



**Grupo de Trabalho de Operação e
Manutenção**



**Conselho Colaborador de
Abastecimento de Água e Saneamento**

Ligando a Escolha de Tecnologia com a Operação e Manutenção

**para Abastecimento de Água
e Saneamento a Baixo Custo**



Organização Mundial da Saúde



**IRC Centro Internacional de
Água e Saneamento**

202.6-9841-18946

IRC – Centro Internacional de Água e Saneamento

PO Box 2869
2601 CW Delft
Holanda

Tel: +31 (15) 219 29 39

Fax: +31 (15) 219 09 55

E-mail: general@irc.nl

Organização Mundial da Saúde

20, Avenue Appie
CH-1211 Genève
Suíça

Tel: +41 22 791 2111

Fax: +41 22 791 0746

Conselho Colaborador de Abastecimento de Água e Saneamento

a/c Organização Mundial da Saúde

Tel: +41 22 79 3685

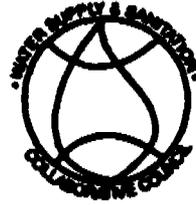
Fax: +41 22 791 4847

Grupo de Trabalho de Operação e Manutenção

a/c Organização Mundial da Saúde



**Grupo de Trabalho de Operação e
Manutenção**



**Conselho Colaborador de
Abastecimento de Água e Saneamento**

Ligando a Escolha de Tecnologia com a Operação e Manutenção

**para Abastecimento de Água
e Saneamento a Baixo Custo**



Organização Mundial da Saúde



**IRC Centro Internacional de
Água e Saneamento**

**Ligando a Escolha de Tecnologia
com a Operação e Manutenção**

**para Abastecimento de Água
e Saneamento a Baixo Custo**

elaborado por:

François Brikké
Maarten Bredero
Tom de Veer
Jo Smet

Ilustrado por Marjen Bloem

**Grupo de Trabalho de Operação e Manutenção
do
Conselho Colaborador de Abastecimento de Água e Saneamento**

IRC. Centro Internacional de Água e Saneamento

Maputo, Moçambique

1998

Tradução do inglês de : 'Linking Technology Choice with Operation and Maintenance for Low-Cost Water Supply and Sanitation' (1997)

Tradução: CBE Consultores Moçambique Lda.

Esta tradução foi produzida e publicada para o IRC Centro Internacional de Água e Saneamento, pela Cooperação Suíça para o Desenvolvimento, Programa MOZ-16 - Apoio à Formação do Sector da Água em Moçambique

Índice

Agradecimentos vi

Acerca do Manual vii

Parte I Operação e Manutenção e a Escolha de Tecnologia

Capítulo 1: Operação e Manutenção e Tecnologias 1

1.1 Operação e Manutenção no contexto da sustentabilidade 1

1.2 Tecnologias de abastecimento de água rural e urbano a baixo custo 3

1.3 Tecnologias de saneamento rural e urbano a baixo custo 5

Capítulo 2: Processo de selecção da tecnologia 7

2.1 Notas introdutórias 7

2.2 Factores que influenciam a escolha da tecnologia de abastecimento de água 9

2.3 Processo de escolha de tecnologia de abastecimento de água à comunidade 11

2.4 Factores que influenciam a escolha da tecnologia de saneamento 12

2.5 Processo de escolha da tecnologia de saneamento rural e urbano a baixo custo 14

Capítulo 3: Avaliação das implicações de Operação e Manutenção 15

3.1 Observações gerais 15

3.2 Implicações de O&M 15

Parte II Folhas Informativas – Tecnologia de Abastecimento de Água

Capítulo 4: Recursos hídricos 27

Introdução 27

4.1 Recolha de Água dos Telhados 28

4.2 Diques de Captação e Armazenamento 32

4.3 Captação da Água das Nascentes 36

4.4 Poços Escavados 40

4.5 Furos de Água 45

4.6 Sistemas Sub-superficiais de Captação de Água 48

4.7 Captação Lateral Protegida 52

4.8 Captação do Fundo do Rio 54

4.9 Captação Flutuante 56

4.10 Captação de um Tanque 58

Capítulo 5: Dispositivos de elevação da água	61
Introdução	61
5.1 Corda ou Balde Soltos, através duma Roldana ou num Molinete	62
5.2 Elevação por Balde	65
5.3 Elevação por Corda	68
5.4 Bomba Manual de Sucção	71
5.5 Bomba Manual de Acção Directa	74
5.6 Bomba Manual de Pistão de Poços Profundos	77
5.7 Bomba de Diafragma de Poços Profundos	81
5.8 Bomba Centrífuga	84
5.9 Bomba Submersível	87
5.10 Bomba de Fluxo Axial	90
5.11 Bomba Hidráulica de Elevação de Água	92
Capítulo 6: Sistemas de energia	95
Introdução	95
6.1 Motor a Diesel	96
6.2 Sistemas fotovoltaicos	99
6.3 Moinho de vento	102
Capítulo 7: Tratamento de água	105
Introdução	105
7.1 Aquecimento	106
7.2 Filtro Doméstico Lento de Areia	108
7.3 Cloração Doméstica	111
7.4 Cloração em Recipiente no Poço	114
7.5 Armazenamento e Sedimentação	116
7.6 Filtro de Desbaste de Fluxo Ascendente	118
7.7 Filtração Lenta através de Areia	121
7.8 Cloração em Sistemas de Abastecimento de Água Canalizada	125
Capítulo 8: Sistemas de armazenamento e distribuição	129
Introdução	129
8.1 Reservatório de Barro com Revestimento de Betão	131
8.2 Reservatório de Betão Armado	133
8.3 Reservatório Elevado de Aço	136
8.4 Tanque de Ferro-cimento	139
8.5 Fontanário Público	142
8.6 Ligação Doméstica	145
8.7 Contador de Água de Pequeno Fluxo	148

Parte III Folhas Informativas – Tecnologia de Saneamento

Capítulo 9: Saneamento rural a baixo custo	153
Introdução	153
9.1 Latrina Básica Tradicional Melhorada	155
9.2 Latrina de Cova Ventilada Melhorada	159
9.3 Latrina de Câmara Dupla de Composto	163
9.4 Latrina com Furo	166
9.5 Latrina de Carga-descarga com Cova de Filtragem	169
9.6 Fossa Séptica e “Aqua Privy”	174
9.7 Camião-Tanque de Vácuo	177
9.8 Tecnologia de Vazamento Manual de Covas de Latrinas (MAPET)	182
9.9 Fossa	186
9.10 Terreno de Drenagem	189
9.11 Rede de Esgotos de Furo Pequeno ou de Clarificação	192
Literatura	196

Agradecimentos

Este manual foi preparado sob a orientação do Grupo de Trabalho de Operação e Manutenção do Conselho Colaborador do Abastecimento de Água e Saneamento. Manifestamos os nossos agradecimentos a todos os membros pela sua valiosa contribuição e sugestões, especialmente a José Hueb, coordenador deste Grupo de Trabalho.

O Centro Internacional de Água e Saneamento IRC elaborou este manual com contribuições profissionais de François Brikké, Maarten Bredero, Tom de Veer e Jo Smet, bem como a assessoria de Jan Teun Visscher. Vários fabricantes e especialistas também deram o seu parecer, como por exemplo a bomba Vergnet. A produção do manual foi da responsabilidade de Lauren Houttuin e Anneke Groenendal. A edição esteve a cargo de Nicolette Wildeboer e Stephen Parker. As ilustrações foram feitas por Marjan Bloem.

Apresentamos agradecimentos especiais à Direcção Geral de Cooperação para o Desenvolvimento, Ministério dos Negócios Estrangeiros, Governo da Itália e à Direcção Geral de Cooperação Internacional do Reino dos Países Baixos, pela sua contribuição financeira para a implementação deste projecto.

Capítulo I

Operação e Manutenção e Tecnologias

1.1 Operação e Manutenção no contexto da sustentabilidade

A operação e manutenção de pequenos sistemas comunitários de abastecimento de água foi descuidada no passado numa série de países em vias de desenvolvimento. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, calcula-se que 30 a 60% dos sistemas de abastecimento de água existentes não estejam em funcionamento, o que tem um impacto grave no bem-estar e na saúde das populações em questão, e na sustentabilidade em geral.

O problema do saneamento é enorme, mais de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo não possuem saneamento adequado. Embora sejam muitas vezes mencionados “melhoramentos no abastecimento de água e saneamento” juntamente com propostas de projectos, na prática o saneamento é alvo de muito menos atenção.

Os governos, agências externas de ajuda, bem como as comunidades locais estão cada vez mais preocupadas com a importância de se integrar as componentes de operação e manutenção na planificação, implementação, gestão e monitoramento das actividades dos projectos, uma vez que a operação e manutenção constituem um factor chave da sustentabilidade.

Os profissionais do sector estão também a aperceber-se de que a operação e manutenção não é apenas uma questão de ordem técnica. Ela engloba aspectos sociais, de género, aspectos económicos, culturais, institucionais, políticos, de gestão e ambientais.

Agências sectoriais nos países em vias de desenvolvimento dão-se conta da necessidade de redefinir os papéis e responsabilidades dos vários intervenientes envolvidos na operação e manutenção. Com efeito, devido a pesados encargos financeiros e problemas de eficiência, os governos estão gradualmente a reconsiderar o seu papel de provedores de serviços para passarem a ser facilitadores de processos. As comunidades possuem responsabilidades crescentes não apenas na operação e manutenção dos seus sistemas de abastecimento de água, como também na gestão financeira destes sistemas. Novos intervenientes, tais como empreendedores privados dos sectores formal e informal estão, neste momento, a ser considerados como potenciais intervenientes da operação e manutenção.

A sustentabilidade é um termo largamente usado, o qual possui uma variedade de significados, dependendo do contexto em que é usado. Um projecto é considerado sustentável se:

- A fonte de água não for sobre-explorada, mas sim se for reabastecida naturalmente;
- As instalações forem operadas e mantidas num estado que garanta um abastecimento seguro e adequado de água potável;
- Os valores financeiros necessários para a operação, manutenção e gestão de sistemas forem gerados através de práticas sãs de recuperação de custos;
- As instalações de saneamento corresponderem às necessidades e práticas sócio-culturais e se estiverem devidamente usadas e cuidadas;
- As comunidades—tanto os homens como as mulheres—forem envolvidas no desenho, planificação e gestão do esquema;

- A escolha de tecnologia corresponder às necessidades, ao nível de serviço desejado e sua aceitação cultural, à disponibilidade e possibilidades de aquisição de peças sobressalentes;
- Um sistema de apoio estiver instalado, em termos de capacitação, assistência técnica e enquadramento jurídico.

Os projectos de abastecimento de água e saneamento não devem ser vistos como um fim em si, mas como os iniciadores de uma série de benefícios que se prolonguem por bastante tempo depois de os projectos terem sido entregues. Os projectos baseados na comunidade poderão levar mais tempo a desenvolverem-se, mas dão tempo aos factores que determinam a identificação da sustentabilidade. É possível tomarem-se as medidas apropriadas para desenvolver uma O&M efectiva. No passado, projectos relativamente a curto prazo e geridos por agências muitas vezes descuraram aspectos cruciais de desenvolvimento de O&M.

Uma O&M melhorada é responsável por benefícios importantes, tais como melhoramentos na área da saúde através da disponibilização de água em quantidade e qualidade adequadas, acesso mais fácil e atempado, menos esforço e possíveis actividades geradoras de rendimentos.

A planificação da O&M logo a partir do primeiro dia do desenvolvimento do projecto, juntamente com uma tomada de decisões correctas na selecção de tecnologia são elementos importantes de esquemas sustentáveis. Parece, pois, que as comunidades, em conjunto com as agências, devem dar especial consideração à O&M, ao mesmo tempo que escolhem a introdução de uma tecnologia.

Os seguintes elementos cruciais da sustentabilidade apoiam mutuamente uma O&M efectiva (adaptados da OMS, 1990):

- **Ambiente favorável**

Neste contexto, o ambiente abarca o aspecto físico (geografia, clima, capacidade dos recursos hídricos) e o aspecto institucional.

- **Necessidade sentida e sensibilização quanto à saúde**

A existência de um reconhecimento genuíno das vantagens do abastecimento de água potável de modo a que os utentes apoiem a O&M.

- **Instituições fortes**

Empresa de águas, comunidades e grupos de utentes com um estatuto legal estabelecido, responsabilidades claras, apoio financeiro adequado, boa organização e representação de todos os utentes, incluindo mulheres e famílias mais carentes.

- **Atitudes de apoio**

Um compromisso por parte da empresa de águas, da comunidade e dos utentes no sentido de chegarem a um acordo sobre a divisão de responsabilidades, definição clara de propriedade e, em caso de necessidade, contribuírem para o apoio financeiro dos serviços e partilharem os custos.

- **Conhecimentos e habilidades**

Uma identificação clara das necessidades em termos de O&M e a formação do pessoal da agência/empresa e dos membros da comunidade nas habilidades necessárias. O nível de tecnologia deve reflectir a capacidade potencial em termos de habilidades e conhecimentos.

- **Nível apropriado de serviços**

Um nível de serviços que se possa suportar, gerir e que seja desejável, passível de ser melhorado numa fase posterior com o melhoramento da situação sócio-económica.

2 Operação e Manutenção e Tecnologias

- **Tecnologia apropriada**

Tecnologia suportável e aceitável que tome em consideração as preferências, capacidades e condições locais.

- **Material e equipamento**

Para se manter o funcionamento dos sistemas, é necessário que haja ferramentas e peças sobressalentes.

- **Serviços de apoio**

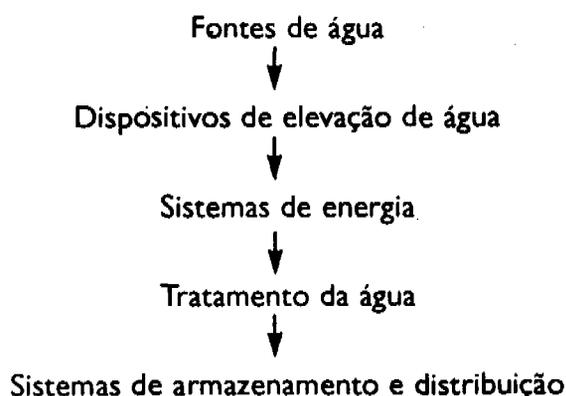
Os sistemas de O&M devem ser eficientes (sector privado e agências do sector).

- **Questões financeiras**

Factores tais como a capacidade e vontade de pagar, bem como a divisão de custos e gestão financeira baseada na comunidade influenciarão imenso a sustentabilidade financeira dos sistemas. As finanças tornam-se cada vez mais relevantes, especialmente nos casos em que as responsabilidades financeiras (por exemplo recuperação de custos de O&M) são transferidas para as comunidades.

1.2 Tecnologias de abastecimento de água rural e urbano a baixo custo

No contexto deste manual de instruções, o abastecimento de água é considerado desde a sua fonte até ao seu abastecimento, tratamento e distribuição, de acordo com a seguinte sequência:



Um esquema de abastecimento de água é composto por várias partes e sub-sistemas e cada uma delas tem de funcionar devidamente para garantir um abastecimento de água funcional. Porém, cada sistema possui os seus requisitos de O&M específicos, que têm que ser respeitados na totalidade para se conseguir a sua sustentabilidade.

Daí que seja necessário analisar cada sub-sistema e uma opção em termos de tecnologia dependerá da definição correcta da O&M. Este manual inclui uma folha informativa para cada opção de sub-sistema.

Em termos gerais, este manual não compara marcas registadas nem de fábricas. Este faculta informação sobre as implicações de operação e manutenção de diferentes tipos de tecnologias.

Foram seleccionadas as seguintes **fontes de água** neste manual:

Água da chuva

- Recolha da água dos telhados
- Captações e represas

Água subterrânea

- Captação de água das nascentes
- Poços
- Furo de água
- Recolha de água de subsuperficial

Água de superfície

- Captação lateral protegida
- Captação do fundo do rio
- Captação flutuante
- Captação de um Tanque

Tanto nas zonas rurais, como nas urbanas, diferentes fontes de água podem ser tradicionalmente usadas para fins diversos, em diferentes alturas do ano. Algumas opções de fontes de água não se encontram incluídas nas folhas informativas, tais como lagoas, recolha de água de superfícies artificiais que não sejam telhados, represas de desvio e uma vasta gama de estruturas de captação. A escolha destas opções depende muitas vezes das circunstâncias específicas locais, que seriam difíceis de descrever neste contexto.

Foram seleccionados neste manual os seguintes **dispositivos de elevação da água**:

- Corda e balde, soltos, por uma roldana de retorno ou por um guindaste
- Elevação por balde
- Elevação por corda
- Bomba manual de sucção
- Bomba de acção directa
- Bomba de pistão de poços profundos
- Bomba de diafragma de poços profundos
- Bomba centrífuga
- Bomba eléctrica submersível
- Bomba de fluxo axial
- Elevador de água hidráulico

Existe uma grande variedade de dispositivos de elevação de água; alguns não estão descritos nas folhas informativas, tais como a bomba progressiva de cavidades, bomba manual de sucção de diafragma, bomba a pedal e bomba de cadeia, que podem ser considerados numa futura extensão deste manual. Outro tipo de dispositivos, como por exemplo a bomba de elevação pneumática, não está incluído porque é raramente usado nos sistemas de abastecimento de água potável.

Foram seleccionados neste manual os seguintes **sistemas de energia**:

- Motor a Diesel
- Sistema de energia solar
- Moinho de vento

Estes sistemas de energia foram seleccionados por serem actualmente de grande interesse para o sector; os moinhos de vento e sistemas de energia solar como sistemas alternativos e o motor a diesel como sistema convencional. Contudo, não estão incluídas as rodas e turbinas de água, tracção animal como fonte de energia, energia eléctrica de uma grade, motores de combustão externa, motores de ignição a centelhas, moinhos de vento de eixo vertical e sistemas de energia não fotovoltaicos. Estes podem ser incluídos numa versão

4 Operação e Manutenção e Tecnologias

posterior do manual, embora a sua utilização não seja sempre comum em sistemas geridos pela comunidade.

Foram seleccionadas neste manual as seguintes tecnologias de **tratamento de água**:

Sistemas domésticos de tratamento de água

- Aquecimento
- Filtro Lento de Areia Doméstico
- Cloração Doméstica

Sistemas centrais de tratamento de água

- Cloração no poço
- Bacias de armazenamento e sedimentação
- Filtros de desbaste de fluxo ascendente
- Filtração lenta através de areia
- Cloração em sistemas de abastecimento de água canalizada

Foram seleccionadas as técnicas de tratamento de água mais relevantes para as folhas informativas. Embora amplamente utilizados, os filtros de cerâmica nem sempre são seguros. As rachas microscópicas em filtros com defeitos de fabrico ou danificados podem permitir a penetração de patógenos. Outras técnicas de tratamento que não são analisadas são a coagulação e a floculação, aeração, remoção do flúor da água potável, desinfecção por ozono, radiação UV artificial, diferentes técnicas de filtração para a remoção de ferro ou manganês.

Foram seleccionados neste manual os seguintes **sistemas de armazenamento e distribuição**:

Armazenamento

- Reservatório de barro revestido de betão
- Reservatório de betão armado
- Reservatório elevado de aço
- Tanque de ferro-cimento

Distribuição

- Fontanário público
- Ligação doméstica
- Contador de água

Os elementos aqui analisados constituem apenas uma parte dos artigos e sistemas existentes no armazenamento e distribuição de água. Os que foram seleccionados são considerados os mais relevantes nos pequenos sistemas comunitários de abastecimento de água. A selecção de materiais para as diferentes componentes de uma rede de distribuição como polietileno, cloreto de polivinil, ferro galvanizado, etc. é discutida no capítulo sobre os sistemas de armazenamento e distribuição. Os contadores são analisados apenas em termos gerais e não se estabelece nenhuma comparação entre os diferentes tipos e marcas, uma vez que esta questão está fora do âmbito deste manual. Contudo, a decisão de instalar contadores de água possui implicações operacionais e organizativas importantes.

1.3 Tecnologias de saneamento rural e urbano a baixo custo

O termo "saneamento" normalmente cobre a eliminação de excrementos humanos, eliminação de desperdícios sólidos, drenagem de água dos esgotos, bem como a drenagem de escoamento da água de superfície. Nesta publicação, o termo restringe-se à eliminação de excrementos humanos.

Neste manual seleccionou-se uma série de tecnologias de saneamento que podem ser principalmente encontradas em zonas rurais e em zonas urbanas com população de baixa renda. Até certo ponto, podem ser geridas por indivíduos ou por comunidades. As tecnologias de saneamento e técnicas afins encontram-se divididas em quatro grupos principais:

Sistemas secos:

- Latrinas tradicionais básicas melhoradas
- Latrinas melhoradas com cova ventilada
- Latrinas de cave dupla de composto

Sistemas molhados:

- Latrinas de carga-descarga com cova de filtragem
- Retretes com tanques sépticos

Sistemas de vazamento de covas:

- Tanques de vácuo
- Tecnologia de Vazamento Manual das Covas de Latrinas (Manual Latrine-Pit Emptying Technology—MAPET)

Sistemas de eliminação de efluentes líquidos:

- Fossas
- Campos de drenagem
- Esgotos de furo pequeno

Capítulo 2

Processo de selecção da tecnologia

2.1 Notas introdutórias

O processo de selecção de tecnologia dependerá grandemente da estratégia básica aplicada pelos planificadores, assim como das tendências gerais que vão surgindo no sector de água e saneamento. Um princípio básico definido neste documento é a necessidade de envolver as comunidades logo de início na selecção das tecnologias. Deste modo, as agências, comunidades e utentes devem trabalhar em conjunto como parceiros e planificar as actividades seguintes em acordo mútuo. Este pré-requisito é particularmente importante no contexto em que os utentes e as comunidades, tanto homens como mulheres, assumam cada vez mais as responsabilidades de operação, manutenção e gestão do seu sistema de abastecimento de água.

No que diz respeito à tecnologia, podem encontrar-se diferentes formulações na literatura, tais como: tecnologia apropriada, tecnologia progressiva, tecnologia alternativa, tecnologia intermédia, tecnologia de aldeia, tecnologia de baixo custo, tecnologia de mão-de-obra intensiva, tecnologia de auto-sustento ou tecnologia com uma face humana. Uma tecnologia deve, tanto quanto possível, ir de encontro às necessidades, expectativas, preferências e hábitos culturais das pessoas. Deve ser conveniente, passível de gestão, de manutenção e suportável.

Existe uma tendência de descentralizar as actividades de O&M e de permitir e estimular o envolvimento do sector privado formal e informal nas actividades de manutenção. A tendência de maior envolvimento do sector privado na construção e manutenção dos sistemas de abastecimento de água traz vantagens potenciais em termos de flexibilidade e de eficiência de custos para as actividades de operação e manutenção. Todavia, o interesse do envolvimento do sector privado pode ser limitado pela baixa margem de lucro, particularmente em comunidades rurais dispersas.

Na falta de um controlo e regulamento rigorosos, coloca-se o problema de responsabilização do sector privado. As comunidades que contratam serviços do sector privado precisam de ter a certeza de que terão um trabalho bem feito a um preço justo. Até certo ponto, as próprias comunidades podem controlar a qualidade do trabalho realizado. Este sistema de controlo e de procedimentos poderá, numa fase inicial, carecer de apoio da empresa de águas. Se se pretender promover o sector privado, então é necessário definir orientações que serão comunicadas às comunidades, de modo a garantir intervenções eficazes em termos de custos e padrões mínimos de qualidade para o trabalho. Qualquer monitoramento e regulamentação desta natureza terá um custo que os governos terão que suportar.

Os governos facultam o quadro dentro do qual se deve elaborar a política de O&M. O papel do governo é vital para criar um "ambiente favorável", um dos elementos vitais da sustentabilidade. Um ambiente favorável pode ser encorajado por disposições legais, regulamentos, educação, formação e informação apropriadas. Se não houver uma política de apoio à O&M por parte do governo central, então o apoio à O&M ao nível local será consideravelmente afectado.

O governo local promove a sensibilização em relação a políticas nacionais e apoia as comissões de utentes de água. Porém, muitos departamentos do governo local têm poucos recursos e não estão em condições de prestar apoio efectivo. O grau de apoio pode, também, ser influenciado pela política nacional (Davis, Brikké, 1995).

Quem constitui o sector privado?

O sector privado abarca uma gama de indivíduos e empresas, desde o ferreiro da aldeia até empresas internacionais fabricantes de bombas e geradores a diesel. Todos têm um papel a desempenhar no apoio à O&M.

Intervenientes envolvidos no sector privado com o seu papel de apoio à O&M

<i>Intervenientes do sector privado</i>	<i>Papel de apoio à O&M</i>
Fabricantes e fornecedores internacionais e nacionais	<ul style="list-style-type: none">• desenhar e fabricar bombas e outro equipamento para operação e manutenção ao nível da aldeia• fornecer peças sobressalentes e consumíveis (ex. cloro)
Consultores internacionais e nacionais	<ul style="list-style-type: none">• desenhar esquemas para gestão comunitária• elaborar sistemas de O&M geridos pela comunidade/agência• proporcionar a formação em O&M
Empreiteiros internacionais e nacionais	<ul style="list-style-type: none">• reabilitar e alargar esquemas para a O&M pela comunidade• formação no trabalho do pessoal da O&M durante a construção
Empreiteiros locais	<ul style="list-style-type: none">• contratos de serviços e de manutenção• grandes reparações
Indústrias de pequena escala	<ul style="list-style-type: none">• fabrico local de peças sobressalentes e ferramentas
Artesãos por conta própria nos sectores formal e informal	<ul style="list-style-type: none">• habilidades locais para a manutenção preventiva / correctiva e reparação; mecânicos, canalizadores, construtores, pedreiros, ferreiros, electricistas, etc.• instalações para operação
Administradores e contabilistas	<ul style="list-style-type: none">• facturação, auditoria de contas
Bancos	<ul style="list-style-type: none">• criar condições bancárias para os fundos da O&M• criar condições de crédito para artigos de custo elevado irregular e para a expansão ou alteração das instalações

(de: Davis, Brikké, 1995)

Para além disso, os melhoramentos no abastecimento de água e no saneamento podem ser caracterizados por qualquer destes dois mecanismos: orientação para os recursos ou orientação para a procura.

A abordagem orientada para os recursos baseia-se numa pré-selecção da área de intervenção, com os critérios de selecção de tecnologia e de aldeias baseados em políticas ou réplicas de experiências bem sucedidas noutros países. Esta abordagem pode ter sérias implicações na sustentabilidade dos projectos, particularmente em termos de aceitação por parte da comunidade, funcionamento e utilização e custos de O&M.

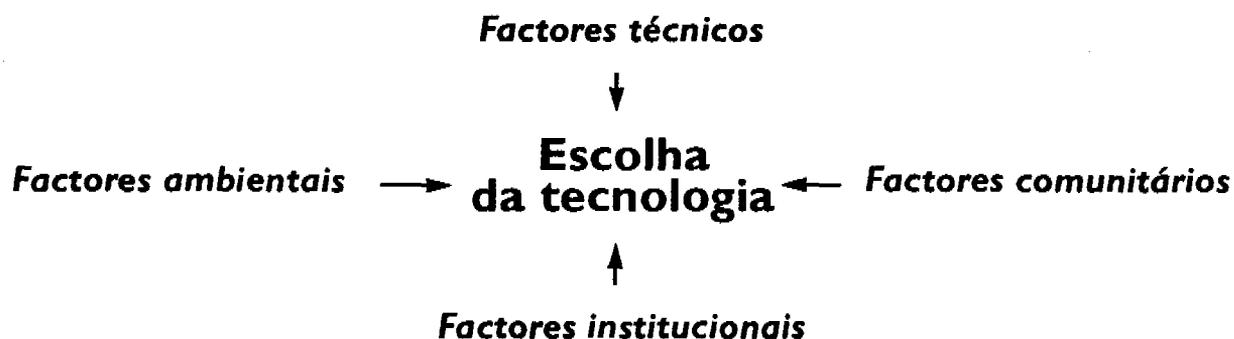
No caso de um projecto orientado para a procura, os problemas e necessidades relativos ao melhoramento no abastecimento de água e saneamento são identificados em conjunto com as comunidades e por elas. Esta identificação pode ser precedida de algumas campanhas de

8 Processo de Selecção da Tecnologia

sensibilização levadas a cabo por extensionistas. A vantagem é que a motivação da comunidade para participar na planificação, implementação e nas fases de O&M será elevada e a gestão baseada na comunidade será melhor aceite e implementada.

2.2 Factores que influenciam a escolha da tecnologia de abastecimento de água

Nesta secção apresenta-se uma análise dos factores que influenciam a escolha de tecnologia, uma vez que a ligação da escolha da tecnologia à operação e manutenção faz parte de um contexto mais amplo. Os factores podem ser agrupados em quatro áreas diferentes indicadas nos quadros que se seguem, cada uma com uma série de critérios a serem tomados em consideração.



Factores que influenciam a escolha de tecnologia com os seus critérios específicos de O&M

Factores	Critérios gerais	Critérios específicos de O&M
<i>Factores técnicos</i>	Padrões técnicos Procura (padrões de consumo presentes e futuros) versus oferta (capacidade de opção técnica) Custos de capital Capacidade de expansão Compatibilidade com normas e quadro legal Compatibilidade com sistemas de abastecimento de água existentes Vantagens comparativas Habilidades técnicas necessárias dentro ou fora da comunidade	Dependência do combustível, energia, produtos químicos Qualidade e durabilidade dos materiais Existência e preço das peças e matéria prima Requisitos de operação e manutenção Compatibilidade com as expectativas e preferências dos utentes (homens e mulheres) Existência de pessoal qualificado dentro da comunidade Existência de mecânicos, canalizadores, carpinteiros, pedreiros dentro ou fora da comunidade Potencial de fabrico local Potencial de normalização Dependência de materiais e peças importadas

Factores	Critérios gerais	Critérios específicos de O&M
<i>Factores ambientais</i>	<p>Existência e credibilidade da fonte de água (nascentes, água subterrânea, da chuva, de superfície, riachos, lagos e lagoas)</p> <p>Variações sazonais</p> <p>Qualidade da água e tratamento necessário</p> <p>Protecção da fonte de água</p> <p>Risco de impacto negativo</p> <p>Drenagem de águas residuais</p> <p>Grau de acesso</p>	<p>Implicações de O&M no tratamento de água</p> <p>Implicações de O&M na protecção da fonte de água e na drenagem de águas residuais</p> <p>Existência e utilização de fontes alternativas tradicionais de água</p>
<i>Factores institucionais</i>	<p>Quadro legal</p> <p>Estratégia nacional</p> <p>Organização institucional existente</p> <p>Apoio do governo, ONGs, Agências de Apoio Externo</p> <p>Estímulo ao sector privado</p> <p>Disponibilidade e capacidade de formação</p> <p>Prática de transferência de "know-how"</p> <p>Requisitos de conhecimentos (software)</p> <p>Monitoramento</p>	<p>Papéis dos diferentes intervenientes e capacidade/ vontade de assumir responsabilidades (sistema de O&M)</p> <p>Potencial envolvimento do sector privado</p> <p>Alocações do orçamento do estado para a O&M e subsídios</p> <p>Formação e acompanhamento</p> <p>A tecnologia está de acordo com o sistema de O&M existente ou o sistema de O&M tem de ser ajustado à tecnologia mais apropriada?</p>
<i>Factores comunitários</i>	<p>Economia local</p> <p>Padrões de vida e de crescimento populacional</p> <p>Padrões de vida e equilíbrio do género</p> <p>Rendimento doméstico e variações sazonais</p> <p>Preferência do utente</p> <p>Experiência histórica na colaboração com diferentes parceiros</p> <p>Organização da aldeia e coesão social</p>	<p>Capacidade de gestão e necessidade de formação</p> <p>Vontade e capacidade de pagar</p> <p>Equilíbrio do género</p> <p>Percepção dos benefícios de um sistema de abastecimento de água melhorado</p> <p>Necessidade sentida</p> <p>Sensibilização sobre custo/ qualidade</p> <p>Nível dos actuais custos correntes a serem suportados pela comunidade</p> <p>Sistema de pagamento e disponibilidade de recursos financeiros</p> <p>Disponibilidade de conhecimentos técnicos</p> <p>Propriedade</p>

A ligação da operação e manutenção à selecção da tecnologia abarca aspectos não apenas técnicos, ambientais, institucionais e comunitários, como também a testagem e viabilidade do sistema necessário de O&M. Um sistema de O&M é o quadro que define todos os intervenientes e o seu envolvimento na O&M, a forma como estão organizados e interligados uns aos outros.

A escolha de um sistema de abastecimento de água apropriado deve satisfazer os critérios básicos de selecção de tecnologia, tal como se encontra indicado no quadro acima, com o envolvimento e participação dos utentes e da comunidade logo desde o início.

A experiência demonstra que as questões não técnicas desempenham um papel considerável na definição do grau de eficiência da O&M. Por isso, o pessoal envolvido na avaliação e desenvolvimento da O&M deve cobrir uma série de disciplinas relevantes: desenvolvimento social, economia, saúde, gestão, assim como engenharia. É importante que o processo seja consultivo e que seja realizado de parceria com os operadores e utentes dos esquemas.

A reabilitação de esquemas com defeitos pode constituir uma alternativa económica aos investimentos em novos projectos, mas esta decisão não deve ser automática. Tal como com um esquema novo, a opção de reabilitação deve ser avaliada pesando-se as necessidades, preferências e capacidade da comunidade sustentar o potencial de apoio da agência de águas. Ao avaliar o âmbito da reabilitação, a comunidade, em conjunto com a agência, deve analisar a causa da avaria do sistema, com uma análise dos problemas e recomendações de tecnologias viáveis. Para além disso, a reabilitação não deve ser simplesmente uma questão de substituição de equipamento avariado ou de infra-estrutura que não está em funcionamento. A causa mais comum do fracasso é de ordem organizativa.

Se se efectuar uma análise de riscos para cada opção de abastecimento de água, então poder-se-á fazer uma tentativa de previsão de factores que possam alterar ou afectar a O&M. Isto não será fácil, especialmente em economias instáveis em que a inflação e a disponibilidade de equipamento e sobressalentes importados é difícil de prever. Contudo, uma comparação de tecnologias pode indicar o grau de risco aliado a cada opção.

2.3 Processo de escolha de tecnologia de abastecimento de água à comunidade

O processo de escolha de tecnologia de abastecimento de água deve seguir uma série de etapas, que incluem, de forma directa ou indirecta, todos os factores e critérios subsequentes para a escolha de tecnologia anteriormente mencionada. Sendo a operação e manutenção parte deste processo, não pode ser dissociada de todos os factores vitais. Propõem-se as seguintes etapas:

1. **Agência de pedidos da comunidade** para apoio ao melhoramento do abastecimento de água (abordagem orientada para a procura); pode ser precedido por campanhas de promoção e mobilização. Deve-se avaliar a motivação, bem como as expectativas e preferências dos utentes (homens e mulheres).
2. **Pressuposto do nível inicial de serviços**—que nível de serviços corresponde ao ambiente e às preferências dos utentes (homens e mulheres)? Quais são as vantagens comparativas entre as várias opções?
3. **Estudo de base participativo**—nomeadamente a análise das necessidades e problemas com a comunidade.
 - Que fonte de água segura existe?
 - Esta fonte pode fornecer a quantidade e qualidade de água necessária?
 - Que tratamento é necessário?
 - Que materiais, peças sobressalentes e habilidades/conhecimentos são necessários para manter o nível de serviços desejado?
 - Qual é a estrutura mais apropriada para manter o nível de serviços desejado que corresponda à capacidade de gestão das comunidades?
 - Quais são os custos (de capital e correntes) das opções consideradas?
 - Quais são os recursos financeiros existentes e a vontade de pagar?
 - Qual é a actual abordagem à O&M aplicada dentro do programa ou zona do país?
 - Quais são as causas e efeitos de uma fraca O&M na zona?

A tecnologia deve corresponder ao sistema e capacidade de O&M existente (incluindo a distribuição de peças sobressalentes) ou o sistema de O&M deve ser ajustado de modo a corresponder à tecnologia mais apropriada?

Que tipo de apoio é que as comunidades podem receber em termos de assistência técnica, financeira e apoio institucional?

Qual é o impacto global da opção escolhida?

4. **Recolha de informação local** por agências, nomeadamente a confirmação da validade dos dados recolhidos pelos elementos de contacto locais (dados hidrológicos, técnicos e institucionais, bem como a avaliação do desenvolvimento dos recursos humanos e apoio institucional)
5. **Análise de dados** pela agência conducente à selecção das tecnologias e níveis de serviço mais potenciais, nomeadamente a análise de todos os critérios específicos de O&M, tal como são apresentados no quadro acima.
6. **Apresentação e discussões com a comunidade** das tecnologias mais apropriadas, tomando em consideração todas as implicações em termos de O&M e o empenho numa gestão a longo prazo da O&M. É necessário esclarecer simultaneamente todos os ajustes necessários ao sistema de O&M existente, com uma definição de responsabilidades dos intervenientes envolvidos no desenvolvimento do projecto.
7. **Acordo formal sobre a selecção da tecnologia** entre a comunidade e todos os parceiros envolvidos logo que a comunidade tenha feito a sua escolha informada.
8. **Desenvolvimento do projecto.**

2.4 Factores que influenciam a escolha da tecnologia de saneamento

O passado indicou-nos que muitos projectos de saneamento adoptaram uma abordagem técnica segundo a qual a intervenção e o tipo de tecnologia eram determinados pela agência de implementação. A procura do saneamento não era avaliada. Era rara a existência de comunicação entre os futuros utentes e o projecto e os aspectos sociais, culturais, religiosos e de género não eram tomados em consideração ou eram analisados de forma insuficiente na abordagem do projecto.

Noutros casos, os factores ambientais não eram considerados na concepção do projecto, o que causava o desmoronamento das paredes das covas, dando lugar a situações de insegurança. Nas zonas com populações de baixa renda em que o vazamento das latrinas é uma necessidade, tais serviços eram inexistentes e, caso fossem criados, não eram sustentáveis. A educação sanitária com vista a uma mudança no comportamento em relação ao saneamento mal era incluída na abordagem do projecto de saneamento, uma vez que este seguia uma outra calendarização de implementação.

A planificação de intervenções de saneamento requer uma abordagem compreensiva com muitos aspectos a serem incluídos. Os factores que influenciam a escolha de tecnologia de saneamento podem ser integrados em quatro grupos diferentes e os critérios específicos de O&M fazem parte do contexto geral, de acordo com o diagrama apresentado na página 9:

Factores que influenciam a escolha da tecnologia de saneamento

Factores	Critérios gerais	Critérios específicos à O&M
<i>Factores técnicos</i>	<p>Padrões técnicos</p> <p>Existência de materiais de construção</p> <p>Vida útil</p> <p>Custo de construção</p> <p>Preferência do desenho (sub-estrutura, laje, assento para acocoramento ou elevado, superestrutura)</p>	<p>Requisitos de O&M</p> <p>Facilidade de acesso</p> <p>Utilização de resíduos decompostos</p>
<i>Factores ambientais</i>	<p>Textura, estabilidade e permeabilidade do solo,</p> <p>Nível da água subterrânea</p> <p>Controlo da poluição ambiental</p> <p>Disponibilidade de água</p>	<p>Implicações de O&M na protecção ambiental</p> <p>Contaminação da água subterrânea</p>
<i>Factores institucionais</i>	<p>Estratégias nacionais/locais existentes</p> <p>Papel e responsabilidades dos intervenientes envolvidos</p> <p>Capacidade de formação</p> <p>Disponibilidade de subsídios e empréstimos</p> <p>Existência de pedreiros, carpinteiros, canalizadores, trabalhadores sanitários, vazadores e coveiros de latrinas</p> <p>Monitoramento</p>	<p>Serviços de vazamento de latrinas (municipais / privados)</p> <p>Capacidade de manutenção dos esgotos</p> <p>Potencial envolvimento do sector privado</p> <p>Alocações do orçamento do estado para o saneamento</p> <p>Formação e sensibilização</p>
<i>Factores comunitários</i>	<p>Aspectos sócio-culturais:</p> <p>Tabus, hábitos tradicionais, normas e regulamentos religiosos, material de limpeza, posição preferida, atitude em relação às fezes humanas, requisitos específicos do género</p> <p>Aspectos ligados à motivação:</p> <p>Conveniência, conforto, grau de acesso, privacidade, estatuto e prestígio, saúde, asseio do meio ambiente, posse</p> <p>Factores desencorajadores:</p> <p>Escurecimento, medo de cair no buraco, medo do desmoronamento da cova, ser visto do outro lado, cheiros, incómodo causado pelos insectos</p> <p>Factores de organização social:</p> <p>Papel dos chefes tradicionais, chefes religiosos, professores das escolas, trabalhadores da saúde da comunidade</p> <p>Outros factores:</p> <p>Densidade populacional, espaço limitado para latrinas, presença de latrinas comunais</p>	<p>Custos de O&M</p> <p>Formação em O&M e sensibilização em relação ao saneamento</p> <p>Sensibilização em relação às questões de saúde e percepção dos benefícios</p> <p>Presença de comissão do saneamento ambiental</p> <p>Grupos de mulheres</p> <p>Mobilização social sobre o comportamento em relação à higiene e saneamento</p>

A filosofia de se considerar o melhoramento das condições de saneamento existentes como primeira opção para o melhoramento das condições sanitárias tem como base o entendimento de que as condições de saneamento existentes são um reflexo das preferências sociais e culturais locais, bem como das capacidades económicas e técnicas locais. Se as condições existentes não vão de encontro às necessidades higiénicas básicas, então deve-se considerar em primeiro lugar o melhoramento dos problemas sanitários. Se não existirem condições de saneamento, deve-se considerar a opção de tecnologia mais simples, tomando em linha de conta os factores anteriormente mencionados.

2.5 Processo de escolha da tecnologia de saneamento rural e urbano a baixo custo

Parte-se do pressuposto de que o processo de selecção da tecnologia que segue é precedido ou baseia-se numa avaliação participativa das necessidades realizada a pedido expresso de melhoramento das condições sanitárias. Campanhas de sensibilização e de promoção poderão aumentar a procura de melhores condições de saneamento. O processo de escolha da tecnologia de saneamento deve incluir pelo menos as seguintes etapas:

1. **Avaliação participativa dos problemas** relacionados com o sistema de recolha/eliminação de excrementos humanos existentes, ambiente sanitário e doenças relacionadas com excrementos humanos.
2. **Avaliação participativa dos factores culturais, sociais e religiosos** que influenciam a recolha/eliminação de excrementos humanos e a escolha da tecnologia de saneamento.
3. **Avaliação participativa das condições, capacidades e recursos locais** (materiais, recursos humanos e financeiros).
4. **Identificação das preferências locais** de instalações de saneamento e possíveis variações.
5. **Harmonização das preferências** com as capacidades e condições ambientais locais, bem como os riscos de contágio.
6. **Definição dos requisitos de O&M** e outras implicações da tecnologia pré-seleccionada.
7. **Discussão com a comunidade** sobre a implementação de diferentes opções de tecnologias de saneamento.
8. **Seleção da tecnologia** feita pela comunidade.

O melhoramento das condições de saneamento deve ser acompanhado por actividades de Informação, Educação, Comunicação (IEC) com vista a promover um comportamento correcto e uma higiene adequada. Estas actividades possuem um horizonte mais a longo prazo do que o melhoramento físico das estruturas. Um papel importante deve ser assumido pelas escolas, instituições, igrejas e grupos da comunidade social para promover uma higiene e comportamento correctos. Deve-se prestar atenção à selecção da tecnologia, desenho e local mais apropriados, de modo a evitar a possível poluição do meio ambiente, em particular dos recursos hídricos e do meio ambiente directo. Medidas de controlo devem ser implementadas com vista a minimizar estes riscos.

Capítulo 3

Avaliação das implicações de operação e manutenção

3.1 Observações gerais

Este manual de instruções apresenta ao leitor 51 folhas informativas diferentes sobre diversas tecnologias de abastecimento de água e saneamento. Já existe um grande número de documentos técnicos sobre a maior parte das tecnologias, mas muito poucos contêm dados ou tendências das implicações de operação e manutenção.

Cada folha informativa foi elaborada a partir da análise da literatura existente e de sugestões dos membros do Grupo de Trabalho de O&M para o Conselho Colaborador do Abastecimento de Água e Saneamento, a que foram acrescentados, em alguns casos, dados provenientes dos fabricantes.

Cada folha informativa tem o mesmo formato:

As principais implicações de O&M apresentadas anteriormente não incluem aspectos tais

- ① Breve descrição da tecnologia
- ② Descrição das actividades de O&M
- ③ Requisitos de O&M
- ④ Intervenientes e habilidades necessárias
- ⑤ Custos correntes
- ⑥ Problemas, limitações e observações
- ⑦ Literatura recomendada

como disponibilidade de peças sobressalentes ou a capacidade do sector privado ou das agências nacionais, uma vez que esta varia consideravelmente de país para país. Para além disso, as implicações escolhidas consideram a O&M não só nos seus aspectos técnicos, como também no seu contexto social e económico, como por exemplo os recursos humanos necessários, intervenientes envolvidos, conhecimentos exigidos e aspectos organizativos.

3.2 Implicações de O&M

Esta secção explica, de forma mais detalhada, os conteúdos das folhas informativas, e levanta algumas questões críticas que não podem ser tratadas em cada folha informativa específica.

• Breve descrição da tecnologia

Este parágrafo descreve as características principais da tecnologia em causa em termos de dados técnicos, leque de custos iniciais, área de utilização e marcas registadas e inclui

também uma figura. Estes factos podem ser cruciais para a escolha da tecnologia, uma vez que esta tem de corresponder ao seu ambiente e ao consumo previsto, bem como às preferências dos utentes. Os custos iniciais variam consideravelmente de país para país, pelo que são apresentados indicativos de preços especificando o ano e a localização. O custo inicial deve ser equiparado aos custos correntes; com efeito, um custo inicial elevado poderá, em alguns casos, ser seguido de custos correntes baixos; porém, custos de investimento elevados ainda dão uma ideia sobre o custo do equipamento para a possível aquisição de peças sobressalentes e reposição no futuro.

• Descrição das actividades de O&M

Este parágrafo apresenta uma informação básica sobre as actividades a serem levadas a cabo em termos de operação e manutenção da tecnologia. Dentro de uma tecnologia, por exemplo bombas manuais, pode haver grandes discrepâncias entre marcas e modelos em termos das ferramentas necessárias e actividades realizadas; propõe-se, pois, que se estabeleça um contacto com o fabricante para essa marca específica. As actividades descritas nas folhas informativas apresentam as principais tendências e elementos importantes envolvidos na operação e manutenção do dia a dia.

Deve-se ter em mente que um aspecto importante das actividades de O&M é a manutenção preventiva a qual, se for bem organizada e implementada, pode ter um impacto global na frequência das reparações, assim como no período de vida útil de uma tecnologia e no nível global dos custos correntes.

• Requisitos de O&M

Um quadro apresenta as actividades realizadas, bem como a sua frequência, necessidades em termos de recursos humanos, material, peças sobressalentes, ferramentas e equipamento necessário. Esta informação indica claramente a importância da O&M em termos de requisitos humanos e técnicos. A O&M aparece, mais uma vez, como um elemento que deve ser planificado cuidadosamente. A frequência das actividades e das reparações é indicativa e dependerá imenso de factores como a corrosividade da água, bem como da qualidade dos materiais e serviços prestados durante a fase de construção e a manutenção preventiva levada a cabo pelos intervenientes envolvidos.

A falta de peças sobressalentes tem sido um nó de estrangulamento na sustentabilidade dos sistemas de abastecimento de água. Em certos casos, levou ao abandono completo de alguns esquemas. O problema é devido, em grande medida, às políticas seguidas pelos doadores. Em muitos casos, considerações de natureza política fizeram com que se adquirisse "hardware" dos países doadores. Todavia, muitos doadores só estão envolvidos na fase de construção e não criam condições para o fornecimento contínuo de sobressalentes após a entrega. Alguns doadores tentaram ultrapassar o problema através do fornecimento de um stock de sobressalentes no momento da instalação. Porém, esta é uma solução a curto prazo. Não há reposição de stocks devido à falta de um sistema de fornecimento e à falta de moeda estrangeira.

Mesmo nos casos em que os doadores tenham demonstrado receptividade à aquisição e instalação de equipamento já usado dentro de um país, muitas vezes não tem havido uma política consistente do governo ou de agências sobre a normalização. O resultado desta situação é uma vasta gama de equipamento para o qual é praticamente impossível que uma agência com problemas de fundos consiga manter o stock de uma série de peças sobressalentes. A disponibilidade e o fornecimento de peças sobressalentes é, portanto, uma questão importante se se pretende que os sistemas de abastecimento de água sejam sustentáveis e adequados à gestão comunitária.

A disponibilidade de peças sobressalentes deve ser um dos factores mais importantes que determina a conveniência de uma determinada tecnologia. O mecanismo de fornecimento das peças sobressalentes deve ser analisado, definido e garantido antes de se decidir sobre a

escolha de uma tecnologia. Porém, muitas vezes a questão das peças sobressalentes surge apenas depois de se ter seleccionado e instalado a tecnologia, colocando a sustentabilidade em risco.

A comunidade terá de saber quanto vai custar o funcionamento do seu sistema de abastecimento de água e este aspecto será determinado parcialmente pela procura de peças sobressalentes. As estimativas podem basear-se na experiência anterior ou nas orientações do fabricante. Deve-se ter cuidado ao usar os números do fabricante, uma vez que a necessidade de sobressalentes variará de acordo com as circunstâncias. Por exemplo, o filtro de ar de um gerador a diesel terá que ser mudado com maior frequência num ambiente poeirento do que em condições normais. O grau de utilização, os cuidados tidos com o uso do equipamento, bem como a eficiência da manutenção preventiva terão um impacto considerável na necessidade de peças sobressalentes.

Será necessário identificar um sistema de fornecimento que inclua um stock de peças em movimento (que são usadas regularmente). Um cálculo das peças necessárias indicará as necessidades de armazenamento, frequência da compra e permitirá a elaboração de um orçamento.

As peças sobressalentes subsidiadas podem ser úteis no desenvolvimento de uma manutenção gerida pela comunidade. Contudo, as comunidades que não estão totalmente preparadas para fazer face a todos os custos de operação poderão enfrentar dificuldades se os subsídios forem retirados. Por isso, os governos nacionais e as agências de ajuda externa que subsidiam

Normalização

Existem vários benefícios importantes que se seguem à normalização do equipamento:

- O pessoal ligado à manutenção do equipamento familiariza-se com o equipamento, sobressalentes e ferramentas. As necessidades da manutenção preventiva são bem entendidas.
- O uso comum do mesmo equipamento encoraja as agências e os comerciantes a manter em stock e a fornecer sobressalentes uma vez que a sua procura é garantida.
- Pode haver um intercâmbio de sobressalentes, o que possibilita a partilha do stock e o armazenamento mais económico.
- Os utentes familiarizam-se com a melhor forma de operação do equipamento, contribuindo para uma vida útil mais longa.
- A formação do pessoal de manutenção pode ser normalizada.

a aquisição de peças não estão necessariamente a apoiar a capacidade, a longo prazo, de as comunidades fazerem a operação e manutenção dos seus próprios sistemas.

O fornecimento de sobressalentes é significativamente melhorado se estes forem fabricados dentro do país de uso. Esta é uma orientação importante do conceito VLOM—Village Level Operated and Maintained (Operação e Manutenção ao Nível da Aldeia). Por isso, o equipamento deve ser concebido de modo a que as componentes que sofrem um desgaste sejam de fabrico simples a partir dos materiais existentes em grande quantidade.

O fabrico local pode ser estimulado através da mobilização de empresas locais e da garantia do ambiente correcto. Os empresários locais necessitarão licenças apropriadas para a importação de matérias primas e as políticas fiscais devem encorajar a indústria local, ao invés de inibi-la. Os fabricantes de outros sectores podem ser encorajados a considerar a produção, por exemplo os fabricantes de plásticos e de aço.

O fabrico local depende do fornecimento de matérias primas, consumíveis (por exemplo varetas de soldar) e maquinaria. A selecção inicial das necessidades em termos de tecnologia tem de tomar estes factores em consideração. Poder-se-á pesquisar a substituição de material, como por exemplo suportes de madeira-de-lei, em vez de plástico.

A produção deve satisfazer a procura. Uma vez que a procura pode ser irregular, um stock de peças pode ser um factor de compensação. Todavia, isto requer capital para os materiais, mão-de-obra, custos gerais e armazenagem, o que carece de uma injeção de fundos no início da produção. Um subsídio do governo ou donativo de doadores pode dar o "pontapé de arranque" inicial. Para assegurar a compatibilidade e credibilidade das peças sobressalentes, poderá ser necessário que o governo institua normas e um procedimento de inspecção.

• **Intervenientes e habilidades necessárias**

Um segundo quadro apresenta uma análise mais detalhada dos diferentes intervenientes envolvidos na operação e manutenção. Com efeito, um aspecto importante de uma O&M correcta é a definição clara das funções e responsabilidades de cada interveniente envolvido. Para além disso, os diferentes intervenientes poderão ter que ser submetidos a acções de formação de modo a estarem à altura dos requisitos; isto implica custos adicionais e disponibilidade de capacidade de formação.

Os modelos de gestão variam desde sistemas de governo altamente centralizado, até a gestão comunitária localizada. Vários modelos situam-se entre estes dois extremos. Tipicamente, os sistemas de gestão da O&M são compostos por níveis estratificados de órgãos de manutenção e reparação. Um modelo comum coloca uma agência do governo central na primeira linha, numa segunda linha o governo regional ou órgão privado e numa terceira linha uma organização comunitária. Os sistemas tradicionais de abastecimento de água são geridos por um sistema com uma única linha de gestão comunitária.

