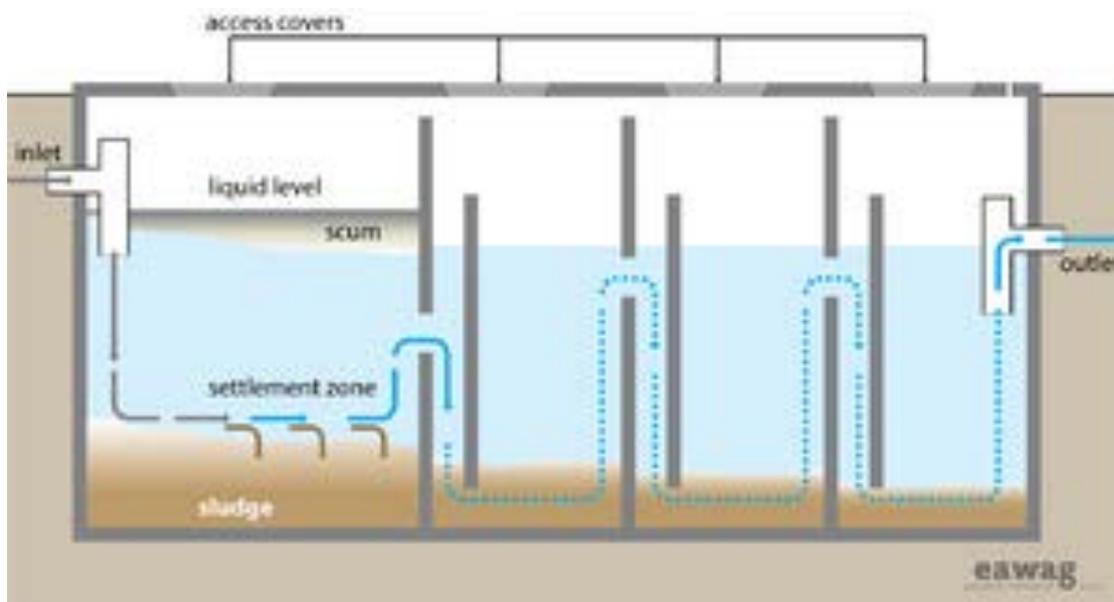


Digestor de biogás sendo construído pela Umunde Trust, em Nairóbi. Um centro biológico é construído sobre um digestor, com banheiros públicos no andar térreo e cozinha, escritório e sala de reunião no primeiro andar. Combustível para geração de energia e uso na cozinha é diretamente derivado dos gases gerados das urinas e fezes coletados nos banheiros públicos e armazenados na câmara de expansão.

Biodigestor anaeróbico com defletores

Esta tecnologia é adequada para instalação em áreas residenciais densas, como favelas. O digestor é um tanque séptico grande, que contém uma série de defletores que forçam o fluxo das águas residuais antes destas serem descartadas a uma área de lixiviação através de um tubo perfurado (veja Uso de urina) ou a um esgoto através de um tubo com um pequeno orifício de saída. O aumento do tempo de contato com a borra ativa no digestor aprimora o tratamento como um todo. Esta tecnologia pode ser aplicada a grandes conglomerados, que possuem alta quantidade de água residual proveniente de chuveiros, lavagem de roupas e descarga de banheiros, ou em pequenas comunidades. Este sistema não deve ser usado em solo com lençóis freáticos altos ou onde é requerido tratamento imediato, pois a operação pode levar vários meses para ser iniciada. Este biodigestor é mais adequado a climas quentes. A borra requer remoção anual ou tratamento adicional, como conexão a um biodigestor de biogás. Sua vida útil é longa, mas este precisa ser instalado por profissionais especializados e mantidos por técnicos treinados. Para mais informações, consulte:

http://www.akvo.org/wiki/index.php/Anaerobic_Baffled_Reactor.