Torna-se claro a partir da experiência no passado que, em muitos casos, os sistemas centralizados de gestão controlados pelo governo nem sempre foram capazes de tornar os sistemas de abastecimento sustentáveis. A "abordagem de parceria" refere-se a uma relação mais igual e protectora entre a comunidade e as organizações externas.

Uma parceria agência-comunidade significa uma tomada de decisões e gestão conjunta desde o início de um projecto. Este aspecto é essencial se se pretende que a escolha da tecnologia e que o desenho do esquema satisfaça as necessidades, expectativas e capacidade de a comunidade implementar um sistema de operação e manutenção a longo prazo. Assim, a parceria começa no início de um projecto e continua por todas as fases do ciclo do projecto, desde a viabilidade até à construção e à gestão da operação e manutenção.

A parceria deve ser considerada como um processo flexível e evolutivo, que requer um diálogo contínuo. A divisão dos custos e responsabilidades variará de acordo com o tipo e fase de desenvolvimento da parceria. Algumas comunidades pretenderão e estarão em condições de assumir uma parte importante das responsabilidades desde o início. Outras terão que começar por um nível inferior de responsabilidade e gradualmente adquirir experiência e confiança.

Todas as comunidades compreendem uma diversa gama de pessoas categorizadas de acordo com a etnicidade, género, estatuto sócio-económico, religião, política, profissão e idade. Um dos desafios da gestão da O&M é permitir a todas as pessoas da comunidade organizar e trabalhar em conjunto de forma eficiente.

O grau de coesão da comunidade pode ser um factor crucial na definição do tipo de abastecimento de água e da forma como poderá ser executada e gerida. Por exemplo, uma comunidade dividida poderá não se sentir satisfeita em trabalhar em conjunto na gestão de um sistema comum de distribuição de água canalizada, enquanto que a existência de bombas manuais para cada grupo pode constituir uma alternativa aceitável. Porém, e numa

abordagem mais positiva, a gestão de um sistema de abastecimento de água poderá oferecer a oportunidade de as comunidades anteriormente divididas trabalharem em conjunto.

As comunidades podem ser aldeias compactas ou assentamentos dispersos. A distribuição da população numa comunidade pode exercer uma influência importante na escolha da tecnologia de abastecimento de água e na natureza do sistema de gestão da O&M. Por exemplo, numa aldeia que se desenvolveu ao longo de uma estrada, é provável que uma bomba manual sirva apenas um número limitado de pessoas. Por isso, apenas uma pequena secção da aldeia poderá estar interessada na sua gestão e em pagar as contribuições destinadas à O&M. Este seria provavelmente o caso de um furo à beira de uma aldeia grande ou dentro de um assentamento bastante disperso. Se o pequeno grupo de utentes for incapaz de financiar a O&M de uma bomba manual, então seria mais apropriada uma tecnologia que implique custos de manutenção mais baixos—por exemplo, um poço protegido.

Os sistemas canalizados são muitas vezes mais atractivos aos utentes devido à redução do esforço e do tempo necessário para a obtenção de água. Porém, os residentes próximos de uma nascente podem mostrar-se relutantes em participar ou em contribuir para um determinado esquema se aparentemente não existirem quaisquer benefícios adicionais. Em alguns casos, não são beneficiados de todo uma vez que a água da nascente é muitas vezes canalizada directamente para a aldeia principal na encosta.

A gestão de um esquema de grandes dimensões que abastece diferentes secções de uma aldeia ou várias comunidades é claramente muito mais complexa do que a gestão de um simples poço. No que diz respeito aos custos de capital, poderá ser mais rentável abastecer um grande número de pessoas através de uma rede de distribuição extensiva do que abastecer grupos individuais ou comunidades através de várias redes canalizadas mais pequenas. Contudo, os esquemas extensivos de distribuição só são apropriados se todas as comunidades puderem trabalhar efectivamente em conjunto. Para além disso, não se pode partir do princípio de que a operação e manutenção de grandes esquemas será tão rentável como a de pequenos esquemas geridos pela comunidade. As comunidades podem colher benefícios através do trabalho com outros numa cooperação livre ou em associações formais. O sucesso registado num projecto pode levar ao sucesso noutros e o efeito multiplicador numa região pode ser significativo.

Alguns projectos já tentaram contornar estruturas de liderança tradicional que pareciam não representativas aos olhos do pessoal da agência. Este facto por vezes criou problemas. O grau de representatividade dos utentes através dos órgãos tradicionais de tomada de decisões na comunidade determinarão até que ponto todos os membros de uma comunidade podem estar envolvidos. Os elementos de fora têm de ter o cuidado de não saltar os mecanismos informais de consulta que se encontram por detrás de muitos órgãos formais, por exemplo a representação informal dos pontos de vista das mulheres através das organizações e líderes das mulheres.

• Custos correntes

Parece difícil encontrar dados comparativos e exactos sobre os custos correntes na literatura. Com efeito, os custos correntes variam imenso de um projecto ou país para outro em termos do que está incluído nos cálculos dos custos correntes. Ademais, existem grandes diferenças nos custos dos salários, equipamento e material. Embora os dados apresentados sejam válidos para o contexto em que um determinado projecto foi elaborado, podem dar uma ideia sobre a importância destes custos. É, pois, aconselhável utilizar estes dados com cuidado e medir os custos correntes do seu próprio projecto da seguinte maneira:

Cálculo dos custos correntes básicos

1. Lista de todas as actividades de O&M necessárias e a sua frequência.
2. De acordo com cada actividade, fazer a lista de todos os recursos humanos, material, peças sobressalentes, energia, ferramentas e equipamento necessário.
3. Calcular a quantidade e o volume necessário para cada tarefa.
4. Definir o custo da actividade.
5. Definir todos os custos de todas as actividades.

Este cálculo básico de custos correntes não inclui elementos como a depreciação, custos de reposição, reembolso do capital inicial, custos de formação, custos de protecção ambiental, etc. Dependendo da estratégia e política dos projectos, estes custos adicionais poderão ter que ser acrescidos.

Uma outra dificuldade enfrentada na literatura são as diferentes formas de apresentação dos custos correntes: custo/m³, custo/capita, custo/ano, custo/família. A forma mais relevante de apresentar os custos correntes no contexto dos sistemas de abastecimento de água geridos pela comunidade seria custo/família, uma vez que as famílias constituem a unidade económica básica e que os custos podem ser comparados às posses das famílias. Contudo, o custo/m³ pode permitir uma melhor comparação entre projectos e países, uma vez que a dimensão das famílias e o seu consumo podem variar imenso de um país para outro.

A tendência recente é pedir aos consumidores que paguem muitos dos custos de operação e manutenção directos e a nível local. São também necessários fundos adicionais para prestar apoio à agência, por exemplo para o pagamento dos extensionistas, formação e monitoramento. Por isso, muito embora a comunidade possa contribuir para cobrir todos os custos directos de O&M do seu sistema de abastecimento, poderão ser ainda necessários fundos para cobrir os custos da agência referentes ao apoio à O&M. No passado, os custos de apoio eram subsidiados pelo governo e por agências externas. Para efeitos de sustentabilidade, a cobertura total dos custos de O&M é o objectivo possível para o qual as comunidades terão que contribuir, tanto para os custos directos, como os de apoio à O&M, especialmente se for necessário incluir os custos de reposição.

Os custos de O&M só podem ser recuperados dos utentes se estes estiverem em condições e dispostos a pagar pelo abastecimento de água. Já se afirmou que as pessoas não teriam que pagar mais de 3 a 5% das suas receitas pelos serviços de abastecimento de água e saneamento; os pagamentos reais variam imenso (Evans, 1992). Uma percentagem mais elevada de receitas gasta em água pode significar que outras necessidades importantes poderão não ser satisfeitas na totalidade. Por isso, é necessário muito cuidado aquando da definição de tarifas e contribuições dos utentes.

Mesmo se os utentes estiverem em condições de pagar os custos de O&M poderão, ainda assim, não estar dispostos a pagar. As pessoas quererão pesar os custos de um sistema melhorado contra uma gama de factores antes de se comprometerem a pagar.

Alguns factores importantes que influenciam a vontade de pagar por parte dos utentes são apresentados em seguida:

- Receitas
- Nível de serviços
- Padrão de serviços
- Benefícios colhidos
- Custo de oportunidade do tempo
- Grau de aceitação da fonte existente
- Coesão da comunidade
- Ambiente da política
- Percepção de propriedade e responsabilidade

• **Problemas e limitações**

É importante constatar que cada tecnologia tem as suas próprias limitações e problemas que podem ter um efeito sobre a operação e manutenção global. Estes aspectos foram tirados de relatórios de avaliação de projectos, da experiência profissional e dos manuais gerais de instruções.

• **Literatura recomendada**

Este parágrafo apresenta algumas sugestões que podem ser usadas como referência para posterior leitura por profissionais interessados em saber mais sobre a tecnologia descrita. Uma bibliografia completa das fontes de informação usadas para esta publicação, pode ser encontrada no fim deste manual.

Parte II

Folhas Informativas

Secção I:

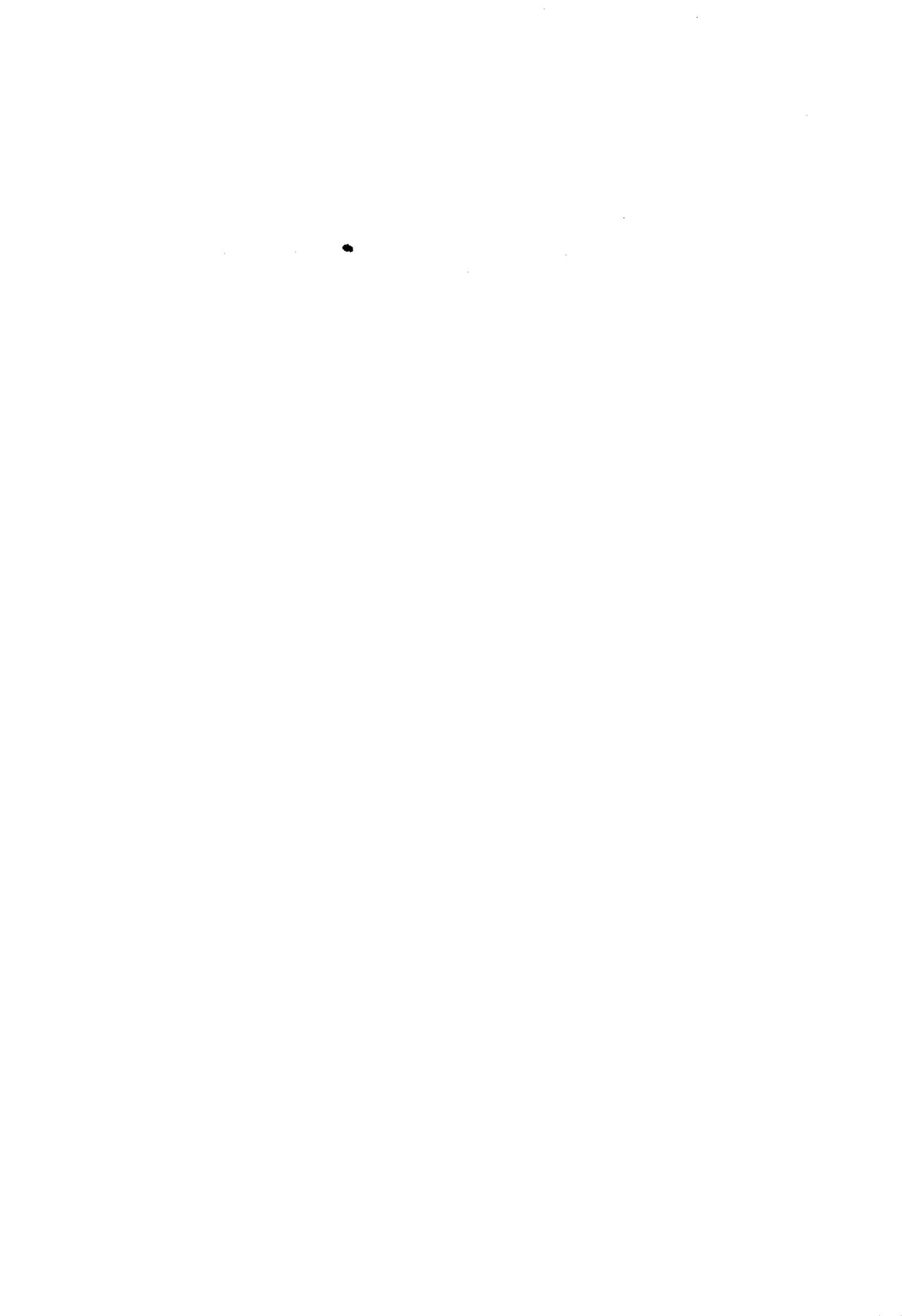
Tecnologia de

Abastecimento de Água 25

Secção II:

Tecnologia de Saneamento

a Baixo Custo 151



Parte II

Tecnologia de Abastecimento de Água

Capítulo 4	27
Capítulo 5	61
Capítulo 6	95
Capítulo 7	105
Capítulo 8	129

Capítulo 4

Recursos hídricos

Introdução

Este capítulo trata das fontes de água mais comuns nas zonas rurais e urbanas com populações de baixa renda. Em muitas situações, várias fontes de água são tradicionalmente usadas para diferentes fins, em diferentes alturas do ano. Qualquer planificação do melhoramento deve tomar em consideração uma análise racional da utilização existente das fontes de água. Algumas fontes são mais seguras, convenientes ou simplesmente têm um melhor sabor. Se um "melhoramento" significar um pior desempenho num aspecto, a população poderá voltar à sua fonte tradicional contaminada.

Foram seleccionadas as seguintes fontes de água para este capítulo:

Água da chuva

- 4.1 Recolha de Água dos Telhados
- 4.2 Diques de Captação e Armazenamento

Água subterrânea

- 4.3 Captação da Água das Nascentes
- 4.4 Poços Escavados
- 4.5 Furos de Água
- 4.6 Sistemas Subterrâneos de Captação de Água

Água de superfície

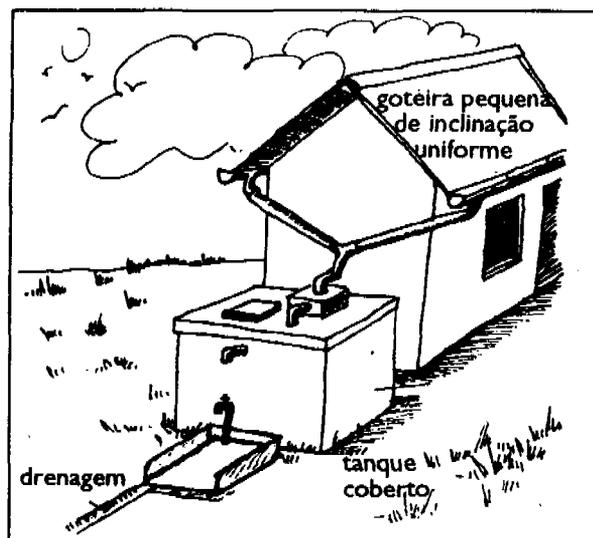
- 4.7 Captação Lateral Protegida
- 4.8 Captação do Fundo do Rio
- 4.9 Captação Flutuante
- 4.10 Captação de um Tanque

4.1 Recolha de Água dos Telhados

0 Breve descrição da tecnologia

Os sistemas de captação dos telhados recorrem à água das chuvas obtida no telhado de uma casa, escola, etc. usando goteiras e tubos (feitos de madeira local, bambu, GI, ou PVC) que a conduzem a um ou mais recipientes de armazenamento, que vão de simples panelas a tanques grandes de ferro-cimento. Se for devidamente concebido, um dispositivo de rejeição do primeiro fluxo é ligado para a exclusão dos primeiros 20 litros de água durante uma queda de chuvas, que é normalmente a parte mais contaminada pela poeira, folhas, insectos e excrementos de pássaros. Por vezes, o escoamento de água é conduzido por um pequeno filtro constituído por cascalho, areia e carvão antes de dar entrada no tanque. A água pode ser extraída do tanque por uma torneira, bomba manual ou sistema de balde e corda.

Custo inicial: Na África Austral, 320 dólares por um sistema com goteira de ferro galvanizado de 11 m, tanque de ferro galvanizado de 1,3 m³, tubagem com inclinação no sentido descendente, torneira e filtros, sem incluir o transporte (Erskine, 1991). Nos casos em que os telhados não são apropriados para a recolha de água, será necessário acrescentar ao preço de um tanque o custo do melhoramento do telhado e das goteiras. Constatou-se que estes custos variam entre 4 dólares (Quênia, subsidiado) e 12 dólares (Togo) por m² (Lee e Visscher, 1992). Os custos totais de capital



dos sistemas de captação de água da chuva dos telhados são normalmente mais elevados do que dos outros sistemas de abastecimento de água.

Produção: Potencialmente perto de 1 litro por metro quadrado horizontal, por mm de pluviosidade. As quantidades são normalmente suficientes apenas para se obter água para beber.

Zona de utilização: A maior parte dos países em vias de desenvolvimento com uma ou duas estações chuvosas (sobretudo em zonas áridas e semi áridas com taxas de pluviosidade anual média que variam entre 250 e 750 mm) e onde outros sistemas melhorados de abastecimento de água, são de difícil realização.

Construção: Os sistemas são normalmente produzidos localmente.

2 Descrição das actividades de O&M

Operação

No caso de não haver um dispositivo de descarga inicial, o utente ou o operador tem de desviar os primeiros 20 litros de qualquer tempestade de chuva. Os dispositivos totalmente automáticos de descarga inicial muitas vezes não são muito seguros. A água é extraída do tanque através de torneiras, bombas ou de um balde e corda. Por razões de higiene, os primeiros dois métodos são os mais preferidos.

Manutenção

Um pouco antes do início da época das chuvas, é necessário verificar se existem orifícios ou rachas ou ainda se existem partes afectadas em todo o sistema para que possam ser reparadas, se for necessário. Deve-se fazer a revisão das torneiras e bombas manuais (ver folha informativa sobre bombas manuais).

Durante a época das chuvas, o sistema é controlado com regularidade, limpo

quando estiver sujo e depois de um período sem chuvas de mais de um mês. Os filtros devem ser limpos ao fim de alguns meses, a areia do filtro deve ser lavada pelos menos de seis em seis meses e poderá ser necessária a pintura da parte exterior dos tanques de metal mais ou menos uma vez por ano. As fugas têm de ser reparadas ao longo do ano, especialmente fugas nos tanques e nas torneiras, uma vez que constituem um risco para a saúde. Pode ser necessária a cloração da água (ver folha informativa sobre a cloração).

Todas as actividades de operação e manutenção podem normalmente ser executadas pelos utentes do sistema. As grandes reparações, tais como as do telhado ou tanque partido, podem normalmente ser executadas por um operário especializado local usando materiais e ferramentas existentes localmente. A manutenção é simples, mas deve merecer muita atenção.

3 Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza do sistema	1 - 3 vezes / ano	locais	cloro	vassoura, escova, balde
desvio da descarga inicial	todas as tempestades	locais		
limpeza dos filtros	2 vezes por ano	locais	areia, carvão, rede plástica	
desinfecção do reservatório	ocasionalmente	locais	cloro	balde
reparação do telhado, goteiras e tubagem	ocasionalmente	locais	telhas, chapa de metal, chapa de cimento de asbestos, tubos de bambu ou de PVC, pregos, arame	martelo, serrote, alicate, navalha
reparação de torneiras e bomba	ocasionalmente	locais ou da área	arruelas, copos de vedação, etc.	chave inglesa, chave de fendas
pintura do exterior do reservatório de metal	anualmente	locais	tinta anti-corrosiva	escova de aço, pincel
reparação do reservatório de ferro-cimento	ocasionalmente	locais	cimento, areia, cascalho, rede de metal, arame	colher de pedreiro, balde, alicate

① Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	fechar torneiras depois de se tirar água, manter o sistema limpo	nenhuns conhecimentos especiais
operador	controlo do funcionamento, limpeza dos filtros e do resto do sistema, execução de pequenas reparações	conhecimentos básicos
comissão de águas	supervisão do operador, recolha dos pagamentos	conhecimentos de organização
operário especializado local	reparação do telhado, tubagem e tanque	conhecimentos básicos de canalização e de alvenaria
apoio externo	controlo da qualidade da água, estímulo e orientação da organização local, formação dos utentes	análise microbiológica, trabalho de extensão

Aspectos organizativos

A organização da O&M de sistemas de abastecimento a partir de telhados ou de tanques partilhados pela comunidade é consideravelmente mais difícil do que em sistemas privados. Os sistemas de recolha de água dos telhados em escolas, por exemplo, podem sofrer perdas de água de uma torneira que se deixou a gotejar e muitas vezes são necessários cadeados para assegurar o controlo cuidadoso do abastecimento. A situação ideal seria que uma pessoa fosse responsável por controlar a limpeza regular e a reparação ocasional do sistema, a utilização da água, etc. A venda da água é uma opção para garantir receitas para a O&M e para restringir a utilização da água. Nos casos em que várias famílias tenham instalado um sistema comunal, por exemplo vários telhados ligados a um tanque, os utentes poderão pretender criar uma comissão de águas para gerir as actividades de O&M, que poderão incluir a recolha dos pagamentos, controlo do trabalho do operador e da utilização da água por cada família.

Os agentes externos poderão desempenhar um papel importante no monitoramento do estado dos sistemas e da qualidade da água facultando o acesso a condições de crédito destinado à aquisição ou substituição de um sistema, formação dos utentes/operadores para a gestão e execução da O&M e formação de artífices locais para as grandes reparações.

⑤ Custos correntes

Os custos correntes para os materiais e peças sobressalentes são muito baixos. Na maior parte da literatura, estes custos são mesmo considerados insignificantes. Terão que ser adicionados os custos correntes do pessoal, em numerário ou em espécie (para os operadores, membros da comissão e artífices).

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Corrosão dos telhados de metal, goteiras, etc. Não funcionamento do desviador da descarga inicial devido à negligência na manutenção. Torneiras a gotejarem nos reservatórios e problemas com as bombas manuais.

Contaminação dos tanques não cobertos, especialmente nos casos em que a água é extraída através de corda e balde.

Os tanques podem constituir um local de reprodução de mosquitos, facto que pode aumentar o perigo de doenças como a malária.

Limitações

A água pode ser insuficiente para satisfazer as necessidades de água (para beber) durante certos períodos do ano, tornando necessário desenvolver outras fontes ou recorrer a fontes tradicionais para fazer face a estes períodos.

O investimento necessário para a construção de um tanque e telhado apropriado é muitas vezes superior à capacidade financeira das famílias ou comunidades.

Observações

Os telhados de colmo/palha produzem menos água e mais contaminada. Os telhados de telhas ou de metal proporcionam a água mais limpa.

A aceitação da recolha de água dos telhados como um sistema apropriado depende da percepção dos utentes em relação ao sabor da água.

7 Literatura recomendada

Lee, Michael D e Visscher, Jan Teun (1992); (desenho; construção; organizativa; sócio-económica).

Lee, M.D e Visscher J.T. (1990); (estudos de caso; técnica; organizativa; sócio-económica).

Pacey, Arnold e Cullis, Adrian (1986); (desenho; construção; organizativa; sócio-económica)

4.2 Diques de Captação e Armazenagem

1 Breve descrição da tecnologia

Com a ajuda de um dique, a captação da água da chuva ou da neve de uma superfície natural como um vale pode ser disponibilizada para consumo humano. A água é captada e armazenada atrás de um dique ou desviada para um reservatório separado. Os parâmetros importantes na planificação de diques são a pluviosidade anual e o padrão de evaporação, uso actual e coeficiente de escoamento da área de captação, procura da água, geologia e geografia da área de captação e do local de construção. Os diques podem ser constituídos por elevações de terra compacta (normalmente com o interior em argila impermeável, sócos de pedra e uma conduta para a descarga do excesso de escoamento), alvenaria ou betão (reforçado ou não). Nesta publicação, apenas se faz referência a diques com uma altura de apenas alguns metros. Os utentes podem tirar água directamente do dique ou pode ser tratada e distribuída num sistema maior.

Custo inicial: Depende imenso das circunstâncias locais. Para se ter uma ideia, o custo por m^3 de volume de armazenagem para uma captação de rocha de $13.000 m^3$ no Quénia era de 1,60 dólares. Para um dique de terra de $80.000 m^3$ no Mali, o custo era de apenas 0,20 dólares (dados de 1989, Lee e Visscher, 1990).



Dimensões: De um metro de altura e alguns metros de largura a centenas de metros de largura e altura.

Zona de Utilização: Principalmente nas regiões com colinas ou montanhosas onde as fontes de água são escassas.

Desenho: Para diques com uma altura superior a alguns metros recomenda-se o desenho por engenheiros especializados.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

A operação por um operador pode incluir actividades tais como a abertura e encerramento de válvulas ou comportas no dique ou condutas para um reservatório. A extracção da água dos locais de abastecimento é normalmente feita pelos utentes, muitas vezes mulheres e crianças.

Manutenção

Durante todo o ano, o gado e as pessoas devem ser mantidas longe da área da captação e do reservatório. Esta medida pode ser melhorada através das seguintes actividades: patrulhamento regular por um guarda de segurança na zona, vedação da área e construção de fontanários (instalação de torneiras) a jusante do reservatório. É necessário verificar a existência de fugas e avarias estruturais no dique, válvulas, comportas e condutas. Se não for possível efectuar as reparações imediatamente, os locais onde se verificaram as avarias devem ser assinalados. É necessário controlar se existe alguma contaminação ou erosão na área da captação. Para controlar a erosão, poder-se-ão plantar árvores ou

relva um pouco antes da estação das chuvas. Para este efeito, poderá ser necessário começar um viveiro.

Uma vez ou várias vezes por ano, poder-se-á deixar secar o reservatório durante um período curto para reduzir o perigo de bilharziose. É necessário proceder à remoção do depósito sedimentar do reservatório, goteiras, etc., pelo menos uma vez por ano.

Para evitar a reprodução de mosquitos e a possível disseminação da malária, é aconselhável introduzir o peixe Tilapia no reservatório (todos os anos se este secar). O excremento do peixe polui menos um reservatório do que quando o reservatório não possui nenhum peixe e os organismos reproduzem-se sem controlo.

Todas as actividades de O&M nos reservatórios e áreas de captação podem normalmente ser executadas pelos utentes do sistema. As grandes reparações podem ser efectuadas por operários especializados locais, usando ferramentas e materiais disponíveis localmente.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
controlo da existência de fugas, danos, erosão, etc.	diariamente	locais		
reparação de fugas no dique	ocasionalmente	locais	barro, cimento, areia, cascalho	enxadas, pás, baldes, colheres de pedreiro
reparação ou substituição de válvulas	ocasionalmente	locais	arruela, válvula de reserva	
remoção de sedimentos do dique, condutas, etc.	anualmente	locais		enxadas, pás, baldes, carrinhos de mão, etc.

① Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	utilização da água, limpeza da área de captação, apoio às actividades de manutenção	nenhuns conhecimentos especiais
operador	realização de pequenas reparações	conhecimentos básicos
comissão de águas	organização das reparações e limpeza, recolha dos pagamentos	conhecimentos de organização
técnico local	reparação do betão, alvenaria e tubagem	alvenaria, canalização
apoio externo	controlo da qualidade da água do sistema, estímulo e orientação da organização local	extensão

Aspectos organizativos

Para um funcionamento correcto e sustentável de um sistema de recolha de água de superfície, os utentes terão que criar uma organização que possa efectivamente tratar de questões tais como o consumo de água permitido a cada utente, prevenção do uso por transeuntes não autorizados, a contaminação da água e a obtenção não equitativa da água, resolução de conflitos a montante e a jusante onde o sistema tenha alterado a hidrologia natural, execução de actividades de O&M e financiamento da O&M. Terão que ser feitos acordos sobre as contribuições em numerário, espécie ou em mão-de-obra por cada família para a O&M do sistema.

Para as tarefas de O&M no reservatório e na área de captação, poder-se-ia nomear uma pessoa que viva ou que tenha a sua machamba nas proximidades. Esta pessoa pode também ser responsabilizada pela alocação de água se esta for obtida pelos utentes perto ou no próprio reservatório e estar envolvida nas actividades de monitoramento. A sua autoridade deve ser clara e aceite pela população.

⑤ Custos correntes

Os custos correntes do material variam imenso, embora normalmente sejam baixos. Será necessário acrescentar os custos correntes do pessoal, em numerário ou espécie (para os operadores, trabalhadores, membros da comissão e artífices) que poderão, em certos casos, ultrapassar de longe, os custos correntes

de material, por exemplo quando seja necessário manter medidas de controlo da erosão na captação, o que pode carecer de uma grande injeção de mão-de-obra com regularidade.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Contaminação da água, sedimentação dos reservatórios, actividades que periguem a área de captação, como por exemplo a pulverização química, utilização excessiva de pastos, agroindústrias, indústria, desbravamento de terras, assentamentos populacionais, etc. Os diques de terra podem ser destruídos por animais ou pessoas que andem sobre eles. Destruição dos diques e reservatórios devido à filtração, roedores ou outras causas. Mau funcionamento, desmoronamento ou lesões causados por desenhos imperfeitos ou grandes escoamentos imprevistos. Doenças causadas ou relacionadas com a água, como a bilharziose e a malária.

Limitações

Quando a procura é elevada e a pluviosidade é reduzida ou muito irregular, são necessárias grandes áreas de captação e diques. Embora a lei sobre águas dê alguma protecção, as áreas de captação são vulneráveis aos danos por outras pessoas. Se as condições geográficas e do solo locais forem desfavoráveis, o transporte de materiais (barro, areia, cascalho) e a construção do dique podem sair muito caros.

As áreas de captação não são apropriadas se não houver um lugar adequado para o dique ou reservatório, por exemplo se a terra por baixo não constituir uma fundação suficientemente sólida para suportar as estruturas e evitar a filtração, se o dique ou reservatório tivessem que ser muito grandes (ou caros) porque a razão profundidade-para-superfície é demasiado pequena, ou se a percolação ou as perdas de evaporação forem demasiado grandes.

O investimento em mão-de-obra, numerário e/ou espécie necessário para a implementação e/ou manutenção dos sistemas de recolha de água de superfície pode ultrapassar a capacidade das comunidades.

Se centros populacionais ou infraestruturas importantes estiverem localizados a jusante, poder-se-á tomar a decisão, por razões de segurança, de não construir o sistema nesse local.

Observações

Os utentes normalmente valorizam imenso o sabor da água que bebem. Este factor pode ser diferente consoante as áreas de captação. Em certos casos, pode afectar a aceitação do sistema por parte dos utentes.

🕒 Bibliografia recomendada

Lee, Michael D. e Visscher, Jan Teun (1992), (desenho; construção; organizativa; sócio-económica).

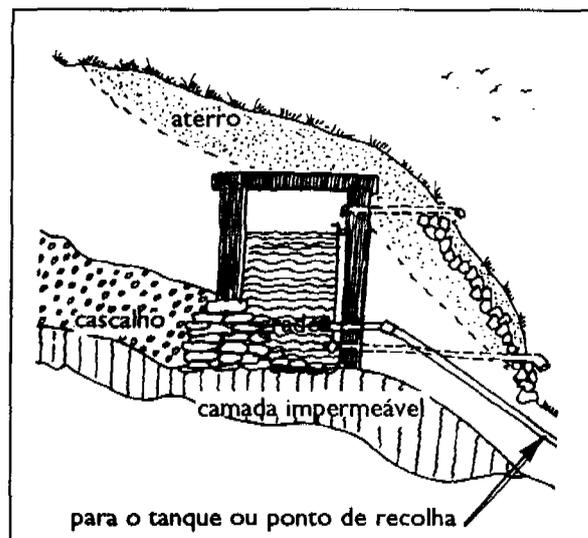
Lee, M.D. e Visscher, J. T. (1990), (estudos de caso; técnica; organizativa; sócio-económica).

4.3 Captação da Água das Nascentes

1 Breve descrição da tecnologia

Os sistemas de captação da água das nascentes arrebatam e protegem os cursos de água subterrânea nos pontos em que estes chegam à superfície para facilitar a sua extracção. A água das nascentes é normalmente alimentada a partir de uma formação de terra ou cascalho (aquífero) ou de um curso de água através de uma rocha com fissuras. Nos casos em que camadas sólidas ou de barro bloqueiam o curso de água subterrânea, esta é forçada a deslocar-se para cima e pode surgir à superfície. A água pode surgir como uma nascente ou de forma invisível como uma corrente que se dirige para um rio, riacho, lago ou para o mar. As partes principais duma captação da água das nascentes são um dreno por baixo do nível mais baixo de água natural, uma estrutura de protecção que dê estabilidade e um vedante que impeça a infiltração da água de superfície. O dreno é normalmente colocado numa camada de cascalho coberta de areia e pode levar a uma conduta ou a um reservatório. A estrutura de protecção pode ser feita de betão ou alvenaria e o vedante é normalmente feito a partir de barro cimentado ou por vezes de plástico. Um tubo de descarga de água em excesso garante que a água possa correr livremente para fora da nascente a qualquer momento. Para evitar que a contaminação se infiltre da superfície, uma vala, conhecida por dreno interceptador, afasta a água de superfície da nascente e uma vedação mantém os animais fora da zona da nascente.

Existem vários tipos de captação da água das nascentes, que vão desde uma simples *headwall* com aterro, até a estruturas mais complicadas como são os sistemas de túneis para recolher as águas duma área mais ampla



Custo inicial: Os custos de capital variam consideravelmente e dependem de uma série de factores. No Nepal foi construída uma estrutura relativamente grande que serve 150 famílias, incluindo instalações para a lavagem de roupa, por cerca de 1.000 dólares (dados de 1989, Rienstra 1990), incluindo os custos referentes a mão-de-obra não qualificada. No Quénia, foram construídas estruturas mais pequenas que servem uma média de 110 pessoas por 200 dólares, incluindo uma parede, aterro, vedação, mão-de-obra e custos de transporte. Estruturas de vulto para uma média de 350 pessoas custam cerca de 400 dólares, incluindo uma caixa da nascente (dados de 1986, Nyangeri 1986).

Dimensões: De 0,5 m² a muitos metros quadrados.

Produção: De menos de 0,1 l/s a muitos l/s.

Zona de utilização: Nas áreas em que a água subterrânea chega à superfície, normalmente

nas encostas das montanhas e das colinas.

Construção: Os sistemas de captação da água das nascentes são construídos no local, muitas vezes por artífices locais.

⊗ Descrição das actividades de O&M

Operação

Deve-se permitir que a água corra livremente a qualquer momento para evitar que encontre outro caminho para fora do aquífero. A operação pode incluir actividades tais como a abertura ou fecho de válvulas para desviar a água para um reservatório, conduta ou dreno. A nascente/fonte e as redondezas devem manter-se limpas.

Manutenção

Evitar a contaminação (por exemplo defecação ao ar livre, latrinas, locais de recolha de gado, utilização de pesticidas/químicos, etc.) quer na área, quer no local onde a água da nascente se infiltra na terra (se possível) e nas imediações da nascente.

Verificar os drenos de superfície, as vedações contra a entrada de animais e respectivos portões e repará-los, em caso de necessidade. Proteger a cobertura de vegetação na zona em que a água da nascente se infiltra no solo (se possível) e nas imediações da nascente (evitar a obstrução do aquífero causada pelo crescimento de vegetação—raízes—próximo da nascente).

Verificar o fluxo da água. Se se registar um aumento da turvação ou do curso de

água após uma tempestade de chuva, é necessário identificar o escoamento de superfície e melhorar a protecção da nascente. Se o fluxo da água diminuir, deve-se suspeitar que o sistema de recolha se encontra entupido. Poderá, então, ser necessário retirar o cascalho e substituí-lo por novo ou proceder à limpeza dos tubos de recolha. É necessário colher amostras regulares de água para análise de modo a se determinar se existe contaminação fecal.

Anualmente, abrir a conduta e retirar todo o depósito sedimentar acumulado. Verificar os crivos. Substituir (por materiais que não enferrujam, por exemplo cobre ou plástico) se estiverem danificados ou bloqueados e limpar no caso de estarem sujos. Após a limpeza, certificar-se de que se fechou devidamente a válvula da conduta e substituir e vedar a tampa da entrada de inspecção. Desinfectar a caixa da nascente sempre que uma pessoa tiver entrado para proceder à sua limpeza ou reparação ou quando há suspeitas de contaminação bacteriológica (ver folha informativa sobre a cloração). É necessário reparar as fugas no vedante de protecção ou a destruição da parede, bem como os danos causados pela erosão ou pelo assentamento do solo.

⑥ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza das redondezas	semanalmente	locais		vassoura, balde, enxada, machado
controlo da turvação	depois de cada inundação	locais		
controlo da quantidade da água	ocasionalmente	locais		balde, relógio
reparação da vedação e limpeza dos drenos de superfície	ocasionalmente	locais	madeira, corda, arame	machado, catana, faca, enxada, pá, picareta
controlo da qualidade da água	regularmente	da área	reagentes laboratoriais	equipamento laboratorial
limpeza e desinfecção da nascente	anualmente	locais	cloro	balde, chave de porca, escova
reparação da tubagem e válvulas	ocasionalmente	locais ou da área	tubos e válvulas de reserva, cimento, areia, cascalho	balde, colher de pedreiro, chave de porca, chave inglesa
reparação de fendas	anualmente	locais	cimento, areia, cascalho, barro	balde, colher de pedreiro, machado, pá, carrinho de mão

⑦ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	uso da água, comunicação do mau funcionamento, limpeza do local, apoio às grandes reparações	nenhuns conhecimentos especiais
operador	limpeza do local, controlo dos danos, pequenas reparações	conhecimentos básicos
comissão de águas	organização das reparações mais importantes e controlo do trabalho do operador	conhecimentos de organização
pedreiro	reparação da alvenaria ou betão	alvenaria
apoio externo	controlo da qualidade da água, orientação e estímulo à organização local	análise microbial, trabalho de extensão

Aspectos organizacionais

Em muitos casos, as nascentes pertencem à comunidade. Os utentes poderão ter que definir uma organização que possa tratar efectivamente de questões tais como controlo/supervisão do uso da água, prevenção da contaminação da água, execução de

actividades de O&M e monitoramento da qualidade da água, sistemas de desempenho, etc. Uma gestão correcta também pode contribuir para evitar o conflito social sobre estas e outras questões.

Para a execução das tarefas de O&M no local da nascente, poder-se-ia nomear uma pessoa que tenha a sua casa ou machamba perto deste local. Este elemento pode também ser responsável pela distribuição da água se esta for obtida pelos utentes perto ou no próprio local e estar envolvido nas actividades de monitoramento. A sua autoridade deve ser clara e aceite pelos utentes.

⑥ Custos correntes

Os custos correntes do material são normalmente muito baixos. Os custos correntes do pessoal, em numerário ou espécie (para os operadores, trabalhadores, membros da comissão, artífices) terão que ser acrescidos, mas serão também baixos. Os custos correntes totais são normalmente inferiores a 1 dólar por ano per capita e, muitas vezes, incluem os custos de O&M para o sistema de transporte de água. Várias fontes indicam que "os custos de O&M são mínimos e, por esse motivo, a tecnologia da água da nascente é a tecnologia escolhida sempre que os locais assim o permitirem". Poderão, porém, surgir problemas quando é necessário um grande investimento súbito para uma reparação de vulto ou substituição do sistema.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Erosão ou desmoronamento da caixa da nascente devido a um desenho incorrecto, erros de construção, grandes fluxos de escoamento de superfície ou danos causados por pessoas ou animais. Fugas na caixa ou torneiras e válvulas a pingarem. Contaminação da água da nascente devido a fendas no vedante ou ao comportamento das pessoas. Danos na tubagem devido a problemas de construção, uso anormal ou corrosão. Drenagem imprópria do escoamento de superfície e das águas residuais. Tubagem entupida devido à sedimentação ou raízes de plantas. Mau acesso para os utentes da água.

Limitações

As nascentes podem não produzir uma quantidade suficiente de água ou poderão secar durante certas épocas do ano. Nem todas as nascentes produzem água limpa de sabor aceitável. As nascentes podem estar situadas muito longe das casas ou em propriedade privada. Em alguns casos, os custos de construção, grandes reparações ou reposições podem não estar dentro das capacidades das comunidades. Alguma água das nascentes é muito corrosiva.

Observações

Normalmente a água das nascentes é de boa qualidade, mas é necessário certificar se existem exemplos de casos em que a água provém de um riacho poluído que se tornou subterrâneo ou em que a área de captação estava contaminada. As nascentes não protegidas são quase sempre contaminadas na saída.

⑦ Literatura recomendada

Nyangeri, Ezekiel E. N. (1986), (desenho; construção; O&M; sócio-económica; estudos de caso).

WEDC (1991), (desenho; construção)

Jordan, Thomas D. (1984), (desenho; construção; O&M; organização)

4.4 Poços Escavados

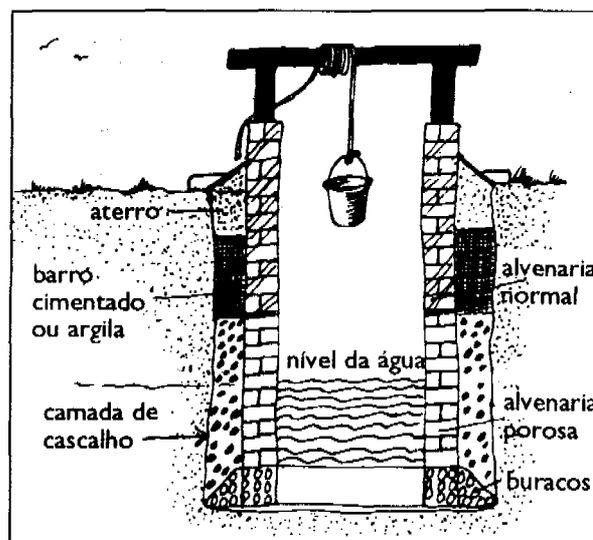
1 Breve descrição da tecnologia

Um poço escavado dá acesso à água subterrânea de um aquífero e facilita a sua extracção. O termo "escavado" refere-se ao tipo de poço que permite a entrada de uma pessoa para efectuar a limpeza ou aumentar a profundidade e que, portanto, raramente terá um diâmetro inferior a 0,8 m. Distinguem-se dois tipos principais:

Poços tradicionais. Estes são poços cavados manualmente para se chegar à água subterrânea, normalmente sem nenhum revestimento e sem qualquer protecção acima da terra. São susceptíveis à contaminação e não voltarão a ser abordados neste documento.

Poços melhorados. Trata-se de poços cavados à mão ou através de máquinas e são constituídos por três partes principais:

- Um sócolo de pedra, tijolo ou betão com a parte em cima da terra do revestimento do poço (parede) elevada a uma altura que seja conveniente para o método usado para o abastecimento de água do poço. O sócolo evita que a água poluída escorra de novo para dentro do poço pelas suas paredes, serve de plataforma segura para os utentes e desvia a água para longe do poço através de uma vala de drenagem. A parede coberta evita que água derramada, água da chuva, escoamento, lixo, pessoas e animais caiam no poço e impede a penetração da luz solar.
- O revestimento entre o nível da terra e da água, feito de aros de betão armado, alvenaria com tijolos ou blocos de cimento, etc. impede o desmoronamento do poço. Nas formações consolidadas, o revestimento pode não ser necessário. Em tais casos, pelo menos o metro de cima do poço deve ser revestido de modo a evitar a entrada no poço de qualquer água de superfície contaminada.



- O revestimento abaixo do nível da água que impede o desmoronamento do poço e facilita a entrada de água subterrânea no poço. Por isso, o material de que o revestimento é feito nesta parte é normalmente perfurado com pequenos orifícios ou então tem uma composição ligeiramente diferente (por exemplo betão permeável) do revestimento acima do nível da água subterrânea.

Outras componentes que muitas vezes se podem encontrar são: um dreno para afastar a água do poço, normalmente através de uma fossa cheia de pedras grandes em que a água se possa voltar a infiltrar na terra ou evaporar das superfícies das pedras a uma distância segura do poço, bem como uma vedação e um portão à volta do poço. O período de vida útil de um poço escavado moderno é de pelo menos 50 anos.

Custo inicial: Os custos de capital variam consideravelmente e dependem de um grande número de factores. Na região do Sahel, o custo médio de um poço com 1,8 m de diâmetro, 20 m de profundidade, dos quais 5 m debaixo da água, é de cerca de 8200 dólares (dados de 1993, Debris e Collignon, 1994). No

Gana, um poço com 8 m de profundidade e com sócolo custava recentemente 820 dólares (dados de 1992, Baumann 1993b).

Profundidade: De alguns metros a mais de 50 metros.

Produção: Cerca de 5 m³ por dia pode ser considerada uma boa produção.

Zona de utilização:

Nas zonas em que se pode extrair uma qualidade e quantidade suficiente de água subterrânea ao longo do ano de um aquífero a cerca de 50 m da superfície (por vezes ainda mais profundo) e em que os sistemas de abastecimento de água são menos apropriados.

⊗ Descrição das actividades de O&M

Operação

No caso da elevação de água por uma corda e balde, poderá haver a tarefa de se retirar e substituir a tampa do poço. Para outros métodos de obtenção de água, ver as respectivas folhas informativas.

Manutenção

Normalmente é necessária pouca manutenção. As actividades de manutenção podem ser as seguintes:

Verificar diariamente se há algum lixo visível no poço e retirá-lo, se possível. Limpar o sócolo de betão. Verificar o estado da vedação e do dreno e repará-lo ou limpá-lo.

No fim de cada estação seca, drenar o poço retirando a quantidade máxima de água possível, limpar o lixo e as algas do poço com uma escova e água limpa, reparar onde for necessário e depois

desinfectar. Se o poço tiver secado ou se não produzir uma quantidade de água suficiente, terá que ser cavado e revestido mais para o fundo.

Verificar se o sócolo de betão e a parte do poço que se encontra acima do nível da água subterrânea têm fendas ou outras rupturas e repará-las se for necessário.

Verificar se o sócolo foi desgastado pela erosão ou pelo assentamento do material enchido. certificar-se de que não foram construídas latrinas nem outras fontes de contaminação dentro de uma distância de 30 m do poço.

A manutenção pode normalmente ser feita pelos utentes do sistema ou por um operador, enquanto que as grandes reparações poderão necessitar de mão-de-obra especializada, que pode ser facultada por um operário qualificado local.

⑥ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza à volta do poço	diariamente	locais		balde, vassoura
desinfecção do poço	ocasionalmente	locais	cloro	balde
limpeza do poço	anualmente	locais		escova, balde, cordas
reparação do sócolo, parede e dreno	anualmente	locais	cimento, areia, cascalho, tijolos	colher de pedreiro, balde, carrinho de mão, pá
reparação do revestimento	ocasionalmente	locais	cimento, areia, cascalho, tijolos, etc.	colher de pedreiro, balde, carrinho de mão, cordas
aumento da profundidade e extensão do revestimento	ocasionalmente	locais ou da área	cimento, areia, cascalho, tijolos, aros de betão, etc.	bomba, balde, cordas
reparação da vedação	ocasionalmente	locais	madeira, pregos, arame, rede	machado, serrote, catana, martelo, alicate, etc.
limpeza do dreno	ocasionalmente	locais		enxada, pá, balde, carrinho de mão

⑦ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	utilização da água, limpeza do local, apoio às tarefas principais de manutenção	nenhuns conhecimentos especiais
operador	monitoramento da utilização da água, manutenção da limpeza	conhecimentos básicos de limpeza e desinfecção
comissão de águas	supervisão do operador, organização de manutenção de vulto, recolha dos pagamentos	conhecimentos de organização
pedreiro	reparação do revestimento, parede e sócolo	alvenaria
construtor de poços especializado	aumento da profundidade do poço	canalização, escavação debaixo da água, alvenaria
apoio externo	controlo da qualidade da água, estímulo e orientação aos utentes	análise microbial, trabalho de extensão

Aspectos organizacionais

Quando os poços não se destinam apenas a uso familiar, as pessoas poderão ter de criar uma organização que possa efectivamente tratar de questões tais como controlo/supervisão da utilização da água, prevenção da contaminação da água, execução de actividades de O&M,

financiamento da O&M e monitoramento da qualidade da água. Embora (ou talvez porque) o número de actividades de O&M necessárias seja limitado e normalmente o custo seja muito reduzido, elas merecem muita atenção uma vez que muitos poços foram

abandonados porque foram contaminados ou porque se desmoronaram devido à falta de manutenção resultante de negligência. A manutenção é normalmente executada pela pessoa que também é responsável pelos sistemas comunais de extracção de água. Se não se utilizar nenhum sistema comunal (por exemplo cada um usa a sua própria corda e balde), a manutenção do poço terá que ser organizada separadamente. Uma gestão adequada também poderá contribuir para evitar o conflito social em torno destas e de outras questões.

⑥ Custos correntes

Os custos correntes de material são geralmente reduzidos. Será necessário acrescentar os custos correntes do pessoal, em numerário ou espécie (referentes aos operadores, trabalhadores, membros da comissão e artifices), mas normalmente são também baixos. Custos correntes apresentados: de 0 a 2 dólares per capita por ano em África e Ásia (dados de 1984, Burnett 1984) e 30 dólares por poço por ano no Gana (Baumann 1993b).

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Desmoronamento do poço quando não se faz a manutenção adequada do revestimento, quando este é velho ou quando não existe. Poços que secam ou que produzem menos do que antes porque: os níveis de água na estação seca não foram tomados em consideração, a extracção da água é superior às taxas de reabastecimento natural, a entrada de água subterrânea é reduzida devido à obstrução do revestimento. A água subterrânea pode ser contaminada através do poço ou de poluentes que se infiltram no aquífero através do solo.

Limitações

A construção do poço depende das condições geo-hidrológicas tais como a existência, profundidade e produção de aquíferos e a existência de formações rochosas acima deles. Os poços

construídos em locais muito distantes das casas dos utentes ou de difícil acesso não serão utilizados ou serão usados e cuidados de forma insuficiente.

Os poços não devem ser cavados perto de lugares com latrinas ou com currais de gado e vice-versa; normalmente a distância deve ser de 30 m, embora esta distância não garanta que a contaminação não venha a ocorrer. O investimento em mão-de-obra, numerário e/ou espécie necessário para a construção de um poço melhorado pode ultrapassar as capacidades das comunidades.

Poderá ser difícil para uma comunidade, mesmo que possua os meios financeiros, disponibilizar mão-de-obra qualificada, ferramentas, equipamento e materiais necessários à construção e à realização de várias actividades de manutenção, tais como a drenagem do poço.

Observações

Em muitas ocasiões, os poços não são exclusivamente usados para o abastecimento de água para beber. Podem também ser usados na irrigação. Ao avaliar-se o potencial de desenvolvimento dos poços com a comunidade, é importante colocar este aspecto dentro de um contexto mais amplo, nomeadamente todas as formas de utilização da água e o seu efeito na disponibilidade da água.

O uso de poços e bombas pode ser aumentado através de um desenho apropriado do sócolo, inclusão de instalações destinadas à lavagem de roupa e para se tomar banho, desvio de águas residuais para a irrigação de hortas, etc.

Algumas vantagens dos poços escavados em relação aos furos de água são:

- podem muitas vezes ser construídos apenas com ferramentas, materiais e habilidades existentes localmente;
- No caso de avaria do sistema de elevação de água e se o mesmo já não puder ser reparado, podem continuar a ser usados através de uma corda e balde;
- a sua profundidade pode ser aumentada no caso de redução do nível de água subterrânea;
- possuem uma maior capacidade de armazenamento;

- a comunidade pode efectuar a sua reparação e retirar o depósito sedimentar;
- podem ser construídos em formações em que a perfuração manual ou mesmo mecânica seja difícil ou impossível.

⑦ **Literatura recomendada**

Debris, T. e Collignon, B. (1994); (organização; sócio-económica; estudos de caso).

WEDC (1991); (desenho; construção).

Morgan, Peter (1990); (desenho; construção, melhoramento).

Nyangeri, Ezekiel E.N. (1986); (desenho; reabilitação; O&M; estudos de caso).

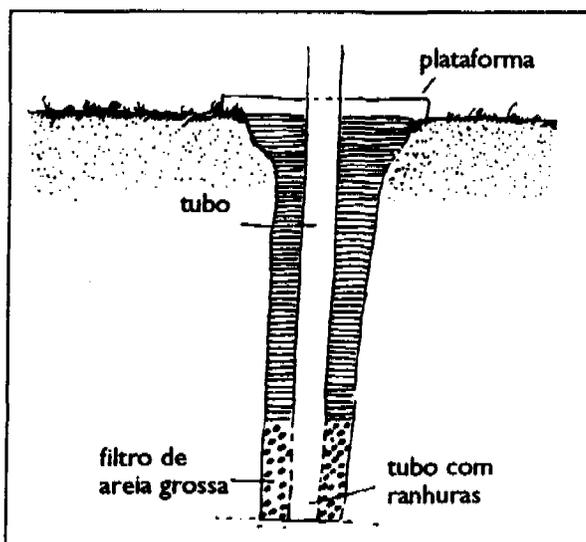
4.5 Furos de Água

1 Breve descrição da tecnologia

Os poços perfurados, furos em tubo ou furos permitem o acesso à água subterrânea num aquífero e facilitam a sua extracção. Diferem dos poços escavados no pequeno diâmetro que possuem, que geralmente varia entre 0,10 m e 0,25 m de abertura, que não permite a entrada de uma pessoa para efeitos de limpeza e de aumento da profundidade. O furo é normalmente a parte mais dispendiosa de um projecto de abastecimento de água através de bomba manual. Os furos podem ser construídos por uma máquina ou por equipamento operado manualmente e são normalmente compostos por três partes principais:

- Ao nível da superfície, um sócolo de betão à volta do furo com uma saída adaptada ao método de extracção de água evita que a água de superfície se infiltre pelos lados do furo, proporciona um suporte resistente e afasta a água residual do furo para um canal de drenagem.
- Por baixo da terra mas não nos aquíferos desejados, estas componentes são normalmente revestidas com material de tubos (na maior parte dos casos PVC e por vezes ferro galvanizado) para evitar o desmoronamento, especialmente em formações não consolidadas. Em formações consolidadas, o revestimento pode não ser necessário.
- Por baixo do nível da água nas secções do aquífero, abrem-se fendas no tubo para permitir que a água subterrânea penetre no furo. Uma camada de filtro de cascalho à volta facilita o movimento da água subterrânea em direcção às fendas dos tubos e ao mesmo tempo impede a entrada de matérias no furo. Nas formações consolidadas, este cascalho pode não ser necessário.

Uma combinação correcta do tamanho da fenda, filtro de cascalho e material do aquífero, bem como uma bombagem extensiva da areia antes do furo entrar em funcionamento (desenvolvimento do furo) pode melhorar consideravelmente um desempenho a longo prazo.



Custo inicial: Os custos de capital variam consideravelmente e dependem de um grande número de factores. De acordo com Arlosoroff et al. (1987), o custo inicial de um furo feito manualmente com uma profundidade de 50 m nas planícies aluviais do Sul da Ásia pode ser de 200 dólares. Dados mais recentes indicam que o custo típico de um furo de 50 m de profundidade na Índia era de 770 dólares e em Moçambique de 10.000 dólares (Wurzel e de Roy, 1993).

Profundidade: De alguns metros a mais de 200 metros.

Produção: De menos de 0,3 a mais de 10 litros por segundo.

Período de vida: Mais de 25 anos.

Zona de utilização: Em áreas com aquíferos adequados.

Construção: Na maior parte dos países, os furos são construídos por empresas do sector público ou privado.

⊗ Descrição das actividades de O&M

Operação

Normalmente o furo em si não carece de manutenção. Quando a capacidade de produção é inferior à procura, poderá ser necessário efectuar-se o monitoramento diário do nível da água. A extracção da água do furo é geralmente feita pelos utentes, muitas vezes mulheres e crianças, ou por um operador.

Manutenção

Para além da limpeza diária do sócolo e da limpeza do dreno e da reparação ocasional da vedação, caso exista,

praticamente não há actividades de manutenção. Raramente, quando se tem que retirar o depósito sedimentar de um furo ou se é necessário proceder à sua reabilitação, todos os acessórios têm que ser retirados e o trabalho terá que ser efectuado por uma empresa especializada. Existem várias técnicas de reabilitação, como por exemplo a bombagem forçada de ar e água e limpeza e tratamento através de meios químicos. É muito difícil aumentar a profundidade de um furo existente.

⊗ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza do local onde se situa o furo	diariamente	locais		vassoura, balde
limpeza do dreno	ocasionalmente	locais		enxada, pá, carrinho de mão
reparação da vedação	ocasionalmente	locais	madeira, pregos, arame, etc.	serrote, catana, machado, martelo, alicate, etc.
reparação do sócolo	anualmente	locais	cimento, areia, cascalho	colher de pedreiro, balde
reabilitação do furo	muito raramente	nacionais	cascalho, material de tubagem, etc.	diverso equipamento especial

⊗ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Habilidades
utente de água	utilização da água, limpeza do local, apoio às grandes tarefas de manutenção	nenhuns conhecimentos especiais
operador	monitoramento do uso da água, limpeza do local	conhecimentos básicos de limpeza e desinfeção
comissão de águas	supervisão do operador, organização de manutenção de vulto, recolha dos pagamentos	conhecimentos de organização
empresa especializada em furos	reabilitação do furo	conhecimentos muito especiais
apoio externo	controlo da qualidade da água	análise microbial, trabalho de extensão

Aspectos organizacionais

Os utentes poderão precisar de criar uma organização que possa efectivamente tratar de questões tais como o controlo/supervisão da utilização da água, prevenção da contaminação da água, execução de actividades de O&M, financiamento da O&M e monitoramento da qualidade da água. Embora o número de actividades de O&M necessárias seja limitado e normalmente os custos sejam muito reduzidos, deve-se prestar muita atenção à manutenção uma vez que muitos furos foram abandonados porque foram contaminados ou porque desmoronaram devido à falta de manutenção.

⑥ Custos correntes

Os custos correntes do material são normalmente reduzidos. É necessário acrescentar os custos correntes do pessoal, em numerário ou em espécie (para aos operadores, trabalhadores, membros da comissão e artífices), mas normalmente são também baixos. Actividades de manutenção ocasional tais como a reabilitação do furo poderão carecer repentinamente de um grande investimento, o que pode colocar problemas se tiver que ser financiado pela comunidade. A esperança de vida de um bom furo é de mais de vinte anos mas, depois de alguns anos, pode haver uma redução drástica da produção, sendo necessária a reabilitação. No Gana (Baumann 1993), os custos de reabilitação são calculados em 750 dólares de dez em dez anos.

⑦ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Má qualidade da água ou desmoronamento devido à corrosão do revestimento de ferro galvanizado, baixo nível de entrada de água devido ao facto de o furo ter sido mal concebido, entrada de partículas de terra no poço devido à colocação incorrecta ou imperfeição dos crivos, contaminação em consequência do desenho ou construção incorrecta do sócolo ou ainda à negligência de

manutenção, desmoronamento do furo nos sítios onde não se aplicou nenhum revestimento ou em que o revestimento não é suficientemente forte.

Limitações

A construção do furo depende das condições geo-hidrológicas tais como a existência, profundidade e produção dos aquíferos, bem como a existência de formações rochosas acima deles.

Os furos abertos em locais muito distantes das casas dos utentes ou que sejam de difícil acesso serão usados e/ou cuidados de forma insuficiente.

Os furos não devem ser abertos perto de lugares com latrinas ou com currais de gado e vice-versa; a distância mínima normalmente recomendada é de 30 m, embora esta distância não garanta que a contaminação não venha a ocorrer.

O investimento em mão-de-obra, numerário e/ou espécie necessário para a construção de um poço melhorado pode ultrapassar as capacidades das comunidades.

Poderá ser impossível transportar o equipamento pesado e os materiais necessários até ao local da abertura do furo.

Observações

Em muitas ocasiões, os furos não são exclusivamente usados para o abastecimento de água para beber. Podem também ser usados na irrigação. Ao avaliar-se o potencial de desenvolvimento dos furos com a comunidade, é importante colocar este aspecto dentro de um contexto mais amplo, nomeadamente todas as formas de utilização da água e o seu efeito na disponibilidade da água.

⑧ Literatura recomendada

- Debris, T. e Collignon, B. (1994), (organização; sócio-económica; estudos de caso).
- Morgan, Peter (1990); (construção, perfuração manual).
- Wurzel, Peter e Rooy, Carel de (1993); (técnicas de perfuração; redução de custos).

4.6 Sistemas Sub-superficiais de Captação de Água

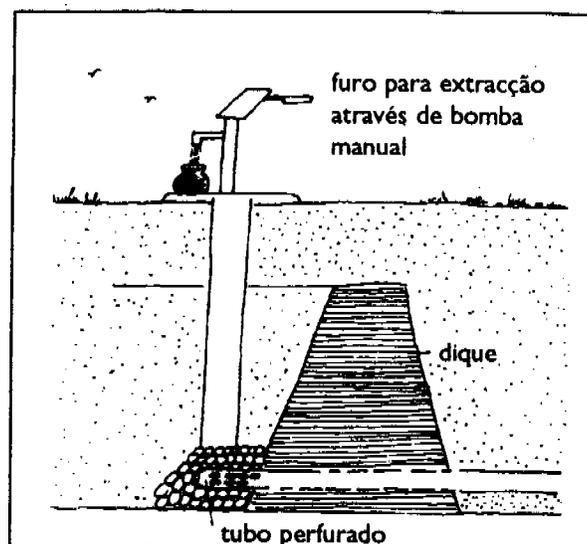
0 Breve descrição da tecnologia

Os sistemas sub-superficiais de captação de água retêm os cursos de água subterrânea e facilitam a sua extracção. Distinguem-se dois sistemas principais:

Diques sub-superficiais: um dique impermeável é construído sobre um aquífero de superfície, como por exemplo o leito de um rio sazonal cheio de areia e com base no cimo de uma camada impermeável. A crista do dique situa-se a cerca de um metro abaixo do nível da superfície para evitar que a terra fique alagada.

Diques de elevação de areia: Um dique impermeável é construído sobre o leito de um rio sazonal cheio de areia com a crista a atingir alguns decímetros acima do leito do rio a montante. Sempre que o rio tiver enchido a parte a montante de areia, a crista é elevada um pouco mais de modo a formar um reservatório de água subterrânea. No fim, o dique pode atingir uma altura considerável acima do leito do rio a jusante. A base a jusante deste dique deve ser protegida por betão ou por uma rocha grande.

Estes dois tipos de dique possuem paredes em asa encaixadas nas margens do rio. Poder-se-ão amontoar rochas contra estas paredes para evitar a erosão. A água pode ser extraída a partir de um poço situado a curta distância a montante do dique ou de um sistema de drenagem que recolhe a água da base do dique a montante e a conduz do lado a jusante para um poço ou sistema de tubo de gravidade. Onde for possível, instala-se normalmente uma válvula de descarga para facilitar a limpeza do reservatório subsuperficial.



Custo inicial: Um dique de 3500 m³ no Quênia custa 2,40 dólares por m³ e um dique com as mesmas dimensões na Tanzânia custa 3,90 dólares por m³ (Lee e Visscher, 1990).

Produção: Depende da área de captação, precipitação, etc.

Zona de utilização: Em muitas zonas de clima seco, de monção e tropical húmido-e-seco e em que é mais difícil implementar outros sistemas melhorados de abastecimento de água, ou cuja quantidade e/ou qualidade de água é insuficiente.

2 Descrição das actividades de O&M

Operação

A operação pode incluir actividades como abertura e fecho do tubo de gravidade, tarefas de controlo e monitoramento e a operação do sistema de abastecimento de água.

Manutenção

Normalmente é necessária pouca manutenção. Limpeza regular do furo ou do tubo de gravidade, se for o caso. Depois de cada inundação grande, inspeccionar o dique para ver se a água causou danos. Quaisquer partes danificadas devem ser reparadas e protegidas, se necessário, por pedregulhos. Durante a estação seca, levantar um dique a partir duma elevação de areia com um máximo de 50 cm se o reservatório estiver cheio. Para grandes reparações, nos casos em

que o dique tiver sido afectado pela filtração ou danificado por uma inundação, poderão ser necessárias pessoas ou máquinas, sendo preciso consultar técnicos especializados.

A manutenção pode normalmente ser executada pelos utentes do sistema ou por um operador ou guarda, enquanto que as grandes reparações podem exigir mão-de-obra mais especializada, que normalmente pode ser facultada por artífices locais. Em alguns casos, pode ser necessária mão-de-obra não especializada em grande escala (por exemplo, para a reparação de um dique de areia avariado ou um dique subsuperficial com fugas), a qual pode ser fornecida por (alguns dos) utentes (remunerados ou não) ou por outras pessoas que sejam recrutadas para este fim.

3 Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
operação do tubo de gravidade	diariamente	locais		
limpeza do tubo de gravidade e/ou do furo	ocasionalmente	locais		vassoura, balde, escova, colher de pedreiro
controlo do dique	após inundações	locais		
colocação de rochas grandes	ocasionalmente	locais	rochas grandes	picareta, enxada, pá, corda, vigas
elevação da crista	regularmente	locais ou da área	cimento, areia, cascalho, tijolos, pedras, barras de reforço, madeira, pregos, etc	colher de pedreiro, balde, pá, enxada, picareta, carrinho de mão, martelo
reparação de drenos, poço ou válvulas	ocasionalmente	locais ou da área	cimento, areia, cascalho, tubo de drenagem, válvula de reserva	colher de pedreiro, balde, pá, enxada, picareta, chave de porca, chave de fendas, chave inglesa
reparação do dique	ocasionalmente	locais	cimento, areia, cascalho, barras de reforço, barro, rochas grandes	colher de pedreiro, balde, pá, enxada, picareta, carrinho de mão, martelo, etc.

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente de água	utilização da água, participação em acções de manutenção de vulto	nenhuns conhecimentos especiais
operador	operação de válvulas, execução de pequenas reparações	conhecimentos básicos
pedreiro	execução de reparações	alvenaria
comissão de águas	supervisão do operador, organização das principais reparações	conhecimentos de organização
técnico especializado	orientação das principais reparações no dique	engenharia civil
apoio externo	estímulo e orientação da organização	trabalho de extensão

Aspectos organizacionais

Os utentes poderão sentir a necessidade de criar uma organização que possa efectivamente tratar de questões como controlo e supervisão da utilização da água, prevenção da contaminação da água, execução de actividades de O&M, financiamento da O&M e monitoramento da quantidade armazenada ainda existente. Para esta última actividade, poder-se-á instalar um piezómetro que permita ao operador calcular que quantidade de água resta e se o racionamento deve ser aumentado. Uma gestão correcta pode também contribuir para evitar o conflito social sobre estas e outras questões.

Para a execução das tarefas de O&M no local onde se encontra o dique, poder-se-á designar uma pessoa que viva ou que tenha a sua machamba próximo do local. Este elemento pode também ser responsabilizado pela distribuição da água, se esta for obtida pelos utentes no local ou próximo dele e estar envolvido nas actividades de monitoramento. A sua autoridade deve ser clara e aceite por todos.

⑤ Custos correntes

No que diz respeito aos diques sub-superficiais, os custos correntes do material são normalmente reduzidos, mas a elevação da crista de um dique ou a reparação dos danos causados por

inundações pode acarretar despesas elevadas. Os custos correntes do pessoal, em numerário ou em espécie (para os operadores, trabalhadores, membros da comissão e artífices) terão que ser acrescidos.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Perdas imprevistas de água devido a rachas na camada impermeável. Porém, é possível por vezes em tais casos abrir um furo na zona da fractura e utilizar o dique como uma estrutura de recarga artificial. Destruição ou erosão do dique devido a um desenho ou construção impróprios. Problemas devido à falta de rochas grandes. Mudança do curso do rio.

Limitações

A distância entre os possíveis locais destinados à construção e os utentes da água pode ser demasiado grande. Os requisitos elevados em termos de volume e qualidade do material de construção podem não ser satisfeitos pelo material existente localmente. O investimento em mão-de-obra, numerário e/ou espécie necessário para a construção de sistemas sub-superficiais de captação de água pode ultrapassar as capacidades das comunidades. A captação

subsuperficial de água não é apropriada quando a elevação do nível do lençol freático daí resultante pode ter um impacto negativo, por exemplo na agricultura, obras de infraestruturas ou edifícios.

Observações

Os sistemas sub-superficiais de captação de água melhoram, até certo ponto, a qualidade da água, filtrando-a à medida que esta corre para os drenos. As pessoas podem não apreciar o sabor da água proveniente do sistema subsuperficial de captação, o que pode afectar o grau de aceitação do sistema pelos utentes.

7 Literatura recomendada

Lee, Michael D. e Visscher, Jan Teun (1992), (desenho; construção; organização; sócio-económica).

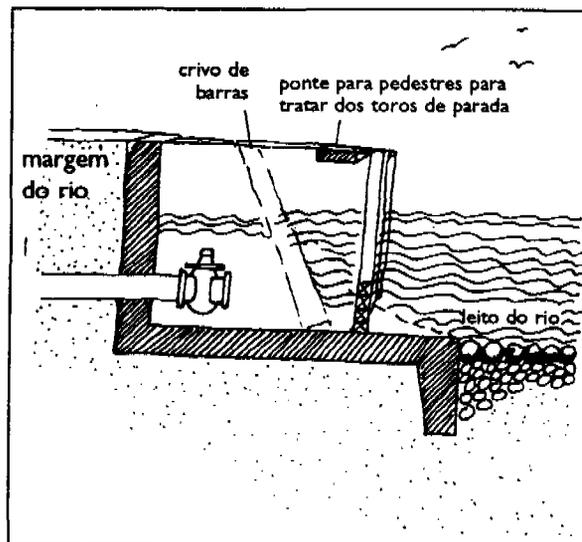
Lee, M. D. e Visscher, J. T. (1990), (estudos de caso; técnica; organização; sócio-económica)

Nilsson, Åke (1988), (desenho; construção; O&M).

4.7 Captação Lateral Protegida

1 Breve descrição da tecnologia

Uma captação lateral protegida proporciona um lugar estável na margem de um rio ou lago donde a água pode correr para um canal ou entrar no tubo de sucção de uma bomba. Este tipo de sistema é construído de modo a suportar danos causados por inundações e minimizar os problemas causados pelo sedimento. As captações laterais são estruturas resistentes, normalmente feitas a partir de betão armado e poderão ter válvulas ou comportas para a descarga de qualquer sedimento que possa ficar depositado. Muitas vezes uma captação lateral protegida é aliada a um escoadouro no rio que mantém a água ao nível desejado, um trape de areia para permitir que esta assente e um desaguadouro para libertar o excesso de água. A água do rio entra para a captação lateral através de um crivo, podendo haver um desaguadouro para a descarga da água em excesso. Por vezes, as captações laterais protegidas estão aliadas a um dique e uma comporta de



descarga que permite a descarga do caudal do rio a montante.

Custo inicial: Depende da dimensão, etc.

Produção: Depende da dimensão.

Zona de utilização: Rios e lagos

2 Descrição das actividades de O&M

Operação

A operação está normalmente a cargo de um operador. Diariamente, poderá ser necessário ajustar a válvula ou a comporta e a entrada para o canal tem de ser verificada; quaisquer resíduos existentes têm de ser retirados, qualquer dano deve ser reparado.

Consultar a folha informativa sobre a operação da bomba.

Manutenção

A manutenção preventiva consiste na pintura dos crivos e outras partes de metal, tais como comportas ou válvulas. Dependendo da sedimentação, o canal de captação e o local passível de acumulação de depósito sedimentar têm de ser limpos. Quaisquer resíduos têm de ser retirados dos crivos com regularidade e, no caso de danos, estes têm de ser soldados. Durante a época das chuvas, a entrada tem de ser inspeccionada e limpa com maior frequência. Quaisquer danos causados à margem ou leito do rio pela erosão têm de ser reparados imediatamente com rochas grandes, pedras, sacos de areia, etc. As rachas que surjam na estrutura de betão têm de ser reparadas todos os anos.

⑤ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
inspecção da entrada	diariamente	locais		
ajustamento da válvula ou comporta	diariamente	locais		chave
limpeza do canal de entrada e do crivo	ocasionalmente	locais		ancinho, enxada
reparação do crivo	ocasionalmente	da área	cimento, areia, cascalho, aço, porcas e parafusos, eléctrodo de soldagem ou acetileno e oxigénio	soldador, chave inglesa
reparação de danos causados pela erosão	ocasionalmente	locais	sacos, areia, rochas, pedras, etc.	
pintura das partes em metal	anualmente	locais	tinta	escova de aço, pincel
reparação de rachas no betão	anualmente	locais ou da área	cimento, areia, cascalho	colher de pedreiro, escopro, martelo, balde, carrinho de mão

⑥ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	apoio à limpeza e a pequenas reparações	nenhuns conhecimentos especiais
operador	inspecção, limpeza, pequenas reparações	nenhuns conhecimentos especiais
pedreiro	reparação das rachas no betão	alvenaria
serralheiro	reparação dos crivos	soldagem

Aspectos organizacionais

Os utentes poderão ser chamados a participar na limpeza anual e nas grandes reparações. Poderá ser necessária limpeza após cada inundação.

⑥ Custos correntes

Em termos gerais, os custos correntes são baixos, especialmente se a entrada são estiver exposta à erosão.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Obstrução causada por depósitos

sedimentares ou resíduos. Destruição causada pelas correntes do rio.

Limitações

A água do rio e do lago pode ficar poluída.

Observações

—

⑦ Literatura recomendada

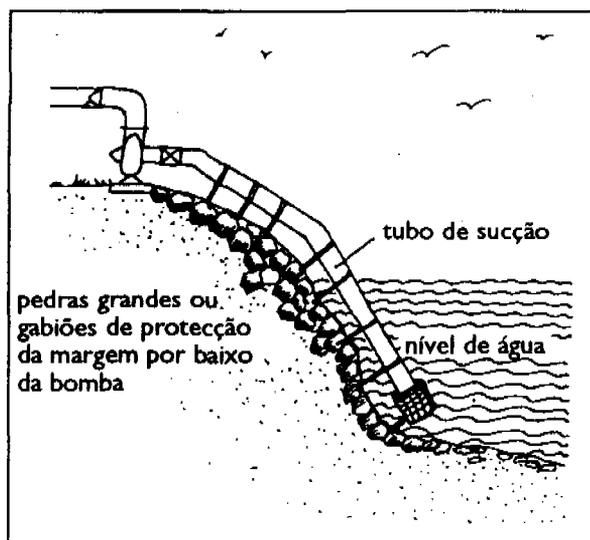
WEDC (1991), (desenho; construção).
Lauterjung, Helmut e Schmidt, Gangolf (1989), (planificação; desenho).

4.8 Captação do Fundo do Rio

1 Breve descrição da tecnologia

As captações do fundo do rio ou Tyrolean para os sistemas de abastecimento de água potável são normalmente aplicados em pequenos rios e riachos onde o teor de sedimento e o transporte de carga do leito do rio é reduzido. A água é extraída através de um crivo por cima de um canal normalmente feito de betão que é construído no leito do rio. As barras do crivo são colocadas na direcção da corrente e com uma inclinação descendente de modo a que o material grosso não consiga penetrar e que continue o seu curso. Do canal, a água entra num trape de areia e, depois disso, poderá atravessar uma válvula e correr por acção da gravidade ou ser bombeada para o resto do sistema.

Custo inicial: Depende imenso da dimensão. Não existem dados reais.



Produção: Até 100% do curso do rio.

Zona de utilização: Rios com pouco sedimento e carga no leito.

2 Descrição das actividades de O&M

Operação

A operação está normalmente a cargo de um operador. A entrada deve ser verificada com regularidade. Os resíduos que a obstruem devem ser retirados e é necessário reparar qualquer dano. O trape de areia deve ser limpo regularmente.

Para mais informações sobre o funcionamento de uma bomba, caso exista, ver a respectiva folha informativa.

Manutenção

A manutenção preventiva consiste na pintura dos crivos e de outras partes em metal, tais como comportas ou válvulas. Dependendo do nível de depósito de sedimento e transporte da carga do leito, o trape de areia e o crivo terão que ser limpos com regularidade e, por vezes, o crivo ou uma válvula poderão necessitar de reparação. Qualquer erosão que destrua a estrutura deve ser reparada imediatamente. Todos os anos é necessário verificar se a estrutura de betão apresenta rachas, as quais deverão ser reparadas, se necessário.

⑥ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
inspecção da entrada	diariamente	locais		
ajustamento da válvula ou comporta	diariamente	locais		chave
limpeza do crivo	ocasionalmente	locais		ancinho, enxada
reparação do crivo	ocasionalmente	da área	aço, cimento, areia, cascalho, porcas e parafusos, eléctrodo de soldagem ou acetileno e oxigénio	soldador, chave inglesa
reparação de danos causados pela erosão	ocasionalmente	locais	sacos, areia, pedregulhos, rochas, etc.	
pintura de partes em metal	anualmente	locais	tinta	escova de aço, pincel
reparação de rachas no betão	anualmente	locais ou da área	cimento, areia, cascalho	colher de pedreiro, escopro, martelo, balde, carrinho de mão

⑦ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	apoio na execução de grandes reparações	nenhuns conhecimentos especiais
operador	inspecção, limpeza, pequenas reparações, funcionamento das válvulas	nenhuns conhecimentos especiais
pedreiro	reparação das rachas no betão	alvenaria
serralheiro	reparação dos crivos	soldagem

Aspectos organizacionais

Os utentes poderão ser chamados a participar na limpeza anual e nas grandes reparações.

⑥ Custos correntes

Os custos correntes são baixos, especialmente se a entrada são estiver exposta à erosão.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Obstrução causada por depósitos sedimentares ou resíduos. Destruição

causada pelas correntes do rio.

Limitações

A água do rio e do lago pode ficar poluída. Durante a estação seca, a quantidade de água disponível pode ser muito reduzida.

Observações

⑦ Literatura recomendada

WEDC (1991), (desenho; construção).

Jordan, Thomas D. (1984), (desenho; construção; O&M; organização)

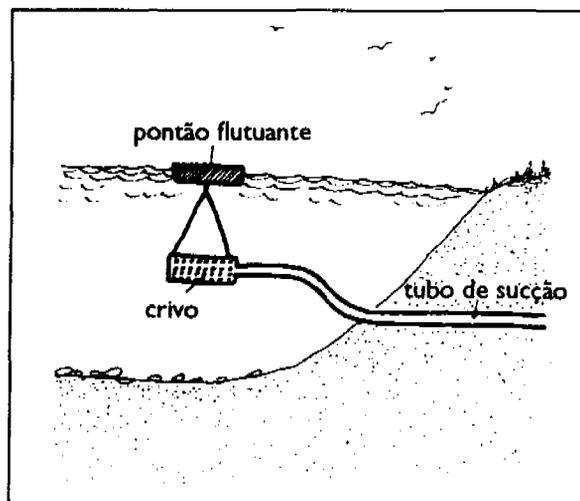
Lauterjung, Helmut e Schmidt, Gangolf (1989), (planificação; desenho).

4.9 Captação Flutuante

① Breve descrição da tecnologia

As captações flutuantes para os sistemas de água potável permitem a extracção da água de um rio ou lago de perto da superfície evitando, deste modo, as cargas mais pesadas de sedimentos transportadas no fundo durante as inundações. A entrada do tubo de sucção de uma bomba encontra-se ligada mesmo por baixo do nível da água a um pontão ancorado na margem ou no fundo do rio ou do lago. A bomba em si pode estar localizada na margem ou no pontão. A vantagem da colocação da bomba no pontão é que pode ser aliada a uma turbina para se usar a energia da corrente da água e que o tubo de sucção pode ser extremamente curto. Para mais informações a respeito dos aspectos típicos das bombas, consultar as respectivas folhas informativas.

Nos casos em que as correntes do rio transportam frequentemente troncos ou resíduos de grande dimensão, uma entrada flutuante necessita de maior



protecção ou corre o risco de sofrer danos. Para a construção do pontão poder-se-á fazer uma estrutura de aço ou de madeira a partir de flutuadores de tambores de óleo vazios, recipientes de plástico ou tubos de aço vedados com um diâmetro mínimo de 30 cm.

Custo inicial: Não existem dados reais.

Produção: Depende da bomba.

Zona de utilização: Rios e lagos.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

A operação é normalmente da responsabilidade de um operador. A entrada da bomba deve ser verificada antes e durante a operação da bomba; quaisquer resíduos que a obstruam devem ser retirados e quaisquer danos devem ser reparados. Os cabos de ancoragem devem ser verificados diariamente e ajustados, se tal for necessário. Para mais informações sobre o funcionamento da bomba e da turbina, consultar as respectivas folhas informativas.

Manutenção

É necessário verificar se as ligações flexíveis apresentam quaisquer fugas. Inspeccionar diariamente a bomba e a respectiva entrada. Quando a entrada fica obstruída, deve ser limpa. Quaisquer danos causados à estrutura de ancoragem ou do pontão devem ser reparados imediatamente. Dependendo do material utilizado, as partes em metal do pontão têm de ser pintadas regularmente, no mínimo uma vez por ano. Consultar as folhas informativas sobre a manutenção da bomba e da turbina.

④ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
inspecção da entrada	diariamente	locais		
limpeza da entrada	ocasionalmente	locais		
reparação da entrada	ocasionalmente	locais	rede de metal, arame	alicate, navalha
verificação das ligações do tubo	diariamente	locais		
reparação/ substituição das ligações do tubo	ocasionalmente	locais ou da área	linho, teflon, conectores de reserva, bocais roscados	chave de tubos, chaves inglesas
pintura do pontão	anualmente	locais	tinta	escova de aço, pincel
reparação do pontão	ocasionalmente	locais ou da área	pregos, porcas, parafusos, eléctrodos de soldar ou acetileno e oxigénio, corda, arame	chaves inglesas, martelo, alicate, soldador, canivete
substituição dos cabos	ocasionalmente	locais	cabos de aço, arame, braçadeiras de cabo	chaves inglesas, serrote de aço, alicate

⑤ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
operador	limpeza do crivo, verificação da estrutura, pequenas reparações	conhecimentos básicos de manutenção
serralheiro	reparação da estrutura do pontão	soldagem

Aspectos organizacionais

A pessoa que cuida da bomba também tomará conta da entrada flutuante. Particularmente durante a estação das chuvas, a entrada terá que ser verificada todos os dias. As reparações feitas às instalações de ancoragem poderão carecer do apoio de várias pessoas.

⑥ Custos correntes

São de prever gastos com a soldadura e a pintura, substituição de cabos e alguns custos de material.

⑦ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Colisão com objectos flutuantes.

Conectores do tubo gastos entre o pontão e a margem.

Limitações

A água do lago e do rio pode ser de má qualidade.

Observações

Vários sistemas de bombas fotovoltaicas usam bombas flutuantes.

⑧ Literatura recomendada

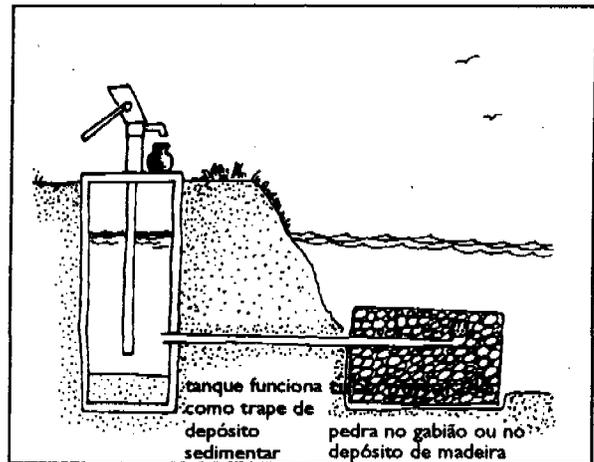
Hofkes, E.H. e Visscher, J.T. (1986), (planificação).

4.10 Captação de um Tanque

0 Breve descrição da tecnologia

Numa captação de um tanque, a água de um rio ou lago corre através de um tubo por baixo da água para um poço ou tanque de onde é elevada, normalmente para as fases iniciais de purificação de um sistema de abastecimento de água. A abertura que permite a entrada de água do tubo debaixo da água localiza-se por baixo do nível de maré baixa e esta é filtrada. O poço permite a sedimentação e protege a bomba contra danos causados por objectos flutuantes. Por vezes constroem-se duas captações desta natureza para uma bomba para facilitar a limpeza.

Custo inicial: Os custos iniciais podem ser tão baixos quanto o custo do tubo e a mão-de-obra utilizada.



Produção: Depende do desenho.
Zona de utilização: Nas margens dos rios lagos.

⊗ Descrição das actividades de O&M

Operação

A operação está normalmente sob a responsabilidade de um operador. O tanque deve ser verificado diariamente para se controlar se a entrada da água é em quantidade suficiente; quaisquer resíduos que obstruam o tanque devem ser retirados e os danos devem ser reparados.

Para mais informações sobre o funcionamento da bomba, consultar as respectivas folhas informativas.

Manutenção

A maior parte das actividades de manutenção vão para a bomba. A captação em si necessita de alguma limpeza e de remoção do depósito sedimentar. Se as margens do rio ou do lago forem afectadas pela erosão, têm de ser feitas reparações.

④ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
inspecção da entrada	diariamente	locais		
limpeza da entrada	ocasionalmente	locais		ancinho ou pau, pá
reparação da entrada	ocasionalmente	locais	crivo, tubo, rochas grandes	picareta, enxada, pá, cortador de latas, serrote, lima, etc.
remoção do depósito sedimentar do tanque	anualmente ou mais vezes	locais		enxada, pá, balde, corda, etc.
reparação dos danos causados pela erosão	ocasionalmente	locais	rochas grandes, madeira, cimento, areia	enxada, pá, picareta, carrinho de mão, etc.

⑤ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	apoio à limpeza e nas reparações	nenhuns
operador	verificação da entrada, execução de pequenas reparações	nenhuns conhecimentos especiais

Aspectos organizacionais

A entrada de um tanque não requer quaisquer cuidados de ordem organizativa.

Limitações

A qualidade da água dos rios e lagos pode ser má. Não apropriado para rios muito pouco profundos e com níveis baixos de corrente.

⑥ Custos correntes

Para além dos custos de mão-de-obra, as entradas dos tanques envolvem poucos custos correntes.

Observações

—

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Depósitos sedimentares ou resíduos poderão obstruir a entrada do tubo. A erosão causada pela corrente do rio pode destruir a estrutura da captação e a margem.

⑦ Literatura recomendada

WEDC (1991), (desenho; construção).
Lauterjung, Helmut e Schmidt, Gangolf (1989), (planificação; desenho).

Capítulo 5

Dispositivos de elevação da água

Introdução

Elevação da água implica um número considerável de actividades de operação e manutenção adicionais e problemas potenciais que muitas vezes se preferem sistemas por gravidade, caso existam.

Todavia, quando as distâncias até uma fonte de água por gravidade se tornam muito longas ou se a qualidade e a quantidade da água não forem apropriadas, torna-se necessário proceder à elevação da água.

Para este fim, existe uma grande variedade de opções de tecnologia. Foram seleccionadas para este documento as que são apresentadas em seguida:

- 5.1 Corda e Balde
- 5.2 Elevação por Balde
- 5.3 Elevação por Corda
- 5.4 Bomba Manual de Sucção
- 5.5 Bomba de Acção Directa
- 5.6 Bomba de Pistão de Poços Profundos
- 5.7 Bomba de Diafragma de Poços Profundos
- 5.8 Bomba Centrífuga
- 5.9 Bomba Submersível
- 5.10 Bomba de Fluxo Axial
- 5.11 Bomba Hidráulica de Elevação de Água

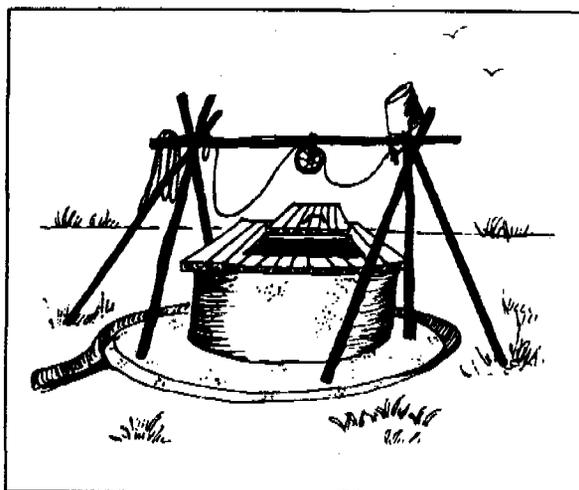
Algumas tecnologias não estão descritas nas folhas informativas, tais como bomba progressiva de cavidades, bomba manual de sucção de diafragma, bomba de pedal e bomba de correntes, que poderiam ser consideradas num futuro suplemento deste manual. Outro tipo de bomba, como a bomba de elevação de ar, não está aqui incluído porque é raramente usado nos sistemas de abastecimento de água potável.

5.1 Corda ou Balde Soltos, através duma Roldana ou num Molinete

① Breve descrição da tecnologia

Principalmente usados em poços escavados manualmente. Faz-se descer um balde numa corda para dentro da água. Ao chegar à água, o balde inclina-se e enche-se de água, sendo depois puxado pela corda. A corda pode ser segurada apenas pelas mãos, correr por uma roldana ou ser enrolada num molinete. Por vezes usa-se tracção animal em combinação com uma roldana. Os sistemas melhorados usam uma corda que corre por uma roldana e dois baldes, um em cada extremidade da corda. Para poços com uma profundidade inferior a 10 m, é possível usar um molinete com uma mangueira que corre do fundo do balde para uma goteira ao lado do poço. Mesmo com este sistema e um poço protegido, as condições de higiene são mais precárias do que na extracção através de balde.

Custo inicial: 6 dólares por um balde de plástico e 5 m de corda a 150 dólares com molinete, mangueira e estrutura fechada na Libéria (Milkov 1987).



Profundidade: 0 – 15 m (são possíveis profundidades maiores)

Produção: 0,25 l/s a 10 m.

Zona de utilização: Em todo o mundo, especialmente nas zonas rurais.

Fabricantes: Os baldes, cordas, roldanas e molinetes são fabricados localmente; os baldes e as cordas são também fabricados por grandes indústrias.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

Descer e içar o balde largando a corda ou fazendo girar o molinete. É necessário ter o cuidado de não sujar a corda nem o balde.

Manutenção

A manutenção preventiva consiste na lubrificação do suporte do molinete ou da roldana.

Pequenas reparações limitam-se ao remendo de buracos no balde e na mangueira, voltar a colocar a asa do balde e reparar os suportes ou o cabo do molinete. Todas as reparações podem ser efectuadas por pessoas do próprio local e com ferramentas e materiais disponíveis na comunidade ou na zona.

Mais reparações importantes e substituições consistem, essencialmente,

na substituição do balde, mangueira, corda ou (parte do) molinete. Cordas entrelaçadas de náilon podem durar bastante tempo, cordas torcidas de náilon ou de sisal duram apenas uns dois meses. Uma mangueira de boa qualidade pode durar mais de dois anos e os baldes

poderão durar um ano, dependendo do material e da qualidade.

Para a manutenção do poço, consultar a folha informativa sobre poços. Em relação à desinfecção do poço, consultar o documento sobre cloração.

④ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
lubrificação dos eixos do molinete ou da roldana	de 2 em 2 semanas	locais	graxa ou óleo lubrificante	
substituição do balde	todos os anos	locais	balde, arame	faca
substituição da corda	de 2 em 2 anos	locais	corda, arame	faca
substituição da mangueira	de 2 em 2 anos	locais	mangueira, arame, tiras de borracha de pneus	faca, torquês

⑤ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	descer e içar o balde, manter o local limpo, advertência em caso de mau funcionamento	nenhuns conhecimentos especiais
operador	limpeza do local, pequenas reparações	manutenção básica
comissão de águas	organização da limpeza do poço, recolha dos pagamentos	conhecimentos de organização
artesão local	reparação do balde, molinete, tampa do poço, etc.	latoaria, carpintaria
cantineiro/ comerciante	venda de cordas, baldes, etc.	nenhuns conhecimentos especiais
apoio externo	verificação da qualidade da água, estímulo e orientação à organização local	análise microbial, trabalho de extensão

Aspectos organizacionais

Quando as pessoas usam a sua própria corda e balde, não é necessária mais nenhuma organização. No caso dos poços comunitários, normalmente uma comissão da comunidade organiza a manutenção e limpeza do poço, manutenção do molinete, etc. A maior parte das reparações pode ser paga através de uma recolha de fundos "ad hoc".

⑥ Custos correntes

Consistem na compra ocasional de corda, balde, mangueira, arame, etc. Os custos referentes à reparação ocasional do molinete são baixos. Existem indicações de que os custos anuais per capita da corda e do balde no Alto Volta variam de 0,56 a 1,36 dólares (Hofkes, 1983). Estes custos variavam com a profundidade do poço e dimensão do agregado familiar. Para informações sobre a desinfecção do poço, consultar a folha informativa sobre cloração.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Rápida deterioração de cordas de má qualidade. A corda de sisal dura apenas alguns meses. O balde cai no poço. Para evitar esta situação, as comunidades podem manter um balde de reserva e colocar o balde numa armação de protecção, por exemplo como o desenho descrito em Carty, D. (1990). No caso de sistemas de molinetes com mangueira, a mangueira parte-se com frequência.

Limitações

Higiene muito precária, particularmente quando a corda e o balde tocam nas mãos ou no chão. Os poços comunais muitas vezes têm a tendência de estar mais contaminados do que os poços pertencentes a famílias. Por isso convém providenciar este tipo de poços sempre que possível.

Apenas apropriado para profundidades limitadas, embora sejam conhecidos exemplos de sistemas de corda e balde que ultrapassam os 50 m.

Observações

Consultar também a folha informativa 4.4, sobre poços.

⑦ Literatura recomendada

Morgan, Peter (1990), (desenho, construção, O&M, higiene).

5.2 Elevação por Balde

① Breve descrição da tecnologia

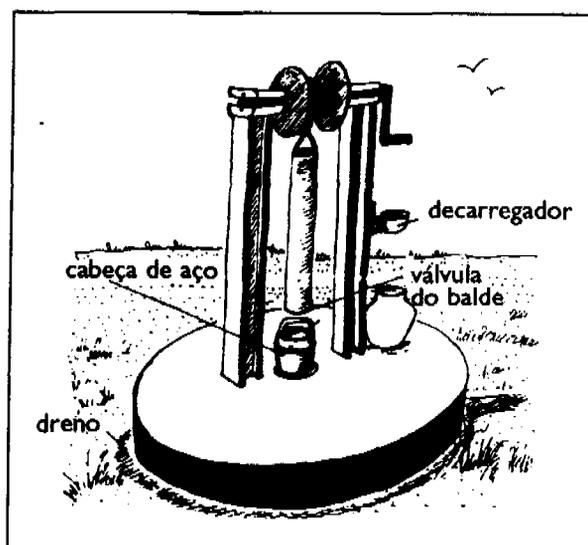
Principalmente usada em furos. Consiste num molinete e num tubo PVC de 125 mm em que um balde estreito com uma válvula no fundo desce para a água numa corrente. Quando o balde toca a água, a válvula abre-se e a água penetra no balde. Ao içar o balde, a válvula fecha-se e a água fica dentro deste. Para se poder tirar a água do balde, o operador do sistema poisa o balde num descarregador de água que abre a válvula na base. Os suportes do molinete são feitos de madeira.

Custo inicial: Estimativa do preço inicial: 80 dólares

Profundidade: 0 – 15 m.

Produção: Relativamente baixa, dependendo da profundidade.

Zona de utilização: Zimbábwè e outros lugares.



Marcas registadas: Desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisa Blair.

Fabricantes: Pequenas oficinas e fábricas.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

Girar o cabo do molinete, trabalhar com o balde. Adultos e crianças podem operar o sistema.

Manutenção

Manter o sistema de extracção e o ambiente limpos.

A manutenção preventiva consiste na lubrificação dos suportes de madeira do molinete, verificação das porcas e parafusos, verificação do funcionamento da válvula.

Pequenas reparações consistem na substituição da arruela da válvula, reparação de um elo de ligação da cadeia. Se não existirem peças sobressalentes originais, poder-se-ão fazer novas válvulas cortando discos de borracha de pneus e ligando-os a uma porca e parafuso. Isto pode ser feito dentro das aldeias por artífices locais e mesmo pelos próprios utentes.

Desinfecção regular do poço (ver folha informativa sobre cloração).

Uma reparação importante é a fixação da extremidade debaixo do balde. Isto pode ser feito por um elemento local ou por um latoeiro ou serralheiro da zona. Por vezes será necessário efectuar a substituição da corrente, balde ou suportes do molinete. Poderá ser necessário um artífice local para efectuar a reparação do sistema do molinete. Os elos quebrados da corrente podem ser reparados com um arame de aço. A corrente pode ser retirada do furo através de um arame comprido no caso de ter caído para dentro do poço. Isto pode ser feito com ferramentas, materiais e conhecimentos existentes localmente.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza da zona	diariamente	locais		vassoura
apertar as porcas	semanalmente	locais	porcas e parafusos	chave inglesa chata
lubrificação de suportes	ocasionalmente	locais	graxa ou óleo	
substituição dos suportes	ocasionalmente	locais	madeira-de-lei	chave inglesa
mudança da corrente	ocasionalmente	locais	corrente, arame de aço galvanizado	2 chaves inglesas
reparação do balde	ocasionalmente	locais ou da área	válvula de reserva, unidade dos bordos	serrote, martelo, alicate
mudança do balde	ocasionalmente	locais	balde	2 chaves inglesas
reparação da válvula	ocasionalmente	locais	arruela ou câmara de ar velha, parafusos, pino fendido ou arame	faca, 2 chaves de caixa, compridas e curtas
reparação da plataforma	ocasionalmente	locais	cimento, areia, cascalho	balde, colher de pedreiro

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	limpeza do local, advertência em caso de mau funcionamento	nenhuns conhecimentos especiais
operador local	cuidar do uso correcto do sistema efectuar uma manutenção regular executar pequenas reparações manter o local limpo	conhecimentos muito básicos
comissão de águas	verificação do trabalho do operador recolha de fundos para reparações	conhecimentos de organização
latoeiro ou serralheiro	reparação da corrente e do balde	conhecimentos simples de serralheria (soldagem não é necessária)

Aspectos organizativos

Normalmente constituem-se comissões da aldeia para a organização da perfuração ou escavação do poço e instalação do sistema. Também organizam a manutenção e a recolha de fundos para as reparações. Após a instalação do sistema, são necessárias algumas lições simples sobre operação e manutenção, seguidas pelo monitoramento e apoio ocasional por agências externas.

⑤ Custos correntes

Os custos correntes referem-se inicialmente à aquisição de novas arruelas para a válvula. Após alguns anos, a corrente e o fundo do balde necessitam de reparação ou substituição. Um operador local poderá efectuar todo o trabalho de limpeza, manutenção e reparação.

⑥ **Problemas, limitações e observações**

Problemas frequentes

Partes soltas da válvula, corrente partida, pedras atiradas ao poço por crianças.

Limitações

Índices reduzidos de descarga. Perigo de contaminação, especialmente em poços comunitários. Muitas vezes não existe no local cloro para a desinfecção do poço/furo.

Observações

Os poços comunais normalmente são muitas vezes mais contaminados do que os poços pertencentes a famílias. Por isso deve-se providenciar este tipo de poços sempre que possível.

⑦ **Literatura recomendada**

Morgan, Peter (1990), (instalação, O&M, construção).

5.3 Elevação por Corda

① Breve descrição da tecnologia

As componentes básicas do sistema de extracção por corda são uma roda da roldana por cima do poço, um tubo de elevação abaixo do nível da água para uma saída mesmo por baixo da roda e uma corda com arruelas de borracha ou plástico que passa pelo tubo, por cima da roda, para o poço e de novo para o tubo. Quando se gira a roldana, as arruelas que se movem para cima elevam a água para dentro do tubo em direcção à saída. Outras componentes importantes são uma guia de corda subterrânea que faz com que a corda e as arruelas voltem a entrar no tubo, bem como a estrutura que suporta a roda. O sistema de extracção por corda pode ser completamente fabricado ao nível da aldeia utilizando madeira, um pneu velho, corda e tubagem PVC ou de bambu.

Na Nicarágua, as indústrias locais produzem um sistema melhorado com uma roda e estrutura de metal, arruelas produzidas nas indústrias e um bloco de cimento com uma peça de cerâmica e tubos PVC.

Mais de 5.000 destes tubos estão em funcionamento. A água pode ser elevada de uma profundidade de 50 m abaixo do nível da superfície para uma altura de 5 m acima deste nível. Existem modelos especiais para furos de 3" e combinações com moinhos de vento e pequenos motores a gasolina estão a dar bons resultados.



Custo inicial: 15 – 35 dólares para um modelo tradicional e 90 dólares para um modelo comercial movido à mão com tubagem (dados de 1995, Nicarágua).

Profundidade: 0 – 50 m.

Produção: 0,6 l/s a 10 m, 0,15 l/s a 50 m.

Zona de utilização: Zonas urbanas e peri-urbanas da Nicarágua, Bolívia, Indonésia, Gana, Burkina Fasso e outros países.

Fabricantes: Muitos fabricantes locais

② Descrição das actividades de O&M

Operação

A operação pode ser feita por homens, mulheres e crianças. Quando se gira o cabo da roda da roldana, a água sobe. Após a extracção, a roda tem de ser segurada por um momento, de modo a drenar a água no tubo de elevação e a evitar que as arruelas sejam puxadas para o tubo, o que causaria um desgaste adicional. O local e o sistema devem ser mantidos limpos.

Manutenção

Dependendo do uso e do tipo de suportes, os suportes do eixo devem ser lubrificados em intervalos que não sejam superiores a uma semana. A fixação da roda da roldana e outras componentes têm de ser verificadas regularmente e é necessário controlar se a corda se encontra muito desgastada. Os utentes devem observar o funcionamento do sistema. A maior parte dos problemas surge quando

a corda e as arruelas encravam ou deslizam para fora da roda. Mais ou menos de seis em seis meses até de três em três anos, a corda deve ser substituída, o que leva cerca de meia hora e, ao fim de alguns anos, as arruelas devem ser renovadas. Os tubos duram no mínimo seis anos e, dependendo da construção, manutenção e uso, a estrutura e a roda da rol-

dana do sistema podem durar de seis a doze anos. A guia da corda deve durar vários anos. Para mudá-la é necessário retirar o cano de elevação, o que pode ser feito manualmente por algumas pessoas. Todas as reparações podem ser efectuadas pelos próprios utentes, por vezes com o apoio de um operário especializado para o trabalho de soldagem.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
lubrificação dos suportes	semanalmente	locais	graxa ou óleo	lubrificante
verificação da corda e da estrutura	semanalmente	locais		
substituição da corda	anualmente	locais	corda de náilon	faca
pintura da estrutura	anualmente	locais	tinta anti-corrosiva	escova de aço, pincel
substituição de arruelas	de 2 em 2 anos	locais	arruelas ou pneu velho	faca
substituição dos tubos	de 6 em 6 anos	locais	tubagem PVC, solvente, cimento	serrote, lima
reparação da plataforma	anualmente	locais	cimento, areia e cascalho	colher de pedreiro, balde
substituição do bloco da guia	ocasionalmente	locais	arame, tiras de câmara de ar, bloco da guia ou madeira e copo	alicate, faca, martelo e escopro
reparação da estrutura	ocasionalmente	locais ou da área	madeira e pregos ou lascas de metal, eléctrodos de soldagem ou acetileno e oxigénio	equipamento de soldagem ou martelo, escopro e serrote

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	extracção da água, observação do funcionamento do sistema	nenhuns conhecimentos especiais
operador	lubrificação, verificação da corda, limpeza do local	conhecimentos básicos
comissão de águas	supervisão do operador, recolha dos pagamentos	conhecimentos de organização
artífices locais ou da área	reparação da roldana e estrutura	carpintaria para a estrutura de madeira, soldagem para a estrutura de metal
apoio externo	controlo da qualidade da água, orientação e estímulo da organização	análise microbial, trabalho de extensão

Aspectos organizativos

Os sistemas de extracção por corda são usados pelas comunidades e famílias individualmente. As necessidades de manutenção são simples, mas frequentes. Os utentes devem cuidar devidamente do seu sistema. A higiene é mais importante do que em qualquer outro tipo de sistema. No caso de uso comunal, estes factores requerem um nível de organização dos utentes muito bom.

⑤ Custos correntes

Os custos correntes referem-se a novas cordas e pistões, tinta, suportes, bloco da guia, cano de elevação, goteira de saída, etc. e podem elevar-se a uma média considerável por ano.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Desgaste excessivo da corda devido ao facto de estar exposta ao sol, má instalação da roldana ou do bloco da guia. Problemas com a roda da roldana. Má qualidade dos pistões, estrutura, roldana e bloco da guia.

Limitações

Sistemas tradicionais de elevação de água desta natureza só conseguem elevar água a 10 m. O sistema requer mais cuidados dos utentes do que qualquer outro e está mais sujeito à contaminação.

Observações

Embora a qualidade do desenho e construção possam diferir significativamente, este sistema tem o potencial de ter um custo baixo e de permitir uma operação e manutenção ao nível da aldeia.

⑦ Literatura recomendada

Hemert, Bernard van et al. (1992).
(desenho; construção; O&M;
organização).

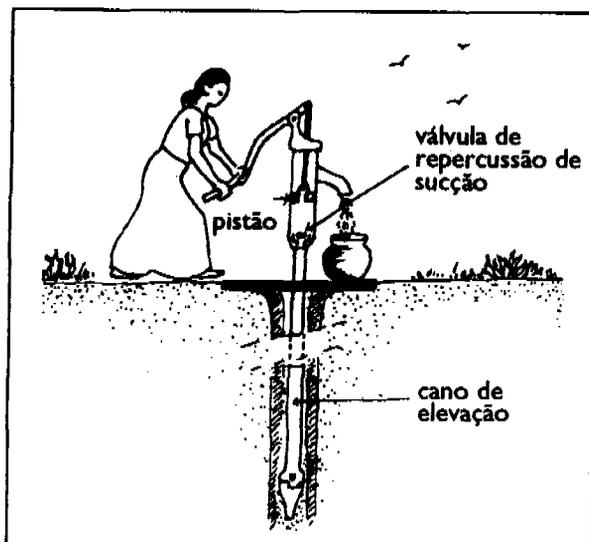
Lammerink, M. et al. (1995).
(desempenho; sócio-económica).

5.4 Bomba Manual de Sucção

1 Breve descrição da tecnologia

O cilindro e o êmbolo (ou pistão) de uma bomba manual de sucção estão localizados acima do nível da água, normalmente dentro do próprio suporte da bomba. Antes destas bombas funcionarem, é necessário deitar água no êmbolo. No curso ascendente do êmbolo, a pressão no tubo de sucção é reduzida e a pressão atmosférica exterior sobre a água empurra-a para este tubo. No curso descendente, uma válvula de repercussão à entrada do tubo de sucção fecha e a água passa pelo êmbolo através da válvula aberta do êmbolo. No curso ascendente seguinte, esta água é empurrada para cima pelo êmbolo e corre na parte de cima, enquanto que um novo fluxo de água corre no tubo de sucção. A pressão barométrica e o grau de eficácia dos vedantes limitam a altura máxima de sucção a cerca de 7 m ao nível do mar e a um valor inferior a uma altitude mais elevada.

Custo inicial: 35 dólares (Tailândia 1985 incluindo 10 m de ferro galvanizado de tubo e válvula inferior) a 185 dólares (bomba Wasp, Índia, preço de 1983 sem o tubo de sucção) (Arlosoroff et al, 1987).



Profundidade: 0 – 7 m.