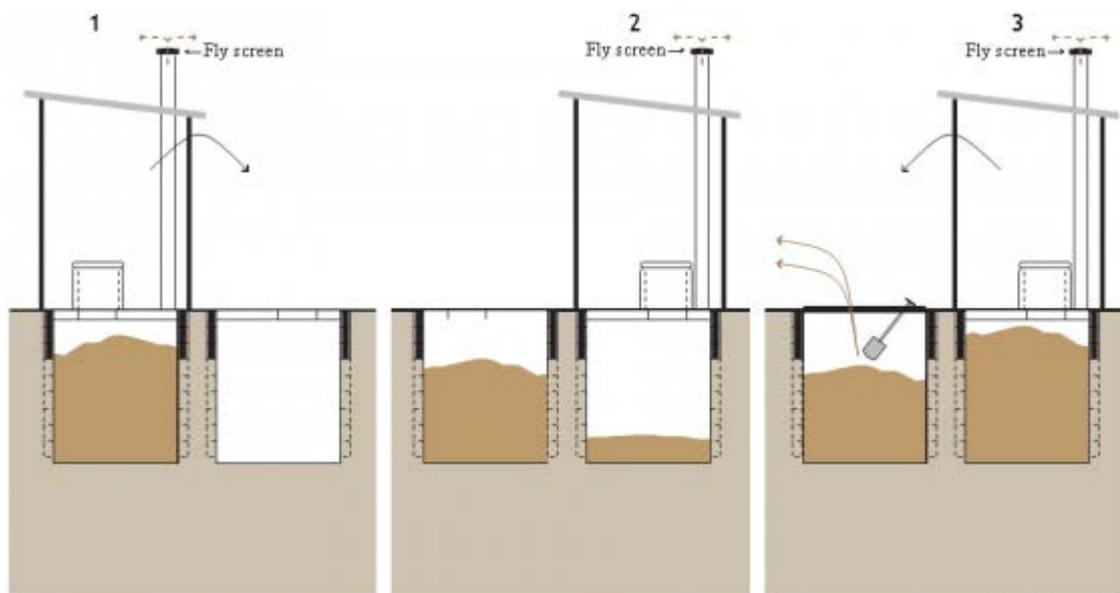
(Desenho cortesia de Sandec Ewag)

Fossa alterna

A fossa alterna é uma tecnologia de saneamento sem água que utiliza alternadamente duas fossas secas ventiladas e produz composto que pode ser usado para fertilização do solo. As fossas são parcialmente alinhadas e têm no máximo 1,5 m de profundidade. Elas requerem adição periódica de terra, cinzas e/ou palha, para degradação dos dejetos, e material seco.

Sua instalação costuma ser inicialmente mais cara do que a das latrinas VIP devido à necessidade da construção de duas fossas com diâmetro de cerca de um metro, mais uma cobertura para cada uma. As fossas podem ser usadas repetidamente, uma de cada vez. A construção é de material leve, para permitir seu deslocamento para a outra fossa. Quando cheia, o que, dependendo do número de usuários, leva em torno de 12 a 18 meses, a estrutura é mudada para um segundo buraco e o primeiro é vedado temporariamente. Após ser fechada, a fossa passa por um processo de degradação e os resíduos são transformados em uma mistura seca, semelhante à compostagem, que pode ser facilmente removida após cerca de 12 meses.

Como em outras técnicas parecidas, terra, cinzas e folhas têm que ser adicionados após cada defecação e urinação para tornar o material mais quebradiço. Além disso, as cinzas ajudam a aumentar o pH, facilitando o processo de eliminação dos agentes patógenos.



O sistema pode funcionar com sucesso com ou sem urina, mas não pode haver adição de água, de modo a evitar a formação de vetores e patógenos. Além disso, a água preenche os espaços porosos e impede que oxigênio alcance as bactérias aeróbias, o que é necessário à degradação dos dejetos.