Produção: 0,4 a 0,6 l/s a 7 m.

Zona de utilização: Zonas rurais e peri-urbanas de população de baixa renda em que os níveis de água subterrânea se situam a 7 m da superfície.

Marcas registadas: AID Suction; Bandung; Inalsa Suction; Jetmatic Suction; Lucky, New N° 6; Rower, SYB-100; Wasp.

2 Descrição das actividades de O&M

Operação

Antes de se iniciar a operação, deitar água limpa no êmbolo da bomba antes de a accionar pela parte de cima do suporte da bomba. A extracção é feita através de um movimento para cima e para baixo do cabo, de pé ao lado da bomba. Com uma bomba mais baixa, o utente senta-se. A maior parte das bombas manuais pode facilmente ser operada por homens, mulheres e crianças.

Manutenção

Com a maior parte ou mesmo todas as

partes com movimento situadas acima da superfície, as bombas de sucção são de manutenção relativamente fácil. Esta manutenção pode ser feita por um operador da bomba da aldeia ou pelos próprios utentes utilizando ferramentas simples, peças sobressalentes e materiais básicos (é de notar que não se pode fazer a manutenção completa de várias marcas ao nível local). Os conhecimentos básicos necessários para a manutenção preventiva (por exemplo lubrificação, possibilidade de retirar o suporte da bomba, substituição de peças sobressalentes, etc.) podem ser transmitidos

aos operadores dentro de um período de tempo que varia entre algumas horas e alguns dias, dependendo do grau de complexidade do sistema, materiais usados, etc.

A manutenção preventiva consiste na lubrificação dos suportes todas as semanas, inspecção do interior do suporte da bomba uma vez por mês e inspecção de todo o suporte uma vez por ano. A maior parte destas acções pode ser realizada por uma ou duas pessoas mas, dependendo do peso total destas peças, poderão ser necessárias

mais pessoas quando as componentés da bomba têm de ser retiradas do interior do poço/furo.

Durante estas inspecções, poder-se-á constatar a necessidade de realização de pequenas reparações, tais como a substituição de arruelas, etc.

Para grandes reparações (por exemplo cano de elevação partido, rachas na soldadura de partes em metal, etc.), poderão ser necessárias pessoas com melhores qualificações, bem como ferramentas e materiais mais especializados.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
deitar água na bomba	diariamente	locais	água limpa	balde ou lata
verificação do funcionamento	diariamente	locais		
limpeza do local	diariamente	locais		vassoura
lubrificação de componentes do suporte da bomba	semanalmente	locais	óleo e graxa	lubrificante
verificação de componentes do suporte da bomba	mensalmente	locais		chaves inglesas
apertar parafusos soltos ocasionalmente	locais		chaves inglesas	substituição de
componentes do suporte da bomba	ocasionalmente	locais ou da área	arruelas, copos de vedação, suportes, etc.	
revisão de toda a bomba	anualmente	locais ou da área		chaves inglesas, chave de tubos, etc. dependendo do modelo
substituição de partes gastas	anualmente	locais ou da área	arruelas, copos de vedação, suportes, etc.	chaves inglesas, chave de tubos, etc. dependendo do modelo
reparação de partes avariadas	ocasionalmente	da área	eléctrodos de soldagem	chaves inglesas, chave de tubos, soldador, lima, dependendo do modelo
pintura do suporte da bomba	anualmente	locais	tinta anti-corrosiva	escova
reparação da plataforma	anualmente	locais	areia, cimento	balde, colher de pedreiro

④ **Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M**

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	extracção da água advertência em caso de mau funcionamento	não são necessários conhecimentos especiais
operador local	zelar pelo uso correcto da bomba manutenção regular execução de pequenas reparações limpeza da bomba e do local	conhecimentos básicos
comissão de águas	controlo do trabalho do operador recolha de contribuições para a manutenção e reparações	conhecimentos de organização
técnico da área	execução de grandes reparações	conhecimentos de serralheria, soldagem
comerciante local ou da área	venda de peças sobressalentes	nenhuns conhecimentos especiais
apoio externo	verificação da qualidade da água, estímulo e orientação da organização local	análise microbial, trabalho de extensão

Aspectos organizativos

Muitas bombas manuais de sucção são bombas familiares e são cuidadas por uma família. No caso de bombas comunais, o grupo ou a comunidade utente necessitará de uma organização com várias pessoas qualificadas. Os tipos mais complexos de bombas poderão carecer de alguma organização especial para as reparações mais importantes. As empresas privadas por vezes desempenham um papel importante na realização de reparações e na venda de sobressalentes.

⑤ Custos correntes

Para além do pagamento ao operador e à comissão de águas, os custos correntes referem-se a arruelas novas, copos de vedação e suportes mais ou menos durante todo o ano, dependendo da marca e do uso da bomba e da qualidade da água. O êmbolo, válvulas e a haste do êmbolo poderão também ter que ser substituídos. Algumas bombas poderão funcionar sem grandes problemas durante mais de sete anos, mas os desenhos menos resistentes poderão avariar dentro do espaço de um ano, se as condições forem más.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Arruelas, copos de vedação e suportes gastos. Corrosão excessiva que provoque a quebra das hastes da bomba e fugas no cano de elevação. Má qualidade de muitas bombas.

Limitações

A elevação máxima de 7 m é a principal limitação das bombas de sucção. Se o nível da água descer abaixo desse nível, a bomba deixa de funcionar e tem de ser substituída por uma bomba de poço profundo. É necessário deitar água antes de accionar as bombas de sucção, sendo muitas vezes usada água contaminada para esse fim. A maior parte das bombas foi concebida para uso familiar e as mesmas não são suficientemente robustas para um uso comunal mais intensivo.

Observações

-

⑦ Literatura recomendada

Arlosoroff, Saul et al. (1987) (técnica; planificação; O&M; custos).

5.5 Bomba Manual de Acção Directa

1 Breve descrição da tecnologia

As bombas manuais de acção directa são normalmente feitas de PVC e de outros plásticos e são instaladas em furos de profundidade limitada. O utente da bomba acciona a haste da bomba num movimento para cima e para baixo, segurando um cabo em forma de T. O êmbolo na extremidade inferior da haste da bomba situa-se ao nível da água subterrânea. No movimento ascendente, o êmbolo eleva a água para o cano de elevação e a água é puxada para o cilindro através da válvula inferior. No movimento descendente, a válvula inferior fecha e a água passa pelo êmbolo para ser elevada no movimento ascendente seguinte. A eliminação da vantagem mecânica (que as bombas manuais de poços profundos têm através de uma alavanca ou volante) restringe a aplicação das bombas de acção directa à profundidade a que um indivíduo pode levantar fisicamente a coluna de água (cerca de 12 m). A simplicidade mecânica, o potencial de baixo custo e a construção de peso reduzido tornam estas bombas bem equipadas para satisfazer os objectivos da VL0M.

Custo inicial: Varia de cerca de 100 dólares a mais de 900 (preços de 1985, Arlosoroff et al., 1987). Os modelos que são particularmente



apropriados às aldeias têm um custo de O&M inferior a 150 dólares.

Profundidade: 0 – 12 m.

Produção: 0,25 – 0,42 l/s a 12 m.

Zona de utilização: Zonas rurais e periurbanas de população de baixa renda em que os níveis de água subterrânea se situam a 12 m da superfície.

Fabricantes: Blair; Etiópia BP50; Malawi Mark V; Nira AF85; Tara; Wavin.

2 Descrição das actividades de O&M

Operação

A bomba funciona movimentando-se um cabo de cima para baixo. Uma vez que o êmbolo se situa debaixo da água, não é necessário adicionar água antes de accionar a bomba. Tanto os adultos, como as crianças podem extrair água, embora se o nível da água for inferior a 5 m possa ser difícil para as crianças. O estrado e o local da bomba devem estar limpos.

Manutenção

A manutenção das bombas de acção directa é relativamente simples e pode ser ensinada aos utentes ou operadores, por vezes num espaço de algumas horas.

No que diz respeito à manutenção preventiva, normalmente apenas uma ou duas pessoas são necessárias. As actividades consistem na verificação diária do

funcionamento da bomba e do aspecto da água (se a água estiver nublada devido ao depósito sedimentar, deve-se proceder à limpeza do furo). A bomba deve ser retirada e verificada anualmente.

As pequenas reparações consistem na substituição de copos de vedação e

arruelas gastas, endireitar as hastes arqueadas da bomba e substituição das porcas oxidadas. Para as grandes reparações (por exemplo haste da bomba ou cano de elevação partido, rachas na parte do metal que se encontra soldada), são necessárias pessoas altamente qualificadas.

⊕ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza da bomba e do local	diariamente	locais		vassoura
controlo do desempenho	diariamente	locais		
revisão de toda a bomba	anualmente	locais		chaves inglesas, chave de fendas
substituição dos copos de vedação e arruelas	ocasionalmente	locais	copos de vedação arruelas	chaves inglesas, chave de fendas
substituição da haste e/ou cabo da bomba	ocasionalmente	locais	haste da bomba cabo da bomba	chaves inglesas, chave de porca
substituição do cilindro e/ou êmbolo e/ou válvula inferior	ocasionalmente	locais ou da área	cilindro êmbolo válvula inferior	chaves inglesas, chave de porca, chave de fendas
reparação dos canos de elevação	ocasionalmente	locais ou da área	tubagem PVC, solvente PVC e lixa, ou tubagem GI, teflon ou cânhamo	serrote e lima ou 2 chaves de canos
reparação da plataforma da bomba	anualmente	locais	cimento, areia e cascalho	balde, colher de pedreiro

⊕ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	extracção da água limpeza do local advertência em caso de mau funcionamento	não são necessários conhecimentos especiais
operador	limpeza do local execução de pequenas reparações revisão anual da bomba	conhecimentos básicos de manutenção
comissão de águas	organização da manutenção recolha dos pagamentos	conhecimentos básicos de organização
comerciante local	venda de peças sobressalentes	nenhuns conhecimentos especiais
mecânico local ou da área	execução de grandes reparações	soldagem
apoio externo	verificação da qualidade da água, estímulo e orientação da organização local	análise microbial, trabalho de extensão

Aspectos organizativos

A O&M pode muito bem ser organizada ao nível da comunidade. Uma vez que a manutenção é relativamente simples, uma boa organização resultará num serviço digno de confiança.

⑤ Custos correntes

Para além dos custos do pessoal, os custos correntes consistem essencialmente nos gastos referentes às peças sobressalentes. No Gana constatou-se recentemente que os custos anuais eram de 3,35 dólares per capita por ano ou 0,61 dólares por m³, com base em 15 l/capita/dia, incluindo amortização de capital e outros custos a uma taxa de juros de 10% (Baumann 1993a). De acordo com Reynolds (1992), uma bomba manual Tara pode ser sustentada por cerca de 0,10 dólares por utente, por ano.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Arruelas, êmbolos e componentes da válvula inferior gastos. Abrasão do vedante no cilindro PVC e entre a haste da bomba e o cano de elevação (vedantes de borracha de nitrilo são substancialmente melhores). Cabos partidos ou danificados.

Limitações

A elevação máxima limita-se a cerca de 12 m.

As forças necessárias no cabo da bomba para extrair a água podem ser demasiado elevadas para crianças, especialmente quando o nível da água é inferior a 5 m.

Observações

Recomenda-se pelo menos uma base industrial moderada para o fabrico destas bombas porque é necessário PVC de boa qualidade. Alguns desenhos possuem uma descarga relativamente baixa.

⑦ Literatura recomendada

Arlosoroff, Saul et al. (1987) (técnica; planificação; O&M; custos).

Reynolds, John (1992) (técnica; desempenho; custos).

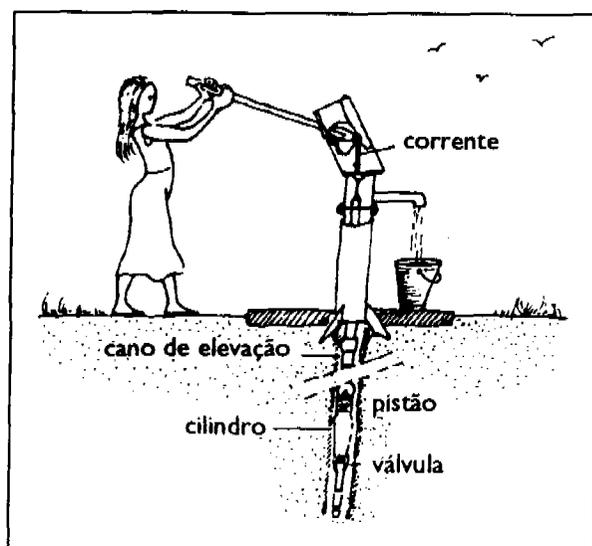
Morgan, Peter (1990). (bomba Blair; desenho; instalação e manutenção).

5.6 Bomba Manual de Pistão de Poços Profundos

1 Breve descrição da tecnologia

Numa bomba manual de pistão de poços profundos, o pistão é colocado num cilindro por baixo do nível da água, que normalmente se situa entre 15 a 45 m abaixo da superfície. O movimento de extracção feito pelo utente no suporte da bomba é transferido para o pistão através de uma série de hastes ligadas dentro do cano de elevação. No movimento ascendente, o êmbolo eleva a água para o cano de elevação e a água é levada para o cilindro através da válvula inferior. No movimento descendente, a válvula inferior fecha e a água passa pelo êmbolo para ser elevada no movimento ascendente seguinte. A altura da extracção é apenas limitada pelo esforço necessário para elevar a água até à superfície. Hoje em dia, a maior parte dos cilindros possui o topo aberto que permite que o pistão e a válvula inferior sejam retirados através do cano de elevação para efeitos de manutenção e reparação, ao mesmo tempo que o cano de elevação e o cilindro podem continuar no seu lugar. As hastes da bomba possuem conectores especiais que permitem a montagem e desmontagem com poucas ou mesmo nenhuma ferramentas. As juntas incorporam os centralizadores da haste da bomba, que evitam o desgaste do cano de elevação. A manutenção dos modelos melhorados pode, em grande medida, ser feita ao nível das aldeias.

Custo inicial: No caso dos poços com 25 a 35 m de profundidade, os preços variam entre cerca de 40 dólares por um cilindro, êmbolo e válvula inferior prontos para serem instalados numa bomba fabricada localmente, e mais de 2300 dólares por uma bomba comp-



leta com muitas componentes em aço inoxidável. (Preços de 1985, Arlosoroff et al.). A maior parte das bombas de boa qualidade custam entre 300 e 500 dólares.

Profundidade: 15 – 45 m; são possíveis profundidades até cerca de 100 m.

Produção: 0,25 – 0,36 l/s a 25 m e 0,18 – 0,28 l/s a 45 m de profundidade.

Vida útil: 6 a 12 anos.

Zona de utilização: Zonas rurais e peri-urbanas de população de baixa renda em que os níveis de água subterrânea se situam a 100 m mas, de preferência, a 45 m da superfície.

Fabricantes: Afridev/Aquadev; Bestobell Micro; bomba Bush, bomba Blair; Índia Mark II e III; Kardia; Tropic (Dubai); UPM; Volanta; etc.

⊕ Descrição das actividades de O&M

Operação

A bomba funciona movimentando-se um cabo de cima para baixo ou girando-se o cabo de um volante. Isto pode ser feito por adultos e mesmo por crianças. As forças do cabo são normalmente mantidas dentro de limites aceitáveis (dependendo da marca e da altura de elevação). É necessário cuidar da limpeza da bomba e do local.

Manutenção

A manutenção preventiva consiste normalmente na verificação do funcionamento da bomba e na sua limpeza diária e do local, lubrificação semanal, revisão mensal de todas as componentes do suporte da bomba e remoção de toda a bomba para revisão, limpeza das componentes com água limpa e pintura anual do suporte da bomba. As hastes da bomba que dão sinais de corrosão devem ser substituídas. Em condições normais, uma haste de bomba de aço galvanizado tem

de ser substituída ao fim de cinco ou seis anos. Os canos de elevação de ferro galvanizado têm de ir à revisão e os tubos com roscas muito oxidadas devem ser substituídos. Pequenas reparações consistem na substituição dos suportes, copos de vedação e arruelas, endireitar as hastes arqueadas da bomba, etc. As grandes reparações podem implicar a substituição do êmbolo, válvula inferior, cilindro, hastes da bomba, cano de elevação, cabo da bomba, fulcro, etc. Nas bombas com cilindros de topo aberto, todas as actividades de manutenção preventiva podem normalmente ser executadas por um operador da aldeia. Poderá ser necessário apoio externo para as grandes reparações e resolução de grandes problemas. Bombas com cilindros de topo fechado necessitam de equipamento especial de elevação para içar o cano de elevação e o cilindro para efeitos de manutenção das partes no poço.

⊕ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza da bomba e do local	diariamente	locais		vassoura, escova
lubrificação dos suportes	semanalmente	locais	graxa ou óleo	lubrificante
revisão das componentes do suporte da bomba	mensalmente	locais		chave inglesa
substituição das componentes do suporte da bomba	ocasionalmente	locais	porcas e parafusos, suportes, cabo da bomba	chaves inglesas, chave de fendas
substituição dos copos de vedação	anualmente ou menos	locais ou da área	copos de vedação	chaves inglesas, chave de porca, faca, chave de fendas, etc.
refazer roscas na haste da bomba ou no cano	ocasionalmente	locais ou da área	óleo	roscador de tubos
substituição da válvula inferior, êmbolo ou cilindro	ocasionalmente	da área	válvula inferior, êmbolo ou cilindro	chaves inglesas, chave de porca
substituição da haste da bomba ou do cano	ocasionalmente	da área	hastes da bomba ou tubagem para o cano	chaves inglesas, chave de porca, roscador de tubos
reparação da plataforma	anualmente	locais	cimento, areia, cascalho	balde, colher de pedreiro

① Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	extracção da água, limpeza do local advertência em caso de mau funcionamento	nenhuns conhecimentos especiais
operador	limpeza do local revisão regular da bomba execução de pequenas reparações	manutenção básica
comissão de águas	supervisão do operador recolha dos pagamentos	conhecimentos de organização
mecânico da área	execução de grandes reparações	alguns conhecimentos especiais, dependendo da marca
apoio externo	verificação da qualidade da água, estímulo e orientação da organização local	análise microbial, trabalho de extensão

Aspectos organizativos

A maior parte das bombas de poços profundos é demasiado dispendiosa para uso familiar e terá que ser usada a nível comunal. O preço destas bombas também implica uma importância adicional a ser dada à angariação de fundos. As comunidades devem organizar-se de modo a cuidar da manutenção da bomba e mantê-la em boas condições. Muitas vezes é nomeado um operador e uma comissão coordena as actividades. Frequentemente o estado ou organizações não-governamentais prestam apoio externo, mas acaba sendo dispendioso. Em alguns casos, pequenas empresas privadas, pagas directamente pelas comunidades, estão a fazer este trabalho de forma satisfatória.

⑥ Custos correntes

Os custos de manutenção preventiva podem variar entre os 12 e 60 dólares por bomba por ano pelas peças sobressalentes e materiais (com base nas indicações de preços de várias marcas).

É necessário acrescentar os custos correntes do pessoal, em numerário ou em espécie (para os operadores, membros da comissão e, no caso de haver necessidade de grandes reparações, de mecânicos e de pessoal especializado).

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

A reparação dos vedantes do êmbolo são a reparação mais comum necessária. São muitas vezes apresentados problemas com o fabrico local essencialmente à volta do controlo de qualidade, particularmente nos países africanos.

As ligações do gancho e do olho das hastes da bomba têm a tendência de se quebrar com maior frequência do que nas ligações convencionais. Por vezes, as hastes também se separam ou curvam-se espontaneamente.

Especialmente nos casos em que a água subterrânea é corrosiva, há informações de que a corrosão afecta as hastes da bomba (se não forem feitas de aço inoxidável), o cano de elevação (se for GI), o cilindro, o cárter do suporte da bomba e outras componentes da bomba. Cabos partidos ou frouxos, especialmente devido a suportes gastos ou de outro modo afectados. O número de problemas normalmente aumenta com o aumento da profundidade da água subterrânea.

Limitações

A elevação máxima difere por marcas, variando entre cerca de 45 m e 100 m. As forças necessárias para girar o cabo da bomba podem ser grandes em certos casos, dependendo da marca e da profundidade do poço.

Observações

A qualidade do material usado para o cabo de elevação deve ser a melhor possível para reduzir o número de reparações necessárias nesta componente. Muitas destas bombas podem ser produzidas nos países em vias de desenvolvimento. É necessário o controlo rigoroso da qualidade. As bombas de pistão podem ser accionadas por um moinho de vento, mas muitas vezes preferem-se bombas rotativas devido ao facto de o esforço de rotação de arranque ser inferior.

⑦ Literatura recomendada

Arlosoroff, Saul et al. (1987),
(técnica, planificação; O&M; custos).
Reynolds, John (1992),
(técnica; desempenho; custos).

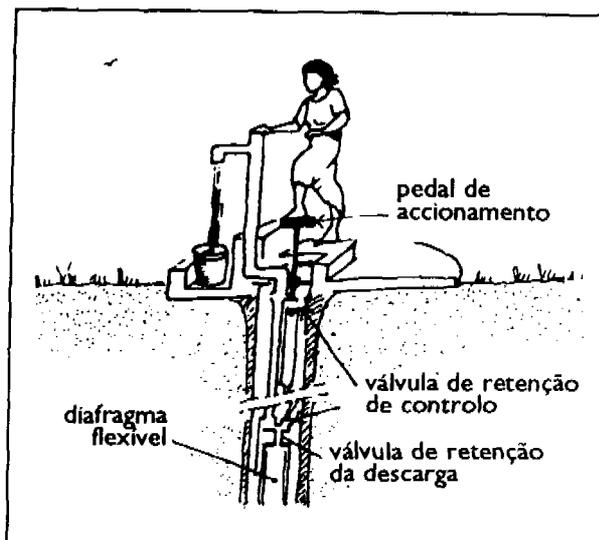
5.7 Bomba de Diafragma de Poços Profundos

① Breve descrição da tecnologia

Dentro de um corpo cilíndrico da bomba no fundo do poço, um diafragma encolhe e alarga como um balão com a forma de um tubo, metendo a água através de uma entrada e expelindo-a através de uma válvula de saída ligada a uma mangueira flexível que a conduz à superfície. O movimento do diafragma é causado por um circuito hidráulico separado composto por um cilindro e um pistão no suporte da bomba e pelo tubo piloto cheio de água, que é também uma mangueira flexível. O pistão move-se pisando um pedal, embora também se possam usar manivelas para se aplicar tal força. Quando se tira a pressão do pé, a elasticidade do diafragma empurra a água para fora dele e de novo para cima pelo tubo piloto para levantar o pedal. Os modelos das bombas ainda estão a ser melhorados e já foi corrigida a maior parte das imperfeições.

O princípio da bomba é atractivo porque permite a utilização de mangueiras flexíveis finas, facilitando a instalação ou remoção sem necessidade de equipamento ou de ferramentas especiais. A substituição de peças sobressalentes é normalmente fácil; apenas a substituição do diafragma poderá carecer do apoio de um mecânico especializado. É possível instalar várias bombas num único poço ou furo.

Custo inicial: Toda a bomba, para uma profundidade de 30 m: 860 dólares (dados de 1986, Ministère de la Coopération et du Développement/CIEH, 1990).



Burkina Fasso e Benin, 1993; Custos da Vergnet 1.460 – 1.820 dólares, dependendo da profundidade da instalação, incluindo 10% de IVA. (Baumann, 1993a).

Profundidade: 10 a 70 m.

Produção: 0,50 l/s a uma profundidade de 10 m, 0,32 l/s a uma profundidade de 30 m, 0,24 l/s a uma profundidade de 45 m. Algumas publicações indicam níveis inferiores.

Vida útil: 8 anos

Zona de utilização: Burkina Fasso, Mali, Camarões, Gana, Mauritânia, Libéria, Níger.

Fabricantes: Vergnet; ABI-ASM (já não se produz).

② Descrição das actividades de O&M

Operação

A bomba funciona pisando um pedal (ou, tal como em certos tipos, através do uso de um cabo convencional). É necessário um esforço considerável para pisar o

pedal, o que é aceitável uma vez que se pode aplicar todo o peso do corpo. Alguns relatórios indicam dificuldade de operação por parte de crianças e mulheres grávidas.

Manutenção

Todos os dias, a cabeça da bomba, plataforma e redondezas devem ser limpas; as porcas e parafusos devem ser apertados. Todos os meses, é necessário fazer a revisão do pistão de accionamento, aros e bucha da guia e proceder à sua substituição, em caso de necessidade.

Dependendo do estado do furo e no mínimo uma vez por ano, as partes que se encontram no fundo do furo devem ser verificadas e toda a bomba deve ser lavada com água limpa. Uma grande reparação é a substituição do diafragma. Esta acção tem lugar ao fim de cada 2 anos ou de cada 5 anos. Alguns diafragmas são fornecidos com uma garantia de 3 anos.

A bomba pode ser retirada de um poço e voltar a ser instalada dentro de meia hora por um operador da aldeia. Só é necessária uma chave inglesa para proceder à revisão da bomba. Os vedantes do êmbolo no cilindro do suporte da bomba podem facilmente ser substituídos por um operador da aldeia e o seu custo é muito baixo. A substituição do diafragma requer um mecânico especializado (alguns mecânicos foram mesmo capazes de reparar diafragmas rompidos). diafragmas rotos).

Ⓢ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza da bomba e do local	diariamente	locais		vassoura, balde
lubrificação de peças do suporte da bomba	semanalmente	locais	graxa	lubrificante
revisão de toda a bomba	mensalmente	locais		chave inglesa
substituição de peças do pistão	ocasionalmente	locais	vedante do pistão, guia da haste do pedal, etc.	chave inglesa
substituição das arruelas de entrada e saída	ocasionalmente	locais	arruelas	chave inglesa
substituição do diafragma	ao fim de 3 a 5 anos	da área	diafragma	chave inglesa
reparação da plataforma	anualmente	locais	areia, cimento e cascalho	colher de pedreiro,

Ⓢ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	extracção da água, limpeza do local advertência em caso de mau funcionamento	nenhuns conhecimentos especiais
operador	limpeza do local execução de pequenas reparações	manutenção básica
mecânico da área	substituição do diafragma	conhecimentos específicos
comissão de águas	supervisão do operador recolha dos pagamentos	conhecimentos de organização
apoio externo	verificação da qualidade da água, estímulo e orientação da organização local; análise microbiana, trabalho de extensão a organização local	análise microbiana, trabalho de extensão

Aspectos organizativos

As bombas de diafragma de poços profundos são tipicamente bombas comunais. A comissão de águas deve designar um operador que viva perto do local onde se situa a bomba. Este indivíduo necessitará de alguma formação em manutenção e higiene. A comissão deve estar em condições de contactar rapidamente com o mecânico da área e deve possuir os meios financeiros para pagar as reparações imediatamente em dinheiro. Os mecânicos da área necessitam de formação especial para a substituição do diafragma. Muitas vezes o fornecedor da bomba oferece condições de manutenção.

6 Custos correntes

Constatou-se que os custos correntes por bomba eram de 360 dólares nos primeiros 35 meses de vida útil de uma bomba. Este valor não incluía a substituição do diafragma porque estes ainda funcionavam na altura em que a investigação foi levada a cabo (Burkina Fasso, B. Mohamed, 1989). Vergnet indica que o custo de um diafragma é de 150 dólares (1995, comunicação pessoal). Há indicações de que os diafragmas necessitam de substituição ao fim de dois a cinco anos. Terão que ser acrescidos os custos correntes em numerário ou espécie referentes aos operadores e aos membros da comissão, bem como a um mecânico na eventualidade de o diafragma ter que ser substituído.

6 Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

As guias da haste do pedal e os vedantes do êmbolo são as componentes que têm que ser substituídas com maior regularidade; também há indicações de que as guias do êmbolo desgastam-se com relativa rapidez. Muitas vezes não se adiciona água às mangueiras antes do início do funcionamento da bomba devido a fugas nos vedantes do êmbolo, o que cria a necessidade de accionar os pedais com a mão. As partículas sólidas que entram no elemento de extracção podem

fazer com que o diafragma deixe de funcionar e, no fim, causar a sua ruptura, caso não seja limpo.

Limitações

Algumas fontes mencionam que a bomba é imprópria para ser usada por crianças ou mulheres grávidas devido à força necessária no pedal a profundidades maiores. Quando a comunidade é incapaz de pagar repentinamente os elevados custos de substituição ou quando não existe nenhum mecânico especializado na altura em que é necessário efectuar tal substituição, os utentes poderão, temporariamente, ser forçados a recorrer às suas fontes tradicionais.

Observações

A produção do suporte da bomba requer habilidades moderadas em fabricação de aço, enquanto que o elemento de extracção/bombagem requer técnicas avançadas de fabrico e um controlo de qualidade rigoroso. Por isso, em muitos países continuará a ser necessário importar estas componentes.

7 Literatura recomendada

Arlosoroff, Saul et al. (1987); (técnica, planificação; O&M; custos).
Fonseka, Joe e Baumann, Erich (1994); (manutenção, custos).

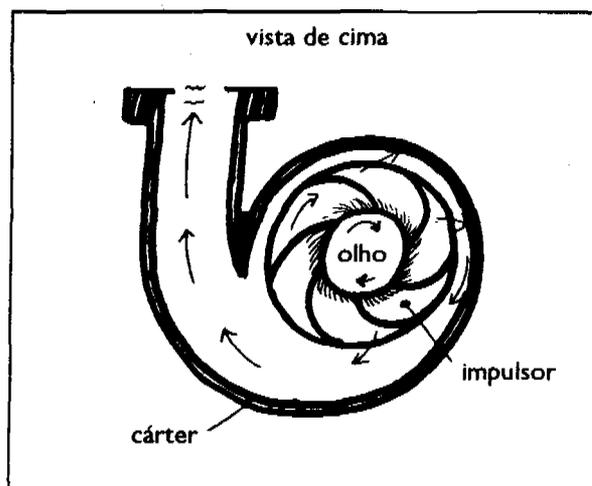
5.8 Bomba Centrífuga

① Breve descrição da tecnologia

As componentes essenciais de uma bomba centrífuga são o impulsor de rotação rápida e o cárter. A água entra no centro do impulsor, que lhe transmite energia cinética, produzindo um fluxo para fora devido às forças centrífugas. A energia cinética da água é parcialmente convertida em pressão útil que empurra a água para o tubo de distribuição. A água que sai do olho do impulsor cria uma sucção que extrai água da fonte para a bomba. Um impulsor e a secção correspondente do cárter chamam-se estágio. É possível combinar várias estágios com um eixo simples para aumentar a pressão global (bomba de dois ou mais estágios). A água passa pelos estágios sucessivos, com um aumento de pressão em cada estágio. As bombas centrífugas de dois ou mais estágios são normalmente usadas para grandes alturas de elevação da água.

A altura de sucção limita-se a cerca de 7 metros.

No caso de aplicações em poços profundos, as bombas centrífugas vêm num conjunto comum aliado a um motor eléctrico como unidade simples. Devido ao facto de a bomba e o motor estarem localizados por baixo da água, dá-se-lhe o nome de bomba submersível. Para se poder colocar a bomba acima do limite



de sucção, algumas bombas injectam um jacto de água na entrada do tubo de sucção. A energia cinética da água em jacto é parcialmente convertida em pressão adicional.

Custo inicial: Depende imenso da potência da energia e da qualidade.

Variação da altura: 4 – 50 m por estágio, bombas de 2 ou mais estágios até 200 m ou mais.

Produção: 40 – 70%.

Zona de utilização: Em todo o mundo em que haja energia de motor.

Marcas registadas: Grundfos; Drysdale; Sta-Rite; e muitas outras

② Descrição das actividades de O&M

Operação

Durante a extracção, verificar o estado do motor, produção de água do motor e a vibração. Em alguns sistemas, as válvulas têm de ser fechadas manualmente um pouco antes de se desligar a bomba para reter a água no sistema. A maior parte das bombas centrífugas não adiciona água automaticamente. Se o cárter da bomba secar, é necessário deitar água limpa. Cuidar da limpeza da entrada da bomba, da própria bomba e do motor. Anotar as horas de funcionamento, problemas, revisão, manutenção e reparações no livro de registo.

Manutenção

Desmontar a bomba anualmente, retirar o cano de elevação do poço e inspeccionar. Verificar o crivo da entrada, válvula inferior e as roscas do tubo e voltar a cortar as roscas oxidadas ou danificadas. Substituir os tubos muito afectados pela corrosão. A válvula inferior poderá necessitar de uma nova borracha ou ter que ser substituída. Todas as reparações, como a substituição do impulsor, implicam custos elevados e devem ser feitas por técnicos especializados.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
adicionar água antes de accionar a bomba	ocasionalmente	locais	água limpa	funil, balde ou lata, chave inglesa, chave de porca
limpeza da entrada	regularmente	locais	depende da instalação	
desmontar e limpar a bomba	anualmente	locais ou da área		
substituição do impulsor	ocasionalmente	da área	impulsor	chaves inglesas, chaves de fendas, ferramentas especiais
substituição do suporte	ocasionalmente	da área	suporte	chaves inglesas, chaves de fendas, ferramentas especiais

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	apoio ocasional ao operador	nenhuns conhecimentos especiais
operador	operação do motor e da bomba verificação do funcionamento execução de pequenas reparações	operação e manutenção da bomba, conhecimentos mais do que básicos
mecânico da área	execução de grandes reparações	conhecimentos específicos
apoio externo	verificação da qualidade da água, estímulo e orientação da organização local	análise microbial, trabalho de extensão

Aspectos organizativos

As bombas centrífugas não são apropriadas para manutenção ao nível da aldeia. A organização deve centrar-se na formação e capacitação do operador, angariação de fundos e rápida mobilização do mecânico da área, em caso de avaria.

⑤ Custos correntes

Os custos correntes dependerão essencialmente dos custos de combustível ou de electricidade, altura de elevação e quantidades extraídas. Os salários do operador também poderão ser elevados. Os custos de peças sobressalentes, materiais, ferramentas e equipamento são geralmente baixos em comparação com os custos de combustível ou electricidade.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Resíduos, areia ou outras partículas que entram na bomba causando danos por abrasão. Danos de cavitação causados pela obstrução da entrada. Danos no sistema de tubagem devido ao aumento brusco de pressão causado pelo arranque e paragem brusca da bomba. Desgaste rápido dos suportes se o alinhamento da bomba e do motor forem incorrectos.

Limitações

As principais limitações são o preço e a segurança no fornecimento de electricidade ou combustível, bem como a necessidade de técnicos especializados para a manutenção e reparação do equipamento.

Observações

Uma vez que as bombas centrífugas foram concebidas para gamas específicas de fluxo e de pressão, é importante harmonizar as características da bomba com as condições de operação. O esforço inicial de rotação de uma bomba centrífuga é relativamente baixo, o que constitui uma vantagem para aplicações em moinhos de vento e fotovoltaicas.

🕒 Literatura recomendada

Castilha Ruiz, Antonio e Galvis Castano, Gerardo (1993), (princípios técnicos)

Fondation de l'Eau (1985),
(princípios técnicos, O&M)

Fraenkel, Peter (1986),
(princípios técnicos, planificação)

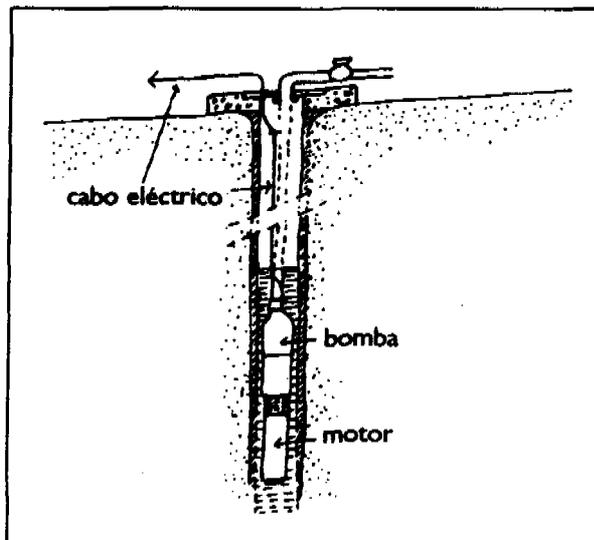
Pollak, F. (princípios técnicos, selecção).

5.9 Bomba Submersível

① Breve descrição da tecnologia

Para aplicações em furos profundos, as bombas centrífugas são apresentadas numa unidade simples que alia um cárter comum a um motor eléctrico. Em virtude de a bomba e o motor estarem localizados por baixo da água, esta bomba chama-se bomba submersível. Normalmente é uma bomba de dois ou mais estágios colocada por cima do motor e por baixo duma válvula de retenção que conduz ao cano de elevação. As bombas submersíveis adicionam água automaticamente. Para evitar que a bomba seque, o nível da água no poço deve ser monitorado e a extracção deve ser interrompida se o nível da água descer até ao da captação da bomba. A energia é distribuída através de um cabo de electricidade fortemente isolado ligado ao painel de ligação ao lado do poço. Pode ser proveniente de uma ligação à rede AC, de um gerador ou de um sistema de energia solar. Consultar folha informativa sobre as bombas centrífugas.

Custo inicial: Uma bomba para a gama de 50 a 100 m de altura e um fluxo de $10\text{m}^3/\text{h}$ custa cerca de 2.500 dólares e uma bomba da mesma gama e uma



produção de 45m^3 custa cerca de 7000 dólares (preços de 1995, PNUD/APSO, 1995).

Profundidade: 7 – 200 m ou mais.

Variação da eficiência: 40 – 70%.

Zona de utilização: Em todo o mundo para poços profundos em que existam serviços técnicos e energia eléctrica.

Marcas registadas: Guinard; Goulds; Grundfos; Meyers; KSB; e muitas outras

② Descrição das actividades de O&M

Operação

Durante a extracção, verificar o fluxo da água, a limpidez e o consumo de energia da bomba. Se a água estiver turva apenas durante as primeiras fases da extracção, o cano de elevação está a oxidar. Se a turvação continuar, o poço tem de ser limpo, caso contrário a bomba vai desgastar-se com rapidez. Anotar horas de funcionamento, problemas, revisão, manutenção e reparações no livro de registo.

Manutenção

Retirar a bomba e o cano de elevação do poço e inspeccionar anualmente. Verificar o crivo da entrada, a válvula e as roscas do tubo e voltar a cortar as roscas oxidadas ou danificadas. Substituir os tubos fortemente oxidados. Inspeccionar os cabos eléctricos e controlar o isolamento entre os cabos. Todas as outras reparações, tais como a substituição dos estágios, implicam custos elevados e têm de ser feitas por um técnico especializado.

④ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
remoção da bomba do poço, limpeza do crivo da entrada e verificação da válvula	anualmente	locais ou da área		aparelho, polia, duas chaves de tubos, chave de fendas, chave inglesa
substituição do fusível	ocasionalmente	locais	fusível	chave de fendas
substituição da tubagem	ocasionalmente	locais ou da área		aparelho, polia, duas chaves de tubos, chave de fendas, chave inglesa
substituição dos estágios	ocasionalmente	da área		aparelho, polia, duas chaves de tubos, chave de fendas, chave inglesa, ferramentas especializadas

⑤ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	apoio ocasional ao operador	nenhuns conhecimentos especiais
operador	operação da bomba, verificação da quantidade e limpidez da água; operação e manutenção da bomba	conhecimentos mais do que básicos
mecânico da área	execução de grandes reparações	conhecimentos específicos
apoio externo	verificação da qualidade da água, estímulo e orientação da organização local	análise microbial, trabalho de extensão

Aspectos organizativos

As bombas submersíveis não são apropriadas para manutenção a nível da aldeia, embora muitas vezes possam funcionar durante anos sem praticamente nenhuma manutenção. A organização deve centrar-se na formação e capacitação do operador, angariação de fundos e rápida mobilização do mecânico da área, em caso de avaria.

⑥ Custos correntes

Os custos correntes dependerão essencialmente dos custos da electricidade, altura de elevação e quantidades extraídas. Os salários do operador também poderão constituir um custo elevado. Os custos referentes a peças sobressalentes, materiais, ferramentas e equipamento são muitas vezes baixos em comparação com os gastos de electricidade.

⑦ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Resíduos, areia ou outras partículas que entram na bomba causando danos por abrasão. Corrosão do cano de elevação. Danos no sistema de tubagem devido ao aumento brusco de pressão causado pelo arranque e paragem brusca da bomba.

Limitações

As principais limitações são o preço e a segurança no fornecimento de electricidade ou combustível, bem como o alto nível de tecnologia.

Observações

Uma vez que as bombas centrífugas foram concebidas para gamas específicas de fluxo e de pressão, é importante harmonizar as características da bomba com as condições de operação, de modo a não elevar o nível de consumo de energia.

⑦ Literatura recomendada

Castilha Ruiz, Antonio e Galvis Castano, Gerardo (1993), (princípios técnicos)

Fraenkel, Peter (1986),
(desenho; planificação; selecção)

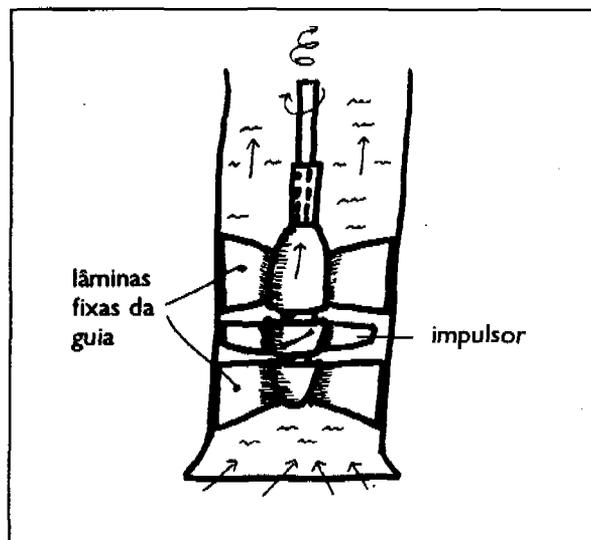
Pollak, F. (princípios técnicos, selecção).

5.10 Bomba de Fluxo Axial

① Breve descrição da tecnologia

A bomba de fluxo axial ou de hélice move a água à semelhança da hélice de um barco; com efeito, muitas vezes utiliza-se a hélice de um barco para improvisar uma bomba de fluxo axial. Ao contrário da bomba centrífuga, a água corre através da bomba na mesma direcção que o eixo de transmissão. Estas bombas são apropriadas para fluxos elevados e cabeças de baixa pressão. Normalmente, o impulsor situa-se abaixo do nível da água, pelo que não se coloca a necessidade de se adicionar água antes de se accionar a bomba. Ela gira num cárter cilíndrico em que podem ter sido instaladas lâminas fixas da guia de modo a minimizar o efeito de redemoinhos. Muitas bombas rotativas usam um impulsor com um formato entre uma bomba de fluxo axial e um impulsor centrífugo para satisfazer situações específicas.

Custo inicial: Depende imenso da dimensão.



Profundidade: Tipicamente 1,5 a 5 m.

Zona de utilização: Nos casos em que são necessárias apenas cabeças de bombagem lenta, como em captações de água de superfície.

Marcas registadas: DPD Worthington; Ingersoll Rand; e outras

② Descrição das actividades de O&M

Operação

Normalmente uma bomba de fluxo axial é instalada abaixo do nível da água, pelo que não é necessário adicionar água. Antes da operação, o operador tem de garantir a limpeza da entrada e, durante a operação, deve certificar-se de que a mesma corre devidamente e que a produção de água é normal.

Manutenção da entrada da bomba, limpeza da bomba e do motor. Anotar horas de funcionamento, problemas, revisão, manutenção e reparações no livro de registo.

Manutenção

Desmontar a bomba anualmente e verificar as lâminas do impulsor, as pás da guia e suportes para ver se existem alguns danos, verificar a existência de oxidação. Reparação, pintura ou substituição, em caso de necessidade. Lubrificar os suportes, se for apropriado. A substituição dos suportes, vedantes ou impulsores por vezes implica custos elevados e tem de ser feita por técnicos especializados.

④ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza da entrada	regularmente	locais		ancinho, gancho
remoção e limpeza da bomba	anualmente	locais ou da área		chaves inglesas, chaves de fendas
substituição do impulsor	ocasionalmente	da área	impulsor	chaves inglesas, chaves de fendas, ferramentas especiais
substituição do suporte ou vedante	ocasionalmente	da área	suporte, vedante	chaves inglesas, chaves de fendas, ferramentas especiais

⑤ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	apoio ocasional ao operador	nenhuns conhecimentos especiais
operador	operação do motor e da bomba verificação do funcionamento execução de pequenas reparações	operação e manutenção da bomba, conhecimentos mais do que básicos
mecânico da área	execução de grandes reparações	conhecimentos específicos
apoio externo	verificação da qualidade da água, estímulo e orientação da organização local	análise microbial, trabalho de extensão

Aspectos organizativos

As bombas de fluxo axial não são apropriadas para manutenção a nível da aldeia. A organização deve centrar-se na formação e capacitação do operador, angariação de fundos e rápida mobilização do mecânico da área, em caso de avaria.

abrasão. Corrosão do cano de elevação. Danos de cavitação causados pela obstrução da entrada. Danos no sistema de tubagem devido ao aumento brusco de pressão causado pelo arranque e paragem brusca da bomba. Rápido desgaste dos suportes se o alinhamento da bomba e do motor for incorrecto.

⑥ Custos correntes

Os custos correntes dependerão essencialmente dos custos de combustível ou de electricidade, altura de elevação e quantidades extraídas. Os custos referentes a peças sobressalentes, materiais, ferramentas e equipamento são muitas vezes baixos, em comparação com os custos de combustível ou electricidade.

Limitações

As principais limitações são o preço e a segurança no fornecimento de electricidade ou combustível, bem como o alto nível de tecnologia.

⑦ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Resíduos, areia ou outras partículas que entram na bomba, causando danos por

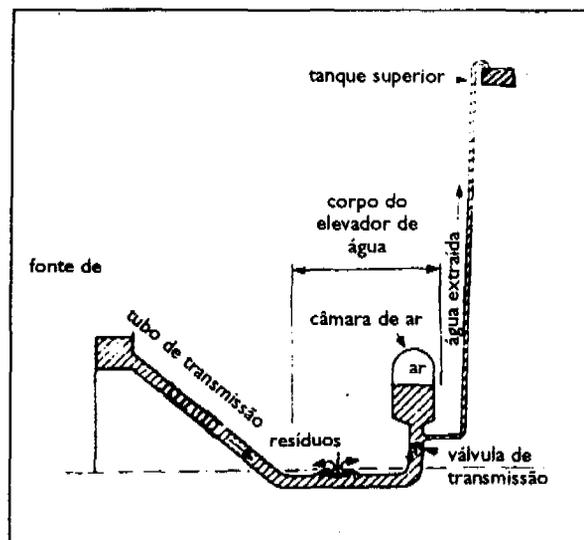
⑧ Literatura recomendada

Castilha Ruiz, Antonio e Galvis Castano, Gerardo (1993), (princípios técnicos)
Fraenkel, Peter (1986),
(desenho; planificação; selecção)
Pollak, F. (princípios técnicos, selecção).

5.11 Bomba Hidráulica de Elevação de Água

1 Breve descrição da tecnologia

As bombas hidráulicas de elevação de água ou hydrams são dispositivos que extraem a água através da energia de choque de uma massa de água corrente que é forçada a parar repentinamente. Têm de ser instaladas por baixo de uma fonte de água, por exemplo uma nascente ou um riacho. Apenas uma parte da água utilizada é puxada para uma altitude mais elevada. No início do ciclo de extracção, a água começa a correr da fonte através de um tubo com vários metros de comprimento inclinado e rígido em direcção ao hydram e sai através da válvula impulsora. Se a água tiver acumulado uma velocidade suficiente, ela força a válvula impulsora a fechar-se com uma pancada e a água no tubo de transmissão pára de repente. Isto produz uma onda de choque na massa de água que força a passagem da água pela válvula de distribuição, que se encontra localizada na bomba, em direcção a uma câmara de ar amortecedora e daí até ao tubo de distribuição. O ar é fornecido através de uma pequena válvula de entrada de ar no corpo da bomba. Novos desenhos usam uma câmara amortecedora que contém um pedaço de borracha compressível em vez de ar. Depois da onda de choque, a pressão no corpo da bomba desce, a válvula de distribuição fecha-se e a válvula impulsora abre-se pela força de uma mola ou de um peso. A água no tubo de distribuição começa a correr através da válvula impulsora e o ciclo volta a começar. Os hydrams funcionam normalmente a 30-100 ciclos de bombagem por minuto. Em comparação com outras bombas, a produção é geralmente baixa, mas recentemente novos desenhos apresentam um maior grau de eficiência.



- Custo inicial:** Não existem dados.
- Altura de elevação:** 1 a 100 m (máximo cerca de 40 vezes a altura de abastecimento).
- Produção em % do fluxo de entrada:** 26% para uma queda de 2 m e 6 m de elevação, 5% para uma queda de 3 m e 30 m de elevação.
- Vida útil:** 20 a 30 anos
- Zona de utilização:** Zonas rurais onde água em grande quantidade possa cair pelo menos a uma altura de 1 m e pouca água tenha de ser elevada a uma altura superior.
- Fabricantes:** Blake (GB); Cecoco (Japão); Las Gaviotas (Colômbia); Premier (Índia); Rochfer (Brasil); Sano (Alemanha); Schlumpf (Suíça); e muitos outros. Os hydrams são também fabricados em oficinas.

⊗ Descrição das actividades de O&M

Operação

As bombas hidráulicas de elevação de água têm de ser accionadas à mão, abrindo repetidamente a válvula impulsora até a bomba continuar a funcionar por si própria. O peso ou a tensão da mola na válvula impulsora têm de ser ajustados de modo a atingir a frequência correcta. A entrada da bomba, a bomba e o local onde ela está instalada devem estar sempre limpos.

Manutenção

O funcionamento correcto da válvula de distribuição deve ser verificado semanalmente, os parafusos devem ser apertados, e ocasionalmente, a bomba terá que ser desmontada para se limpar a areia e o depósito sedimentar nela acumulados. De vez em quando, as borrachas das válvulas terão que ser substituídas. A frequência desta substituição depende imenso da qualidade da borracha. As válvulas e a mola da válvula poderão sofrer um desgaste e, se a água for muito corrosiva, a bomba e o tubo de transmissão poderão ter que ser substituídos mais cedo do que o previsto.

⊗ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materials e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
verificação do funcionamento	diariamente	locais		
verificação da válvula de distribuição	semanalmente	locais		chave inglesa
nova ligação do hydram	ocasionalmente	locais		
ajuste da válvula impulsora	ocasionalmente	locais		chave inglesa
apertar os parafusos	ocasionalmente	locais		chave inglesa
substituição das borrachas da válvula	ocasionalmente	locais	borrachas da válvula, câmara de ar velha	chave inglesa, chave de fendas, faca
grandes reparações	ocasionalmente	da área	válvulas, mola da válvula	chave inglesa, chave de porca, enroscador de tubos
desmontagem e limpeza da bomba	ocasionalmente	locais		chave inglesa, chave de porca
reparação da entrada e da plataforma	anualmente	locais	cimento, areia, cascalho	balde, colher de pedreiro

⊗ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
operador	verificação e arranque da bomba limpeza da bomba execução de reparações básicas	conhecimentos básicos
comissão de águas	supervisão do trabalho do operador recolha das contribuições	conhecimentos de organização
mecânico da área	substituição de válvulas	
apoio externo	verificação da qualidade da água, estímulo e orientação da organização local	análise microbial, trabalho de extensão

Aspectos organizativos

Devido ao custo reduzido das bombas hidráulicas de elevação de água e dos trabalhos de captação, esta tecnologia é apropriada para o uso comunal. É nomeado um operador para cuidar da operação e manutenção. É necessária pouca formação.

⑤ Custos correntes

Os custos correntes são reduzidos e consistem, essencialmente, em borrachas da válvula novas quase todos os anos e, ocasionalmente, numa nova válvula ou mola. Se a água for muito corrosiva, mais componentes poderão desgastar-se com rapidez.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Borrachas da válvula gastas, areia e depósito sedimentar na bomba.

Limitações

Os hydrams requerem um abastecimento de água no mínimo de um metro acima da bomba. Quando a elevação é grande, a quantidade de água extraída é apenas uma fracção da captação através do tubo de transmissão. Por esse motivo, o fluxo da produção é geralmente baixo.

Observações

As despesas referentes aos trabalhos de captação, tubo de transmissão, plataforma da bomba e dreno têm de ser acrescentadas ao custo da própria bomba.

⑦ Literatura recomendada

Fraenkel, Peter (1986), (desenho; planificação).

Hofkes, E.H. e Visscher, J.T. (1986), (desenho; instalação; O&M).

Mathewson, Iain (1993), (desenho; instalação).

Meier, Ueli (1990), (desenho; desempenho; instalação; O&M).

Capítulo 6

Sistemas de Energia

Introdução

Quando se escolhe uma bomba accionada a motor e quando existe uma rede local de energia eléctrica, é normalmente aconselhável usar um motor eléctrico, em vez de um motor de combustão interna. A operação e manutenção de um motor eléctrico é muito menos complicada.

A energia eólica pode ser uma boa opção quando há vento todo o ano, com velocidades médias mensais que excedam os 2,5 m/s. A energia solar está a tornar-se mais interessante com o aumento da eficiência das células fotovoltaicas. A energia solar fotovoltaica constitui já uma boa alternativa em zonas com muita luz do sol, onde exista uma rede de energia eléctrica e onde a reparação de motores de combustão interna seja difícil.

Foram seleccionados os seguintes sistemas de energia para o manual:

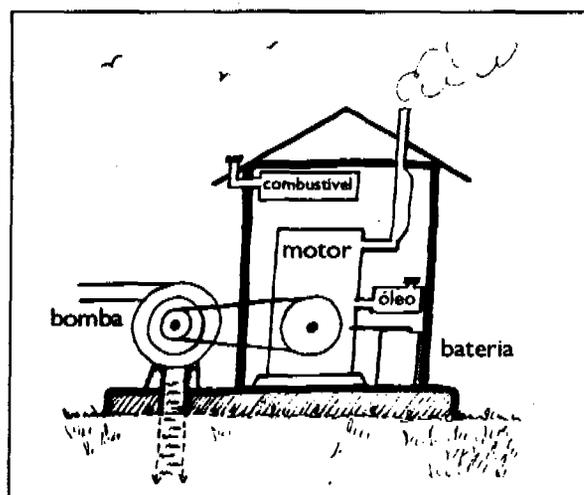
- 6.1 Motor a Diesel
- 6.2 Sistemas Fotovoltaicos
- 6.3 Moinho de Vento

Estes sistemas de energia foram seleccionados porque são de grande interesse para o sector: os moinhos de vento e sistemas de energia solar como sistemas alternativos e o motor a diesel como sistema convencional. As rodas e turbinas hidráulicas, a tracção animal como fonte de energia, energia eléctrica de uma grade, motores de combustão externa, motores de ignição a centelhas, moinhos de vento de eixo vertical e sistemas de energia não fotovoltaicos não estão abrangidos por este manual. Estes podem ser incluídos numa versão posterior do manual, embora a sua utilização não seja muito comum em sistemas geridos pela comunidade.

6.1 Motor a Diesel

1 Breve descrição da tecnologia

Os motores a diesel são muitas vezes usados como uma fonte de energia estacionária. As componentes principais do motor são os pistões, válvulas e o eixo da manivela. O número de cilindros pode variar de um a mais de seis. Quando o ar é muito comprimido por um pistão dentro de um cilindro e quando diesel é nele injectado, esta mistura torna-se numa explosão controlada que move o pistão. Este movimento é transferido para o eixo da manivela e daí pode ser usado, por exemplo para accionar uma bomba ou um gerador de electricidade. As válvulas do cilindro regulam a entrada de combustível e de ar e a saída de gases do escape. Uma bomba de alta pressão força a entrada do diesel no cilindro no momento certo. Os motores a diesel são diferentes dos motores a gasolina na medida em que usam um combustível diferente, não possuem velas de ignição a centelhas e funcionam a pressões muito mais elevadas. O grau de eficiência dos motores a diesel é muito mais elevado e estes necessitam de menos manutenção do que os motores a gasolina. Os motores podem ser diferentes em termos de dimensão, velocidade (revoluções por minuto), ciclo (ciclos de dois tempos e quatro tempos), sistema de refrigeração (água ou ar), etc. Em termos gerais, os motores de quatro tempos de baixa velocidade duram mais tempo e os motores de dois tempos de alta velocidade produzem mais energia por kg de peso de motor. Os motores refrigerados por água normalmente necessitam de menos manutenção do que os refrigerados por ar.



Custo inicial: 200 dólares por kW para motores com cerca de 25 kW a 600 dólares por kW para motores de 2 kW (dados de 1990, McGowan e Hodgkin, 1992). Não se inclui a instalação e outros custos.

Variação da energia: Normalmente parte de 2 kW.

Ciclo de vida: Média de 20.000 horas de operação entre menos de 5.000 a 50.000 horas, dependendo da qualidade do motor, instalação e O&M.

Zona de utilização: Em todo o mundo, especialmente para uma grande procura de energia de alta potência e nos locais onde não existe electricidade por grade.

Marcas registadas: Kubota; Lister Petter; Lambardini; e muitas outras

2 Descrição das actividades de O&M

Operação

O motor deve ser operado por um operador formado. Cada motor tem as suas próprias instruções típicas de operação. Antes do arranque, é necessário verificar os níveis de combustível, óleo e água (se não for refrigerado por ar). Se

estes níveis forem baixos, será necessário acrescentar mais combustível, óleo ou água. Durante a operação, deve-se controlar o nível do combustível, pressão do óleo e a velocidade do motor, assim como o funcionamento da bomba ou do

gerador. Algumas componentes que efectuam movimentos podem necessitar de lubrificação manual. Quando o motor é operado a velocidades demasiado baixas, o seu grau de eficiência é fraco e forma-se carbono rapidamente no motor, aumentando a necessidade de manutenção. Todos os dados sobre os níveis do líquido e horas de funcionamento são anotados num livro de registo.

Manutenção

Todos os dias, a parte de fora do motor deve ser limpa e, se o local for poeirento, o filtro de ar deve ser verificado e limpo. Algumas componentes podem necessitar de lubrificação manual. Em condições moderadamente poeirentas, os filtros de ar de banho de óleo são limpos uma vez por semana e os filtros de ar de papel seco são limpos com menor frequência. A

manutenção preventiva do motor é feita de acordo com o número de horas que este funcionou: Ao fim de 50 horas: a embreagem (caso exista) deve ser lubrificada com graxa.

Ao fim de 250 horas: limpar todos os filtros, substituí-los se for necessário, mudar o óleo. Verificar as porcas, parafusos e o tubo de escape.

Ao fim de 1.500 horas: revisão principal: descarbonização, ajustamento da válvula, etc. Se o motor estiver ligado a uma bomba ou gerador com uma correia em V, esta necessitará de substituição regular. Uma vez por ano, a casa do motor deve ser pintada e reparada ocasionalmente. Se existir um gerador, o mesmo terá as suas próprias necessidades de manutenção. O quadro que se segue indica as actividades mais importantes de O&M.

⑥ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
verificação dos níveis do líquido e acrescentá-lo, se for necessário	diariamente	locais	combustível, óleo de motor, líquido refrigerador	funis, recipientes para os líquidos
arrancar e parar o motor	diariamente	locais		
manutenção do livro de registos	diariamente	locais	papel, caneta	
verificação do filtro de ar, limpeza ou substituição, se for necessário	diariamente ou semanalmente	locais	filtro novo de papel seco ou petróleo e óleo de motor	chave de porcas
controlo de fugas de óleo e de combustível	semanalmente	locais		
apertar porcas e parafusos	semanalmente	locais		chave inglesa
mudança do óleo do motor	ao fim de 250 horas	locais	óleo do motor	chave inglesa
limpeza ou substituição dos filtros	regularmente	locais	filtro de óleo, filtro de combustível	chave inglesa, ferramentas especiais
descarbonização, limpeza dos bicos do injecter, ajuste de válvulas, etc.	ao fim de 500 a 2.000 horas	especialista		chave inglesa, escova de latão, ferramentas especiais
substituição da correia de transmissão	regularmente	locais	correia de transmissão	chave inglesa
substituição das peças do motor	ocasionalmente	especialista	bicos, injectores, gavetas, mancais, bomba de combustível, etc.	dependendo da peça a ser substituída
reparação da instalação e da casa do motor	ocasionalmente	locais ou da área	cimento, areia, cascalho, porcas e parafusos, pregos, chapas onduladas de zinco galvanizado, madeira, etc.	colher de pedreiro, balde, martelo, escopro, serrote, chaves inglesas, etc.

❶ **Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M**

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
operador	operação do motor, manutenção do livro de registo, pequenas revisões, aviso no caso de irregularidades	formação básica especial para O&M
comissão de águas	supervisão do operador, recolha de dinheiros, organização da revisão geral e reparações	conhecimentos de organização
mecânico da área	revisão geral e reparações	formação especial
apoio externo	formar o operador e os mecânicos da área	formação e conhecimentos técnicos

Aspectos organizativos

Os motores a diesel requerem muita manutenção simples e, se esta for feita correctamente, podem ter um período de vida longo. Por isso, a formação e supervisão do operador são importantes. As tarefas de manutenção e reparação mais complicadas têm de ser feitas por um mecânico bem qualificado, com acesso a peças sobressalentes suficientes. A organização deve garantir um serviço calendarizado no momento certo e uma resposta rápida em caso de avaria.

❷ **Custos correntes**

Nos casos em que o combustível e as peças sobressalentes são escassos, os custos devem chegar a 50% do custo anual de capital do sistema (McGowan e Hodgkin, 1992).

❸ **Problemas, limitações e observações**

Problemas frequentes

Desgaste excessivo devido à O&M incorrecta, negligência ou falta de entendimento. Rápida acumulação de carbono e fraca eficiência devido ao facto de o motor funcionar muito abaixo das capacidades. Correias de transmissão rebentadas.

Limitações

Manutenção frequente. Custo elevado do combustível e por vezes de difícil aquisição. De vez em quando, é necessário um mecânico especializado para a revisão e reparações.

Observações

Os motores a diesel foram concebidos especialmente para uma produção de energia estacionária e elevada. Com uma boa manutenção, são fontes de energia seguras. É muito importante seleccionar uma marca com uma boa reputação e com serviços e peças sobressalentes existentes localmente.

❹ **Literatura recomendada**

Carlsson, Bengt e Drake, Ellen (1990). (manual de formação; O&M; higiene; organização).

McGowan, Richard e Hodgkin, Jonathan (1992). (princípios técnicos; selecção; O&M; custos).

Winden, John van (1990). (princípios técnicos; O&M).

6.2 Sistemas fotovoltaicos

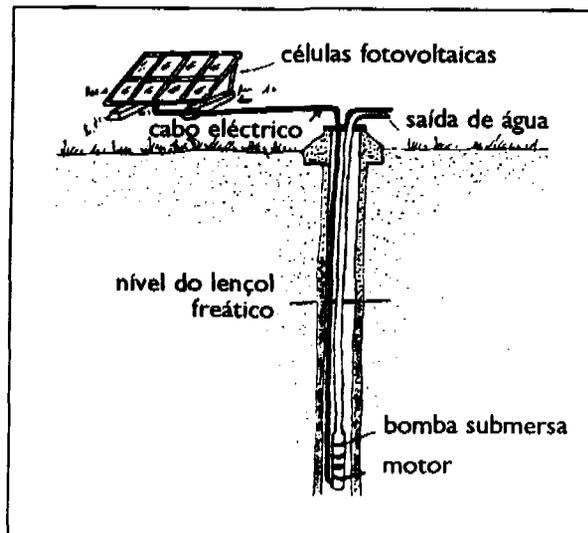
1 Breve descrição da tecnologia

As células fotovoltaicas (PV) ou solares convertem a energia da luz directamente para electricidade. Elas têm a forma de quadrados, rectângulos ou círculos delgados e são feitas de material especial como silicone, germânio, selénio, etc. Uma série de células solares juntas numa chapa de vidro protectora chama-se módulo.

Este é o elemento básico que um consumidor pode comprar. Os módulos podem estar ligados em paralelo ou em série, conforme a voltagem e a corrente necessárias. Um grupo de módulos chama-se sistema (array). Devem ser instalados num local completamente exposto à luz do sol e protegidos contra danos causados pelo gado e acções de vandalismo. A electricidade produzida pode ir directamente para um motor ou ser acumulada em baterias. Várias outras componentes podem melhorar o seu desempenho. O fornecedor do sistema pode, muitas vezes, fazer um desenho para uma aplicação específica, nomeadamente uma bomba e um motor eléctrico especialmente concebido para ser utilizado com sistemas PV.

Recomenda-se uma capacidade de armazenamento de água ou electricidade para um mínimo de três dias.

Em termos gerais, a irradiação média solar diária mínima no local deve ser de 3 kWh/m²/dia para todos os meses do ano, de modo a ser economicamente viável para a bombagem. Todavia, as células solares estão a tornar-se mais baratas e mais eficientes.



Custo Inicial: 5-7 dólares por capacidade de pico Watt para módulos (preço de venda a grosso, 1995, Europa). Sistemas simples com bombas de 30 W e custo do sistema de cerca de 1.000 dólares; sistemas de furos maiores podem custar mais de 50.000 dólares (incluindo todas as componentes e excluindo o transporte e impostos).

Zona de utilização: Nos locais onde exista luz solar suficiente, especialmente para actividades de pequena escala.

Ciclo de vida previsto: 18 anos ou mais para os módulos

Marcas registadas: (sistemas completos) Grundfos; Heliodinamica; Mono; Fluxinos; Hydrasol; Kyocera; etc.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

Os sistemas fotovoltaicos funcionam completamente de forma automática. Não é necessária nenhuma operação.

Manutenção

Limpar o pó das chapas do módulo de vidro periodicamente é praticamente a única manutenção regular. Os fios externos, a estrutura de suporte do sistema, a cobertura das componentes

electrónicas e uma vedação poderão necessitar de reparações ocasionais. As partes em madeira ou metal sensíveis à corrosão devem ser pintadas todos os anos. A maior parte do equipamento adicional eléctrico e electrónico deve funcionar automaticamente durante pelo menos 10 a 15 anos. As baterias, os conversores de AC/DC, motor e bomba poderão necessitar de revisão mais frequente.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza da superfície do módulo	regularmente	locais	água	pano, balde
reparação da estrutura de montagem	raramente	locais	cimento, madeira	
reparação da vedação	ocasionalmente	locais	madeira, pregos, arame	martelo, machado, alicate
reparação dos fios	raramente	locais ou da área	cabo de electricidade, fita isoladora	faca, alicate
reparação ou substituição das componentes adicionais	ocasionalmente	especialista	escovas do motor, bateria de reserva, conversor AC/DC, outras componentes completas	chave inglesa, chave de fendas, alicate, etc.

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
operador	limpeza dos módulos, reparação da vedação, da estrutura de suporte e do arame	nenhuns conhecimentos especiais
técnico da área ou especialista	realização de grandes reparações	conhecimentos de electricidade, alguns especializados

Aspectos organizativos

A organização local pode ser muito simples e basicamente deve resumir-se à nomeação do operador e recolha dos dinheiros. Ao nível regional ou nacional, deve haver técnicos suficientes para a realização de reparações do sistema.

⑤ Custos correntes

Para um sistema bem concebido e devidamente instalado, para além do pagamento ao operador, os custos correntes referem-se à substituição de baterias, caso existam, ao fim de dois a três anos.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Vandalismo, roubo ou danos causados pelo gado. As baterias gastam-se relativamente depressa.

Limitações

O investimento inicial é elevado. Não tão viável para zonas com uma insolação inferior a 3 kWh/m²/dia.

Observações

—

⑦ Literatura recomendada

McGowan, Richard e Hodgkin, Jonathan (1992); (desenho; selecção; O&M; custos)

Derrick, Anthony; Francis, Catherine e Bokalders, Varis (1991); (desenho; O&M; custos; fornecedores).

Neway, A. (1992); (princípios técnicos; desempenho; desenho).

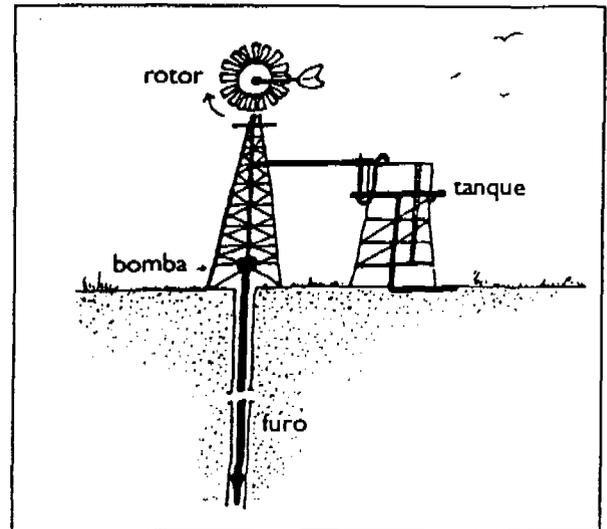
6.3 Moinho de vento

0 Breve descrição da tecnologia

Os moinhos de vento podem fornecer energia para accionar uma bomba. Os modelos mais comuns possuem um rotor fixo a um eixo horizontal e montado numa torre de aço. As forças do vento movem o rotor e este movimento é usado para accionar uma bomba, normalmente do tipo pistão. A transmissão pode ser directa ou através de uma caixa de engrenagens. Um cata-vento mantém o rotor virado para o vento e posiciona-o paralelamente ao vento no caso de velocidades excessivas. Existem também moinhos de vento de direcção fixa e moinhos de vento de orientação manual e/ou de travagem. A torre do moinho de vento possui normalmente uma altura de 9 a 15 metros.

A combinação correcta da bomba, moinho e características do vento é muito importante para o sucesso desta tecnologia. Geralmente, é necessária uma velocidade média mensal do vento ao nível do rotor de 2,5 m/s ou mais, durante toda a época de bombagem para que as combinações moinho de vento e bomba possam ser economicamente viáveis. Devido à natureza irregular do vento, recomendam-se instalações de armazenamento de água para três a quatro dias.

Nas áreas com muito vento e em que o combustível seja caro ou que o abastecimento não seja seguro, as bombas a cata-vento demonstraram ser uma alternativa competitiva aos sistemas de bombagem accionados a diesel.



Custo inicial: 200 a 500 dólares por m^2 de área do rotor, sem incluir a torre (preços de 1989, McGowan e Hodgkin, 1992.)

Produção: Tipicamente 0,12 l/s a uma altura de 10 m e por m^2 de área do rotor a uma velocidade do vento de 3 m/s para um moinho de vento normal mais a bomba.

Zona de utilização: Zonas rurais em que a velocidade média do vento ultrapasse 2,5 m/s.

Vida útil: 20 anos ou mais

Marcas registadas: Aeromotor; Dempster; Fiasa; Kijito; Southern Cross; etc.

⊗ Descrição das actividades de O&M

Operação

A operação é muitas vezes automática. Alguns moinhos de vento requerem o accionamento manual do mecanismo de enrolar depois de ventos excessivos. Quando não é necessária a bombagem, o cata-vento pode ser temporariamente enrolado à mão. O funcionamento do moinho e da bomba deve ser controlado com regularidade para se corrigir qualquer anomalia.

Manutenção

Todos os meses, o moinho e a bomba devem ser controlados visualmente. É necessário apertar porcas e parafusos soltos e poderá ser necessária graxa nas partes que efectuam movimento. Os parafusos das varetas de bombagem em especial têm a tendência de se desapertarem. Todos os anos é necessário cuidar da pintura e, no caso de se utilizar uma caixa de engrenagem, será

necessário mudar o óleo de lubrificação. Uma má manutenção causará o desgaste rápido do mancal, bem como danos causados pelo vento ao rotor e a outras

peças. A manutenção de uma bomba de pistão a cata-vento é comparável à manutenção de uma bomba manual usada intensamente.

④ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
controlo visual	mensalmente	locais		
apertar porcas e parafusos	mensalmente	locais		chave inglesa, chave de porcas
lubrificação das partes com movimento	mensalmente ou menos	locais	óleo ou graxa	lubrificante, funil, recipiente para o óleo usado, chaves inglesas
pintura	anualmente	locais	tinta anti-corrosiva	escova de aço, pincel
reparação do mecanismo de enrolar	ocasionalmente	da área ou especialista	peças especiais, porcas, parafusos, corda	chave inglesa, chave de porcas
substituição do mancal	ocasionalmente	da área ou especialista	mancal	chave inglesa, chave de porcas, chave de fendas

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
operador	verificar, apertar e lubrificar as partes com movimento; pintura; enrolar e desenrolar manualmente; prevenir o técnico em caso de danos	necessária alguma formação
técnico da área	substituição dos mancais, lâminas do rotor e outras peças; reparação do mecanismo de enrolar, caixa de engrenagens, etc.	conhecimentos especiais

Aspectos organizativos

Normalmente uma pessoa é responsável pelo moinho de vento, bomba e sistema de armazenamento. Esta pessoa tem que ser qualificada para o trabalho e pode receber o valor correspondente ao de um operador. Uma boa manutenção preventiva pode prolongar a vida de um moinho de vento para mais de 20 anos, enquanto que uma má manutenção pode causar sérios danos no espaço de um ano.

pintura e graxa. As componentes importantes devem durar 20 anos ou mais. Para uma combinação de moinho e bomba, os custos correntes estão calculados em 3% a 6% dos custos iniciais, com a maior percentagem para as bombas a cata-vento manufacturadas localmente.

⑤ Custos correntes

Com uma boa manutenção preventiva, os custos correntes de um moinho de vento podem ser baixos, resumindo-se essencialmente às despesas referentes à

⑤ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Os operadores irresponsáveis ou com uma má formação podem bloquear o mecanismo de enrolar, pelo que o moinho é danificado por ventos

excessivos. As partes com movimento podem desgastar-se rapidamente devido à falta de lubrificação.

Limitações

Quando as velocidades do vento são inferiores a 2 m/s, a maior parte dos moinhos não conseguem elevar a água. Quando as velocidades médias são inferiores a 3 m/s, muitas vezes os moinhos não são economicamente viáveis.

Observações

O fabrico local ou um bom fornecedor local podem constituir um critério de selecção importante para a marca do moinho de vento.

7 Literatura recomendada

Hofkes, E. H. e Visscher, J. T., (1986); (desenho; instalação; O&M).

McGowan, Richard e Hodgkin, Jonathan (1992); (desenho; selecção; O&M; custos).

Meel, Joop van e Smulders, Paul (1989); (desenho; planificação; O&M; custos; fornecedores).

Capítulo 7

Tratamento de água

Introdução

Foram seleccionadas as seguintes tecnologias de tratamento de água para o manual:

Sistemas domésticos de tratamento de água

- 7.1 Aquecimento
- 7.2 Filtro Doméstico Lento de Areia
- 7.3 Cloração Doméstica

Sistemas centrais de tratamento de água

- 7.4 Cloração em Recipiente no Poço
- 7.5 Armazenamento e Sedimentação
- 7.6 Filtros de Desbaste de Fluxo Ascendente
- 7.7 Filtração Lenta através de Areia
- 7.8 Cloração em Sistemas de Abastecimento de Água Canalizada

Foram seleccionadas as técnicas mais relevantes de tratamento de água para as folhas informativas. Os filtros de cerâmica, embora largamente usados, nem sempre são seguros. Rachas microscópicas em filtros com defeito de fabrico ou danificados podem deixar penetrar patógenos. Outras técnicas de tratamento não analisadas são a coagulação e floculação, arejamento, remoção de flúor da água, desinfecção por ozono, radiação UV artificial, diferentes técnicas de filtração para a remoção do ferro manganésio.

A desinfecção por radiação solar é uma forma simples de desinfecção parcial da água. Todavia, algumas investigações indicam que, embora ocorra uma redução considerável dos patógenos existentes por exposição ao sol, o nível de patógenos na água voltará a aumentar consideravelmente durante os períodos em que não estiver exposta. Este tipo de tratamento de água ainda não foi suficientemente pesquisado por forma a garantir a sua segurança. É composto pelo seguinte:

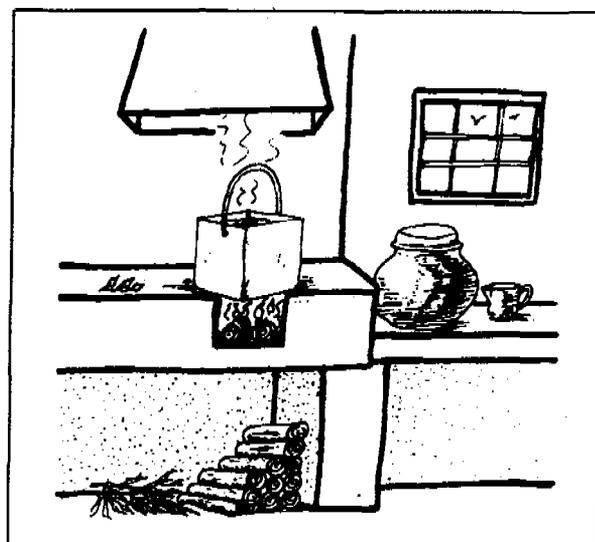
É sabido que a radiação ultravioleta ou UV da luz solar mata muitos patógenos na água de fraca turvação. Depois de duas horas de exposição à luz solar tropical ao meio dia, a água limpa num copo transparente ou num recipiente de plástico torna-se bacteriologicamente boa para beber. Em condições moderadamente nubladas, recomenda-se um tempo de exposição de seis horas. Para uso doméstico, a água é deitada em garrafas limpas transparentes ou noutros recipientes. É possível usar-se tampas para evitar a entrada de sujidade. De manhã, as garrafas são colocadas na posição vertical ao sol, num local onde não haja sombra durante o dia e com um certo espaço entre elas, para evitar a sombra uma das outras. Ao fim da tarde, as garrafas podem ser levadas para dentro de casa e deixadas a arrefecer, voltando a ser usadas no dia seguinte. Para evitar uma nova contaminação, é melhor manter a água desinfectada em garrafas até à altura em que a mesma vai ser usada. Para uso comum, estão a ser fabricados desinfectantes experimentais.

7.1 Aquecimento

① Breve descrição da tecnologia

O aquecimento é o meio eficaz de eliminação de microrganismos da água. Normalmente recomenda-se a fervura da água durante pelo menos dez minutos ao nível do mar e durante um período mais longo a altitudes mais elevadas, em que as temperaturas de ebulição sejam mais baixas. Para matar efectivamente todos os micro-organismos possíveis, são necessários vinte minutos de fervura ao nível do mar. Uma turvação elevada não afecta a desinfecção através da fervura mas, se se pretende filtrar a água, essa operação deve ser feita antes da fervura. Para uso doméstico, a água é, na maior parte dos casos, fervida numa panela num fogão.

Se não se pretender guardar a água na mesma panela em que tiver sido fervida, ela deve ser transferida para um recipiente limpo imediatamente após a fervura para permitir que o calor desta água mate a maior parte das bactérias que continuam no recipiente onde se vai reservar a água. Os custos de combustível e o tempo gasto no processo de fervura e arrefecimento da água limitam o uso deste método. Num estudo realizado numa aldeia de Bangladesh, os custos calculados para o processo de fervura de toda a água para beber aumentaria o orçamento familiar em cerca de 7%



(Gilman e Skillicorn, 1985) e os preços do combustível estão a aumentar em quase todo o mundo.

Custo inicial: Nenhum investimento adicional para além de um recipiente para a água fervida

Produção: Alguns litros de cada vez.

Zona de utilização: Locais onde o preço do combustível é acessível e que a qualidade da água seja má.

② Descrição de Actividades de O&M

Operação

A água é normalmente fervida por mulheres num fogão da cozinha. A água é deitada numa panela limpa que é colocada num fogão aceso. Por vezes acrescentam-se ervas à água. Quando a água entra em ebulição, a quantidade de combustível pode ser reduzida e, depois de uma fervura de dez minutos, deixa-se a água arrefecer. É preciso ter o cuidado de não contaminar a água após a fervura. Nos casos em que seja necessário procurar ou tratar o combustível, este processo poderá consumir muito tempo disponível num lar.

Manutenção

A manutenção do fogão e das panelas faz parte da manutenção diária da cozinha. Dependendo do desenho, qualidade dos materiais, fabrico e frequência de uso, o fogão tem de ser reparado ou substituído ocasionalmente. Raramente é necessário reparar as panelas, mas as de barro têm de ser substituídas muitas vezes. Os conhecimentos e as habilidades estão ao alcance de todas as comunidades.

④ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
recolha de combustível	diariamente	família	lenha, carvão, petróleo, estrume de gado, etc.	corda, lata, saco, etc.
fervura de água	diariamente	família	água, combustível	fogão, panela
limpeza de recipientes	diariamente	família	água, areia, cinza, sabão, etc.	pano, escova
limpeza do fogão	diariamente	família	água, areia, cinza, sabão, etc.	pano, escova
reparação do fogão	ocasionalmente	família ou locais	barro, pedras, metal	alicate, martelo, serrote, soldador

⑤ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
membro da família (normalmente do sexo feminino)	recolha de combustível e água, fervura da água, lavagem dos utensílios, controlo da quantidade de água fervida, reparação do fogão de barro	conhecimentos básicos de cozinha
serralheiro	reparação do fogão de metal	conhecimentos básicos de trabalho em metal e soldadura

Aspectos organizativos

A desinfeção da água através do aquecimento é organizada no lar.

Limitações

Escassez e, conseqüentemente, preços elevados de combustível.

⑥ Custos correntes

Os custos dependem muito dos preços do combustível e da eficiência do fogão. No estudo mencionado no Bangladesh, foram necessários 0,5 kg de lenha para ferver 2 litros de água e deixá-la ferver durante dez minutos num fogão tradicional de combustível sólido, com um grau de eficiência de 15%. Isto significa um custo de 0,01 dólares por litro.

Observações

A fervura afecta o sabor da água, que se torna mais insípida. Para corrigir tal situação, poder-se-ão acrescentar ervas durante a fervura.

⑦ Literatura recomendada

Gilman e Skillicorn (1985)

⑧ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

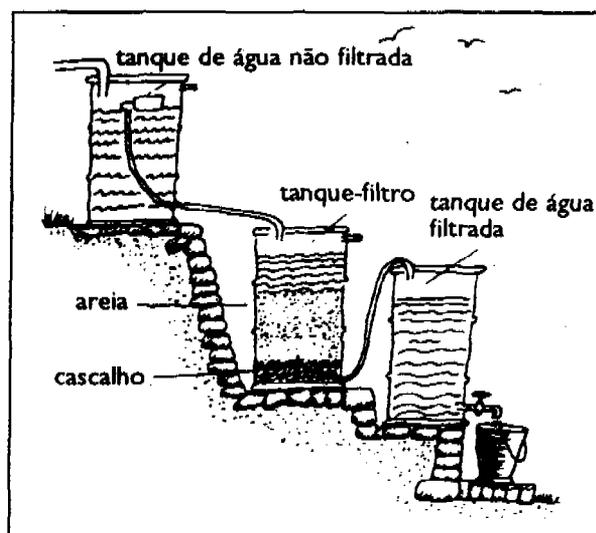
Nova contaminação da água após a fervura.

7.2 Filtro Doméstico Lento de Areia

0 Breve descrição da tecnologia

A purificação da água num filtro lento de areia familiar é uma combinação de processos biológicos físicos e químicos que ocorrem quando a água escorre lentamente para baixo através de uma base de areia. As partículas finas são filtradas quando passam pela areia e no topo do filtro, desenvolve-se uma população de microrganismos que se alimenta de bactérias, vírus e matérias orgânicas na água, o que possui um efeito purificador.

O filtro pode ser feito a partir de barris de aço limpos de duzentos litros cada, ligados por mangueiras. O sistema é composto por um tanque de abastecimento de água não filtrada, um tanque-filtro e um tanque de água limpa. Um vertedor flutuante no tanque de abastecimento mantém um fluxo constante de água até ao topo do tanque-filtro, por onde passa através de uma base de areia lavada com a espessura de 45 a 60 cm e uma camada de 5 cm de cascalho fino. O vertedor pode ser feito de um recipiente, dois tubos pequenos e uma mangueira. Ao correr através da areia a uma velocidade de cerca de 0,1 m/hora, a água é purificada ao escorrer para baixo. Na camada inferior do tanque-filtro, um tubo perfurado funciona como um dreno e a água é conduzida para o tanque de armazenamento de água limpa/filtrada. Para evitar a oxidação dos barris de aço, estes devem ser tratados com uma argamassa de cimento ou tinta betuminosa. Em vez de barris de aço, poder-se-



ão usar também tanques de ferro-cimento e outros materiais.

Com uma boa operação e manutenção, este filtro familiar produz água praticamente sem quaisquer organismos causadores de doenças.

Custo inicial: depende dos custos locais dos tambores de metal usados e outras componentes.

Produção: 380 litros/dia ou 0,0044 l/s para um tanque de 0,45 m de diâmetro.

Zona de utilização: Casos em que seja necessário purificar a água de fontes não seguras ao nível familiar.

Fabricantes: artesãos locais podem fabricar um filtro lento de areia familiar.

2 Descrição das Actividades de O&M

Operação

A operação de um filtro lento de areia é crucial para a sua eficácia. O fluxo de água deve ser mantido constantemente em 0,1 m/hora para facultar aos organismos no filtro um fluxo estável de nutrientes e oxigénio, bem como tempo

suficiente para purificar a água. Pode-se regular o fluxo ajustando o vertedor flutuante. O tanque de armazenamento de água não filtrada nunca deve ficar vazio.

Manutenção

Após algumas semanas a meses de operação, dependendo da qualidade da água não purificada, o nível do fluxo no filtro torna-se demasiado lento e é necessário raspar um ou dois cm de areia e material orgânico da parte de cima do filtro e, em seguida, lavar e secar ao sol. Quando a base de areia se torna muito fina, recupera-se a areia lavada. Retira-se mais alguma areia, a areia do filtro é substituída e a que acaba de ser

tirada é colocada na parte de cima. Todos os anos deve-se verificar se existem sinais de corrosão no tanque. Quaisquer fugas devem ser reparadas imediatamente. Ocasionalmente, o tanque de água purificada pode ter que ser desinfectado com cloro, uma mangueira ou torneira poderá necessitar de reparação e, após alguns anos, será necessário substituir todo o sistema.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
enchimento do reservatório de água não filtrada	diariamente	família	água não purificada	balde
verificação do nível do fluxo	diariamente	família	relógio	
raspagem da areia, lavagem, secagem e armazenagem	de 6 em 6 semanas	família	água	raspador, balde
recuperação da areia	uma vez por ano ou menos	família	água, areia limpa reciclada e nova	balde, peneira
substituição das mangueiras	de 2 em 2 anos	família	mangueira	faca
reparação da torneira	ocasionalmente	família ou locais	arruela, torneira de reserva	chave de fendas, chave inglesa
desinfectação do tanque da água filtrada	ocasionalmente	família	cloro	recipiente, colher

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
membro da família	uso da água, enchimento do tanque de água não filtrada, regulação do fluxo, mudança da areia do filtro, pequenas reparações	conhecimentos básicos de manutenção e compreensão do funcionamento do filtro
artesão local	construção do sistema, reparação de torneiras e de fugas	pintura, conhecimentos básicos de trabalho em metal, canalização básica
apoio externo	formação dos membros da família, controlo da qualidade da água	formação e habilidades de análise microbial

Aspectos organizativos

Uma vez que o filtro lento de areia é operado ao nível da família ou do lar, a estrutura organizativa para o seu funcionamento já existe. Uma boa formação de pelo menos um elemento em cada família em matérias de higiene e operação e manutenção do filtro serão cruciais para a qualidade da água. O monitoramento da qualidade da água por uma organização externa também pode ser benéfica.

⑤ Custos correntes

Os custos correntes referem-se à areia e, ocasionalmente, uma mangueira, arruela, recipiente flutuante e algum cloro.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

A qualidade da água baixa se os níveis do fluxo através do filtro forem demasiado elevados. Se o fluxo for interrompido durante mais de algumas horas ou se a superfície do filtro secar, microrganismos benéficos existentes no filtro poderão morrer, perturbando assim a acção do filtro. A turvação em excesso (>30 NTU) na água não purificada pode provocar o rápido entupimento do filtro; neste caso, poderá ser necessário um pré-filtro. Nos casos em que a qualidade da água seja muito má, podem formar-se produtos prejudiciais e de mau sabor como NH_3 e H^2NO_3 nas camadas inferiores do filtro. As superfícies verticais suaves no tanque do filtro podem provocar curtos-circuitos no fluxo da água, produzindo uma água mal filtrada.

Limitações

Em algumas regiões, a areia é cara e difícil de obter. Como alternativa, poder-se-ão utilizar outros materiais como a casca de arroz torrada. Os filtros lentos de areia familiares requerem um investimento significativo e uma operação e manutenção dedicada, pelo que podem ser bastante caros.

Observações

Depois de se colocar nova areia no filtro, são necessários alguns dias até que esta esteja em condições; neste período, a qualidade da água é mais baixa.

⑦ Literatura recomendada

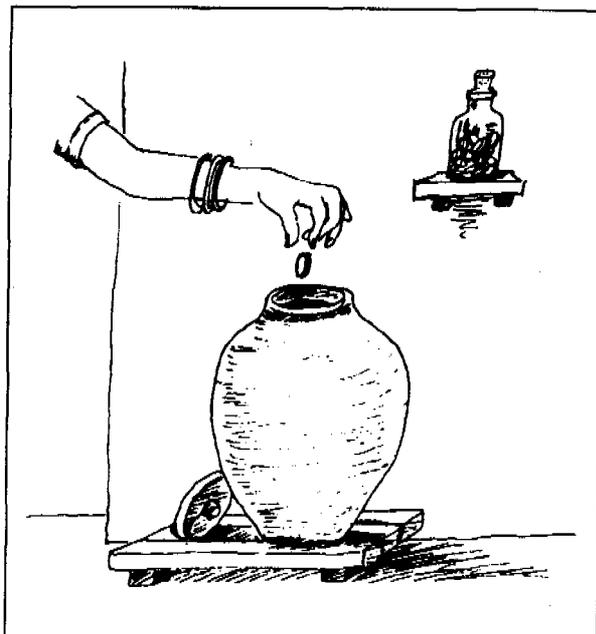
USAID (1982); (desenho; O&M).

7.3 Cloração Doméstica

① Breve descrição da tecnologia

A coloração doméstica da água pode ser aplicada como medida de emergência ou como parte do dia-a-dia. Quando não se pode confiar na qualidade da água, deita-se uma quantidade fixa de uma solução concentrada de cloro num recipiente com uma quantidade fixa de água. A mistura é agitada e deixada durante pelo menos trinta minutos para permitir que o cloro reaja e oxide qualquer matéria orgânica existente na água. Depois desta medida, a água está pronta para beber. A quantidade de cloro necessária depende essencialmente da concentração de matéria orgânica na água e tem de ser determinada para cada situação. Depois de 30 minutos deve continuar presente na água uma concentração residual de cloro activo entre os 0,2 e 0,5 mg por litro.

Isto pode ser determinado usando um "kit" especial para testes. A solução concentrada de cloro pode ser feita a partir de água e químicos que produzem cloro, tais como branqueador em pó, hipocloreto de sódio, comprimidos de cloro orgânicos, etc. Pode ser preparada ao nível doméstico, mas também em grandes quantidades e distribuída pelas famílias. Uma solução concentrada de cloro deve ser usada num espaço de poucos dias antes de perder a sua força. Em alguns casos, químicos que produzem cloro são directamente adicionados à água. Alguns produtos do cloro surgem em combinação com um floculante que permita que o material suspenso assente. Para a cloração de um poço familiar, ver a folha informativa sobre cloração em recipiente.



Custo inicial: Praticamente todos os custos são correntes.

Produção: Cerca de 150-1.400 m³ de água tratada por kg de produto químico seco, dependendo da qualidade da água e da força do produto químico.

Zona de utilização: Casos em que seja necessário desinfectar a água para beber ao nível familiar e em que exista cloro.

Marcas registadas: Chlor-Dechlor; Dazzle; Halamid; Halazone; Javel; Milton; Regina; Zonite e muitas outras

② Descrição das actividades de O&M

Operação

Em alguns casos, a água carece de pré-tratamento, como a filtração, para retirar a turvação. É necessário fazer uma nova solução concentrada de cloro no mínimo todas as semanas mas, de preferência, com maior frequência. Os químicos que produzem cloro devem ser armazenados num lugar fresco e seco e é necessário

ter cuidado para evitar o contacto com os olhos e com a roupa. A desinfecção com cloro é fácil de aprender.

Manutenção

Para além da limpeza e substituição ocasional dos recipientes e utensílios, não é necessária nenhuma manutenção.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
preparação de solução concentrada	semanalmente	locais	epocloreto, cal clorada, etc., água limpa	garrafa, colher, balança
aplicação de cloro	diariamente	família	solução concentrada de cloro, água limpa	recipiente de água, copo de medir, vareta para mexer
limpeza de recipientes e utensílios	semanalmente	família	água limpa, sabão	escova ou pano
redefinição de doses apropriadas	ocasionalmente	da área	amostra de água, meios de teste	kit de teste

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
membro da família	(preparação do cloro concentrado), desinfecção da água, limpeza dos recipientes e utensílios	conhecimentos básicos
trabalhador da saúde local	preparação da solução concentrada ou fornecimento do químico do cloro	conhecimentos básicos, alguma contabilidade
comerciante local	venda do químico que produz o cloro	nenhumas habilidades especiais
apoio externo	definição de doses, formação dos utentes da água	testes básicos, capacidade de formação

Aspectos organizativos

Se a solução concentrada de cloro ou os químicos que produzem o cloro forem fornecidos por uma organização externa, esta terá que tratar dos problemas logísticos e administrativos e dos aspectos ligados à formação. Por vezes, as próprias comunidades organizam a compra dos produtos químicos mas, mesmo assim, a formação de pessoal ao nível familiar seria útil.

⑤ Custos Periódicos

Os custos correntes dos produtos químicos nos Estados Unidos são aproximadamente 7 dólares por quilo de cloro activo produzido, mas este valor pode variar significativamente noutros países. As doses podem variar entre 0,5 e 4 g de cloro activo por m³ de água.

⑥ **Problemas, limitações e observações**

Problemas frequentes

Se a qualidade da água variar com o tempo, é necessário redefinir as doses. Se não forem devidamente armazenados, os químicos que produzem o cloro perdem a sua força muito rapidamente. Mesmo quando armazenado nas melhores condições, o pó de branqueamento perde metade da sua força em cerca de um ano. Os químicos que produzem o cloro e os meios para se fazerem os testes nem sempre são encontrados com facilidade.

Limitações

A cloração não mata todos os organismos patogénicos, mas é normalmente muito eficaz. A água que contenha sólidos suspensos não é apropriada para a cloração. O custo elevado e a sua inexistência podem constituir limitações sérias.

Observações

A cloração afecta o sabor da água e, por essa razão, pode ser rejeitada pelos consumidores. Outros gostam do sabor "fresco" do cloro.

⑦ **Literatura recomendada**

White, Geo. Clifford (1986).
(Antecedentes teóricos completos; aspectos técnicos).

5 Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
substituição da mistura pó branqueador/areia	cerca de 1 vez por semana	locais	pó branqueador, areia	colher, balança
substituição do recipiente, tampa de plástico, corda	ocasionalmente	locais	recipiente, plástico, corda de náilon ou de plástico	faca, prego
redefinição do tamanho correcto do recipiente e dos orifícios	ocasionalmente	da área	amostra de água, meios de teste	kit de teste

6 Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
operador	substituição da mistura pó branqueador / areia, reparação do clorador	conhecimentos básicos
trabalhador da saúde ou comerciante local	fornecimento ou venda do pó branqueador	nenhuns conhecimentos específicos
apoio externo	verificação da força do pó branqueador e do cloro residual na água, formação do operador	teste básico, capacidades de formação

Aspectos organizativos

O pó branqueador pode ser adquirido num comerciante ou num trabalhador de saúde local. A realização de testes regulares deve garantir a força do pó branqueador e a quantidade adequada de cloro residual na água. Uma organização externa como um departamento governamental de águas ou saúde terá que providenciar a formação dos operadores e fazer o monitoramento da qualidade da água.

6 Custos correntes

Apenas se utiliza efectivamente uma pequena parte de cloro no pó branqueador, o que torna este método relativamente caro. Poderão ser necessários cerca de 0,5 a 1 kg de pó branqueador todas as semanas para a desinfecção de 1 m³ de água por dia. Para além destes custos, haverá custos correntes referentes à substituição da corda, do plástico, etc., e ao monitoramento e formação.

6 Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Se não estiverem devidamente presos, os recipientes caem na fonte de água. Quando guardado em recipientes de plástico num lugar fresco, escuro e seco,

o pó branqueador perde metade da sua força num ano; se não for guardado devidamente, perde essa força muito mais cedo. Quando as quantidades de água usadas aumentam ou quando a qualidade da água diminui, a quantidade de cloro pode já não ser suficiente.

Limitações

Quando a água contém muita matéria orgânica ou muito material suspenso, uma desinfecção adequada precisará de muito pó branqueador. Em águas alcalinas, isto é com o pH superior a 8, a cloração é menos eficaz. Um clorador não indica quando o cloro se esgota. É necessária a testagem regular do cloro residual na água. O custo elevado e a inexistência deste produto podem ser limitações sérias.

Observações

A cloração não mata todos os organismos patogénicos, mas é normalmente muito eficaz. A cloração afecta o sabor da água e, por esse motivo, pode ser apreciado ou rejeitado pelos consumidores.

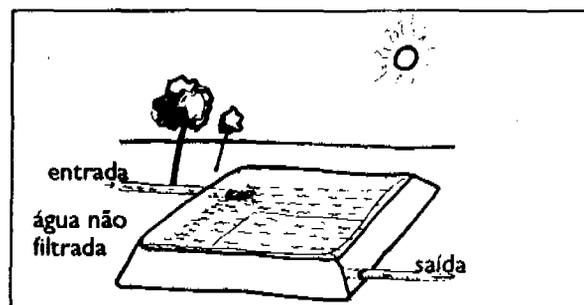
7 Literatura recomendada

Smet, Jo; Visscher, Jan Teun; Ginhoven, Dick van e Ankersmit, Willem (1988); (construção; O&M).

7.5 Armazenamento e Sedimentação

① Breve descrição da tecnologia

A qualidade da água não purificada pode ser consideravelmente melhorada através do armazenamento. As partículas suspensas não coloidais levam tempo a assentar na base de um tanque de armazenamento e a radiação solar manterá parte dos organismos nocivos na água. As larvas "Schistosoma" também morrerão após um armazenamento no máximo de 24 horas. As partículas coloidais permanecem, porém, em suspensão. Um grande reservatório de armazenamento também permite evitar a captação quando a quantidade ou a qualidade na fonte é temporariamente baixa. Pode ser construído de muitas maneiras: como um reservatório não revestido ao nível da água de superfície; a partir de lama com um revestimento de uma camada de plástico enterrado profundamente; pode ter um revestimento de barro, argila ou betão ou ser completamente construído em tijolos ou betão. Quanto mais pequenas forem as partículas em suspensão, mais longo é o tempo médio em que a água no reservatório deve estar em detenção. Quando a precipitação das matérias suspensas é demasiado lenta, poder-se-ão acrescentar produtos químicos para induzir a coagulação e a floculação. Normalmente os reservatórios para a sedimentação têm duas secções separadas. Enquanto uma está em uso, a outra pode ser limpa. Normalmente têm uma



estrutura de captação num lado ou na base, uma estrutura de saída do lado oposto ou imediatamente abaixo do nível da água e uma saída na base para a descarga do material depositado.

Custo inicial: Depende da tecnologia de construção utilizada.

Profundidade: Normalmente 0,7 a 2 metros.

Tempo de retenção: Algumas horas a vários dias

Zona de utilização: Nos casos em que a água não purificada contenha muitos sólidos em suspensão ou que a qualidade ou quantidade na fonte varie consideravelmente.

Fabricantes: Bacias de armazenamento de água não purificada e de sedimentação são construídas localmente pelos aldeões, empreiteiros de construção, equipas de projectos, etc.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

Normalmente a água irá penetrar todos os dias ou de forma contínua, mas quando a qualidade da água se torna demasiado fraca e quando existe quantidade suficiente de água armazenada, a captação da água pode ser interrompida temporariamente.

Manutenção

Dependendo do teor de sedimentos e da

profundidade do reservatório, este terá que ser descarregado com regularidade, de modo a retirar os sedimentos depositados. Todas as válvulas devem ser abertas e fechadas pelo menos uma vez de dois em dois meses para evitar que fiquem entupidas. Ocasionalmente, as válvulas poderão necessitar de reparação ou substituição e será necessário reparar as fugas no reservatório.

④ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
regular a entrada	diariamente	locais		
descarregar os sedimentos depositados	regularmente	locais		vassoura, pá, balde
abrir e fechar válvulas	de dois em dois meses	locais		
reparar válvula	ocasionalmente	locais ou da área	arruelas, porcas e parafusos, válvula de reserva	chave inglesa, chave de fendas, chave de porcas etc.
reparar fuga	ocasionalmente	locais ou da área	plástico, cal, cimento, areia, etc.	pá, enxada, escopro, martelo, balde, colher de pedreiro, etc.

⑤ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
operador	regular o fluxo, descarregar o reservatório, pequenas reparações	conhecimentos básicos
comissão de águas	supervisionar o operador	conhecimentos de organização
utente de água	apoio na limpeza do reservatório	nenhuns conhecimentos especiais
pedreiro local ou da zona	reparação de fugas nas partes em tijolo ou betão	alvenaria
mecânico local ou da zona	reparação da válvula	canalização, trabalho em metal

Aspectos organizativos

A limpeza do reservatório após a descarga pode carecer de algum apoio dos consumidores de água mas, para o resto, é necessária pouca organização.

Limitações

Se os sólidos na água não assentarem com a rapidez desejada, poderá ser necessária a floculação.

Comentário

Os tanques de armazenamento de água não purificada podem facilmente tornar-se em locais de reprodução de insectos, etc.

⑥ Custos correntes

Os custos correntes são constituídos pelo pagamento ao operador e custos referentes à reparação e substituição ocasional de uma válvula ou reparação de uma fuga.

⑦ Literatura recomendada

Centro de Pesquisa de Águas e Sede Regional da OMS para a Europa (1989), (desenho; operação).

⑧ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

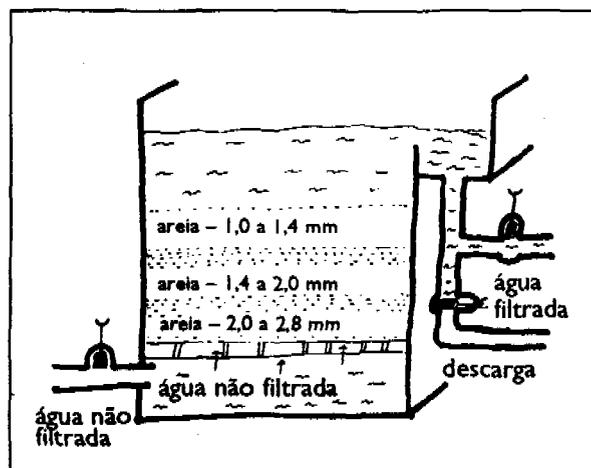
Fugas.

7.6 Filtro de Desbaste de Fluxo Ascendente

0 Breve descrição da tecnologia

Os filtros de desbaste são muitas vezes usados como uma tecnologia de pré-tratamento, uma vez que removem os sólidos suspensos da água que poderiam rapidamente obstruir um filtro de areia lenta. Para além disto, podem remover uma quantidade considerável de patógenos, ferro e manganésio. Existem muitos filtros desta natureza com diferentes direcções de fluxo, como fluxo descendente, fluxo ascendente e fluxo horizontal e com diferentes tipos de meios de filtragem, como por exemplo areia, cascalho, fibra de palha de coco, etc. Os filtros de desbaste de fluxo ascendente são relativamente baratos e mais fáceis de limpar que os filtros de fluxo descendente ou horizontal.

Uma caixa de filtro de fluxo ascendente pode ser feita a partir de tijolos, betão ou ferro-cimento. Pode ter uma forma redonda ou rectangular, com paredes verticais ou parcialmente inclinadas e com uma profundidade de cerca de 1,5 m. A água penetra através de um sistema de dreno inferior na base, normalmente um tubo PVC perfurado que também permite a extracção rápida durante a limpeza quando a direcção do fluxo é invertida (fluxo para trás). Para se conseguir o fluxo para trás, instala-se uma válvula de drenagem especial que pode ser aberta rapidamente. Os drenos inferiores são cobertos por uma camada de cascalho grosso em cima da qual se colocam várias camadas de um material mais fino, por vezes separadas por uma malha de fio de plástico. O filtro é coberto por uma camada de 0,2 m de água flutuante que corre para dentro de uma estrutura de saída. Em alguns casos, o fluxo de saída de um filtro de desbaste é alimentado para um outro filtro da mesma natureza com material mais fino para mais limpeza.



Custo inicial: Os custos de construção referidos são de 20 a 40 dólares por metro cúbico de água por dia para um funcionamento de 24 h/dia (dados de Colômbia, aproximadamente 1986).

Nível de filtração: Aproximadamente 0,6 m/h

Desempenho: Água não filtrada abaixo de 50 NTU produz um efluente abaixo de 12 NTU. Melhores resultados com 2 ou 3 filtros em série. Remoção de sólidos suspensos 84 a 98%.

Utilização: Como uma pré-etaapa para a filtração por areia lenta ou outros processos de purificação.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

De preferência, os filtros devem funcionar de forma contínua. A operação consiste em regular o fluxo da água e controlar a turvação do efluente. Se a turvação se tornar demasiado elevada ou se o filtro ficar obstruído deve ser limpo. Os dados sobre o fluxo, turvação e manutenção são anotados nos livros de registo.

Manutenção

Os filtros de desbaste de fluxo ascendente são limpos através da inversão do fluxo e rápida drenagem da água na caixa do filtro. A entrada do filtro é fechada e a válvula de drenagem é aberta durante cerca de dez segundos e novamente fechada. Isto é feito cerca de dez vezes até a água drenada adquirir a mesma qualidade que a água que entra. A água drenada deve ser devidamente descartada sem causar erosão nem inundação. A frequência da limpeza depende da

qualidade da água não purificada. A camada superficial do filtro tem de ser limpa pelo menos 1 vez por mês agitando o cascalho ao mesmo tempo que se conduz o efluente para fora. Então limpa-se a caixa de entrada e saída e a limpeza por inversão do fluxo e o enchimento são feitos duas vezes. A limpeza mensal é feita pelo operador e leva cerca de 1 dia.

Após vários anos de operação, a limpeza hidráulica por si só já não é suficiente e as diferentes camadas do filtro têm de ser retiradas e limpas. Isto tem de ser feito por várias pessoas. Recomenda-se a abertura completa e o fecho de todas as válvulas 1 vez de dois em dois meses de modo a evitar que elas se entupam. Ocasionalmente, as válvulas necessitam de ser reparadas ou substituídas e se se usarem escoadouros de aço, estes poderão necessitar também de pintura ou substituição.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
regular o fluxo	diariamente	locais		
manter livro de registo	diariamente	locais	livro de registo, caneta	
limpeza hidráulica	semanalmente	locais	água não purificada	
agitar camada superior	mensalmente	locais	água não purificada	ancinho, enxada
abrir e fechar válvulas	de 2 em 2 meses	locais		
limpeza e enchimento	de 2 em 2 anos	locais	água não purificada	pá, balde, carrinho-de-mão, peneiras, bacia de lavagem
lubrificação de válvulas	anualmente	locais	graxa	recipiente de graxa, pano
pintura das componentes de aço	anualmente	locais	tinta anti-corrosiva	escova de aço, pincel
reparação ou substituição de válvula	ocasionalmente	locais ou da área	arruelas, tampas, porcas, parafusos, válvula de reserva	arruelas, chave inglesa, chave de fendas, enroscador de tubos, etc.

① Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
operador	regular o fluxo, manter livro de registo, limpeza hidráulica, organização da limpeza manual	conhecimentos básicos
comissão de águas	supervisão do operador, organização da limpeza manual	conhecimentos de organização
consumidor ou trabalhador pago	apoio na limpeza manual	nenhuns conhecimentos especiais
mecânico ou canalizador local ou da área	reparação ou substituição da válvula	conhecimentos de canalização

Aspectos organizativos

Não é necessário organizar qualquer assistência especial aos consumidores da água ou aos trabalhadores pagos no caso da limpeza hidráulica. A formação de novos operadores pode ser feita por colegas experientes. A limpeza do filtro tem de ser planificada antes de se atingir a turvação máxima da água não purificada, por exemplo antes do início da época das chuvas.

Limitações

Os filtros de desbaste apenas retiram parte dos sólidos e patógenos da água. É necessário tratamento adicional.

Observações

—

7. Literatura recomendada

Galvis, Gerardo et al (1993),
(selecção; desenho, O&M).

⑥ Custos correntes

Os principais custos correntes são o pagamento ao operador e custos de energia no caso de a água ser bombeada.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Obstrução rápida e redução da capacidade de limpeza hidráulica devido ao elevado teor de materiais orgânicos e outros suspensos na água não purificada.

7.7 Filtração Lenta através de Areia

0 Breve descrição da tecnologia

A purificação da água através da filtração lenta através de areia é uma combinação dos processos biológicos, químicos e físicos que ocorrem quando a água passa lentamente para baixo através de uma camada de areia. As partículas finas são filtradas e na areia e no topo do filtro desenvolve-se uma população de micro-organismos que se alimenta de bactérias, vírus e matérias orgânicas na água. Os reservatórios do filtro possuem drenos na base cobertos por cascalho e pela areia do filtro. Uma entrada permite que a água não purificada corra lentamente e uma estrutura de saída conduz a água dos drenos para a rede de água limpa. Durante a operação, a areia do filtro é coberta por uma camada de água de 0,3 a 1,0 m. Para um bom funcionamento, deve haver um fluxo contínuo entre os 0,1 e 0,3 m/h. Para uso comunitário, os reservatórios do filtro podem ser feitos de betão, tijolo, ferro-cimento, etc. São necessários no mínimo dois filtros para permitir um funcionamento contínuo. Recomenda-se que se alie os filtros de areia lenta a uma unidade dinâmica de pré-tratamento por filtro de desbaste. Quando a qualidade da água não purificada é má, é aconselhável acrescentar-se filtros de desbaste de fluxo ascendente. Por vezes, adiciona-se posteriormente cloro à água para evitar uma nova contaminação. Para uma aplicação em pequena escala, ver também a folha



informativa "Filtro Doméstico Lento de Areia".

Com uma boa operação e manutenção, um filtro de areia lenta produz água praticamente sem nenhum organismo nocivo.

Custo inicial: Dados das zonas rurais da Índia de 1983 indicam 60-130 dólares por metro quadrado de área de filtro. Na Colômbia, este valor era de 105-215 por metro quadrado em 1987.

Produção: 0,1 – 0,3 m³/h ou 0,028 – 0,083 l/s/m².

Zona de utilização: Em todo o mundo.

Fabricantes: Os filtros de areia lenta podem ser construídos por empreiteiros de construção experientes ou mesmo pelas comunidades com assistência técnica externa.

2 Descrição das actividades de O&M

Operação

A operação de um filtro de areia lenta é crucial para a sua eficiência. O fluxo da água deve ser mantido entre 0,1 e 0,3 m por hora para proporcionar aos organismos no filtro um fluxo estável de nutrientes e oxigénio, dando-lhes tempo para purificar a água. Após várias semanas

a alguns meses, a população de microrganismos torna-se demasiado densa e começa a obstruir o filtro. Dependendo do tipo de filtro, os níveis de fluxo podem ser devidamente ajustados ou o nível de água flutuante à superfície no filtro tornar-se-á demasiado

elevado. O guarda de um filtro de areia lenta mantém um livro de registo com os níveis de fluxo e actividades de operação e manutenção. Os filtros de areia lenta podem ser operados e mesmo monitorados pelas comunidades, desde que os operadores estejam bem treinados para tal. Um operador só necessita de menos de uma hora por dia para controlar o funcionamento e ajustar os níveis de fluxo. A limpeza do local e outras actividades poderão levar mais tempo.

Manutenção

Quando as velocidades do fluxo se tornam demasiado baixas, o filtro é drenado e a camada superior da areia é raspada, lavada, secada ao sol e guardada. Depois de se raspar várias vezes, a areia

é recuperada juntamente com areia nova para compensar as perdas durante a lavagem. A operação de limpeza de um filtro dura um dia. É necessário tomar medidas de higiene sempre que alguém entrar numa unidade do filtro para efeitos de manutenção ou inspecção. As válvulas devem ser abertas e fechadas de dois em dois meses para evitar que encravem. Quaisquer fugas devem ser reparadas imediatamente. Se os tanques do filtro e o sistema de drenagem tiverem sido bem concebidos e construídos, praticamente não são necessárias quaisquer reparações, embora as válvulas e a tubagem de metal possam necessitar de alguma atenção ocasional. Existem kits de análises que só precisam de alguma formação básica para o monitoramento da qualidade da água.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
controlo do fluxo de entrada	diariamente	locais		
regular o fluxo	diariamente	locais		
manter livro de registo	diariamente	locais	livro de registo, caneta	
limpeza do local	diariamente	locais		vassoura
raspar a areia, lavar, secar e reservar	mais ou menos de 6 em 6 semanas	locais	água, desinfectante para as ferramentas, botas	carrinho de mão, enxada, ancinho, pá, corda, balde, escada, pranchas, vassoura, bacia
voltar a pôr a areia no filtro	mais ou menos de 18 em 18 meses	locais	areia reciclada e nova, água, desinfectante para as ferramentas, botas	peneira, carrinho de mão, enxada, ancinho, pá, corda, balde, escada, pranchas
reparação da válvula	ocasionalmente	locais	arruelas, válvula de reserva	chave inglesa, chave de fendas, chave de porcas
substituição da tubagem de metal	ocasionalmente	locais ou da área	bocais roscados e acessórios, vedantes de canalização ou teflon, cimento, areia	serrote de aço, chave de porcas, rosca para tubos, martelo, colher de pedreiro, escopro, balde
desinfecção das saídas do filtro	ocasionalmente	locais	cloro	balde, escova
análise da qualidade da água	regularmente	locais ou da área	amostra de água, meios para o teste	kit de testes

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
operador local	regular o fluxo, manter o local limpo, chefiar a raspagem e re-colocação da areia	compreensão adequada do processo e higiene do filtro, conhecimentos de organização
utente da água ou trabalhador pago	apoio na raspagem e colocação de nova areia nos filtros	nenhuns conhecimentos especiais
comissão de águas	supervisão do operador, monitoramento da qualidade da água, recolha dos pagamentos, organização da limpeza e colocação de areia	conhecimentos de organização, análise básica da qualidade da água
canalizador local	reparação de válvulas e da tubagem	conhecimentos básicos de canalização
apoio externo	formação do operador, monitoramento da qualidade da água	capacidades de formação e de testagem microbial

Aspectos organizativos

Um filtro de areia lenta para uso comunitário carece de alguma organização para que se tenha mão-de-obra suficiente destinada à raspagem e re-colocação de areia nas unidades dos filtros. Terá que ser formado um operador local e algumas outras pessoas poderão necessitar de formação para a análise da qualidade da água e para serem capazes de substituir o operador. Poderá levar algum tempo até que as pessoas acreditem que um filtro verde e coberto de lodo possa produzir água potável. Para além da quantidade adicional de areia, algumas quantidades de cloro e de materiais de análise, são necessários muito poucos artigos externos. Com uma assistência externa adequada, as organizações de água podem tornar-se muito independentes na gestão do tratamento da sua água.

⑤ Custos correntes

O pagamento do operador e o custo da quantidade adicional de areia são os custos correntes principais, partindo-se do princípio de que os consumidores da água fornecem mão-de-obra ocasional gratuita.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Se os níveis de fluxo no filtro forem demasiado elevados, a qualidade da água baixa. A turvação excessiva (>30 NTU) na água não purificada pode causar o rápido entupimento do filtro; neste caso, poderá ser necessário um pré-filtro. Quando a qualidade da água é muito má, poder-se-ão formar produtos nocivos e com mau sabor como NH_3 e H_2NO_3 nas camadas inferiores do filtro. Se o fluxo da água for interrompido durante mais de algumas horas, os microrganismos benéficos no filtro poderão morrer e a acção do filtro é perturbada. As superfícies verticais suaves podem causar curtos-circuitos no fluxo da água, produzindo água de má qualidade.

Limitações

Em algumas regiões, a areia é cara ou difícil de obter. Os filtros de areia lenta requerem um investimento inicial significativo e uma operação e manutenção dedicada.

Observações

Após a re-colocação de areia no filtro, são necessários alguns dias para o filtro estar pronto. Neste período, a qualidade da água é mais baixa.

7 Literatura recomendada

IRC (1990); (formação; O&M)

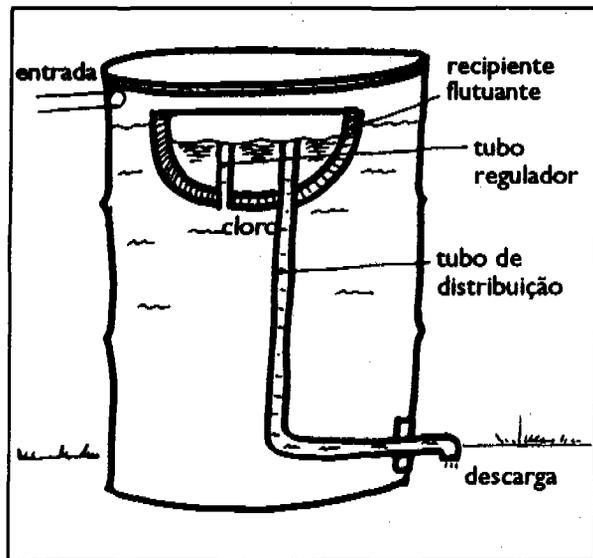
Visscher, J. T. et al (1987),
(desenho; O&M; custos)

7.8 Cloração em Sistemas de Abastecimento de Água Canalizada

0 Breve descrição da tecnologia

A cloração é um método químico de desinfecção da água que mata praticamente todos os patógenos e constitui uma barreira contra a ocorrência de nova infecção. Pode ser aplicada como a última etapa de um processo de tratamento de água potável ou como a única medida quando a qualidade da água já é razoavelmente boa. Os métodos de tecnologia baixa mais usados são a cloração de massa e cloração do fluxo. No caso da cloração de massa, acrescenta-se uma solução de cloro concentrada à água num reservatório com as entradas e saídas fechadas. A água é agitada e deixa-se o cloro reagir durante pelo menos 30 minutos. Depois deste período, as saídas podem ser abertas. Quando o reservatório se encontra vazio, as saídas são fechadas, volta-se a encher o reservatório e desinfecta-se uma nova massa. Este método não voltará a ser abordado nesta folha informativa.

Os cloradores de fluxo alimentam continuamente pequenas quantidades de solução de cloro com uma fraca concentração a um fluxo de água doce, muitas vezes o fluxo de água doce que entra num reservatório. Normalmente um pequeno reservatório contendo a solução de cloro é colocado por cima do reservatório da água e a solução é administrada próximo do local por onde entra a água doce e a turbulência garante uma boa mistura. Um dispositivo especial, como por exemplo um clorador num recipiente flutuante, permite a aplicação da dosagem exacta. Por vezes usa-se uma bomba eléctrica especial para este efeito. Para a produção de cloro no local, poder-se-ão adquirir dispositivos eléctricos que



convertem uma solução de sal de cozinha numa solução de cloro (Oliveira, Tavares e Meyers, 1995).

As doses de cloro devem ser monitoradas e ajustadas à qualidade e quantidade da água. Existem pequenos kits para este fim. Os químicos produtores de cloro devem ser guardados e preparados com cuidado. Ver também as folhas informativas sobre a cloração doméstica e cloração em recipiente.

Custo inicial: Um clorador e as mangueiras podem custar apenas 15 dólares. É necessário acrescentar a este preço o custo do tanque para a solução concentrada, as mangueiras e os custos de construção de um abrigo de protecção.

Produção: Normalmente 350 a 1.400 m³ de água por kg de composto de cloro a 70%.

Zona de utilização: Locais em que a água para beber necessita de desinfecção adicional e

onde se possa adquirir cloro.

Marcas registadas: Os compostos de cloro possuem muitas marcas registadas

② Descrição das actividades de O&M

Operação

O tanque de cloro tem de ser novamente enchido com uma solução acabada de preparar uma ou duas vezes por semana. É necessário controlar o nível do fluxo e, em caso de necessidade, o mesmo deve ser ajustado. Os operadores devem ter muito cuidado para evitar o contacto dos compostos ou soluções de cloro com os olhos ou roupa. Em alguns casos, mantém-se um livro de registo com dados sobre as quantidades de cloro aplicadas e os níveis de cloro residual medidos. É fácil aprender o processo de cloração.

Manutenção

Os cloradores, normalmente, têm de ser ajustados e limpos para se retirarem os sais de cloro. Quando as mangueiras são afectadas pelo cloro têm de ser substituídas. Se se utilizar um tanque de cloro de aço, este deve ser pintado anualmente e é necessário verificar se existe alguma corrosão. As luvas de protecção e os utensílios usados na preparação da solução de cloro necessitam de substituição ocasional e o abrigo do tanque da solução de cloro requer manutenção.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
voltar a encher o tanque de cloro	1 ou 2 vezes por semana	locais	composto de cloro, água	colher, balança, balde, vareta
ajustar e limpar o clorador	regularmente	locais	água	copo de medir, cronómetro
substituir a mangueira ou o clorador	ocasionalmente	locais	mangueira, pequenos tubos de plástico, vidro, cavilha, etc., recipiente	faca, prego
pintura do tanque de aço	anualmente	locais	tinta de látex	escova de aço, pincel
controlar e ajustar as doses	regularmente	da área	meios de análise, amostra de água	kit de testagem

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
operador	novo enchimento do tanque de cloro e preparação da solução, limpeza e ajuste do clorador, execução de pequenas reparações	conhecimentos básicos
comissão de águas	supervisão do operador, recolha dos pagamentos	conhecimentos de organização
trabalhador da saúde ou comerciante local	disponibilização ou venda do composto de cloro	nenhuns conhecimentos específicos
apoio externo	controlo do cloro residual na água e acerto das doses, operador	testes básicos e cálculo, capacidades de formação

Aspectos organizativos

Normalmente a comissão de águas designa um operador, com qualificações para a realização do trabalho. O composto de cloro tem de ser adquirido através de um comerciante ou do Departamento de Saúde, sendo necessário manter em stock uma quantidade adequada do composto de cloro. Uma organização externa como um departamento de saúde ou de águas do governo terá que providenciar a formação dos operadores e o monitoramento.

⑤ Custos correntes

Os custos correntes referentes aos químicos que produzem o cloro nos E.U.A. custam cerca de 7 dólares por kg de cloro disponível. Noutros países, este número pode ser substancialmente diferente. É necessário um kg de cloro disponível (1,4 a 4 kg do composto) para a desinfecção de 500 a 2.000 m³ de água. Os custos relativos às luvas de borracha, mangueiras e outras peças sobressalentes são normalmente baixos. Para além dos custos acima indicados, existirão outros custos correntes referentes ao pagamento do operador, monitoramento e formação.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Mangueiras de má qualidade desgastam-se rapidamente. Alguns compostos de

cloro são muito sensíveis às condições de armazenamento e rapidamente perdem a sua força. Se o clorador ficar entupido ou se o cloro residual não for monitorado, a desinfecção poderá não ser suficiente.

Limitações

A cloração não mata todos os organismos patogénicos, mas é normalmente muito eficaz. Em água alcalina, pH acima de 8, a cloração é menos eficaz. Quando a água contém uma grande quantidade de matéria orgânica ou material suspenso, será necessário o pré-tratamento. O elevado custo e a carência do composto de cloro podem constituir sérias limitações.

Observações

A cloração afecta o sabor da água e, por esse motivo, pode ser rejeitada pelos consumidores. Por outro lado, algumas vezes o sabor a cloro é apreciado. O sabor a cloro na água não é prova de uma desinfecção adequada. Muitas vezes, o sabor a cloro é causado pela aplicação de muito pouco cloro.

⑦ Literatura recomendada

Centro de Pesquisa de Águas e Sede Regional da OMS para a Europa (1989); (desenho; O&M).

Capítulo 8

Sistemas de armazenamento e distribuição

Introdução

Foram seleccionados para o manual os seguintes sistemas de armazenamento e distribuição:

Armazenagem

- 8.1 Reservatório de Barro com Revestimento de Betão
- 8.2 Reservatório de Betão Armado
- 8.3 Reservatório Elevado de Aço
- 8.4 Tanque de ferro-cimento

Distribuição

- 8.5 Fontanário Público
- 8.6 Ligação Doméstica
- 8.7 Contador de Água

Os elementos aqui analisados fazem parte de sistemas no armazenamento e distribuição de água. Os sistemas seleccionados são considerados como os mais relevantes nos pequenos sistemas comunitários de abastecimento de água. Os contadores de água só são analisados de forma genérica e não se estabelece qualquer comparação entre tipos e marcas, uma vez que este é um assunto fora do âmbito deste manual. Todavia, a decisão de instalar contadores de água tem implicações operacionais e organizacionais importantes.

Das opções de armazenamento analisadas, o reservatório de barro com revestimento de betão é o único que serve para o armazenamento de água não purificada. Em muitos casos, pode ser utilizado no lugar de reservatórios abertos de betão e a implicação de operação e manutenção deve ser vista em combinação com uma fonte de água não purificada ou método de elevação de água que torne necessário o armazenamento de água não purificada. O armazenamento de água purificada será necessário em praticamente todos os sistemas de água potável canalizada.

Algumas das tecnologias não discutidas neste documento são os reservatórios de fibra de vidro, tanques de pressão de quebra, cruzamentos suspensos, sifões, diferentes tipos de válvulas e caixas de válvulas, difusores friccionais, contadores principais de água, etc.

Seleção de Material

A escolha de certo tipo de material para tubos e acessórios pode ter efeitos importantes na manutenção.

Cloreto de polivinil (PVC) e polietileno (PE) são os materiais mais frequentemente usados nas redes de água potável subterrânea. O PE é mais aplicado em diâmetros mais pequenos e para pressões ligeiramente inferiores. É apresentado em rolos de 50 ou 100 metros de comprimento e é mais flexível que o PVC. O PVC vem em tubos de 6 metros de comprimento e tem até 300 mm de diâmetro, por vezes mais ainda. Normalmente existem mais acessórios para o PVC do que para o PE. Quando devidamente instalado, praticamente não é necessária qualquer manutenção à excepção do controlo geral de fugas.

Para pressões superiores a 1,25 MPa (127 m de água) ou quando os tubos ficam expostos à luz solar, usa-se ferro ou aço galvanizado. O ferro galvanizado vem em diâmetros até 4 polegadas (100 mm de calibre nominal) e o aço vem em diâmetros maiores. O ferro e o aço são sensíveis à corrosão. A galvanização dá uma certa protecção e os tubos de aço têm que ser tratados com uma camada protectora, como tinta de epoxi ou tinta betuminosa. Estas pinturas necessitam de manutenção regular.

Os tubos de cimento de asbesto são apresentados em diâmetros externos de 100 mm a mais de 1.000 mm. Não são adequados para pressões elevadas, mas são relativamente baratos e, quando enterrados no poço, não necessitam praticamente de nenhuma manutenção, à excepção do controlo geral de fugas. Por causa da sua rigidez, a sua instalação não é tão fácil como a do PVC e PE.

O bambu é por vezes usado para aplicações de baixo custo em regiões onde abunda. Só pode suportar baixas pressões e dura cerca de dois anos. A preparação e a ligação do bambu requer conhecimentos especiais.

O ferro maleável é um pouco como o aço, não tão forte, mas mais resistente à corrosão.

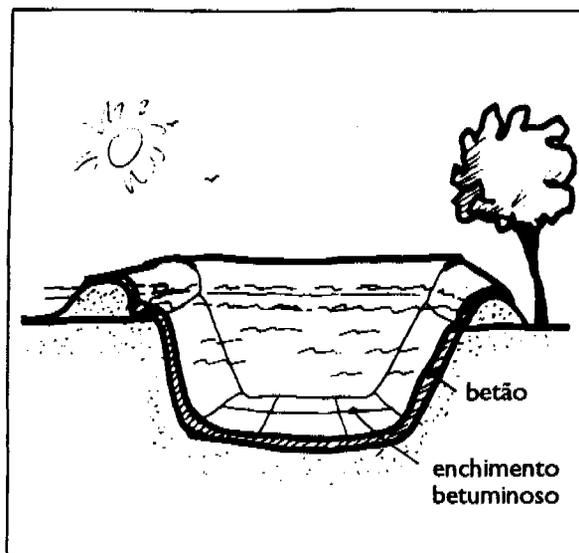
O ferro fundido é usado no fabrico de acessórios tais como grandes conectores e válvulas. É duro, mas parte-se mais facilmente do que o ferro maleável ou o aço. Porém, comparado com estes materiais, a resistência à corrosão é relativamente boa. Ultimamente tem havido interesse renovado em tubos de ferro fundido revestido.

8.1 Reservatório de Barro com Revestimento de Betão

1 Breve descrição da tecnologia

Os reservatórios de barro revestidos podem ser construídos em depressões naturais ou através da combinação de escavação e construção de um dique à volta do reservatório. As paredes interiores e exteriores de tal reservatório são sempre inclinadas. Se possível, as quantidades da escavação e do enchimento são praticamente idênticas, de modo a minimizar o volume do trabalho. As entradas e saídas são instaladas durante a terraplenagem. As paredes e o fundo têm de ser compactados, especialmente as partes feitas no novo enchimento. O interior do reservatório é impermeabilizado através de um revestimento de betão em grandes elementos de vários metros de diâmetro. A dimensão do elemento é limitada pela necessidade de flexibilidade da construção em relação à força do material. Utiliza-se um vedante feito a partir de material betuminoso ou impermeável para ligar os elementos. Um desenvolvimento mais recente é a construção do reservatório numa única unidade usando tecnologia de ferro-cimento (consultar as folhas informativas sobre reservatórios de ferro-cimento).

Custo inicial: 8 – 20 dólares/m³
(preços de 1986, Hofkes e Visscher, 1986).



- Variação:** De poucos a muitos milhares de metros cúbicos.
- Tipo de utilização:** Remoção de depósito sedimentar e armazenagem de água não purificada.
- Fabricantes:** Os reservatórios de barro com revestimento de betão são produzidos localmente.

2 Descrição das actividades de O&M

Operação

A operação de um reservatório é essencialmente uma questão de abrir ou fechar as válvulas e comportas, em conformidade com a necessidade de água no sistema e a qualidade da água na entrada.

Manutenção

As válvulas e comportas têm de ser abertas e fechadas uma vez por mês para que não fiquem encravadas. No mínimo uma vez por ano, tem que se vazar o sedimento do tanque, limpar, inspeccionar o revestimento e desinfectá-lo com cloro. É necessário reparar as rachas ou outros danos existentes no revestimento.

⑤ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
verificação da qualidade da água à entrada	diariamente	locais		
operação das válvulas e comportas	diariamente	locais		
reparação da válvula	ocasionalmente	locais	arruela, válvula de reserva	chave de porca, chave inglesa, chave de fendas
inspecção do revestimento	anualmente	locais		
reparação do investimento	ocasionalmente	locais ou da área	barro, argila, revestimento de plástico, cimento, areia, cascalho, etc.	carrinho de mão, pá, enxada, colher de pedreiro, martelo, escopro, balde, etc.

⑥ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente de água	apoio a grandes actividades de manutenção e reparação	nenhuns conhecimentos especiais
operador	abertura e fecho de válvulas, controlo da qualidade na entrada, manutenção de um livro de registo	conhecimentos básicos
comissão de águas		conhecimentos de organização

Aspectos organizativos

Normalmente a limpeza de um reservatório é uma actividade comunal. Uma pessoa que viva nas proximidades do reservatório pode desempenhar a tarefa de operador. Uma comissão de águas coordena todas as actividades relacionadas com o sistema de que o reservatório faz parte.

melhora a qualidade da água não purificada. Rachas no revestimento.

Limitações

Em regiões que registem escassez de água prolongada, a dimensão do tanque necessária pode ser demasiado grande para ser financiada pela comunidade.

Observações

Os revestimentos também podem ser de barro, argila, plástico ou asfalto.

⑦ Custos correntes

Os custos correntes consistem no pagamento ao operador e, ocasionalmente, alguns custos de material e mão-de-obra referentes às reparações de danos registados no revestimento.

⑧ Literatura recomendada

Não se recomenda nenhuma literatura específica. O IFIC/AIT possui boa informação sobre ferro-cimento e tecnologias afins:

⑨ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

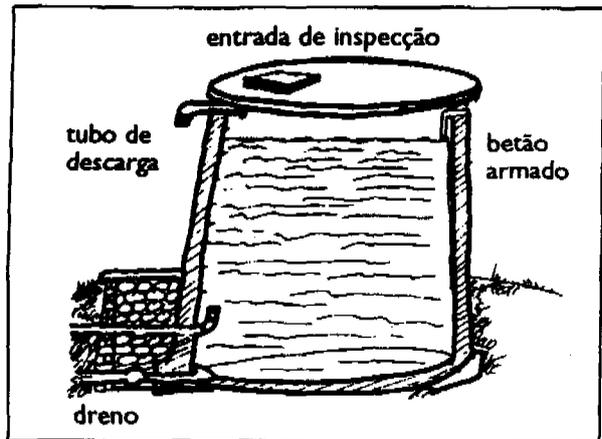
A rápida acumulação de depósitos sedimentares pode ser um problema, mas

International Ferrocement Information Centre / Asian Institute of Technology (IFIC/AIT)
P.O. Box 2754
Bangkok 10501
Thailand

8.2 Reservatório de Betão Armado

0 Breve descrição da tecnologia

Os reservatórios de água de betão armado armazenam água potável para libertá-la consoante as necessidades e são feitos de betão armado com barras e rede de aço. O betão é bom para suportar a pressão, mas não as forças de tracção; para absorvê-las, aço é embutido na construção. Muitas vezes misturam-se aditivos químicos para melhorar a impermeabilidade. Os reservatórios de betão armado são construídos no próprio local numa base de rocha sólida ou de areia não perturbada. Se a base não for suficientemente sólida, terá que se escolher um outro local ou tomar as medidas necessárias para garantir a estabilidade da construção. Para proteger a água da contaminação, o reservatório é coberto por um tampa que pode ser feita de diferentes materiais, mas normalmente utiliza-se também betão armado. Em cima do tanque, um tubo de ventilação com um crivo permite a circulação de ar puro no tanque, mas mantém fora os roedores e insectos. Uma entrada de inspecção na cobertura dá acesso ao tanque para efeitos de limpeza e reparação. A água corre para o reservatório através de um tubo de entrada que se situa acima do nível da água, de modo a que não deixe de entrar e que se possa ouvir quando a água está a chegar. Neste ponto, acrescenta-se muitas vezes uma solução de cloro para efeitos de desinfectação (consultar folha informativa sobre a cloração). As saídas são construídas um pouco acima do chão do reservatório, o qual possui uma inclinação em direcção ao ponto em que um tubo permita a sua descarga.



Custo inicial: Depende imenso da disponibilidade local e do custo da areia e de cimento. Hofkes e Visscher (1986) apresentaram um preço indicativo de 20 a 30 dólares por metro cúbico, mas na literatura encontram-se também valores muito mais elevados.

Profundidade: Normalmente entre 1,5 e 3 metros.

Vida útil: 30 anos

Zona de utilização: Para reservatórios com uma capacidade maior do que cerca de 3 m³, nos locais onde existam areia, cimento, cascalho e reforço.

Fabricantes: Tanques de betão armado são construídos no local por muitas organizações e empreiteiros de construção.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

Consiste na abertura e fecho das válvulas e na gestão de um clorador, caso exista (ver folha informativa sobre cloração). Se o reservatório não abastecer água directamente para uma torneira, a operação é normalmente feita por um operador.

Manutenção

Um reservatório bem desenhado e construído requer muito pouca

manutenção. O local a sua volta deve ser limpo com regularidade, todos os meses é necessário fechar e abrir as válvulas para evitar que elas encravem e os crivos têm de ser verificados. Ocasionalmente, um crivo ou torneira pode necessitar de reparação. Uma vez por ano, ou se houver suspeitas de contaminação, o reservatório tem de ser drenado e o depósito sedimentar retirado, limpo com uma escova e desinfectado com cloro. Quaisquer fugas ou rachas no betão têm de ser reparadas logo que possível.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza do ambiente à volta	regularmente	locais		vassoura, catana, enxada etc.
abertura e fecho das válvulas	no mínimo mensalmente	locais		
reparação da válvula	ocasionalmente	locais	arruela, válvula de reserva	chave de porca, chave inglesa, chave de fendas
reparação do crivo	ocasionalmente	locais	crivo de plástico ou de cobre, arame	alicate, chave de porca, cortador de lata
limpeza e desinfecção do reservatório	anualmente	locais	cloro	escova, vassoura, balde, escada
reparação do betão	ocasionalmente	locais ou da área	cimento, areia, cascalho, aditivos	colher de pedreiro, pá, balde, carrinho de mão, escada, corda

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
consumidor	utilização da água, apoio à limpeza do reservatório	nenhuns conhecimentos especiais
operador	regular o fluxo de entrada e saída, advertência em caso de necessidade de reparação	conhecimentos básicos
comissão de águas	supervisão do operador, organização de reparações	conhecimentos de organização
pedreiro	execução de reparações	alvenaria
apoio externo	controlo da qualidade de água, estímulo e orientação da organização local	análise microbial, trabalho de extensão

Aspectos organizativos

Em caso de necessidade, poder-se-á designar um operador para regular o fluxo de entrada e saída. Um reservatório de betão tem poucos outros requisitos em termos de organização.

⑥ Custos correntes

Para além dos custos do pessoal, os custos correntes incluem as despesas com o cloro, algumas peças sobressalentes para as válvulas e, muito ocasionalmente, material para a reparação do betão.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Rachas e fugas devido à má fundação, desenho ou construção. Corrosão causada por um teor elevado de dióxido de carbono na água. Contaminação por a entrada de inspecção estar mal tapada ou devido a crivos quebrados.

Limitações

O betão armado é caro e o assentamento do solo por baixo da estrutura pode ser grande devido ao peso elevado do betão.

Observações

Algumas técnicas de construção utilizam bambu ou outros materiais para reforçar o betão. Os reservatórios podem também ser feitos de alvenaria e o ferrocimento é também uma técnica apropriada.

⑦ Literatura recomendada

Jordan, Thomas D. (1984);
(critérios do desenho; O&M).

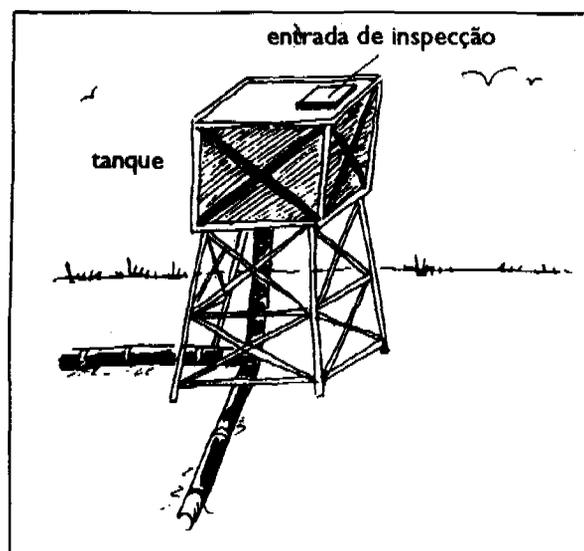
8.3 Reservatório Elevado de Aço

0 Breve descrição da tecnologia

Os reservatórios elevados de aço armazenam água potável num tanque de aço num suporte elevado ou torre. A posição elevada do tanque permite a pressão necessária para atingir outros pontos no sistema de distribuição. Os tanques podem ser cilíndricos, rectangulares ou qualquer outro formato conveniente. Para uso familiar, o tanque pode ser feito a partir de um tambor de óleo e a torre de bambu. Para fins comunais, os tanques elevados de aço são muitas vezes construídos a partir de elementos de aço galvanizado feitos em fábrica e aparafusados ou soldados.

Apesar do tratamento anti-corrosivo, os tanques de aço são normalmente mais sensíveis à corrosão do que os reservatórios de betão. Podem ser construídos mais rapidamente e os custos de transporte do material são geralmente inferiores, particularmente quando os agregados de betão não são produzidos localmente. Vários tubos são ligados ao tanque: de entrada, saída e descarga. Na cobertura do reservatório existe uma entrada de inspecção, que é fechada por uma tampa e o buraco ou tubo de ventilação com crivo mantém a pressão atmosférica no tanque. Se uma bomba eléctrica for usada, o ligar e desligar da bomba pode ser regulado por eléctrodos sensores no tanque. Em relação a outros sistemas, poder-se-á usar uma válvula flutuante para cortar o fluxo de entrada ao se atingir o nível máximo.

Os tanques podem ser colocados em torres de aço, madeira ou betão armado. É necessário prestar a máxima atenção à fundação da estrutura.



Custo inicial: Os preços variam consideravelmente de país para país e consoante a qualidade do tanque. Na Tanzânia, um tanque circular acima do solo feito de ferro galvanizado custava 125 dólares/m³ e 55 dólares/m³ por um tanque de 10 m³ (dados de 1991, Mayo 1991).

Elevação: A base do reservatório situa-se normalmente entre cinco e dez metros acima do ponto mais elevado da torneira.

Zona de utilização: Em zonas planas, muitas vezes em combinação com uma bomba.

Fabricantes: Os tanques elevados de aço são fornecidos por muitas indústrias nacionais.

⊗ Descrição das actividades de O&M

Operação

A operação consiste na abertura e fecho das válvulas e na gestão de um clorador, caso exista (consultar folha informativa sobre a cloração) e é normalmente feita por um operador que vive nas redondezas.

Manutenção

No mínimo de seis em seis meses é necessário proceder à limpeza do interior do reservatório: este é vazado, deixando-se ficar 0,2 m de água, o material depositado é mexido e descarregado através do tubo de

descarga. Uma vez por ano, proceder à pintura do tanque e do suporte. As camadas de tinta de epoxi poderão necessitar de alguma manutenção. Reparação imediata de quaisquer fugas. Sempre que alguém entrar no reservatório, proceder à sua desinfeção completa com uma solução de cloro. Ao fim de um ou dois meses, as válvulas devem ser fechadas e abertas para evitar que encravem e os crivos têm de ser verificados. Algumas válvulas necessitam de lubrificação. Um crivo ou válvula poderão necessitar de reparação ocasional.

⊗ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
abertura e fecho de válvulas	no mínimo mensalmente	locais		
reparação da válvula	ocasionalmente	locais	arruela, válvula de reserva	chave de porca, chave inglesa, chave de fendas
reparação do crivo	ocasionalmente	locais	crivo de plástico ou cobre, arame	alicate, chave de porca, cortador de lata
limpeza e desinfeção do reservatório	anualmente	locais	cloro	escova, vassoura, balde, escada
pintura do reservatório	anualmente	locais	tinta anti-corrosiva	pinel, escada

⊗ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
operador		conhecimentos básicos
comissão de águas	supervisão do operador	conhecimentos de organização
soldador	reparação de componentes em aço	soldagem
canalizador	reparação de válvulas e tubos	canalização básica
apoio externo	controlo da qualidade da água, estímulo e orientação da organização local	análise microbial, trabalho de extensão

Aspectos organizativos

Os tanques grandes elevados de aço são tipicamente utilizados por grandes consumidores de água, como empresas e comunidades agrícolas. A manutenção do reservatório tem de ser financiada e organizada, mas geralmente não impõe nenhuns problemas organizativos.

⑥ Custos correntes

Para além dos custos do pessoal, os custos correntes incluem despesas com a tinta, cloro, algumas peças sobressalentes para as válvulas e, ocasionalmente, com a soldagem.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Fugas causadas pela corrosão.

Limitações

Em comparação com os reservatórios de betão, ferro-cimento ou mesmo de madeira, os reservatórios de aço necessitam de uma manutenção relativamente maior.

Observações

—

⑦ Literatura recomendada

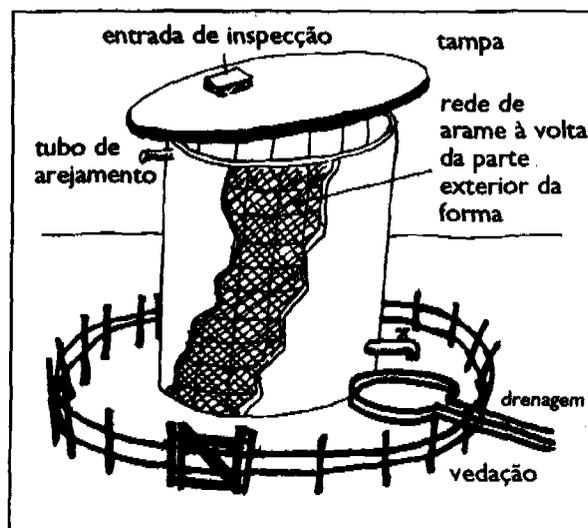
Não se recomendam nenhuns documentos especiais. O desenho é normalmente da responsabilidade dos fabricantes.

8.4 Tanque de Ferro-cimento

① Breve descrição da tecnologia

Os tanques de água de ferro-cimento são feitos a partir de uma estrutura de rede de aço e arame coberta por dentro e por fora por uma camada fina de argamassa de cimento e areia. As paredes podem ter uma espessura de 2,5 cm. Estes tanques podem ser usados ao nível familiar ou de comunidades completas e proporcionam uma forma de armazenamento de água relativamente barata e fácil de cuidar. Para evitar forças de arqueamento no material, a maior parte dos tanques de ferro-cimento possui paredes redondas, com forma de um cilindro, globo ou de um ovo. Em comparação com os reservatórios de betão, os tanques de ferro-cimento são relativamente leves e flexíveis.

Para proteger a água potável da contaminação, o tanque é coberto por uma tampa ou cobertura que pode ser feita de diferentes materiais, mas também se usa normalmente o ferro-cimento. Neste caso, será necessário um tubo de ventilação com um crivo para permitir a circulação de ar no tanque e, ao mesmo tempo, evitar a entrada de roedores e insectos. Uma entrada de inspecção na cobertura dá acesso ao tanque para efeitos de limpeza e reparação. A água corre para dentro do reservatório através de um tubo de entrada que se situa acima do nível da água, de modo a que esta não volte a sair e que se possa ouvir quando a água chega. Neste ponto, acrescenta-se muitas vezes uma solução de cloro para desinfecção (consultar folha informativa sobre cloração). As saídas são construídas um pouco acima do fundo do reservatório, o qual apresenta uma inclinação em direcção a um tubo que permite a descarga para um dreno. Uma vedação à volta do tanque mantém afastado o gado que poderia danificar as paredes finas do reservatório.



Custo inicial: No Quénia em 1993, um tanque de 20 m³ com cobertura custava 21 dólares por metro cúbico (Cumberlege e Kiongo, 1994) e tanques de 5,5 a 12 m³ nas Ilhas do Sul do Pacífico custavam recentemente uma média de 50 dólares por metro cúbico (Skoda e Reynolds, 1994).

Volume: De 1 a mais de 80 metros cúbicos.

Profundidade: Normalmente entre 1,5 e 3 metros

Zona de utilização: Em todo o mundo onde seja necessário um armazenamento barato.

Fabricantes: Os tanques de ferro-cimento são construídos no local por muitas organizações, operários especializados e empreiteiros de construção e podem mesmo ser feitos em fábricas.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

A operação consiste na abertura e fecho de válvulas e na gestão do clorador, caso exista (consultar folha informativa sobre cloração).

Manutenção

Um tanque bem desenhado e construído requer muito pouca manutenção. O local à sua volta, incluindo o dreno, deve ser limpo com regularidade, todos os meses é necessário fechar e abrir as válvulas

para evitar que elas encravem e os crivos têm de ser verificados. Ocasionalmente, a vedação, crivo ou torneira podem necessitar de reparação. Uma vez por ano ou se houver suspeitas de contaminação, o reservatório tem de ser drenado, retirar-se o depósito sedimentar, limpo com uma escova e desinfectado com cloro. Quaisquer fugas têm de ser reparadas imediatamente. A reparação implica algumas técnicas especiais que são fáceis de aprender, algum arame e rede, cimento, areia e água.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza do ambiente à volta	regularmente	locais		vassoura, catana, enxada etc.
abertura e fecho das válvulas	no mínimo mensalmente	locais		
reparação da válvula	ocasionalmente	locais	arruela, válvula de reserva	chave de porca, chave inglesa, chave de fendas
reparação do crivo	ocasionalmente	locais	crivo de plástico ou de cobre, arame	alicate, chave de porca, cortador de lata
limpeza e desinfecção do reservatório	anualmente	locais	cloro	escova, vassoura, balde
reparação do ferro-cimento	ocasionalmente	locais ou da área	aramé, rede, cimento, areia, aditivos	escopro, martelo, escova de aço, colher de pedreiro, pá, balde, alicate

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
operador	limpeza do reservatório e redondezas, abertura e fecho de torneiras e válvulas	conhecimentos básicos
comissão de águas	supervisão do operador, organização de reparações	conhecimentos de organização
pedreiro	reparação do ferro-cimento	alvenaria do ferro-cimento
apoio externo	controlo da qualidade de água, estímulo e orientação da organização local	análise microbial, trabalho de extensão

Aspectos organizativos

Os tanques de ferro-cimento podem ser usados ao nível familiar ou comunal. Se forem usados pelas comunidades, poder-se-á designar um operador, de preferência alguém que viva perto do reservatório.

⑥ Custos correntes

Para além dos custos do pessoal, os custos correntes incluem as despesas com o cloro, algumas peças sobressalentes para as válvulas e, muito ocasionalmente, material para a reparação do ferro-cimento.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Rachas e fugas devido a um mau desenho ou construção. Danos causados por uma pancada, por exemplo, de chifre de boi. Contaminação devido a uma má cobertura, forma incorrecta de extracção de água ou a crivos quebrados. Corrosão devido a um teor elevado de dióxido de carbono na água.

Limitações

O ferro-cimento é menos apropriado para estruturas rectangulares.

Observações

Em regiões sem tecnologia de ferro-cimento, poderá levar algum tempo até as pessoas aceitarem o seu conceito diferente de construção. Em geral, as pessoas não confiam em paredes finas e pensam que envolve quantidades demasiado grandes de aço.

⑦ Literatura recomendada

Hasse, Rolf (1989); (desenho; construção; O&M).

Para mais informações sobre ferro-cimento e tecnologias afins:

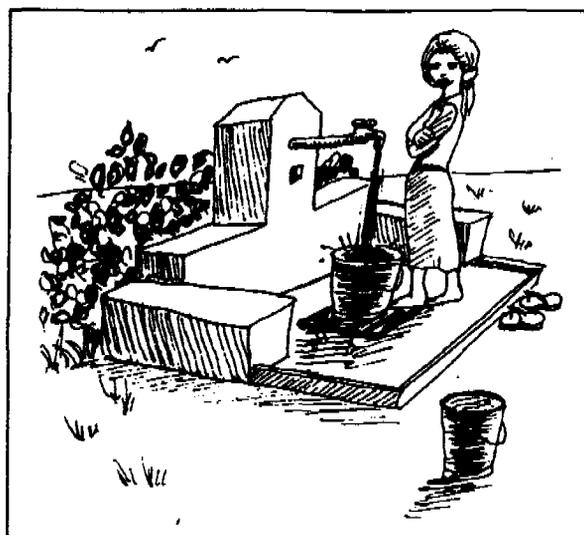
International Ferrocement Information Centre / Asian Institute of Technology (IFIC/AIT)
P.O. Box 2754
Bangkok 10501
Thailand

8.5 Fontanário Público

① Breve descrição da tecnologia

Num fontanário ou torneira pública, pessoas de diferentes famílias podem obter água de uma ou mais torneiras. Porque são usadas por muitas pessoas e muitas vezes não tão bem cuidadas, o desenho tem de ser mais resistente do que as ligações domésticas. O fontanário inclui uma ligação de serviço à conduta de abastecimento de água, uma coluna ou parede de suporte e uma ou mais saídas de 0,5 polegadas a uma distância suficiente desta coluna que permita um enchimento fácil dos recipientes de água. As torneiras podem ser do tipo globo ou que se fecham automaticamente. A coluna ou parede pode ser de madeira, tijolo, alvenaria, betão, etc. Alguns fontanários possuem uma válvula reguladora que pode ser ajustada e trancada para limitar o fluxo máximo. Também se pode incluir um contador de água (ver folha informativa sobre contadores de água). Uma laje ou sócolo sólido de pedra ou betão por baixo da torneira e um sistema de drenagem devem conduzir a água entornada e evitar a formação de poças de lodo. Pode ser necessária uma vedação para manter o gado afastado.

A altura da pressão residual da água na torneira deve situar-se, de preferência, entre os 10 e 30 metros e nunca deve ser inferior a 7 nem superior a 56 metros. A localização e o desenho de um fontanário público têm de ser definidos em estreita



colaboração entre os futuros consumidores.

Custo inicial: Em 1995, uma torneira de fecho automático para tubos de 0,5 a 1 polegada custava 12 dólares (PNUD/APSO, 1995). É possível arranjar torneiras mais baratas. Outros custos dependem grandemente do desenho do fontanário.

Número de torneiras: 1 a 3 e mais.

Utentes p/ torneira: Máximo 200 pessoas.

Produção: 0,2 a 0,4 l/s por torneira.

Zona de utilização: Sistemas públicos de água canalizada.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

Os consumidores da água lavam e enchem os seus recipientes na torneira. Normalmente não é permitido tomar banho nem lavar roupa no próprio fontanário. O local onde o fontanário se situa tem de ser limpo diariamente e é necessário inspeccionar o dreno.

Manutenção

O dreno deve ser limpo no mínimo uma vez por mês. A formação de poças tem

de ser sempre evitada. De vez em quando poderá ser necessário substituir uma arruela de borracha ou uma outra componente da torneira. A vedação poderá, também, necessitar de reparação. Se a estrutura apresentar fendas sérias deve ser reparada e quando a madeira apodrece deve ser tratada ou substituída. Ocasionalmente, a tubagem pode apresentar fugas ou carecer de substituição. Para efeitos de manutenção de um contador, consultar a folha informativa sobre contadores de água.

④ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
tirar água da torneira	diariamente	locais		cântaro, balde, lata, etc.
limpeza do local	diariamente	locais		vassoura ou escova
inspecção e limpeza do dreno	diariamente	locais		enxada, pá
reparação ou substituição da válvula	ocasionalmente	locais	arruela de borracha ou cabedal, vedante, teflon, linho, válvula de reserva	chave inglesa, chave de fendas, chave de tubos
reparação da vedação	ocasionalmente	locais	madeira, arame de aço, pregos	catana, alicate, martelo
reparação do suporte da válvula, sócolo ou dreno	ocasionalmente	locais	madeira, pregos, cimento, areia, água etc.	martelo, serrote, colher de pedreiro, balde, etc.
reparação da tubagem	ocasionalmente	locais	bocal roscado de tubos, conectores, cotovelos, etc., óleo, teflon, linho ou massa de canalização	chave de tubos, cortador de tubos, serrote, lima,

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
consumidor	tirar água da torneira, manter o local limpo	nenhuns conhecimentos especiais
operador ou comissão do fontanário	limpeza do local, execução de pequenas reparações, recolha dos pagamentos	conhecimentos básicos
comissão comunal de águas	organização de mais reparações de vulto, recolha dos pagamentos	conhecimentos de organização e contabilidade
pedreiro	reparação do fontanário e do sócolo	alvenaria
canalizador	reparação da tubagem e das torneiras	conhecimentos básicos de canalização
apoio externo	monitoramento da higiene, formação de membros da comissão	conhecimentos de formação e análises microbiológica

Aspectos organizativos

Um operador ou comissão responsável pelo fontanário poderão ser nomeados com o objectivo de garantir o funcionamento do fontanário, a manutenção da limpeza do local onde o mesmo se encontra situado, bem como o controlo das quantidades de água utilizada. Estas pessoas também se responsabilizam pela recolha dos pagamentos pelo uso da água. Por vezes

os vendedores de água enchem os seus tanques em fontanários públicos mediante o pagamento de taxas de revenda a pessoas que vivem em lugares mais distantes.

⑤ Custos correntes

Os custos correntes referentes a um fontanário público incluem algumas pequenas reparações de torneiras por

ano e a reparação ocasional dos tubos, coluna, parede, sócolo ou dreno.

⑥ **Problemas, limitações e observações**

Problemas frequentes

Utilização ilegal, manutenção insuficiente e conflitos quanto ao uso devido à má localização do fontanário ou problemas sociais não resolvidos. Má drenagem. Muitas vezes as torneiras não são fechadas depois do uso ou mesmo são deixadas abertas de propósito para irrigar um terreno nas redondezas. Os fontanários na cauda de um sistema canalizado muitas vezes não têm pressão de água suficiente.

Limitações

Se a população pretende organizar a utilização e manutenção comunal, a única limitação é o custo.

Observações

É necessário prestar particular atenção ao manuseamento da água após o abastecimento no fontanário de modo a evitar a posterior contaminação.

⑦ **Literatura recomendada**

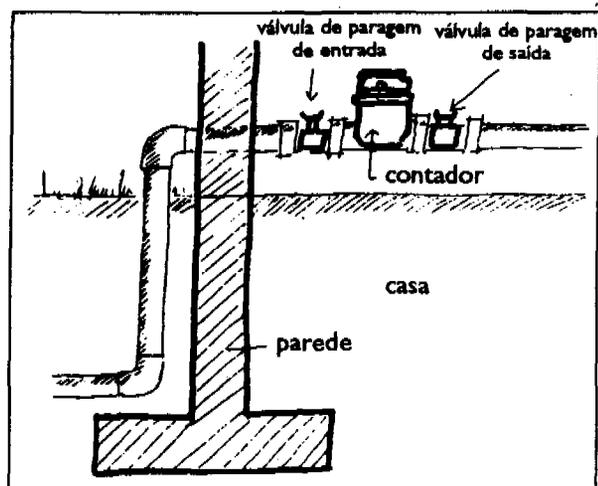
Jordan, Thomas D. (1984), (desenho; construção; operação e manutenção).

8.6 Ligação Doméstica

① Breve descrição da tecnologia

Quando existe água e fundos suficientes, uma alternativa válida é ligar todas as casas ou quintais a um sistema de água canalizada. Esta solução é mais conveniente para os consumidores de água e normalmente aumenta a utilização e melhora as condições de higiene. Um tubo, geralmente feito de polietileno ou PVC, leva a água da rede de distribuição para as casas ou quintais. Leva a água para uma única torneira num poste ou a um sistema de tubos e torneiras dentro de casa. No ponto de entrada para as instalações, é possível instalar uma válvula de comporta e um contador de água. Também é necessário criar as condições de drenagem.

A altura da pressão residual da água nas ligações domésticas deve situar-se, de preferência, entre os 10 e 30 metros e nunca deve ser inferior a 7 nem superior a 60 metros. Não é recomendável uma combinação de saídas de água domésticas pagas e públicas gratuitas numa única comunidade.



Custo inicial: Os custos dependem essencialmente do que está incluído. Uma ligação muito simples com um fontanário de madeira pode custar apenas 10 dólares, sem incluir a mão-de-obra nem tubagem adicional de distribuição.

Utilizadores por conexão: Normalmente uma família (alargada)

Produção: 0,225 l/s por torneira.

Zona de utilização: Sistemas de água canalizada em todo o mundo.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

As torneiras são usadas ao longo do dia. Não se deve deixar que elas vertam ou pinguem. É necessário evitar a formação de lama e de poças de água. Proceder à limpeza diária da torneira e do local onde esta se situa e inspeccionar o dreno.

Manutenção

De vez em quando pode ser necessário substituir a arruela de borracha ou outra componente da torneira. Qualquer estrutura no local onde a torneira está colocada e no sistema de drenagem poderão, também, necessitar de reparação. Esporadicamente, a tubagem pode ter fugas ou necessitar de substituição. Para mais informações sobre a manutenção de um contador de água, consultar a respectiva folha informativa.

④ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
tirar água da torneira	diariamente	locais		cântaro, balde, lata, etc.
limpeza do local	diariamente	locais		vassoura ou escova
inspecção e limpeza do dreno	diariamente	locais		enxada, pá
reparação ou substituição da válvula	ocasionalmente	locais	arruela de borracha ou couro, vedante, teflon, linho, válvula de reserva	chaves inglesas, chave de fendas, chave de tubos
reparação do suporte da válvula, sócolo ou dreno	ocasionalmente	locais	madeira, pregos, cimento, areia, água, etc.	martelo, serrote, colher de pedreiro, balde, etc.
reparação da tubagem	ocasionalmente	locais	bocal roscado de tubos, conectores, cotovelos, etc., óleo, teflon, linho ou massa de canalização	chave de tubos, cortador de tubos, serrote, lima, enroscador de tubos

⑤ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
consumidor	tirar água da torneira, manter o local limpo	nenhuns conhecimentos especiais
pedreiro	reparação do fontanário e do sócolo	alvenaria
canalizador	reparação da tubagem e das torneiras	conhecimentos básicos de canalização
comissão de águas	monitoramento dos hábitos de higiene, formação de membros da família	conhecimentos de formação, noções de higiene
apoio externo	verificação da qualidade da água, formação de membros da comissão	análise microbial, conhecimentos de formação

Aspectos organizativos

A operação e manutenção da ligação são organizadas pelas próprias famílias. Ocasionalmente, a comissão de águas da comunidade poderá controlar os hábitos de higiene e informar as pessoas sobre a forma de melhorá-los. Quando se verifica escassez de água ou a pressão é demasiado baixa em certas partes da rede, a comissão de águas tem de motivar ou forçar os consumidores a limitar a sua utilização da água. Uma rede com ligações domésticas é mais complicada do que com fontanários públicos, mas alguns aspectos de gestão podem ser mais simples porque não são necessárias comissões para os fontanários.

⑥ Custos correntes

Os custos correntes referentes às ligações domésticas implicam uma ou mais pequenas reparações da torneira por ano e ocasionalmente algumas reparações dos tubos, local e sistema de drenagem.

⑦ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Fugas não controladas. Distribuição injusta da água entre as famílias.

Limitações

Os custos iniciais referentes às ligações domésticas são mais elevados. A manutenção da rede também se torna mais complicada. Quando há escassez de água, poderá ser difícil garantir água para todos.

Observações

—

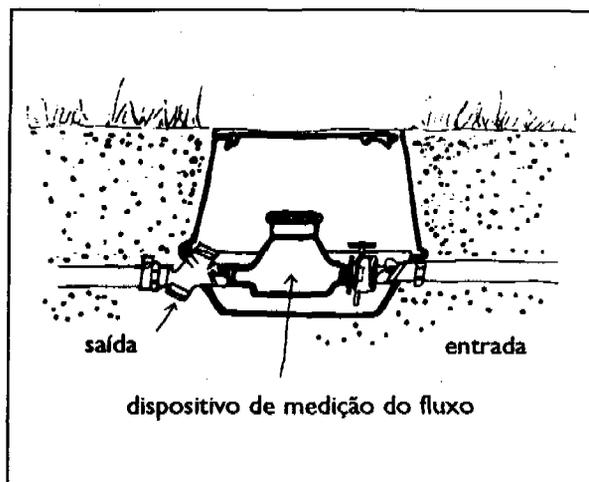
⑦ Literatura recomendada

Jordan, Thomas D. (1984);
(desenho; construção).

8.7 Contador de Água de Pequeno Fluxo

① Breve descrição da tecnologia

Os contadores de água, em combinação com os fontanários públicos ou ligações domésticas criam condições para se obter pagamentos de água de acordo com o volume distribuído e regular a sua utilização através de um mecanismo de preços. Os contadores de água são um dispositivo de medição do fluxo, um contador e um cárter de protecção com uma entrada e uma saída. Um filtro à entrada impede a entrada das partículas grandes. Existem muitos modelos, mas para o uso doméstico comum ou em fontanários públicos, são mais comuns os contadores de pás rotativas. O acoplamento entre a roda das pás e do dispositivo de contagem pode ser magnético ou directo. O acoplamento magnético tem a vantagem de que o dispositivo de contagem pode ser completamente selado, não permitindo a entrada de água, sedimentos ou algas. Sempre se instala uma válvula de fechamento do lado do fluxo ascendente do contador para permitir a revisão e manutenção. Para a medição de grandes fluxos, ver Jeffcoate e Pond, (1989).



Custo inicial: A partir de 10 a 25 dólares e mais, excluindo os custos de instalação.

Variação do fluxo: 0,005 a 1,5 l/s para uso doméstico

Zona de utilização: Sistemas públicos de água canalizada.

Marcas registadas: Biesinger; Bosco; Kent; Schlumberger; Spanner Pollux; Valmet, etc.

Fabricantes: Fábricas especializadas em países industrializados.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

Com regularidade, por exemplo uma vez por mês, uma pessoa designada procede à leitura do contador, a qual anota os novos valores num livro. A diferença entre duas leituras do mesmo contador é a quantidade utilizada e os consumidores receberão as facturas em conformidade com estas quantidades. O elemento que procede à leitura tem de verificar se o contador se encontra em boas condições e se não foi viciado.

Manutenção

Quando a água não possui depósitos sedimentares, um contador de boa qualidade precisa de muito pouca manutenção mas, no caso de serem necessárias reparações,

o trabalho terá que ser feito por uma oficina especializada. Quando o filtro à entrada fica entupido, a limpeza pode ser feita no próprio local. É aconselhável limpar o passador pelo menos uma vez por ano, dependendo do contador e da qualidade da água, mas esta não é prática comum. Quando há razões para se pensar que o contador já não está a funcionar devidamente, este tem de ser substituído ou recalibrado. O antigo contador tem de ser verificado por um representante da comissão de águas e comparado com outro contador que se sabe que é exacto ou tem de ser enviado a um laboratório especializado para efeitos de inspecção, reparação e calibragem. especializado para inspecção, reparação e calibragem.

④ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
leitura do contador	mensalmente	locais	bloco de notas, lápis	
verificação do estado do contador	mensalmente	locais		
limpeza do filtro	anualmente	locais		chaves inglesas, chave de fendas
substituição do contador	ocasionalmente	locais	contador de reserva, teflon ou linho	chaves inglesas, chave de tubos
verificação da calibragem do contador	ocasionalmente	locais	água	chaves inglesas, chave de tubos, contador calibrado, bocais roscados
reparação e calibragem do contador	ocasionalmente	especialista	depende do modelo	oficina completa

⑤ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
consumidor	protecção do contador	nenhuns conhecimentos especiais
leitor do contador	leitura, registo, controlo visual	leitura do contador, escrever
comissão de águas	supervisão do leitor	conhecimentos de organização
canalizador	limpeza do passador, substituição do contador	conhecimentos básicos de canalização
canalizador ou comissão de águas	verificação da calibragem do contador	ligação e leitura do contador
especialista	reparação do contador	conhecimentos especializados

Aspectos organizativos

Os contadores de água são normalmente da responsabilidade dos próprios consumidores para garantir que os mesmos sejam bem tratados. Quando pertencem à comissão de águas ou ao projecto, os consumidores poderão, ainda assim, ser responsáveis pelo estado das componentes externas do contador. A comissão de águas terá ainda que manter um stock de contadores de água de modo a poder substituir os que apresentem defeitos. É necessário reduzir ao mínimo o número de modelos diferentes para reduzir os custos. A leitura e o controlo visual do funcionamento do contador são feitos pelo leitor, que normalmente mantém o registo do consumo de toda a

comunidade. O pagamento ao leitor do contador aumenta os custos de operação do sistema. As leituras do contador são a base para a facturação de acordo com as quantidades reais de água consumida e, por isso, podem servir de instrumento para regular o consumo. Em combinação com contadores de água de grande fluxo, os contadores de pequeno fluxo também facilitam o controlo de perdas de água.

⑥ Custos correntes

Quando a água não apresenta areia nem ar, os contadores de água de boa qualidade funcionam bem durante 10 a 15 anos ou mais. Um contador de água de má qualidade ou a existência de areia na

água implicarão uma maior frequência de reparação e os custos totais daí resultantes poderão ser mais elevados. Os custos referentes à calibragem regular constituem uma componente importante dos custos correntes dos contadores de água.

⑥ **Problemas, limitações e observações**

Problemas frequentes

Os contadores podem perder a calibragem, ser viciados ou danificados pelo gado ou pela areia na água. A areia ou resíduos podem entupir o filtro.

Limitações

Custo inicial elevado. Aumento do custo de operação. Não apropriado para água com um grande depósito sedimentar.

Observações

Alguns contadores de água requerem mais conhecimentos de leitura do que outros, o que pode constituir um problema tanto para os consumidores, como para os responsáveis pela leitura.

⑦ **Literatura recomendada**

Jeffcoate, Phillip e Pond, Roy, (1989); (não exactamente para contadores de água de uso doméstico).

Wijk-Sijbesma, Christine van (1987); (recuperação de custos).

A documentação dos fabricantes também apresenta muita informação.

Parte III

Tecnologia de Saneamento a Baixo Custo

Capítulo 9	153
------------------	-----

Capítulo 9

Saneamento rural a baixo custo

Introdução

As folhas informativas apresentadas neste capítulo sobre as tecnologias de saneamento, variam numa progressão ascendente, desde tecnologias simples tais como as latrinas tradicionais melhoradas, a sistemas mais complicados de rede de esgotos. Nas tecnologias de latrinas, distingue-se entre os sistemas que não necessitam de água (sistemas secos), e os sistemas que necessitam de água para o seu funcionamento (sistemas molhados). Para a remoção e transporte de excrementos, são cobertas técnicas de vazamento de covas e sistemas não convencionais de redes de esgotos.

As seguintes tecnologias foram seleccionadas para este documento:

- 9.1 Latrina básica tradicional melhorada
- 9.2 Latrina de cova melhorada ventilada
- 9.3 Latrina de câmara dupla de composto
- 9.4 Latrina com furo
- 9.5 Latrina de carga-descarga com cova de filtragem
- 9.6 Fossa séptica e 'aqua privy'
- 9.7 Camião-tanque de vácuo
- 9.8 Tecnologia de Vazamento Manual de Covas de Latrinas – Manual Latrine-Pit Emptying Technology (MAPET)
- 9.9 Fossa
- 9.10 Terreno de drenagem
- 9.11 Rede de esgotos de pequeno furo ou de clarificação

As tecnologias de tratamento de lama e efluentes, tais como as lagoas de estabilização e tanques de ventilação, não estão abrangidas, pois estão fora do âmbito da tecnologia a baixo custo. Igualmente, não foi incluída a recolha de fezes com balde, visto que constitui uma forma não higiénica de recolha e transporte, e cria riscos sanitários, não apenas para as pessoas que fazem a recolha, mas também para a comunidade em geral, já que a sua remoção normalmente tem lugar de forma não controlada e insegura.

9.1 Latrina Básica Tradicional Melhorada

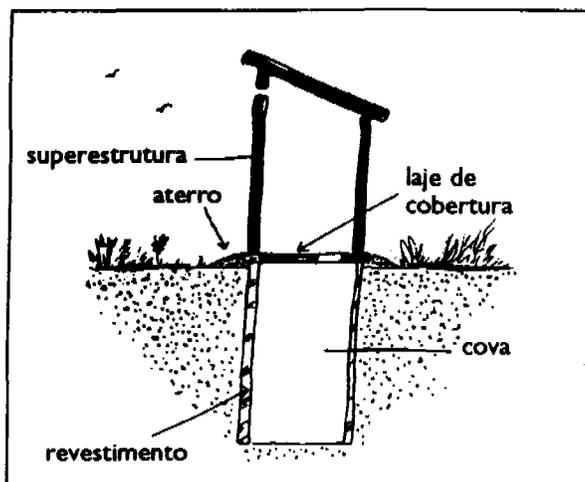
1 Breve descrição da tecnologia

As latrinas tradicionais são normalmente constituídas por uma cova simples, coberta por uma laje com um buraco de queda e uma estrutura em cima para permitir privacidade aos utentes. Os melhoramentos básicos que podem ser introduzidos são os seguintes:

- um chão higiênico de drenagem automática feito de um material suave e durável e com apoios elevados para os pés;
- uma tampa que tapa o buraco hermeticamente para reduzir o cheiro e afastar os insectos da cova;
- chão com uma elevação mínima de 0,15 m acima da superfície para evitar inundações;
- um revestimento da cova adequado para evitar o seu desmoronamento quando o solo é instável;
- uma fundação adequada para evitar danos na laje e superestrutura.

As covas podem ser quadradas, rectangulares ou circulares e, frequentemente, têm 1,0 a 1,5 m de diâmetro. A profundidade depende das condições do solo e da água subterrânea, mas normalmente é de 3 a 5 m. Em solos instáveis, ou quando a cova vai ser esvaziada, é necessário algum tipo de revestimento. Este pode ser de velhos tambores de petróleo ou de pedras. Uma fundação talvez seja necessária para apoiar a laje e a superestrutura.

Em regra, as covas têm de ser localizadas entre 15 e 30 m de distância de fontes de água potável. A distância necessária depende das condições hidro-geológicas, tais como a textura do solo e profundidade e fluxo da água subterrânea. Quando os níveis da água subterrânea são altos ou quando o solo é demasiado duro para escavar, a latrina



de cova talvez tenha de ser levantada acima do nível da terra.

Custo inicial: Os preços têm que cobrir: os custos dos materiais (cerca de 50 a 80%), transporte (aproximadamente 0 a 25%), e mão-de-obra local (cerca de 15 a 35%). Os preços dependem de: (1) o volume da cova, (2) a qualidade do revestimento, laje e superestrutura, (3) o grau em que os materiais localmente disponíveis são utilizados, e (4) o país ou região.

Zona de utilização:

Zonas rurais e zonas urbanas de baixa renda. Utilizado principalmente como uma instalação a nível do agregado familiar, e para instituições rurais.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

A operação das latrinas de cova é bastante simples e consiste em limpar regularmente a laje com água (e um pouco de desinfectante se estiver disponível) para remover quaisquer excrementos e urina. A tampa hermética tem que ser reposta depois do uso, para assegurar o controlo de insectos e reduzir o cheiro. Além disso, materiais de limpeza apropriados devem estar disponíveis na latrina ou próximo da mesma. Pode-se salpicar cinzas ou serradura na cova para reduzir o cheiro e a reprodução de insectos. Materiais não biodegradáveis, tais como pedras, vidro, plásticos, trapos etc., não devem ser lançados para a cova, visto que reduzem o volume efectivo da mesma e retardam o vazamento mecânico.

Manutenção

A manutenção periódica mensal, abrange verificar se a laje possui fendas, se a superestrutura tem danos estruturais, se a tampa continua fechando hermeticamente e se a água superficial continua a drenar para fora da latrina. Esta verificação antes da latrina ficar cheia, é essencial já que uma decisão tem que ser tomada, com antecedência, sobre para onde transferi-la, escavar outra cova a tempo e em seguida transferir a laje e a superestrutura para a nova cova (sub-estrutura). Em seguida, o conteúdo da antiga cova tem que ser coberto com pelo menos 0,5 m de solo, para fechá-la higienicamente.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza do buraco, assento e do abrigo	diariamente	família	água, sabão	escova
limpeza do cabo da tampa	diariamente	família	água, sabão	escova
inspecção da laje e da tampa	mensalmente	família		
reparação da laje, assento ou superestrutura	ocasionalmente	família ou mão-de-obra local	cimento, areia, água, pregos, materiais de construção locais	balde ou bacia, colher de pedreiro, serrote, martelo, faca
tapar a cova com terra, fazer nova cova, mudar tampa e superestrutura	dependendo do número de utentes	família ou mão-de-obra local	terra, se possível vários materiais de construção locais e pregos	pá, picareta, balde, provavelmente martelo, faca, serrote, etc.
vazamento da cova	dependendo do número de utentes	manual: família ou mão-de-obra local (não recomendado) ou mecânico: serviço especializado	manual: água mecânico: água, peças para a maquinaria	manual: pá, balde mecânico: equipamento de vazamento de covas

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	uso da latrina, fecho da tampa, limpeza, inspecção e realização de pequenas reparações	compreensão de questões de higiene
utente ou mão-de-obra local	abertura de cova nova, mudança ou transferência da laje	nenhuns conhecimentos específicos
pedreiro local	construção e reparação de latrinas	alvenaria básica, construção de latrinas
departamento da saúde	monitoramento de latrinas e comportamento sanitário dos utentes, formação dos utentes	conhecimentos de formação e de saneamento

Aspectos organizativos

Onde as latrinas são utilizadas por um único agregado familiar, as tarefas de O&M são implementadas pelo próprio agregado familiar ou por mão-de-obra contratada. Se mais agregados familiares utilizam a latrina, têm de ser elaborados e acordados dispositivos sobre tarefas de limpeza em rotação, para evitar conflitos sociais. As covas somente podem ser esvaziadas manualmente, se o seu conteúdo tiver sido deixado para decompor-se durante pelo menos um ano. Em todos os outros casos, ou covas novas têm de ser escavadas quando uma cova fica cheia, ou a cova tem que ser esvaziada mecanicamente.

⑤ Custos correntes

Os custos correntes são muito baixos, já que as actividades de manutenção são poucas e podem ser realizadas pelos próprios agregados familiares. Mesmo que a mão-de-obra local tenha de ser contratada para escavar uma nova cova, os custos correntes por unidade de tempo e por utente são baixos, embora pagá-los duma só vez possa constituir um problema. O mesmo aplica-se ao custo de vazamento duma cova.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Má qualidade da laje devido ao emprego de materiais incorrectos ou à secagem imprópria do betão (poder-se-ão desenvolver parasitas nas rachas da laje). A tampa estraga-se ou cai na cova. Inundação ou destruição de latrinas em sítios impróprios. As crianças podem ter receio de usar a latrina devido à escuridão ou ao medo de cair na cova. Muitas vezes as lajes não estão suficientemente sobrepostas no solo ou existem buracos visíveis entre a terra e a laje, o que permite uma maior invasão de insectos.

Limitações

Em solos duros, talvez seja impossível escavar uma cova convenientemente. Muitas vezes as covas enchem muito rapidamente, em solos com uma capacidade baixa de infiltração e percolação.

Observações

Quando as crianças têm medo de utilizar uma latrina, podem ser construídas latrinas especiais para elas com um buraco mais pequeno e sem a superestrutura.

7 Literatura recomendada

Wegelin-Schuringa M. (1991);
(Generalidades/Introdução, organização da
O&M, O&M técnica).

Franceys R. et al (1992);
(Generalidades/Introdução, O&M técnica,
Construção/técnica).

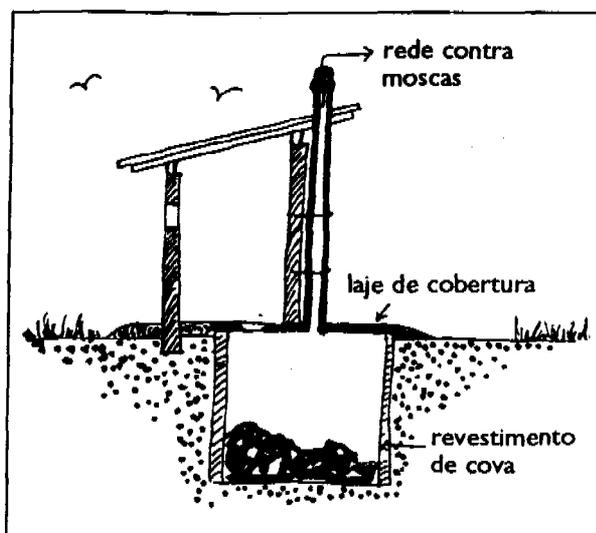
9.2

Latrina de Cova Ventilada Melhorada

❶ Breve descrição da tecnologia

As latrinas de Cova Ventilada Melhorada (VIP), são projectadas para reduzir dois dos problemas frequentemente encontrados pelos sistemas tradicionais de latrinas, nomeadamente o seu cheiro e a sua produção de insectos. Uma latrina VIP difere duma latrina tradicional por um tubo de ventilação coberto com uma rede mosquiteira. O vento, soprando pelo topo do tubo de ventilação, cria um fluxo de ar que extrai os gases de mau cheiro da cova. Como consequência, o ar fresco é levado para a cova através do tubo de queda, e a superestrutura é mantida livre de cheiros. O tubo de ventilação também tem um papel importante a desempenhar no controlo das moscas. As moscas são atraídas para a luz e se a latrina estiver convenientemente escura por dentro, elas vão voar para cima no tubo de ventilação, até à luz. Elas não conseguem escapar por causa da rede mosquiteira, portanto, são bloqueadas no alto do cano até que se desidratem e morram. As moscas fêmeas, procurando um sítio de colocação dos ovos, são atraídas pelos cheiros provenientes do cano, mas são impedidas de voar para baixo no cano, pelo mosquiteiro no seu topo.

As latrinas VIP também podem ser construídas com cova dupla. A latrina tem duas covas superficiais, cada uma com o seu próprio tubo de ventilação, mas apenas uma só superestrutura. A laje de cobertura tem dois tubos de queda, um por cima de cada cova. Apenas uma cova é utilizada de cada vez. Quando esta fica cheia, o seu furo de queda é coberto e a segunda cova é utilizada. Depois dum período de pelo menos um ano, o conteúdo da primeira cova pode ser retirado com segurança e utilizado como condicionador de solos. A cova pode ser



utilizada outra vez quando a segunda cova tiver enchido. Este ciclo alternado pode ser repetido indefinidamente.

Custo inicial: Latrina familiar de cova simples VIP: cerca de 70 – 400 dólares; Latrina familiar de cova dupla VIP: cerca de 200 – 600 dólares. Os preços incluem: custos do material (60-80%), transporte (5-30%) e mão-de-obra local (10-25%). Os preços dependem do: (1) volume da cova, (2) qualidade do revestimento, da laje e da superestrutura, (3) grau de utilização dos materiais disponíveis localmente e (4) país/região. Os custos de organização não estão incluídos, mas podem ser muito elevados (muitas vezes o dobro do preço por latrina).

Zona de utilização: Zonas rurais e peri-urbanas, uso doméstico e público.

② Descrição das actividades

Operação

A operação de latrinas de cova é bastante simples e consiste em limpar a laje regularmente com água (e um pouco de desinfectante se estiver disponível) para remover quaisquer excrementos e urina. A porta tem sempre que ficar fechada, de modo a que a superestrutura permaneça escura por dentro. O tubo de queda nunca deve ser coberto, visto que isto impediria a ventilação. Devem estar disponíveis materiais apropriados de limpeza anal na latrina ou perto da mesma. Materiais não biodegradáveis, tais como pedras, vidro, plásticos, trapos etc., não devem ser lançados para a cova, visto que reduzem o volume efectivo da mesma e retardam o vazamento mecânico.

Manutenção

Todos os meses é necessário verificar se a laje no chão possui rachas. O tubo de ventilação e a rede devem também ser verificados. A reparação da superestrutura (especialmente de entrada de luz) também pode vir a ser necessária. Quando o conteúdo da cova atinge o nível de 0,5 m abaixo da laje, é preciso abrir uma nova cova e tapar a cova antiga com terra. Uma outra possibilidade é vaziar a cova por meios mecânicos e voltar a usá-la.

No caso de um sistema de covas duplas, é necessário mudar para a outra cova quando a primeira estiver cheia. A cova cheia pode ser vazada manualmente com segurança depois de um período de um ano ou mais, e se não se tiverem registado fugas para esta cova.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza do buraco, assento e do abrigo	diariamente	família	água, sabão	escova, balde
inspecção da laje, tubo de ventilação e rede p/ moscas	mensalmente	família		
limpeza do interior da rede p/ moscas e do tubo de ventilação	mensalmente ou de 6 em 6 meses	família	água	vara ou escova flexível
reparação da laje, assento, tubo de ventilação, rede ou superestrutura	ocasionalmente	família ou locais	cimento, areia, água, pregos, materiais de construção locais	balde ou bacia, colher de pedreiro, serrote, martelo, faca
abertura de nova cova e transferência da laje e superestrutura da latrina (se for o caso)	dependendo do tamanho e número de utentes	família ou mão-de-obra local	areia, possivelmente cimento, tijolos, pregos e outros materiais de construção locais	pás, picaretas, baldes, martelo, serrote, etc.
mudança para outra cova depois do seu vazamento (sistemas de covas duplas)	dependendo do tamanho e número de utentes	família ou mão-de-obra local		pás, baldes, carrinho de mão, etc.
vazamento da cova (se for o caso)	dependendo do tamanho e número de utentes	manual: família ou mão-de-obra local (não recomendado) ou mecânico: serviço especializado	manual: água mecânico: água, peças sobressalentes para a maquinaria	manual: pá, balde mecânico: equipamento de vazamento de covas)

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	uso da latrina, limpeza, inspecção e realização de pequenas reparações, vazamento de covas cheias e mudança, abertura de cova nova e substituição da latrina	compreensão de questões de higiene
mão-de-obra local não especializada (varredores, varredores de ruas)	abertura de covas, transferência de estruturas, vazamento de covas cheias de sistemas de covas duplas, pequenas reparações, resolução de pequenos problemas	conhecimentos sobre o conceito de um sistema de covas duplas (se se trabalhar com este sistema), capacidade de resolução de problemas simples.
pedreiro local	construção e reparação ou transferência de latrinas	alvenaria básica, construção de latrinas
departamento da saúde	monitoramento de latrinas e comportamento sanitário dos utentes, formação dos utentes	conhecimentos de formação e de saneamento

Aspectos organizativos

Onde as latrinas são utilizadas por um único agregado familiar, as tarefas de O&M são implementadas pelo próprio agregado familiar ou por mão-de-obra contratada. Se mais agregados familiares utilizam a latrina, dispositivos sobre tarefas de limpeza em rotação têm de ser elaborados e acordados, para evitar conflitos sociais. As covas somente podem ser esvaziadas manualmente, se o seu conteúdo tiver sido deixado para decompor-se durante pelo menos um ano. Em todos os outros casos, ou têm de ser escavadas covas novas quando uma cova fica cheia, ou a cova tem que ser esvaziada mecanicamente.

Se forem utilizadas latrinas de cova dupla, os utentes precisam entender completamente o conceito do sistema, de modo a serem capazes de operá-lo devidamente. A educação dos utentes tem que cobrir aspectos tais como as razões para a mudança, utilizando uma cova de cada vez, o uso de excrementos como estrume e a necessidade de deixar a cova cheia durante pelo menos um ano antes de esvaziá-la. Os utentes também precisam saber como trocar de cova e como esvaziá-la, mesmo no caso de não fazerem estas tarefas eles próprios. Onde estas tarefas são realizadas pelo sector privado (informal), os trabalhadores também têm de ser instruídos sobre o conceito do sistema e os seus requisitos operacionais.

⑤ Custos correntes

Estes custos são normalmente muito baixos, um máximo de 1 a 2 dólares per capita por ano, uma vez que as actividades de manutenção são normalmente poucas (essencialmente de limpeza) e podem ser executadas pelas próprias famílias. Mesmo se tiver que se recrutar mão-de-obra local para a abertura de uma nova cova, os custos correntes por unidade de tempo e utente são muito reduzidos. As despesas de mão-de-obra para a escavação devem ser pagas imediatamente, o que pode constituir um problema. O mesmo aplica-se ao custo do vazamento mecânico da cova. O vazamento numa cova dupla VIP pode ser feito manualmente, pelo próprio agregado familiar ou por mão-de-obra contratada. Às vezes o húmus pode ser fornecido aos agricultores.

⑥ Problemas, Limitações e Observações

Problemas frequentes

Má qualidade da laje devido ao emprego de materiais não apropriados ou à secagem imprópria do betão. As redes para moscas de má qualidade estragam-se com facilidade devido aos efeitos da radiação solar e de gases impuros. As latrinas localizadas em sítios impróprios podem ficar inundadas ou destruídas. As

crianças podem ter receio de usar a latrina devido à escuridão ou ao medo de cair na cova. Se a superestrutura deixar entrar muita luz, as moscas serão atraídas pela luz que entra pelo buraco de acocoramento e poderão voar para a superestrutura; isto pode pôr em causa todo o conceito VIP. Podem surgir problemas de cheiros durante a noite e de manhã cedo nas latrinas que dependem mais da radiação solar para a circulação de ar no tubo de ventilação do que da velocidade do vento. Podem verificar-se fugas de uma cova para outra, por a parede divisória não ser impermeável, ou por o solo ser demasiadamente permeável.

Limitações

Em solos duros, poderá ser impossível abrir uma cova adequada. De preferência, as covas não devem atingir o nível da água subterrânea e as latrinas devem estar a uma distância de 10 a 30 m das fontes de água subterrânea e de superfície. As latrinas VIP não evitam a reprodução de mosquitos nas covas. As pessoas podem não estar em condições de suportar os custos muito mais elevados de construção de uma latrina VIP em relação a uma latrina de cova simples.

Observações

A resistência cultural contra o manuseamento de excrementos humanos pode impedir que os agregados familiares esvaziem a sua própria cova dupla. Normalmente pode ser contratada mão-de-obra local para realizar a tarefa.

⑦ Literatura recomendada

Wegelin-Schuringa M. (1991)

(Generalidades/Introdução, organização da O&M, O&M técnica).

Franceys R. et al (1992)

(Generalidades/Introdução, O&M técnica, Construção/técnica).

Smet, J. et al (1988)

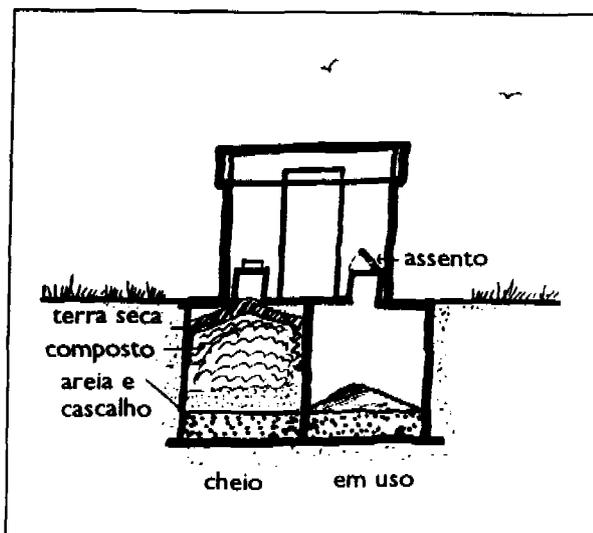
(Generalidades/Introdução, O&M técnica).

9.3 Latrina de Câmara Dupla de Composto

0 Breve descrição da tecnologia

A latrina de câmara dupla de composto, consiste em duas câmaras herméticas para recolher as fezes. A urina é recolhida à parte, já que o conteúdo da câmara tem que ser mantido relativamente seco. Inicialmente, uma camada de matéria orgânica absorvente é colocada na câmara e, depois de cada uso, as fezes são cobertas com cinza (ou serradura, folhas retalhadas ou matéria vegetal), para desodorizar as fezes, absorver a humidade excessiva e melhorar a relação C/N, que assegura que é retido nitrogénio suficiente para produzir um bom fertilizante. Quando a primeira câmara estiver cheia a três quartos é enchida por completo com terra seca, solta, e fechada para que o conteúdo possa decompor-se anaerobicamente. A segunda câmara é utilizada até que fique cheia a três quartos e a primeira câmara é esvaziada manualmente, sendo o conteúdo aproveitado como fertilizante. As câmaras têm de ser suficientemente grandes para guardar as fezes por pelo menos um ano, para libertar os organismos patogénicos.

A superestrutura é construída por cima das duas câmaras, com um buraco de acoramento por cima de cada câmara, que pode ser fechado. A latrina pode ser construída em toda a parte, já que não há poluição proveniente das câmaras herméticas para poluir o ambiente. Onde há pedra ou um lençol freático elevado, a câmara pode ser colocada acima da terra.



Custo inicial: Entre 35 e 70 dólares (Guatemala, em Winblad U. e Kilama W., 1985 (em dólares em 1978). Os preços incluem o custo de materiais e mão-de-obra local; construção de estruturas acima do nível do solo de 0,3 m³ cada e um assento elevado móvel.

Zona de utilização: Zonas em que a população esteja motivada a manusear e utilizar o húmus de excrementos humanos como fertilizante e onde a água não seja utilizada na limpeza anal.

⊗ Descrição das actividades de O&M

Operação

Inicialmente coloca-se algum material orgânico absorvente na câmara vazia. Depois de cada utilização, e sempre que for preciso adicionar-se cinza de madeira ou material orgânico. Quando a urina é recolhida separadamente, é muitas vezes diluída em 3-6 partes de água e usada como fertilizante. Esta actividade pode constituir um risco para a saúde, pelo que deve ser evitada. Pode ser útil acrescentar cal ou cinza, mas não há garantias de que a utilização da urina seja segura. Não se deve deixar entrar na latrina a água utilizada para a limpeza, pois tornará o seu conteúdo demasiadamente molhado.

Manutenção

Quando a câmara está cheia a três quartos, o conteúdo é nivelado com um pau, deitando-se em seguida terra seca até a câmara se encontrar completamente cheia. O buraco de acoramento é, então, selado e a outra câmara é vazada com uma pá e um balde. Depois desta operação, ela pode voltar a ser usada. O conteúdo que tiver sido retirado da cova pode ser usado como fertilizante sem problemas. As famílias podem semear plantas que repelem insectos, como a citronela, à volta da latrina.

⊗ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza da latrina e da superestrutura e despejo do recipiente de recolha da urina	diariamente	família	água, cal, cinza	escova, recipiente de água
acrescentar cinzas ou outro material orgânico	depois de cada defecação e sempre que existir	família	cinza de madeira e material orgânico	recipiente para o material, pequena pá
inspecção do chão, superestrutura e câmaras	mensalmente	família		
reparação do chão, superestrutura ou câmaras	sempre que necessário	família ou locais	cimento, areia, água, pregos, materiais de construção locais	balde ou bacia, colher de pedreiro, serrote, martelo, faca
fechar a câmara cheia depois de nivelar e acrescentar terra, vazar a outra, destapar o buraco e adicionar 100 mm de matéria orgânica absorvente antes de começar a usar, armazenar o húmus (ou usar imediatamente)	anualmente ou de 2 em 2 anos	família ou vazador de covas local	água, material orgânico absorvente	pá e balde
utilização do húmus como fertilizante	sempre que necessário	família ou outros utentes	húmus	pá, balde, carrinho de mão

① Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente/família	uso da latrina, recolha da urina, limpeza, inspecção e realização de pequenas reparações, vazamento da cova e mudança	compreensão de questões de higiene, compreensão do sistema e da sua O&M
pedreiro local	construção e reparação de latrinas	alvenaria básica, capacidade de construção de latrinas
vazador de covas local	vazamento da cova e mudança, verificação do sistema, pequenas reparações	compreensão de questões de higiene, compreensão do sistema e da sua O&M
agência	investigação do grau de aplicação, monitoramento da O&M e do comportamento sanitário dos utentes, apresentação dos resultados, formação dos utentes e artesãos locais	conhecimentos de investigação/ levantamento, de formação, conhecimento do sistema, de organização, capacidade de comunicação

Aspectos organizativos

É necessária uma investigação extensa entre os potenciais utentes, para descobrir se o sistema é culturalmente aceitável e se eles estão motivados e capazes de operar e manter o sistema devidamente. É necessário um apoio prolongado por parte da agência para verificar se os utentes entendem o sistema e executam a operação devidamente.

⑤ Custos correntes

Quando o sistema é bem desenhado e construído e quando a O&M é feita correctamente, os custos correntes limitar-se-ão aos custos referentes às pequenas reparações e ao vazamento de uma câmara, sempre que esta estiver cheia. Por vezes, o húmus pode ser vendido aos agricultores.

⑥ Problemas, Limitações e Observações

Problemas frequentes

A operação conveniente exige uma compreensão completa do conceito, o que frequentemente não acontece. Como consequência disso, por exemplo, o conteúdo é deixado demasiadamente húmido, tornando a câmara difícil de

esvaziar e malcheirosa. Quando as pessoas desejam utilizar o conteúdo como fertilizante podem não esperar o tempo suficiente para que ele se liberte dos organismos patogénicos.

Limitações

Só deve ser usado nos locais em que a população esteja motivada para o uso de excrementos humanos como fertilizante. O sistema não é conveniente onde se use a água para a limpeza anal.

Observações

As latrinas de câmara dupla têm sido empregues com sucesso no Vietname e na América Central (Guatemala, Honduras, Nicarágua, El Salvador). Quando experimentadas em outros lados, elas normalmente não têm sido satisfatórias.

⑦ Literatura recomendada

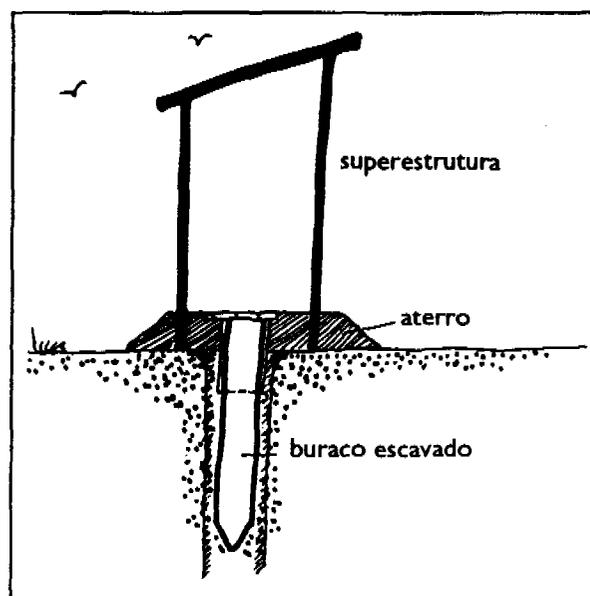
Franceys R. et al (1992);
(Generalidades/Introdução, O&M técnica, Construção/técnica).
Winblad U. e Kilama W. (1985)
(Generalidades/Introdução, O&M técnica, Organização da O&M; Construção/técnica; estudos de caso).

9.4 Latrina com Furo

0 Breve descrição da tecnologia

Principalmente usada em situações de emergência. Uma latrina com furo é semelhante à latrina básica tradicional melhorada, mas a cova é um buraco escavado com uma sonda (mecânica ou manualmente). Deve ter um diâmetro mínimo de 0,4 m e uma profundidade de 4 a 10 m. O diâmetro relativamente pequeno permite a utilização de uma laje e fundação mais simples (mais pequena, mais leve e mais barata), mas limita a capacidade de armazenamento. Uma latrina com furo é apropriada para solos permeáveis estáveis, sem pedras e com um nível reduzido de água subterrânea. A cova não é revestida até à base mas, muitas vezes, o meio metro da parte de cima possui um tipo de revestimento que funciona como suporte para a laje.

Custo inicial: Não foram encontrados dados sobre preços; depende do solo e de outras condições locais, custo da mão-de-obra, materiais utilizados e eficiência da organização.



Zona de utilização:

Áreas de emergência com solos permeáveis estáveis, nível reduzido de água subterrânea e sem pedras.

2 Descrição das actividades de O&M

Operação

A operação de latrinas com furo é bastante simples e consiste em limpar a laje regularmente com água (e um pouco de desinfectante se estiver disponível) para remover quaisquer excrementos e urina. A tampa hermética tem que ser reposta depois do uso, para assegurar o controlo de insectos e reduzir o cheiro. Além disso, materiais de limpeza anal apropriados devem estar disponíveis na latrina ou próximo da mesma. Pode-se salpicar cinza ou serradura na cova para reduzir o cheiro e a reprodução de insectos. Materiais não biodegradáveis, tais como pedras, vidro, plásticos, trapos etc., não devem ser lançados para a cova, já que reduzem o volume efectivo da cova e retardam o esvaziamento mecânico.

Manutenção

A manutenção periódica mensal abrange verificar de se a laje possui fendas, se a superestrutura tem danos estruturais, se a tampa continua fechando hermeticamente e se a água superficial continua a drenar para fora da latrina. Esta verificação antes da latrina ficar cheia é essencial já que uma decisão tem que ser tomada com antecedência sobre para onde transferi-la, escavar outra cova a tempo e em seguida transferir a laje e superestrutura para a nova cova (sub-estrutura). Em seguida, o conteúdo da antiga cova tem que ser coberto com pelo menos 0,5 m de solo, para fechá-la higienicamente.

⑤ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza do buraco e da superestrutura	diariamente	locais	água, sabão	escova
inspecção da laje e da tampa	mensalmente	locais		
reparação da laje, tampa ou superestrutura	ocasionalmente	locais	cimento, areia, água, pregos, materiais de construção locais	balde ou bacia, colher de pedreiro, serrote, martelo, faca

⑥ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	uso da latrina, colocação da tampa, limpeza	compreensão de questões de higiene
operador ou comissão da latrina	limpeza da latrina, estímulo do uso correcto, pequenas reparações	conhecimentos de organização, compreensão de questões de higiene
departamento da saúde	monitoramento das latrinas e do comportamento sanitário dos utentes, formação dos utentes	conhecimentos de formação e de saneamento

Aspectos organizativos

Na prática, os programas de emergência têm tendência de ser mais orientados de cima para baixo, sendo os utentes instruídos sobre como construir a sua latrina, ou sendo as latrinas construídas por eles. Na maioria das situações de emergência, as pessoas têm tempo e oportunidade suficientes, e encontram-se muito motivadas a estarem envolvidas. Um controlo higiénico rigoroso é obrigatório. Muitas vezes, várias famílias utilizam a mesma latrina, e é nomeado um zelador ou uma comissão responsável para organizar a limpeza, manutenção e estimular o uso adequado.

⑥ Custos correntes

Os custos correntes são muito baixos porque geralmente a cova enche antes de se sentir a necessidade de grandes reparações. Porque o período de vida de uma latrina com furo é muito curto, os custos totais per capita por ano, incluindo custos anualizados de capital, podem ser elevados, embora se possa voltar a usar a maior parte dos materiais da latrina antiga ao se construir uma nova.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

O pequeno diâmetro do buraco aumenta a probabilidade de obstrução. Mesmo que o buraco não fique obstruído, os seus lados ficam sujos perto do topo, tornando provável a infestação por moscas.

Limitações

Quando a perfuração é difícil (solos duros, pedras, etc.), uma latrina escavada pode ser apropriada. Porque os buracos perfurados são relativamente profundos, o risco de contaminação da água subterrânea é maior.

Observações

Quando as crianças têm medo de utilizar uma latrina, podem ser construídas latrinas especiais para elas com um buraco mais pequeno e sem a superestrutura.

7 Literatura recomendada

Wegelin-Schuringa M. (1991);
(Generalidades/Introdução, organização
da O&M, O&M técnica).

Franceys R. et al (1992);
(Generalidades/Introdução, O&M técnica,
Construção/técnica).

9.5 Latrina de Carga-descarga com Cova de Filtragem

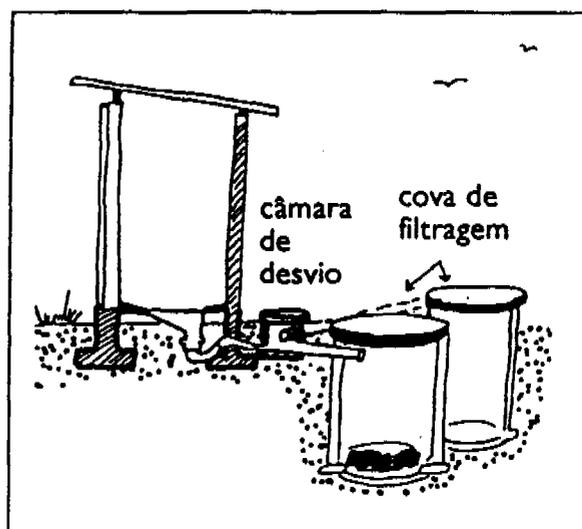
1 Breve descrição da tecnologia

As latrinas de carga-descarga com cova de filtragem resolvem os problemas de moscas, mosquitos e de cheiros devido à instalação de um recipiente com uma vedação contra a água (uma conduta em U parcialmente cheia de água) no buraco de defecação. Depois de se utilizar a latrina, esta é descarregada deitando-se água no recipiente. A laje de betão com o recipiente está situada em cima da cova de filtragem (sistema directo) ou a uma curta distância de uma (sistema de compensação—"offset"—simples) ou duas (sistema de compensação duplo) covas. Para o reforço das covas, elas possuem normalmente um revestimento, mas este deve ser devidamente permeável à infiltração.

Nos sistemas de compensação, um tubo PVC de comprimento reduzido com inclinação suficiente vai da conduta em U até à cova ou, no caso de um sistema de covas duplas, para uma caixa de desvio que desvia a descarga para uma das covas. O sistema duplo de compensação permite o uso alternado das duas covas. Quando a primeira cova está cheia, deve repousar durante um mínimo de doze a dezoito meses, período necessário para a destruição efectiva dos patógenos.

Quando, após este período, a segunda cova enche, o depósito decomposto da primeira cova pode ser removido manualmente com segurança e utilizado como fertilizante orgânico. Cada cova possui um buraco de acesso vedado, destinado ao vazamento manual ou mecânico.

As latrinas de carga-descarga são mais adequadas nos casos em que as pessoas utilizem água para a sua limpeza anal e que defequem de cócoras, mas também são populares em países onde outros materiais de limpeza são comuns.



Custo inicial: *Sistemas de cova simples:* 30 – 100 dólares.
Sistemas de cova dupla: 75 – 212 dólares. Os preços incluem custos de mão-de-obra e do material para a(s) cova(s) com revestimento de tijolos e plataforma de betão (não se inclui a superestrutura na maior parte dos casos). Os custos de organização não estão incluídos. A tendência é: preços mais baixos na Ásia, mais elevados em África e médios na América do Sul.

Zona de utilização: Zonas rurais e peri-urbanas em que exista água em quantidade suficiente e o solo seja permeável.

Descarga: Cerca de 2 a 5 l por descarga, dependendo essencialmente do desenho do recipiente e da distância até à cova.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

Antes do recipiente ser usado, é molhado com um pouco de água para evitar que as fezes colem nele. Depois de utilizar, descarregar o recipiente com alguns litros de água. Se houver escassez de água, poder-se-á usar água de lavagem de roupa, do banho ou qualquer outra semelhante. Não se deve atirar para o recipiente nenhum material que possa obstruir a conduta em U. O chão, o recipiente ou assento de defecação, as maçanetas das portas e outras partes da superestrutura devem ser limpas diariamente com uma escova, sabão e água. A água suja do banho ou da lavagem de roupa não deve ser drenada para a cova (excepto quando é usada para a descarga), mas sim despejada noutra sítio.

Manutenção

Todos os meses, é necessário verificar se o recipiente e a conduta em U estão rachados e se a caixa de desvio está bloqueada. Se a descarga dos excrementos não for rápida, os tubos PVC e/ou a caixa de desvio podem estar entupidos. É, então, necessário proceder ao desbloqueamento sem demoras, usando pás fundas e varas compridas.

As covas simples têm de ser abandonadas e cobertas com pelo menos 0,5 m de solo quando estiverem cheias ou então vazadas por meios mecânicos.

Num sistema de covas duplas, o utente deve monitorar com regularidade o nível do depósito na cova. Se a primeira cova estiver quase cheia, a outra tem de ser vazada. Se esta tiver sido devidamente encerrada por um mínimo de doze a quinze meses, ela pode ser vazada manualmente com segurança. O depósito decompõe-se em húmus inofensivo, que constitui um bom fertilizante. O tubo que conduz ao buraco cheio deve ser encerrado e o outro deve ser correctamente aberto para evitar fugas e infiltrações na cova cheia.

⊗ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza do recipiente ou assento de defecação e abrigo	diariamente	família	água, sabão	escova, recipiente de água
ver rachas no chão, recipiente ou assento de defecação e conduta em U	mensalmente	família		
ver se a caixa de desvio está entupida	mensalmente	família ou trabalhador local		
desentupir conduta em U, tubos PVC ou caixa de desvio se estiverem entupidos	ocasionalmente	família ou trabalhador local	água,	vara ou outros instrumentos flexíveis
reparação do recipiente ou assento de defecação, conduta em U ou abrigo	ocasionalmente	família ou trabalhador local	cimento, areia, água, pregos, materiais de construção locais	balde ou bacia, colher de pedreiro, serrote, martelo, faca
tapar cova com terra e abrir nova (sistema simples, se for aplicável)	dependendo do tamanho e número de utentes	família ou mão-de-obra local	terra, vários materiais de construção locais e pregos	pás, picaretas, balde, provavelmente martelo, faca, serrote, etc.
vazar cova (sistema simples, se for aplicável)	dependendo do tamanho e número de utentes	manual: família ou trabalhador local (não recomendado) ou mecânico: serviço especializado	manual: água mecânico: água, peças para a maquinaria	manual: pá, balde mecânico: equipamento de vazamento de latrinas
desviar descarga de excrementos para outra cova (sistema duplo)	dependendo do tamanho e número de utentes	família ou trabalhador local	água, areia, cimento, tijolos, barro, etc.	pá, balde
vazar cova (sistema duplo)	dependendo do tamanho e número de utentes	trabalhadores locais, agricultores, família ou municipalidade		vazamento mecânico: camião-tanque vazamento manual: pá, baldes, etc.

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	uso da latrina, descarga, limpeza, inspecção, pequenas reparações	compreensão e consciência sobre questões de higiene
trabalhador dos serviços de saneamento	uso da latrina, descarga, limpeza, inspecção, pequenas reparações	compreensão e consciência sobre questões de higiene
pedreiro local	construção e reparação de latrinas	alvenaria básica, construção de latrinas
departamento da saúde	monitoramento das latrinas e do comportamento sanitário dos utentes, formação dos utentes	conhecimentos de formação e de saneamento

Aspectos organizativos

Onde as latrinas são utilizadas por um único agregado familiar, as tarefas de O&M são implementadas pelo próprio agregado familiar ou por mão-de-obra contratada. Se mais agregados familiares utilizam a latrina, dispositivos sobre tarefas de limpeza em rotação têm de ser elaborados e acordados, para evitar conflitos sociais. As covas somente podem ser esvaziadas manualmente, se o seu conteúdo tiver sido deixado para decompôr-se durante pelo menos um ano. Em todos os outros casos, covas novas devem ser escavadas quando uma cova fica cheia, ou a cova deve ser esvaziada mecanicamente. (ver folha informativa 9.3).

Se forem utilizadas latrinas de cova dupla, os utentes precisam entender plenamente o conceito do sistema, de modo a serem capazes de operá-lo devidamente. A educação dos utentes deve cobrir aspectos tais como as razões para a mudança, utilizando uma cova de cada vez, o uso de excrementos como estrume e a necessidade de deixar a cova cheia pelo menos por um ano antes de esvaziá-la. Os utentes também precisam saber como trocar de cova e como esvaziá-la, mesmo no caso de não fazerem estas tarefas eles próprios. Onde estas tarefas são realizadas pelo sector privado (informal), os trabalhadores também devem ser instruídos acerca do conceito do sistema e dos seus requisitos operacionais.

⑤ Custos correntes

Estes custos são normalmente baixos, uma vez que a maior parte das actividades de O&M podem ser realizadas pelas próprias famílias, desde que a latrina tenha sido bem desenhada e construída. Poderão surgir custos quando as condutas em U mal desenhadas ou usadas ficam entupidas partem-se ao se tentar desentupí-las, ou quando o vazamento mecânico for necessário. Os custos correntes médios de O&M em projectos de 39 países eram de 1,72 dólares per capita por ano (Banco Mundial, citado em Wilson H., 1988 (em dólares em 1987)), provavelmente sem incluir os custos de organização.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Obstrução da conduta em U devido a desenho ou uso incorrectos. Conduta em U danificada por desentupimento incorrecto (por vezes as condutas em U são partidas intencionalmente para evitar o seu entupimento). Caixas e/ou tubos PVC de desvio bloqueados. O conteúdo da cova não se decompõe devidamente porque as covas duplas estão muito próximas uma da outra, sem que haja uma vedação eficaz entre elas, o que permite o escoamento de líquidos de uma cova para outra. Nos casos em que não existem autoclismos com controle de des-

carga, podem ser utilizados autoclismos de descarga completa. Porém, estes requerem maior quantidade de água (7-12 l), causando problemas se a disponibilidade desta for limitada.

Limitações

As covas de filtragem apenas funcionam em solos permeáveis. As latrinas devem estar situadas a uma distância de 10 a 30 metros das fontes de água. Só se podem usar em zonas em que exista água em quantidade suficiente para a descarga.

Observações

As latrinas de carga-descarga não são apropriadas nos casos em que seja prática comum utilizar objectos volumosos para a limpeza anal, tais como espigas de milho ou pedras, que não podem ser descarregados através da conduta em U. As covas duplas de compensação são normalmente muito mais pequenas do que as covas simples porque têm de durar doze a dezoito meses e só depois dessa altura é que podem ser vazadas manualmente. Num sistema de covas directas, é necessária menor quantidade de água para a descarga do que num sistema de compensação. As latrinas de carga-descarga podem ser melhoradas para um tanque séptico com um campo de drenagem ou fossa ou estarem ligadas a um sistema de esgotos (de furo pequeno) sempre que assim for desejado e possível.

7 Literatura recomendada

- Wegelin-Schuringa M. (1991); (Generalidades/Introdução, organização da O&M, O&M técnica).
- Franceys R. et al (1992); (Generalidades/Introdução, O&M técnica; Construção/técnica).
- Van de Korput, J. e Langendijk, M. (1993); (organização da O&M; estudos de caso).
- Winblad, U. e Kilama, W. (1985); (Construção/técnica; O&M técnica).
- Bakhteari, Q.A. e Wegelin-Schuringa M. (1992); (organização da O&M; estudo de caso).
- Wegelin-Schuringa M. (1993); (organização da O&M. Estudos de caso, Índia e Tailândia)

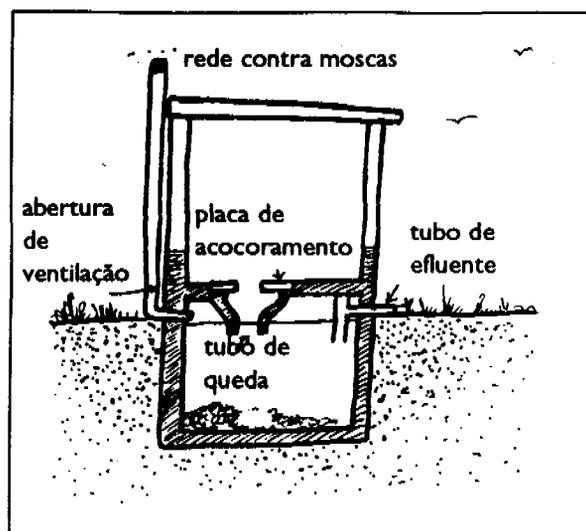
9.6 Fossa Séptica e “Aqua Privy”

0 Breve descrição da tecnologia

As fossas sépticas e “aqua privy” possuem um tanque de assentamento impermeável com um ou dois compartimentos para onde são transportados os resíduos pela água descarregada de um tubo ligado a uma retrete. Se houver uma fossa imediatamente por baixo da latrina, os excrementos caem directamente para dentro do tanque, através de um tubo submerso na camada líquida. Se a fossa estiver localizada fora da latrina (fossa séptica), a retrete normalmente tem uma conduta em U para tal prevenção. Os sistemas não eliminam os detritos: eles apenas ajudam a separar a matéria sólida da líquida. Alguns dos sólidos flutuam na superfície, onde são conhecidos por espuma, enquanto outros descem até ao fundo onde são decompostos por bactérias para formar uma camada chamada lama. Do ponto de vista sanitário, o efluente líquido que sai para fora do depósito é tão perigoso como os despejos não purificados e deve ser eliminado, normalmente através de infiltração na terra com a ajuda de um escoadouro ou de canais de filtragem. A lama que se acumula no depósito tem que ser removida regularmente, normalmente uma vez de cinco em cinco anos, dependendo do tamanho, número de utentes e tipo de uso.