A principal desvantagem do sistema de fossa alterna é que ele não pode ser instalado em áreas com solo rochoso ou formado por argila compacta, onde o lençol freático é alto ou em locais sujeitos a enchentes. É necessário trabalhar corretamente o material depositado e providenciar para que haja constante suprimento de terra, cinzas e folhas. Por ser rasa e os resíduos terem a composição de húmus leve, este tipo de fossa é fácil de limpar em comparação às fossas que possuem sedimento fecal.

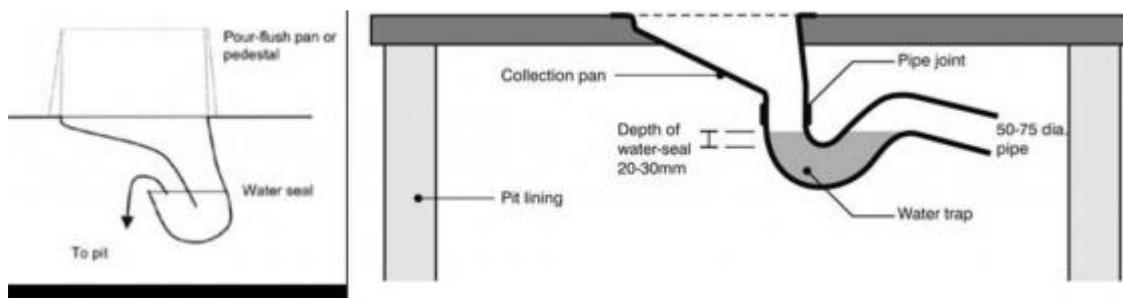
Os sistemas de fossa alterna são relativamente baratos e podem ser facilmente instalados usando-se mão de obra e materiais locais. Para mais detalhes, consulte:

<http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-use/hardware/toilet-systems/fossa-alterna>

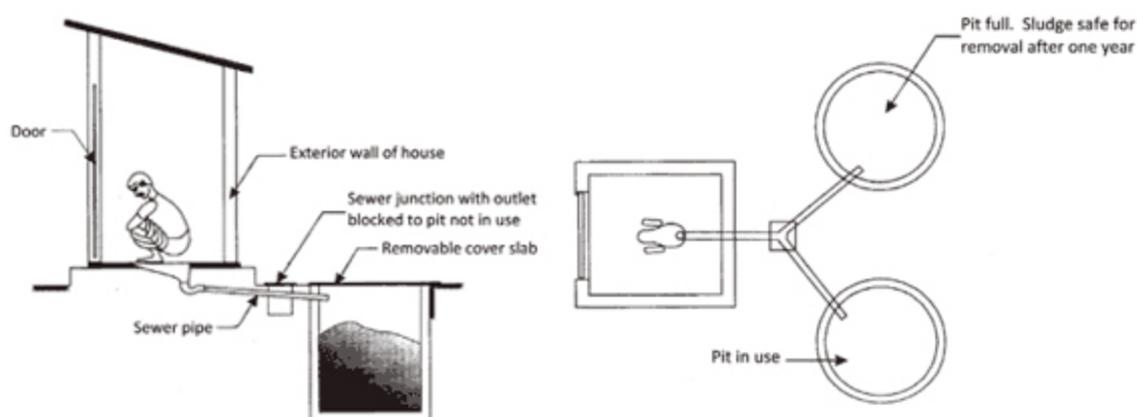


Banheiros de duas fossas com descarga por gravidade

O banheiro com descarga por gravidade é semelhante a um banheiro de descarga normal, no entanto, de um a três litros de água são colocados manualmente na cisterna em vez de se apertar um botão. O vaso sanitário é mais baixo e possui um selo de água no sifão, que evita que qualquer odor ou moscas saiam do tubo de descarga para a câmara do banheiro. É recomendável não jogar papel higiênico no vaso sanitário, pois a água pode não ter força suficiente para movimentá-lo através do sifão.



Em cada instalação, a estrutura do banheiro pode ser movida de lugar ou permanecer no mesmo local. Somente uma fossa pode ser usada por vez, enquanto a outra fica em repouso até que o líquido dos resíduos seja drenado através das aberturas feitas nas paredes (a construção é geralmente de tijolos), deixando como resultado um material inócuo parecido com o solo. Embora semelhante à fossa alterna, as fossas duplas não requerem adição de solo e material orgânico porque contêm água.



As fossas têm geralmente um metro de diâmetro. Elas devem ser colocadas a cerca de um metro uma da outra e estar localizadas a pelo menos 30 metros de distância de qualquer fonte de água, ou em desnível com relação a esta, para reduzir poluição de lençol freático. Deve-se colocar o produto em retenção por pelo menos um ano antes de escavar a fossa. Certas condições especiais podem exigir um ano adicional.

Este sistema é apropriado para áreas onde não há espaço suficiente para mover continuamente as fossas dos banheiros, mas é inadequado para áreas com lençol freático alto

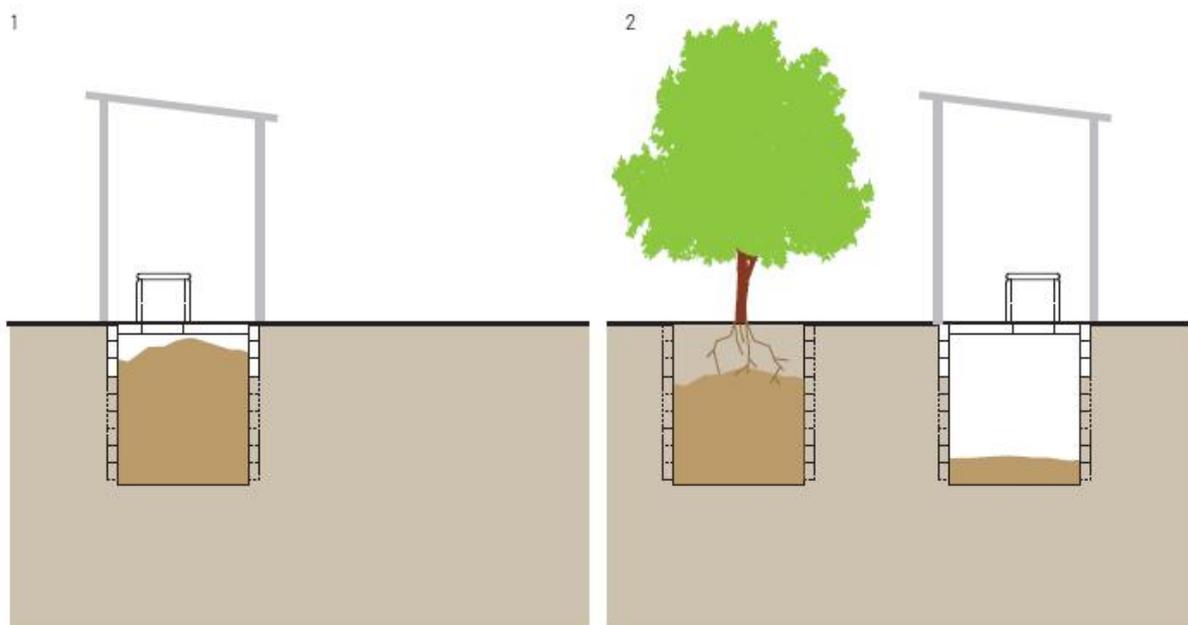
ou sujeitas a enchentes frequentes. Deve-se tomar cuidado para reduzir a poluição do solo, o qual deve ser bastante absorvente. Este sistema não deve ser instalado em solos de argila compacta ou rochosos. Veja também:

<http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-use/hardware/toilet-systems/pour-flush-toilet> .