Quando os resíduos domésticos são também despejados, é necessária uma maior capacidade tanto para a fossa, como também para o sistema de eliminação de efluentes líquidos. Nos casos em que se registem níveis elevados do lençol freático ou em que o solo seja rochoso ou impermeável, poderá igualmente ser necessário fazer uma ligação a este tipo de sistema de esgotos.

Todas as fossas devem possuir um sistema de ventilação para evitar que os esgotos se drenem por vácuo através das condutas em U da canalização das casas,



permitindo a fuga de gases (explosivos) de metano e com mau cheiro (criados quando as bactérias decompõem parte das componentes dos esgotos) da fossa. As fossas sépticas são mais caras do que a maior parte dos outros sistemas de saneamento no local e requerem uma quantidade suficiente de água canalizada. Os sistemas “aqua privy” são ligeiramente mais baratos e requerem menos água na descarga.

Custo inicial: 90 a 375 dólares, incluídos os custos da mão-de-obra e materiais.

Zona de utilização: Zonas rurais ou peri-urbanas onde exista água.

Quantidade de água necessária para a descarga da retrete:

Cerca de 2 a 5 litros no caso de se utilizar um sistema de recipiente de carga-descarga ou “aqua privy”.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

É pouco provável que a limpeza regular do vaso sanitário com sabão em quantidades normais seja prejudicial, mas o uso de grandes quantidades de detergente ou produtos químicos pode perturbar o processo bioquímico num depósito. Nos sistemas "aqua privy", a quantidade de líquido no depósito deve ser elevada de tal forma que mantenha o fundo do tubo de queda pelo menos a 75 mm abaixo do nível do líquido. É necessário deitar um balde de água diariamente pelo tubo de queda, para desfazer a espuma (na qual as moscas podem reproduzir-se) do fundo do tubo e manter a vedação hidráulica. Ao começar a usar uma nova fossa, o facto de se adicionar lodo de outra fossa irá garantir a existência de micro-organismos, de modo a que o processo de digestão anaeróbica possa começar imediatamente e de forma mais completa.

Manutenção

É necessária uma inspecção de rotina para se verificar a necessidade de remoção do lodo e para garantir que não haja obstruções na entrada ou saída. O depósito deve ser esvaziado quando os sólidos ocuparem entre metade e dois terços da profundidade total entre o nível da água e o fundo do mesmo.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
limpeza do recipiente de acocoramento ou do assento e abrigo	diariamente	família	água	escova, recipiente de água
desobstrução da conduta em U se estiver entupida	ocasionalmente	família	água	escova ou outro material flexível
verificar se o tubo de entrada ainda está submerso (para "aqua privy")	regularmente	família	água	vara
inspecção do chão, recipiente de acocoramento ou assento e conduta em U	mensalmente	família		
reparação do recipiente de acocoramento ou assento, conduta em U ou abrigo	ocasionalmente	família ou artesão local	cimento, areia, água, pregos, materiais de construção locais	balde ou bacia, colher de pedreiro, serrote, martelo, faca
controlo dos tubos de ventilação	anualmente	família	corda ou arame, rede, componentes do tubo	tesoura ou ferramenta para cortar arame, alicate, serrote
vazamento da fossa	anualmente ou de 5 em 5 anos	pessoal de serviço	água, combustível, lubrificantes, etc.	tanque de vácuo (grande ou mini) ou (se possível) equipamento MAPET

① Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente	descarga, limpeza, inspecção dos tubos de ventilação, registo das datas de vazamento, controlo do conteúdo da fossa e contacto com os serviços municipais ou outra organização para o vazamento quando necessário	compreensão de questões de higiene, guarda-livros básico, conhecimentos de medição
mecânico local ou da área	vazamento da fossa, controlo da fossa e dos tubos de ventilação, reparação em caso de necessidade	capacidade de trabalho com um tanque de vácuo ou MAPET, alvenaria básica
organização externa de apoio	monitoramento do funcionamento da fossa e vazamento das fossas por equipas próprias, formação dos utentes e de equipas de vazamento	conhecimentos de formação, de monitoramento, de organização e participação, bem como conhecimentos técnicos

Aspectos organizativos

Os aspectos organizacionais giram à volta da confiança nos serviços de esvaziamento, da disponibilidade de empreiteiros hábeis para a construção e reparação, e do controlo da remoção do lodo.

② Custos correntes

Os custos principais referem-se ao vazamento da fossa. A frequência do vazamento depende da quantidade de sólidos e líquidos que entram na fossa. O custo médio anual do O&M per capita avaliado em mais de 39 países foi de 3,09 dólares, enquanto que no Brasil este custo era apenas de 0,67 dólares (estudos do Banco Mundial, citados em Wilson H., 1988 (em dólares em 1987)).

③ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Muitos problemas devem-se ao facto de não se dar a devida atenção à remoção de efluentes líquidos. Grandes quantidades de fluxo que entram na fossa, podem causar uma concentração temporariamente elevada de sólidos suspensos no efluente devido à perturbação dos sólidos que já assentaram. Fossas com fugas podem provocar problemas de insectos e de cheiros em sistemas de "aqua privy" porque não se mantém a vedação hidráulica.

Limitações

Imprópria para as zonas onde haja escassez de água, os recursos financeiros sejam insuficientes para a construção do sistema e não se possa fazer ou não se possuam os meios para o vazamento seguro das fossas. Nos casos em que não houver espaço suficiente para fossas ou campos de drenagem, terão que ser instalados pequenos esgotos de furo. Os sistemas "aqua privy" só funcionam devidamente se tiverem sido bem desenhados, construídos e se funcionarem devidamente.

Observações

Ainda não se provou a eficácia dos aditivos de fossas sépticas—tais como fermento, bactérias e enzimas—que são muitas vezes vendidos para a "digestão da espuma e do depósito" e para "evitar a bombagem dispendiosa".

④ Literatura recomendada

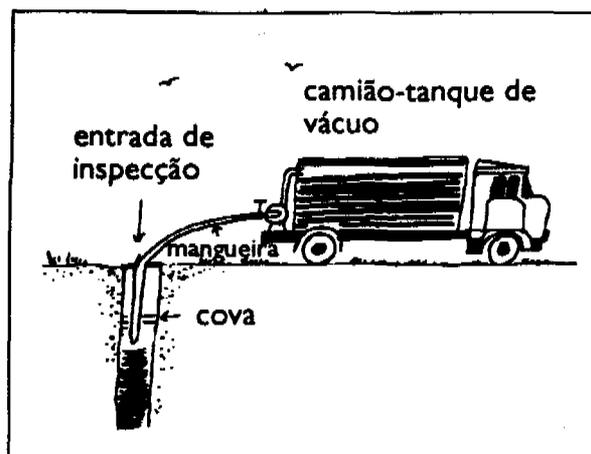
- Wegelin-Schuringa M. (1991); (Generalidades/Introdução, organização da O&M, O&M-técnica).
Franceys R. et al (1992); (Generalidades/Introdução, O&M técnica; Construção-técnica).
Kaplan, O.B. (1991); (Construção/técnica; Generalidades/introdução).

9.7 Camião-Tanque de Vácuo

1 Breve descrição da tecnologia

Um camião tanque de vácuo é um veículo motorizado equipado com uma bomba e tanque de vácuo destinado ao vazamento ou remoção do depósito das latrinas com covas, fossas sépticas ou esgotos e ao transporte deste depósito para um local de despejo. Os tanques de vácuo convencionais são construídos sobre um chassis de camião normal de 10 toneladas, com uma capacidade de transporte de depósito de 4-6 m³. Os mini-tanques possuem um chassis mais pequeno, com uma capacidade de transporte igual ou inferior a 2 m³.

Todos os sistemas utilizam uma bomba de vácuo, que é transmitida através da mangueira de sucção para o depósito: o depósito é, então, aspirado para o tanque. Se as camadas de depósito no fundo se tiverem agrupado, podem ser separados por um jacto de água a partir de uma mangueira (muitas vezes instalada no tanque, juntamente com um tanque de água separado) ou quebrados com uma longa pá antes de serem aspirados pela bomba. Em relação aos depósitos pesados em latrinas com covas (especialmente no fundo em que os sólidos assentaram), foram concebidos camiões-tanque que utilizam bombas de vácuo de grande potência aliadas à entrada de uma faixa de ar para dentro da mangueira de sucção que funciona como um meio de transporte para o depósito (técnicas "air drag"—aspiração por ar, ou "plug and drag"—ligação e aspiração). Contudo, estes camiões representam um custo inicial e corrente elevado, são muito grandes, o que pode implicar problemas de acesso e o seu desempenho é significativamente reduzido quando têm que remover depósitos ao longo de grandes distâncias (máximo são 50 m). O mini-tanque foi concebido para evitar estas desvantagens. É constituído por um veículo barato, altamente manobrável, de 1,6 metros de largura e 4 m de



comprimento, a que se podem instalar diferentes motores, tem um tanque de 1,6 ou 2 m³, bombas com a técnica "plug and drag", possui um sistema de jacto de água, consome pouco combustível, os seus custos de manutenção são baixos e funciona muito rapidamente. É necessário prestar atenção para que o depósito não se derrame à volta do tanque durante o vazamento. Deve-se deixar sempre uma pequena quantidade de depósito na cova para garantir a continuação de um rápido amolecimento. Os tanques de vácuo podem ser vazados por descarga de pressão e/ou inclinação do tanque.

Custo inicial: No Malawi, o custo anual de capital de um camião-tanque de vácuo grande era de cerca de 12.000 dólares, considerando uma taxa de juros de 14% ao ano (1987).

Zona de utilização: Zonas urbanas ou peri-urbanas com estradas de acesso adequadas (sistemas convencionais) ou razoáveis (mini-tanque).

Ⓜ Descrição das actividades de O&M

Operação

Verificação diária antes do trabalho: nível do óleo na bomba de vácuo, tanque de refrigeração de óleo, tanque hidráulico, motor, combustível, etc., dependendo do tipo; níveis de água no motor, pára-brisas, recipiente de água, tanque de lavagem, tanque de água da bomba de vácuo, etc.; disponibilidade de todos os materiais necessários; radiador de refrigeração hidráulica e do óleo da bomba; se a porta de trás se encontra devidamente fechada e com segurança. *Operação diária após o trabalho:* drenar o depósito e os separadores de óleo. *Verificação semanal:* pressão dos pneus, faróis, luzes, piscas, buzina, verificação das válvulas que evitam o enchimento em demasia do tanque, contactos entre as gavetas e assentos, verificação das esferas de aço, fugas no sistema hidráulico (apertar os acoplamentos). *Verificação bienal:* verificação dos suportes da bomba de vácuo depois de 3.000 horas ou 2 anos.

Manutenção

Chassis e motor: revisão normal de acordo com o manual, nomeadamente mudança do óleo do motor, filtro do óleo e filtro do combustível, bem como a lubrificação de todas as componentes após o número de quilómetros recomendado ou prazos indicados no manual. Mudança do óleo hidráulico, filtro hidráulico, óleo de refrigeração e limpeza do filtro do óleo de refrigeração depois de um ano ou mais cedo, em caso de necessidade.

Superestrutura: limpeza da bomba de vácuo quinzenalmente ou semanalmente, de acordo com o tipo; remoção e limpeza quinzenal ou semanal do filtro de água de lavagem, de acordo com o tipo; lubrificação de acordo com o manual de serviços; limpeza e lubrificação das válvulas de segurança de acordo com o manual de serviços.

Reparações: devem ser executadas imediatamente de modo a manter o camião-tanque a funcionar tanto quanto possível.

⑧ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
verificação dos níveis de óleo, de água, existência dos materiais necessários, radiador de refrigeração hidráulica e do óleo da bomba, se a porta de trás está fechada com segurança	diariamente, após o trabalho	camionista	óleo, água, filtros de óleo e outras peças simples para o camião conjunto de	ferramentas simples para a manutenção de camiões
drenagem do depósito e dos separadores de óleo	diariamente, após o trabalho	camionista		conjunto de ferramentas para a manutenção de camiões, balde
verificação semanal (ver &2)	semanalmente	camionista	óleo, água, óleo de lubrificação, filtros de óleo e outras peças simples para o camião	conjunto de ferramentas simples para a manutenção de camiões
preenchimento de impressos, administração	diariamente ou mais vezes	membro da equipa	papel	caneta
vazamento do tanque	diariamente ou mais vezes	camionista/ membro da equipa		
revisão do chassis e motor do camião	de acordo com o manual	camionista/ mecânico	peças padronizadas e especializadas para camiões	oficina simples de mecânica
mudança do óleo hidráulico, filtro hidráulico, óleo de refrigeração e limpeza do filtro do óleo de refrigeração	após 1 ano ou quando necessário	mecânico	óleo, filtros etc.	conjunto de ferramentas simples de manutenção para camiões
superestrutura: limpeza da bomba de vácuo; remoção e limpeza do filtro de água de lavagem	quinzenal a semanalmente, de acordo com o tipo	camionista/ membro da equipa	água, sabão	escova, balde
lubrificação de pontos, limpeza e lubrificação de válvulas de segurança	de acordo com o manual de serviços	camionista/ mecânico	óleo de lubrificação	conjunto de ferramentas simples de manutenção para camiões
reparações necessárias na superestrutura	imediatamente (para manter o tanque em funcionamento tanto quanto possível)	mecânico	peças padronizadas e especializadas para a superestrutura	oficina de mecânica
verificação dos suportes da bomba de vácuo	após 3.000 horas ou 2 anos	mecânico	óleo de lubrificação, água	oficina de mecânica

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
camionista	condução do camião, verificações e manutenção simples	conhecimentos de condução, de manutenção básica de camião, consciência de questões higiénicas em relação ao trabalho
membro da equipa	algumas actividades de manutenção, operação da bomba de vácuo e de remoção do depósito	conhecimentos básicos de manutenção da superestrutura, consciência de questões higiénicas em relação ao trabalho, de remoção do depósito
mecânico	grandes actividades de manutenção e reparações	conhecimentos de mecânica
governo ou organização privada	organizar, assegurar a arrumação higiénica dos depósitos	conhecimento de organização

Aspectos organizativos

A O&M e a prestação de serviços são normalmente organizadas e executadas por uma organização profissional, estando geralmente sob responsabilidade dos serviços municipais. O valor dos pagamentos é normalmente definido oficialmente (embora muitas vezes fortemente subsidiado) pela organização ou governo e não é negociável. Existe muito pouco envolvimento das famílias a quem a cova/fossa pertence e a quem os serviços são prestados. A gestão e a prestação dos serviços são, muitas vezes, ineficazes. Em muitas zonas existem poucos camiões-tanque de vácuo, o que dá origem a um mau nível de serviços prestados apenas aos utentes dispostos a pagar às equipas um valor adicional em dinheiro, para além da taxa oficial.

⑤ Custos correntes

Constatou-se que os custos anuais totais referentes a grandes camiões-tanque de vácuo no Malawi aumentam com a distância percorrida por cova a partir de cerca de 5 dólares por m³ de depósito de latrina com cova quando a distância percorrida por cova era de 4 km, a cerca de 17 dólares por m³ quando a distância é de 16 km (função linear). O custo anual total referente a um camião-tanque de vácuo BREVAC grande divide-se da

seguinte maneira: capital 54%, combustível 11%, mão-de-obra 12%, manutenção 15% e despesas gerais 8%, partindo-se de uma taxa de juros de 14% ao ano (Williams C., 1987, em: Proceedings of the 13th WEDC Conference, 1987 – Resultados da 13ª Conferência da WEDC, 1987).

Durante uma experiência com um mini-tanque numa vila do Quênia, verificou-se que os custos eram os seguintes: os custos referentes ao combustível e todos os outros correntes, excluindo a mão-de-obra durante um período de três semanas, foram de 12 dólares por m³ de depósito, referentes à recolha de uma média de 53 m³ de depósito por dia com uma equipa composta por três elementos (a distância média da recolha até ao local de despejo era de 0,5 km). Os custos de operação de um mini-tanque MICRAVAC em Nairóbi, Quênia, variavam entre 5,50 e 7,80 dólares por m³, o que significa um custo anual per capita de 0,22 a 0,35 dólares. Os preços praticados para o vazamento de fossas por camiões-tanque de vácuo convencionais em Dar-es-Salaam, Tanzânia, eram de 1,5 dólares/m³ (1992). Este era um preço fortemente subsidiado.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Problemas normais de um camião. Os principais problemas não se devem essencialmente a falhas técnicas, mas sim à inexistência de manutenção preventiva e de reposição de peças sobressalentes e ao mau estado das estradas. A arrumação final dos depósitos, muitas vezes não é suficientemente supervisionada.

Limitações

Inadequado para áreas com ruas estreitas, declives íngremes ou outras barreiras onde os veículos maiores não conseguem passar para chegar ao depósito ou cova. Muitos camiões-cisterna manuseiam a lama pesada tal como muitas vezes se encontra nas latrinas secas.

Recomendações

⑦ Literatura recomendada

Boesch, A. e Schertenleib, R. (1985). (Descrição geral dos diferentes sistemas, O&M técnica)

Coffey, M. (1988). (Descrição geral, custos correntes, desvantagens dos camiões-tanque de vácuo grandes).

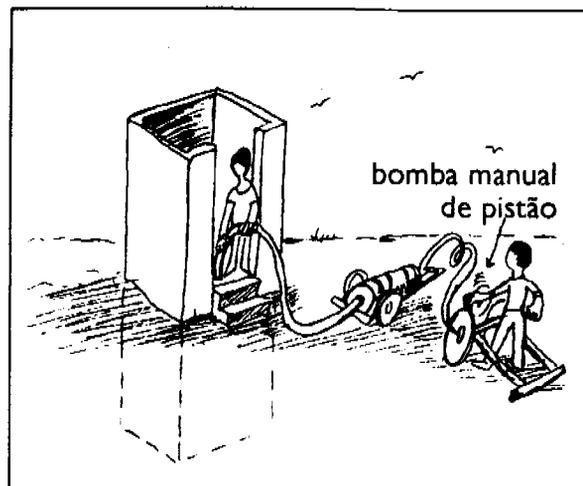
9.8 Tecnologia de Vazamento Manual de Covas de Latrinas (MAPET)

1 Breve descrição da tecnologia

O MAPET é um instrumento accionado manualmente para o vazamento de covas de latrinas. As suas principais componentes são uma bomba manual de pistão e um tanque de vácuo de 200 l, ambos montados em carroças ligadas por uma mangueira de água flexível de 3/4 polegadas. Utiliza-se uma mangueira de 4 polegadas para drenar o depósito da cova. Ao girar a roda da bomba manual, cria-se uma pressão negativa que aspira o ar para fora do tanque, o que cria subsequentemente um estado de quase vácuo. O resultado é que o depósito corre da cova para o tanque através da mangueira. A capacidade efectiva de bombagem é de 3 m, dependendo do grau de viscosidade do depósito.

O depósito é normalmente enterrado num buraco próximo da cova ou transportado a uma curta distância (<0,5 km) para um local de despejo (por exemplo um terreno nas redondezas ou um tanque de transferência do local onde os camiões-tanque de vácuo convencionais podem transportar o depósito para uma estação de tratamento de esgotos). O equipamento é de dimensões reduzidas, é operado manualmente e, por isso, é particularmente apropriado para assentamentos populacionais com uma densidade elevada com estradas estreitas, a que os camiões-tanque convencionais não têm acesso. A largura máxima do MAPET é de 0,8 m.

Custo inicial: 3.000 dólares (Muller M., e Rijnsburger J., 1994 (Dar-es-Salaam, Tanzânia, em dólares em 1992)). O



preço inclui o aprovisionamento local de todos os materiais e sobressalentes necessários: gás, varetas de soldar, tinta; transporte e mão-de-obra para a montagem.

Zona de utilização:

Zonas urbanas que não obedecem a nenhum planeamento ou de população de baixa renda, particularmente onde o acesso a veículos automóveis seja difícil e onde o sistema de covas duplas não possa ser (ou não seja) aplicado.

Custo de operação:

2,5 USD por carregamento de 200 l (Muller M. e Rijnsburger J., 1994 (Dar-es-Salaam, Tanzânia, em dólares em 1992)). Consignação média 5 carregamentos por 10 dólares.

⊗ Descrição das actividades de O&M

Operação

A tarefa de esvaziamento começa pelo contacto com o cliente, negociando o preço, transportando o equipamento MAPET do seu parque de estacionamento até à casa do cliente. Esta última operação pode demorar entre 30 e 60 minutos. É escavado um buraco para a remoção da lama, e a lama da latrina é preparada para a bombagem. Esta preparação envolve a mistura da lama com água (para torná-la mais líquida) e parafina (para reduzir o cheiro). Depois de as mangueiras terem sido ligadas, a bombagem da lama pode começar. Dependendo da viscosidade da lama e da cabeça de bombagem, pode-se levar cinco a vinte minutos para encher um depósito de 200 litros com lama. Quando um depósito estiver cheio, as mangueiras são desligadas e o depósito é manobrado ao lado do buraco escavado, e virado para a posição de descarga. Abre-se uma válvula de alívio da pressão, e a lama flui para dentro do buraco.

Depois de repor o depósito na sua posição original, a bombagem pode

começar de novo e o depósito vazio é enchido outra vez. Esta rotina é repetida até que a quantidade necessária de lama tenha sido removida. Em seguida, o equipamento é limpo e devolvido ao parque de estacionamento do bairro.

Manutenção

Pequenas reparações, tais como soldagem localizada de componentes soltas e reparação de furos de pneus, são executadas por pequenas oficinas da zona em que a equipa do MAPET opera e são pagas pela própria equipa. Os custos atingem um máximo de 25 dólares por mês. As grandes reparações e manutenção especial referem-se essencialmente à reparação e substituição de suportes, válvulas e guias; substituição do couro do pistão (uma vez por ano); e rodas (mancais, pneus). Estas reparações são executadas por mecânicos qualificados em oficinas especializadas.

⊗ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
pequenas reparações por ex. de furos ou pequenas soldagens	regularmente	artesãos locais	borracha, cola, varetas de soldagem, raios	equipamento básico de reparação de bicicleta, equipamento básico de soldagem, balde
reparação ou substituição de peças da bomba manual	ocasionalmente	mecânico de oficina	madeira, gás, tubo, válvulas de água	ferramentas básicas de oficina de mecânica, torno mecânico de madeira
substituição do invólucro de couro na bomba	manual	anualmente	mecânico de oficina	invólucro de couro ferramentas básicas de oficina de mecânica
reparação de rodas	ocasionalmente	mecânico de oficina	mancais, pneus	ferramentas básicas de oficina de mecânica,

① Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
utente/dono de latrina	contacto com a equipa do MAPET, negociação do nº de carregamentos a efectuar, negociação do preço	compreensão de questões de higiene
equipa do MAPET	vazamento de covas, contacto e negociação com utentes, organização execução e pagamento de pequenas actividades de manutenção, contacto com a oficina em caso de necessidade de grandes reparações	compreensão da relação entre higiene e saneamento, compreensão do funcionamento do equipamento e sua utilização, capacidade de execução ou organização de pequenas reparações, capacidade de comunicação
mecânico	execução da reparação e manutenção mais especializada do equipamento	conhecimentos básicos de mecânica, conhecimento do equipamento e das bombas manuais em particular
departamento do sistema de esgotos	monitoramento do desempenho da equipa do MAPET; formação de vazadores de covas, mecânicos; organização do transporte e do equipamento de manutenção	conhecimentos de organização e infraestruturas, conhecimentos de formação e de saneamento

Aspectos organizativos

Os serviços podem ser prestados por equipas privadas, mas, actualmente dependem do departamento do sistema de esgotos para:

- formação e licenciamento de vazadores de covas;
- fabrico e manutenção especializada de equipamento MAPET;
- monitoramento do desempenho das equipas e correcção no caso de mau funcionamento, particularmente nos aspectos ligados à saúde pública.

⑤ Custos correntes

O preço unitário pago em 1992 era de 2,5 USD por tanque, sendo o valor total médio correspondente a 5 carregamentos de 10 USD (valor de 1992) (Muller, M. e Rijnsburger, J., 1994). Estes valores cobriam toda a receita da equipa e pequenas unidades de reparação. Estes valores não cobrem a depreciação, os custos de investimento, os juros sobre o capital e os custos institucionais para o apoio organizacional.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Pneus furados, componentes em metal partidas e que carecem de soldagem, desgaste rápido dos mancais das rodas e outros danos das rodas, elementos da bomba gastos (suportes, válvulas, pistões), corrosão do tanque.

Limitações

Não apropriado para os casos em que o depósito tenha de ser transportado ao longo de distâncias que excedam 0,5 km até ao local onde deve ser enterrado ou de transferência. Os locais de transferência são apenas viáveis se as autoridades municipais puderem facilitar a recolha secundária e tratamento do depósito.

Observações

A procura potencial do serviço MAPET é alta, mas este precisa de marketing. Os actuais intervenientes não estão virados para o mercado. O interesse do sector

privado na provisão dum serviço MAPET precisa ser desenvolvido.

7 Literatura recomendada

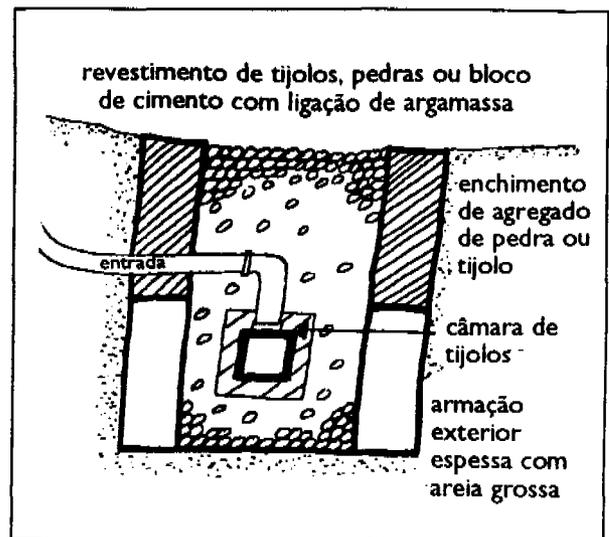
Muller, M. e Rijnsburger, J. (1994).
(Avaliação do desenvolvimento do equipamento em Dar-es-Salaam; Descrição geral; O&M técnica; organização da O&M e organização institucional).

9.9 Fossa

① Breve descrição da tecnologia

Uma fossa é uma cova para onde são despejados os efluentes líquidos de um tanque séptico, para se infiltrarem na terra. A capacidade da cova não deve ser menor do que a da fossa séptica.

A cova pode ser enchida com pedras, tijolos partidos, etc.; neste caso, normalmente não é necessário nenhum revestimento, ou então pode ficar um espaço aberto revestido com alvenaria (frequentemente com um enchimento de areia ou cascalho entre o revestimento e o solo para aumentar a infiltração). A camada superior de 0,5 m deve ser revestida solidamente para permitir um suporte firme à cobertura de betão armado. A cobertura por vezes leva em cima uma camada de terra de 0,2 – 0,3 m para afastar os insectos. A dimensão da fossa é determinada essencialmente pelo volume dos efluentes líquidos produzidos, pelo grau de purificação destes efluentes e pelas condições locais do solo. Se o fluxo dos efluentes for grande, pode ser mais económico abrir valas de drenagem.



Custo inicial: 50 – 250 dólares para cova de dimensão familiar (Hardoy, J.E. et al., 1990 e TP 31, IRC, 1992). Indicação de preços baseada no custo de covas de compensação revestidas de latrinas de carga-descarga.

Zona de utilização: Zonas rurais e peri-urbanas em que exista água em quantidade suficiente, o solo seja permeável e que não haja um leito de rocha nem água subterrânea a uma pequena profundidade.

② Descrição das actividades de O&M

Operação

Praticamente não são necessárias nenhuma actividade para a operação, à excepção de atenção à possibilidade da fossa transbordar.

Manutenção

Limpar a saída do tanque e desobstruir o tubo de distribuição, se necessário.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
verificação e limpeza da saída do tanque e caixas de divisão	uma vez por mês	família ou operador	água	escova, ferramentas para abertura de portas, etc.
reparação da saída e ligação de tubos à fossa	sempre que necessário	família ou operador	água,	escova, pá, ferramentas para abertura de portas de acesso, material para desmontar tubos

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
família/utente ou operador local	verificação do fluxo de saída do tanque e desempenho da fossa	compreensão de questões de higiene, alguns conhecimentos técnicos sobre o sistema de fossas, capacidade de comunicação
artesão local	reparação de partes que estiverem estragadas, remoção de obstruções nos tubos de distribuição	alvenaria básica, técnicas de tubagem, conhecimento das técnicas do sistema e do seu funcionamento
departamento da agência	monitoramento do funcionamento dos sistemas, formação dos utentes/operadores e artesãos locais, assistência na resolução de grandes problemas	conhecimentos de formação, conhecimentos técnicos para a reparação e manutenção de terrenos de drenagem, capacidade de monitoramento

Aspectos organizativos

Pequenas reparações e actividades de O&M são normalmente executadas pelas próprias famílias ou por mão-de-obra recrutada (por exemplo artesão local) que é paga pelas famílias.

⑤ Custos correntes

Os custos correntes são praticamente insignificantes.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Fossas a transbordarem (especialmente quando se despejam nela resíduos de casas de banho e água dos- esgotos quando ela foi apenas concebida para resíduos de casa de banho).

Limitações

Impróprio quando não existe espaço, água ou recursos financeiros suficientes para a construção, nos casos em que o solo tenha uma permeabilidade má ou seja demasiado duro para se cavar (leito da rocha) ou a água subterrânea esteja a uma pequena profundidade. O plantio de árvores perto ou por cima da fossa pode melhorar a transpiração e permeabilidade.

Observações

—

7 Literatura recomendada

Franceys, R. et al. (1992). (Descrição geral; Desenho).

Kaplan, O.B. (1991). (Descrição geral; Desenho)

National Environmental Health Association (1979). (Orientações técnicas).

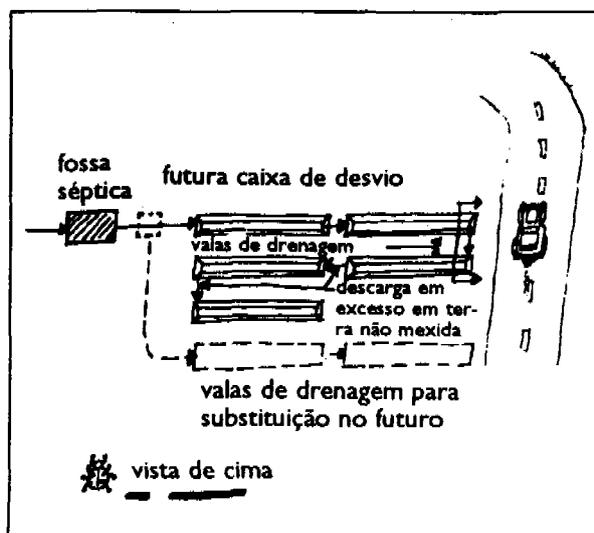
9.10 Terreno de Drenagem

1 Breve descrição da tecnologia

Os terrenos de drenagem são compostos por valas subterrâneas cheias de cascalho chamadas linhas de filtragem ou valas de drenagem para as quais são conduzidos os efluentes líquidos provenientes de um tanque interceptor de sólidos através de tubos de pó de pedra ou de PVC perfurado, que permitem que os efluentes se infiltrem no solo. Numa fase inicial, o grau de infiltração no solo pode ser elevado mas, após vários anos, o solo fica obstruído e atinge-se um nível de equilíbrio de infiltração. Se o fluxo dos esgotos exceder o nível do equilíbrio do solo, coloca-se a possibilidade de os esgotos virem à superfície no terreno de drenagem.

As valas normalmente possuem uma largura de 0,3 – 0,5 m e uma profundidade de 0,6 – 1,0 m abaixo da parte de cima dos tubos, são colocadas com um gradiente de 0,2 – 0,3% e contendo cascalho com 20 – 50 mm de diâmetro com 0,3 a 0,5 m de terra em cima, com uma barreira de palha ou papel de construção para evitar que a terra seja arrastada. Devem ser colocados em série para que à medida que cada vala se encha, o seu excesso passe para a seguinte. Isto assegura que cada vala seja usada totalmente ou não seja utilizada de todo.

As valas devem estar situadas a uma distância de 2 m umas das outras ou ao dobro da profundidade da vala se esta for superior a 1 m. O fundo de uma vala deve estar situado no mínimo entre 0,5 e 1 m



acima do nível da água subterrânea, do leito da rocha ou do solo impermeável e a inclinação da terra não deve exceder os 10%.

Uma superfície igual de terra deve ser reservada para a eventual extensão ou substituição do terreno de drenagem, caso este fique entupido.

Em comparação com as fossas, os terrenos de drenagem são muitas vezes usados nos casos em que se produzem maiores quantidades de efluentes líquidos.

Custo inicial: Não se encontraram nenhuns dados.

Zona de utilização: Zonas rurais ou peri-urbanas onde exista água e espaço em quantidade suficiente e onde o solo seja permeável.

2 Descrição das actividades de O&M

Operação

Não são necessárias praticamente nenhuma actividades para a operação, excepto observar a ocorrência de descarga em excesso, mudar para o outro terreno de drenagem ao fim de 6 a 12 meses e administrar as datas de mudança (se se aplicar).

Manutenção

Limpar a saída do tanque e verificar se ainda se encontra em condições (caso contrário, deve ser limpa ou reparada). Por vezes pode ser necessário desobstruir o tubo de distribuição. As caixas de divisão têm de ser limpas periodicamente. Controlar o crescimento de plantas para evitar a penetração de raízes nos tubos/valas.

③ Requisitos de O&M

Actividade	Frequência	Recursos Humanos	Materiais e Peças Sobressalentes	Ferramentas e Equipamento
controlo do crescimento de plantas	regularmente	família ou operador		pá, balde, panga, etc.
mudança para outro terreno de drenagem	ao fim de 6 a 12 meses	família ou operador	tijolos ou outro material para bloquear os tubos	chave para abrir caixa de distribuição
desobstrução do tubo de distribuição	ocasionalmente	família, operador ou artesão local	água, pedaço de tubo, cola	escova, pá, vara comprida ou escova flexível, faca, serrote
limpeza das caixas de divisão	mensalmente	família ou operador	água	pá, escova
verificação do fluxo de saída do tanque e limpeza	uma vez por mês	família ou operador	água	escova, ferramentas para abrir entrada de acesso

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
família/utente ou operador local	verificação do fluxo de saída do tanque e desempenho do terreno de drenagem, trabalho de guarda-livros, controlo do crescimento de plantas	compreensão de questões de higiene, alguns conhecimentos técnicos sobre o tanque e o terreno
artesão local	reparação de partes que estiverem estragadas, remoção de obstruções nos tubos de distribuição	alvenaria básica, técnicas de tubagem, conhecimento das técnicas do sistema e do seu funcionamento
agência	monitoramento do funcionamento dos sistemas, formação dos utentes / operadores e artesãos locais, assistência na resolução de grandes problemas	conhecimentos de formação, conhecimentos técnicos para a reparação e manutenção de terrenos de drenagem, capacidade de monitoramento

Aspectos organizativos

Uma O&M e uma contabilidade menores, organizadas e executadas pelos agregados familiares, grupos de agregados familiares ou por uma organização comunitária. A direcção governamental precisa controlar o desempenho dos campos de drenagem, e formar os utentes (e as suas organizações), os artesões e zeladores nos aspectos técnicos da O&M.

⑤ Custos correntes

Se o sistema tiver sido bem desenhado, as reparações só serão necessárias muito ocasionalmente e, por isso, os custos correntes são baixos.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Linhas de filtragem que transbordam, cheiro desagradável, contaminação da água subterrânea e conflitos sociais (quanto à localização dos terrenos de drenagem, cheiros, etc.).

Limitações

Impróprio quando não existe espaço, água ou recursos financeiros suficientes para a construção, nos casos em que a permeabilidade do solo seja má ou em que o leito da rocha ou água subterrânea estejam a uma pequena profundidade.

Observações

É possível aliviar a pressão dos terrenos de drenagem através da redução da quantidade de água e de sólidos que corre para o tanque interceptor de sólidos, por exemplo através de um melhor desenho de retretes/casas de banho que usem menor quantidade de água, evitando que o depósito penetre no tanque.

⑦ Literatura recomendada

Franceys, R. et al. (1992). (Descrição geral; Desenho).

Kaplan, O.B. (1991). (Descrição geral; Desenho; Manutenção-técnica).

National Environmental Health Association (1979). (Desenho; Estudos de caso sobre desempenho técnico; Ensaios de solos).

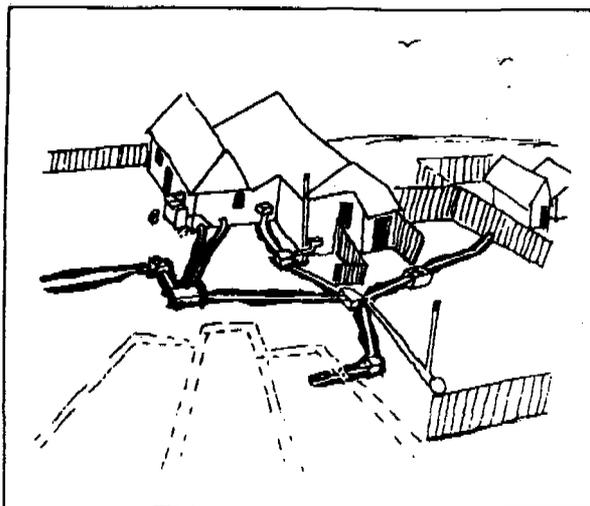
9.11 Rede de Esgotos de Furo Pequeno ou de Clarificação

1 Breve descrição da tecnologia

Os sistemas de detritos de pequeno diâmetro (ou de detritos clarificados) consistem num sistema de detritos projectado para receber apenas a fracção líquida da água usada pelo agregado familiar. As componentes sólidas, são retidas num tanque interceptor (basicamente uma fossa séptica de compartimento único), que deve ser vazado periodicamente. Visto os canos de esgoto receberem apenas os detritos líquidos, esses são projectados de forma diferente dos canos de esgoto convencionais, e têm as seguintes vantagens:

- o sistema precisa de menos água, uma vez que não é necessário que os sólidos sejam transportados;
- os custos de escavação são reduzidos porque os canos podem ser colocados em profundidades superficiais e não precisam manter uma velocidade de auto-limpeza;
- custos reduzidos de materiais, na medida em que o diâmetro dos canos pode ser pequeno (o fluxo máximo é atenuado pelos tanques interceptores), e não há necessidade de poços de inspecção de grande dimensão;
- requisitos reduzidos de tratamento, porque os sólidos são mantidos nos tanques interceptores.

O sistema de esgotos de pequeno diâmetro consiste numa ligação doméstica, um tanque interceptor, canos de esgoto / aberturas para limpeza / poços de inspecção, aberturas para ventilação, uma unidade de tratamento de detritos, e postos de elevação (se não houver fluxo por gravidade). O sistema é o mais adequado em áreas que já tenham fossas sépticas mas onde o solo (já) não consiga absorver o efluente, ou onde as densidades sejam tais que não haja espaço para terrenos de drenagem. Este sistema também proporciona uma forma econó-



mica de melhorar as instalações existentes de saneamento para um nível mais comparável ao dos canos de esgoto convencionais.

Custo inicial: Nenhum dado recente disponível mas o custo do sistema em Brotas (no Brasil) foi calculado como sendo 78% mais barato do que os sistemas convencionais de detritos; na Austrália e nos EUA as economias no custo da construção são de 25 a 35 por cento, mas isto exclui os custos dos tanques interceptores.

Zona de utilização:

Áreas onde os terrenos de drenagem individuais não sejam convenientes (condições ou densidades do solo), áreas onde as latrinas com autoclismo com controlo de descarga, com covas de drenagem, possam ser melhoradas para um sistema de esgotos de pequeno diâmetro.

⊗ Descrição das actividades de O&M

Operação

O requisito operacional principal para o agregado familiar, é assegurar que nenhuns sólidos entrem no sistema e que o tanque interceptor funcione devidamente.

Manutenção

A remoção regular da lama do tanque interceptor. Isto tem que ser verificado pela autoridade local de detritos, porque o sistema estará em perigo se os sólidos conseguem entrar. A remoção de

obstruções, controlo regular dos canos de esgoto e descarga periódica. O rendimento de acessórios no sistema de canalização, tais como aberturas para limpeza, poços de inspecção, (eventuais) postos de elevação e aberturas de ventilação, devem ser verificados e mantidos regularmente.

⊗ Requisitos de O&M

<u>Actividade</u>	<u>Frequência</u>	<u>Recursos Humanos</u>	<u>Materiais e Peças Sobressalentes</u>	<u>Ferramentas e Equipamento</u>
limpar o sifão colector de gorduras	diária/ semanalmente	agregado familiar	água	
reparações e desobstruções	sempre que necessário	mão-de-obra ou mecânico local	água, materiais e peças especializadas	equipamento de descarga, conjunto de ferramentas de mecânico, etc.
inspecção no local de acessórios tais como bombas e mecanismos de controlo, câmaras de vácuo, válvulas de retenção	no mínimo anualmente	família ou mecânico	água	conjunto básico de ferramentas de mecânico
inspecção dos esgotos da rua	regularmente	peçoal do departamento do sistema de esgotos	peças sobressalentes e materiais, especializados	ferramentas e equipamento especializados

④ Intervenientes e conhecimentos necessários na O&M

Interveniente	Tarefa	Conhecimentos
família	verificar os acessórios dentro do pote, assistir a organização comunitária na manutenção das câmaras de inspecção e do esgoto entupido comum	compreensão do sistema, alguns conhecimentos técnicos para verificação dos acessórios
mão-de-obra/ mecânico local	verificação dos acessórios no local, pequenas reparações, remoção de pequenos entupimentos	conhecimentos de mecânica
organização comunitária	organização da verificação regular de esgoto entupido, notificação da organização externa caso os problemas não possam ser resolvidos, cobrar as taxas dos esgotos	compreensão do sistema e conhecimentos do trabalho de guarda-livros, de organização, monitoramento e de comunicação
agência	monitoramento do desempenho do sistema; manter contactos regulares com as organizações comunitárias e monitoramento do seu desempenho; formação das equipas, mecânicos, pessoal da organização e membros da organização comunitária, operar e manter o esgoto colector, posto de bombagem e unidade de tratamento	conhecimentos técnicos, administrativos, de organização, de monitoramento, de comunicação e de formação

Aspectos organizativos

Os principais aspectos organizativos relacionados com o sistema são a organização de serviços de remoção de lama para os tanques interceptores. Os principais problemas relacionados com esta remoção de lama, têm a ver com a responsabilidade. Normalmente, isto é assumido pelo dono da propriedade, visto que o tanque interceptor encontra-se na sua propriedade. Os residentes não proprietários, não têm nenhum incentivo para remover a lama regularmente. A remoção de lama é dispendiosa e inconveniente, e a lama a transbordar nos sistemas de detritos não afectará o morador directamente, mas afectará o sistema comunal de esgotos a jusante. Portanto, para que o sistema de esgotos funcione de forma eficaz, a responsabilidade pela remoção da lama do depósito tem que recair sobre a organização responsável pela manutenção do sistema comunal de esgotos. Esta organização também tem que suportar a responsabilidade pelo tratamento dos líquidos provenientes dos canos de esgoto e da lama dos tanques interceptores.

⑤ Custos correntes

A despesa principal dos custos correntes prende-se com o esvaziamento dos tanques interceptores, que varia por país e por cidade. Outros custos correntes são necessários para o tratamento, descarga ocasional do sistema, e reparações/manutenção do sistema.

⑥ Problemas, limitações e observações

Problemas frequentes

Tanques interceptores que transbordam porque a lama não foi removida a tempo. Obstruções devido a ligações ilegais sem tanque interceptor.

Limitações

Basicamente adequado apenas onde as fossas sépticas ou outro sistema já existam in loco. Se for necessário instalar um sistema novo, o sistema superficial de esgotos é mais conveniente, na medida em que não necessita dum tanque interceptor. A dependência duma remoção regular de lama do tanque interceptor, significa que é necessária uma direcção bem organizada de detritos.

Observações

O sistema precisa dum esquema um tanto regular ao longo das ruelas ou ruas, e dum sistema regular (por mais que seja limitado) de abastecimento de água. Em muitas das zonas urbanas de baixa renda, estas condições não se aplicam e, portanto, o sistema não é apropriado para aplicação. Até aqui, as experiências positivas com o sistema foram todas em países desenvolvidos.

⑦ Literatura recomendada

Mara, D. (1996). Low-cost urban sanitation. John Wiley & Sons, Chisester, UK.

Otis, R.J., and Mara, D. D., (1985). The design of small bore sewer systems (TAG Technical Note N° 14). Washington, DC, EUA, Banco Mundial

Reed, R.A. (1995). Sustainable sewerage—guidelines for community schemes. Intermediate Technology Publications in association with the Water, Engineering and Development Centre. Londres, Reino Unido

Vines, M. and Reed, R. (1990). Low-cost unconventional sewerage. In: Waterlines, vol. 9, n° 1, pág. 26-29.

Literatura recomendada

Acra, A.; Jurdi, M.; Mu'Allem, H.; Karahogopian, Y.; Raffoul, Z. (1990). *Water disinfection by solar radiation: assessment and application*. (Technical study / IDRC; 66c). Ottawa, Ont., Canada, International Development Research Centre.

Acra, Aftim; Raffoul, Zeina; Karahogopian, Yester (1984). *Solar disinfection of drinking water and oral rehydration solutions: guidelines for household application in developing countries*. Beirut, Lebanon, Illustrated Publications.

Acrema Tahoua (1988 [?]). *Volanta: pièces de rechange: cahier d'entretien*. Tahoua, Burkina Faso, Acrema Tahoua.

An Foras Forbartha, Electricity Supply Board and Alternative Energy Committee (1981 [?]). *The development of small scale hydro-schemes*. Dublin, Ireland, Department of Industry and Energy.

Anglade, Alain; Gay, Bernard; Loewe, Peter; Sarda, Jacques (1985). *Les énergies de pompage: approvisionnement en eau et énergies renouvelables*. (Dossier technologies et développement). Verberie, France, Institut Technologique Dello.

Arlosoroff, Sau et al. (1987). *Community water supply: the handpump option*. Washington, DC, USA, World Bank.

Bakalian, Alexander; Wright, Albert; Otis, Richard; Azevedo Netto, Jose de (1994). *Simplified sewerage: design guidelines*. (Water and sanitation report; no. 7). Washington, DC, USA, UNDP-World Bank Water and Sanitation Program, World Bank.

Bakhteari, Quratul Ain; Wegelin-Schuringa, Madeleen (1992). *From sanitation to development: the case of the Baldia soakpit pilot project*. (Technical paper series / IRC; no. 31). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Barry, Mohamed A. (1990a). *Rapport d'activite sur les experimentations de pompes a motricite humaine en hydraulique villageoise*. (Serie hydraulique villageoise). Ouagadougou, Burkina Faso, Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques.

Barry, Mohamed (1990b). 'Evaluation de trente hydropompes Vergnet dans la province Yatenga (Burkina Faso)'. In: *Bulletin de Liaison du Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques*, no.79, p. 29-33.

Bastemeyer, Teun and Visscher, Jan Teun (1987). *Maintenance systems for rural water supplies*. (Occasional paper series / IRC; no. 8) The Hague, Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Baumann, Erich (1993a). *Performance evaluation of handpumps used in UNICEF projects*. Draft. St Gallen, Switzerland, Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management.

Baumann, Erich (1993b). *Choice of technology: a paper prepared for a CWS project in Ghana*. St. Gallen, Switzerland, Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management.

- Besselink, Jos (1990). *Problèmes techniques de la pompe Volanta a Dosso, Niger: inventarisation et analyse, causes et remèdes: rapport de la mission d'appui au PHV/DDH~Dosso Niger du 6.05.90 au 8.07.90*. Arnhem, The Netherlands, Interaction Design.
- Besselink, Jos and Wilgenburg, Ferry van (1992). *Small scale drinking water supply systems for deep wells: two desk studies of aspects of deepwell handpumps and alternative small scale mechanical drinking water supply systems*. The Hague, The Netherlands, Section for Research and Technology, Directorate-General for Development Cooperation, Ministry of Foreign Affairs.
- Blair Research Laboratory (1988). *Bucket pump manual for field workers*. Harare, Zimbabwe, Blair Research Laboratory.
- Blair Research Laboratory (1991). *The Zimbabwe Bush pump: a manual for the installation, dismantling and maintenance of the "B" type Bush pump*. Harare, Zimbabwe, Blair Research Laboratory.
- Boesch, Andrew and Schertenleib, Roland (1985). *Emptying on-site excreta disposal systems: field tests with mechanized equipment in Gaborone (Botswana)*. (IRCWD-Report); no. 03/85). Duebendorf, Switzerland, International Reference Centre For Waste Disposal.
- Boesveld, Mary (1988). *The Public Standpost Water Supplies Project in Indonesia: an overview with special emphasis on the methodology applied at the local demonstration schemes*. Bandung, Indonesia, Institute of Human Settlements.
- Brand, Anthony and Bradford, Bonnie (1991). *Rainwater harvesting and water use in the barrios of Tegucigalpa*. Tegucigalpa, Honduras, UNICEF.
- Bridger, G.A. (1988). *Rural water supply*. (Design manual; no. D1). Ratmalana, Sri Lanka, National Water Supply and Drainage Board.
- Bridger, G.A. (1989). *Urban water supply and sanitation*. (Design manual; no. D2). Ratmalana, Sri Lanka, National Water Supply and Drainage Board.
- Brikké, François (1994). *Training course package in management of operation and maintenance of rural water supply and sanitation*. The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre, and Geneva, Switzerland, Operation and Maintenance Working Group.
- Brush, Richard E. (1979). *Wells construction: hand dug and hand drilled*. (Appropriate technologies for development). Washington, DC, USA, Peace Corps.
- Cairncross, Sandy and Feachem, Richard G. (1993). *Environmental health engineering in the tropics: an introductory text*. 2nd ed. . Chichester, UK, Wiley.
- Carlsson, Bengt and Drake, Ellen (1990). *Handbook for village water supply operators*. Gaborone, Botswana, Unified Local Government Service, Ministry of Local Government and Lands Centre.
- Carty, Dermot (1990). 'Water-well bucket protection in Zambia. In: *Waterlines*, vol. 8, no. 4, p. 26-28.

Castilla Ruiz, Antonio and Galvis Castano, Gerardo (1993). *Bombas y estaciones de bombeo*. Calo, Colobia, CINARA.

Chimbunde, E. and Mtero, S. (1991). 'Zimbabwe's upgraded well programme'. In: Pickford, John. *Infrastructure, environment, water and people: proceedings of the 17th WEDC Conference, United Nations Centre for Human Settlements (Habitat), Nairobi, Kenya, 19-23 August 1991*.

Loughborough, UK, Water, Engineering and Development Centre (WEDC), Loughborough University of Technology. p. 111-113.

CIEH et Fondation de l'Eau (1990). *Les pompes à motricité humaine: principes, critères de choix, fiches de produits*. (Les cahiers techniques; no. 13). Limoges, France, Fondation de l'Eau.

CIEH et BURGEAP (1991). *Etude du vieillissement des forages d'hydraulique villageoise et semi-urbaine en zone de socle cristallin*. (Série hydrogéologie). Ouagadougou, Burkina Faso, Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques.

Cotton, Andrew et al. (1993). *Development of tools for the assessment of operation and maintenance status of water supplies in lesser and least developing countries*. Draft. Geneva, Switzerland, World Health Organization.

Cotton, Andrew and Jansens, Jan (1994). *Tools for the assessment of operation and maintenance status of urban and rural water supply and sanitation*. Geneva, Switzerland, Operation and Maintenance Working Group.

Craun, Gunther F. (1993). *Safety of water disinfection: balancing chemical and microbial risks*. Washington, DC, USA, ILSI Press.

Cumberlege, Oliver R. and Kiongo, John M. (1994). A community approach to building rainwater cisterns. In: Bambrah, G. K., Otieno, F.O., Thomas, D.B. . *Participation in rainwater collection for low income communities and sustainable development: proceedings of the sixth International Conference on Rainwater Catchment Systems, 1-6 August, 1993*. Nairobi, Kenya, Africa Region, International Rainwater Catchment Systems Association. p. 351-357.

Dahi, Eli (1990). *Environmental engineering in developing countries: a textbook*. Lyngby, Denmark, Polyteknisk Forlag.

Davis, J. and Brikké, F. (1995). Making your water supply work: operation and maintenance of small water supply systems. (Occasional Paper Series; no. 29). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Debris, T. et