Arborloo

O banheiro Arborloo é composto de uma latrina VIP temporária e rasa, com profundidade máxima de 1,5 m, sobre a qual é colocada uma estrutura construída com uma viga circular, uma laje e as paredes. Quando a fossa é enchida até cerca de 40 cm abaixo da superfície, ela é coberta com terra e uma árvore (frutífera) é plantada sobre ela. A terra, cinzas e folhas jogadas sobre os dejetos formam um rico material que se decompõe com o tempo, e os nitratos da decomposição fornecem nutrientes para as árvores. Quando uma fossa é preenchida, a viga circular e a estrutura do banheiro são transferidas para uma segunda fossa longe desta. A operação pode continuar indefinidamente, desde que haja espaço suficiente. Uma plantação de árvores pode ser obtida após alguns anos. Este processo não é adequado para áreas sujeitas a inundações ou onde o lençol freático é alto, pois este pode sofrer contaminação. Se o proprietário conseguir cuidar das instalações adequadamente, a construção e instalação desta tecnologia podem ser econômicas, pois requerem mão de obra e materiais de baixo custo. Para mais informações, consulte:

<http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-use/hardware/toilet-systems/arborloo>.



Fezes são depositadas na fossa de um banheiro Arborloo até que esta fique quase cheia. Em seguida, uma segunda fossa é escavada e a estrutura do banheiro transferida para ela. Finalmente, uma árvore, de preferência frutífera, é plantada sobre a primeira fossa.

Sistema de tratamento descentralizado de águas residuais

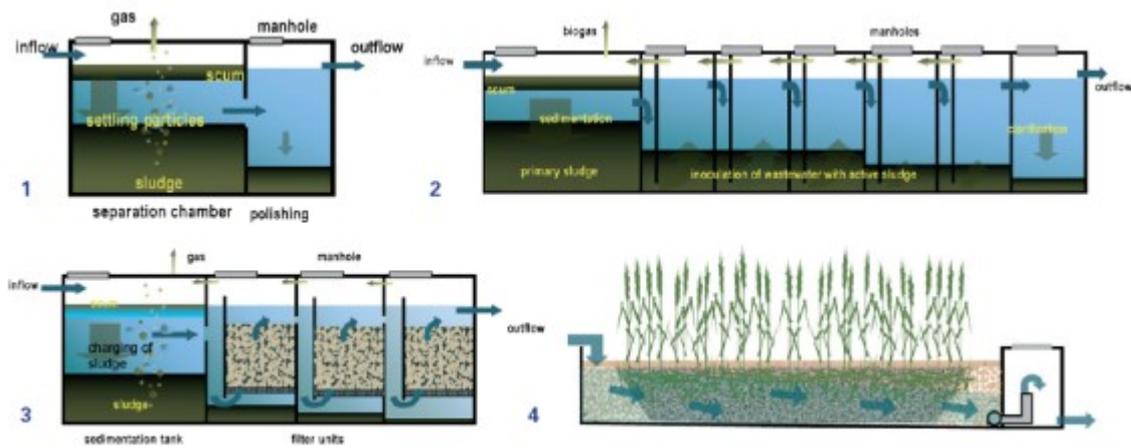
O tratamento descentralizado de águas residuais (DEWAT, na sigla em inglês) é uma abordagem técnica registrada que fornece uma solução para o tratamento físico e biológico de águas residuais. Ele é composto de um tanque de decantação, um digestor anaeróbio com difusores, um filtro anaeróbio e um filtro com cascalhos. O sistema utiliza materiais de construção locais e é adequado para hospitais e indústrias agrícolas. Ele fornece uma solução de

saneamento que não prejudica o meio ambiente e apresenta benefícios como a geração de biogás para utilização em cozinha, iluminação e aquecimento.

Esta tecnologia é semelhante ao biodigestor anaeróbio e, do mesmo modo, deve ser projetado por engenheiros civis e sanitários e requer a participação da comunidade e do governo local. Veja também:

<http://www.youtube.com/watch?v=n9EzBNuR0cM&NR=1&feature=endscreen;>

[http://www.borda-sea.org/basic-needs-services/dewats-decentralized-wastewater-treatment.html.](http://www.borda-sea.org/basic-needs-services/dewats-decentralized-wastewater-treatment.html)



Manipulação e uso de resíduos

Uso de urina

A manipulação de urina é em geral segura e requer pouco trabalho. A urina, quando recolhida das residências, deve ser armazenada em recipientes selados por cerca de um mês. Após um período de até seis meses, ela é usada em culturas de alimentos consumidos por aqueles que não a produziram. Após ser diluída em uma proporção 3:1, ela é aplicada através de sulcos entre as fileiras de plantas, em pequenos orifícios próximos às plantas, ou por meio de linhas de gotejamento, e **não diretamente** sobre os legumes, flores e árvores. Além disso, ela não deve ser aplicada às plantações no mês anterior à colheita. Como indicado nas tabelas a seguir, a urina pode conter alguns patógenos, mas não é comum que estes sejam em números suficientes para prejudicar a saúde dos manipuladores.

PATÓGENOS POTENCIAIS NA URINA

Urina saudável, ao ser eliminada do corpo humano, pode conter até 1000 bactérias de diversos tipos por milímetro. A presença de mais de 100.000 bactérias de um único tipo por milímetro indica a existência de infecção urinária. Indivíduos infectados passam patógenos através da urina que podem incluir:

Bactéria	Doença
<i>Salmonella typhi</i>	Tifóide
<i>Salmonella paratyphi</i>	Febre paratífóide
<i>Leptospira</i>	Leptospirose
<i>Yersinia</i>	Yersiniose
<i>Escherichia coli</i>	Diarreia
Vermes	Doenças
<i>Schistosoma haematobium</i>	Esquistossomose

Fonte: Feachem et al., 1980; e Franceys et al. 1992; e Lewis, Ricki. (1992). *FDA Consumer*, Setembro 1992. p. 41.

DOSES MÍNIMAS INFECCIOSAS para alguns patógenos e parasitas

Patógeno	Doses mínimas infecciosas
<i>Ascaris</i>	1-10 ovos
<i>Cryptosporidium</i>	10 cistos
<i>Entamoeba coli</i>	10 cistos
<i>Escherichia coli</i>	1.000.000-100.000.000
<i>Giardia lamblia</i>	10-100 cistos
Vírus de Hepatite A	1-10 PFU
<i>Salmonella spp</i>	10.000-10.000.000
<i>Shigella spp</i>	10-100
<i>Streptococcus fecalis</i>	10.000.000.000
<i>Vibrio cholerae</i>	1.000

Patógenos possuem diversos níveis de virulência, os quais refletem o seu potencial de provocar doenças em seres humanos. A dose mínima infecciosa indica o número de organismos necessários para causar infecção.

Fonte: Bitton, Gabriel. (1994). *Wastewater Microbiology*. Nova York: Wiley-Liss, Inc., p. 77-78, e *Biocycle*. Setembro

Para mais informações, leia o artigo sobre os vasos sanitários de desidratação de fezes e separação de urina da Ecosan (UDDTs), Muench 2009 e o artigo sobre o uso de urina como fertilizante em produção agrícola nas Filipinas por Gensch e outros em:

<http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-use/hardware/toilet-systems/uddt>

Manipulação e uso de fezes

Para que possam ser utilizadas como aditivo do solo, as fezes requerem mais cuidado e consideração do que a urina. Os fatores mais importantes para a digestão adequada de fezes são mantê-las secas e manter a temperatura superior a 50°C. Depois de terem sido

completamente digeridas após a destruição dos patógenos, as fezes devem ter uma aparência pulverosa. Os agentes patogênicos que podem existir em fezes humanas são divididos em quatro categorias gerais: vírus, bactérias, protozoários e helmintos (vermes). Para mais detalhes, consulte o manual *Humanure Handbook* de Joseph Jenkins.

VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO ECOLÓGICO

SITES DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO

Sites de tecnologias de saneamento seco

Tratamento principal	Relatórios detalhados disponíveis em:
Latrina ventilada melhorada (VIP) com fossa simples e dupla. Baixa sustentabilidade sem manutenção constante.	http://www.akvo.org/wiki/index.php/Single_Ventilated_Improved_Pit http://www.akvo.org/wiki/index.php/Double_Ventilated_Improved_Pit http://practicalaction.org/ventilated-improved-pit-latrine http://www.youtube.com/watch?v=n4yfAyhiV74 http://www.youtube.com/watch?v=XMUTVD4IQ8s&feature=endscreen&NR=1
Arborloo. Sustentabilidade alta, devido à plantação de árvores sobre as fossas.	http://aquamor.tripod.com/ArborLoo2.HTM http://www.source.irc.nl/page/51945 http://susana.org/lang-en/case-stu?view=ccbctypeitem&type=2&id=86
Fossa alterna. Semelhante às latrinas secas de fossas duplas.	http://www.akvo.org/wiki/index.php/Single_Ventilated_Improved_Pit http://www.susana.org/lang-en/case-studies?view=ccbctypeitem&type=2&id=88 http://www.clean-water-for-laymen.com/pit-latrine.html
Banheiros (simples ou duplos) de desidratação de fezes e separação de urina (Ecosan ou latrinas duplas usadas no Vietnã, <i>Vietnamese Double Vaults</i>). Muito sustentável devido ao tratamento eficaz de resíduos.	http://www.akvo.org/wiki/index.php/Dehydration_Vaults http://www.youtube.com/watch?v=YV-1To9DkJQ&feature=youtu.be http://www.susana.org/lang-en/case-studies?view=ccbctypeitem&type=2&id=51 http://www.susana.org/lang-en/case-studies?view=ccbctypeitem&type=2&id=1195 http://www.akvo.org/wiki/index.php/Storage_tanks http://www.susana.org/lang-en/library/rm-technical-drawings?view=ccbctypeitem&type=2&id=392
Banheiros de compostagem. Bastante sustentáveis se os resíduos forem tratados corretamente.	http://practicalaction.org/compost-toilets-1 http://www.akvo.org/wiki/index.php/Composting_Chamber http://www.gtz.de/en/themen/umwelt-infrastruktur/wasser/9397.htm

Sites de tecnologias de saneamento com descarga

Latrinas VIP.	http://www.akvo.org/wiki/index.php/Urine_Diverting_Dry_Toilet ; http://www.akvo.org/wiki/index.php/Pour_Flush_Toilet http://www.akvo.org/wiki/index.php/Application_of_Urine
Banheiros de duas fossas com descarga por gravidade.	http://www.akvo.org/wiki/index.php/Twin_Pits_for_Pour_Flush
Tanques sépticos e campo de lixiviação.	http://www.akvo.org/wiki/index.php/Septic_Tank http://www.akvo.org/wiki/index.php/Leach_Field
Digestores de biogás. Muito sustentáveis.	http://www.akvo.org/wiki/index.php/Anaerobic_Biogas_Reactor ; http://www.susana.org/lang-en/case-studies?view=ccbctypeitem&type=2&id=131 http://www.akvo.org/wiki/index.php/Biogas_as_source_of_energy http://www.gtz.de/en/themen/umwelt-infrastruktur/wasser/9397.htm

LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

Antes de selecionar uma tecnologia de saneamento que possa ser usada e mantida efetivamente, uma série de fatores devem ser levados em consideração. Evitar a poluição do meio ambiente, por exemplo, inclusive as fontes de água, ajuda a prevenir a disseminação de doenças.

Devido à falta, atual ou prevista, de água em muitos países em desenvolvimento, tecnologias ecológicas estão sendo adotadas em residências, bairros, escolas e locais comunitários.

Estudos preliminares devem ser conduzidos para verificar as medidas de saneamento adotadas pela população local. As pessoas usam banheiros? Se afirmativo, de que tipo? Elas fazem suas necessidades ao ar livre onde for mais conveniente, ou apenas em uma área definida para este fim? Uma vez que as questões culturais que possam afetar a seleção de tecnologia sejam determinadas, as condições ambientais devem ser avaliadas.

As perguntas a seguir facilitam a seleção da tecnologia mais adequada.

Compreensão da área/comunidade

Qual é o tamanho da área (km²) e da população? _____

Há banheiros na área? _____

Há banheiros na comunidade disponíveis à população? _____

Há banheiros comunitários na área? _____

Quais são as práticas atuais de saneamento? _____

A defecação ao ar livre é praticada na comunidade? _____

A defecação ao ar livre é praticada em local definido para este fim? _____

Há escolas com banheiros na área? _____

Todas as escolas têm banheiros para os alunos? _____

Que tipos de banheiros são instalados nas escolas? _____

Há mictórios? Se afirmativo, quais são os tipos e materiais? _____

Que tipos de solo são encontrados na área que necessita de saneamento? _____

Há rochas na área onde o sistema de saneamento será instalado? _____

O governo fez alguma investigação referente ao saneamento a ser implementado? _____

O governo encarregou-se da construção de algum sistema de saneamento? _____

Implementação de programa através da educação

Por que instalar banheiros quando as pessoas têm defecado ao ar livre há séculos?

Há doenças na área causadas por falta de instalações sanitárias?

Essas doenças podem ser reduzidas rapidamente antes da instalação de sistemas de saneamento, como, por exemplo, através de práticas simples de higiene?

As crianças em idade escolar são afetadas?

As mulheres são mais afetadas do que os homens com a falta de banheiros? Como?

Que ferramentas podem ser usadas para educar os idosos quanto à instalação e uso de banheiros?

O programa Saneamento Total Liderado pela Comunidade (CLTS, na sigla em inglês) e/ou Saneamento Total Liderado pela Escola (SLTS, na sigla em inglês) devem ser implementados?

Como informações sobre o programa CLTS podem ser obtidas?

O programa CLTS deve ser implementado por um especialista? Se afirmativo, como identificá-lo?

Os rotarianos do meu clube podem receber treinamento para tornarem-se especialistas do programa CLTS?

Quais são as maneiras de incentivar a participação da comunidade?

Considerações ambientais – Disponibilidade e uso de água

A área conta com uma fonte segura de água? _____

Qual é a fonte de água? _____

Que sistemas (coleta de água da chuva, poço de água, água de nascente) são usados para manter o abastecimento de água?

A água é necessária para dar descarga no vaso sanitário, fazer limpeza anal ou lavar as mãos?

Considerações ambientais – Inundações e efeitos nas tecnologias

Que tecnologias são adequadas para áreas afetadas por inundações? _____

Que tecnologias são adequadas para áreas não afetadas por inundações? _____

Qual é a profundidade dos lençóis freáticos no final da estação de chuvas? _____

Que tecnologias podem ser usadas com pouca ou nenhuma água? _____

Há tecnologias disponíveis que não requerem o uso de água? _____

Como os dejetos humanos são tratados quando há pouca ou nenhuma água? _____

Seleção de tecnologias de saneamento ecológico

O que são tecnologias de saneamento ecológico? _____

Como essas tecnologias são chamadas? _____

Que tecnologias podem ser usadas em regiões áridas? _____

Que tecnologias podem ser usadas em áreas que contam com uma fonte segura de água?

Que tecnologias podem ser usadas em escolas/clínicas? _____

Há outras alternativas além dos vasos sanitários com descarga? _____

Dejetos humanos consistem de urina e fezes. Estes possuem algum valor para a comunidade?

A comunidade já usou dejetos humanos para melhoria da produção de alimentos? _____

Quem cobrirá os custos com a construção de novas instalações sanitárias? _____

Quem cobrirá os custos com a operação e manutenção dessas instalações sanitárias?

As instalações devem ser obtidas por meio de doações ou deve-se buscar uma maneira de fazer com elas sejam financiadas pelos beneficiários?

Negócios/empregos podem ser criados para construção, operacionalização e manutenção desses sistemas sanitários na região?
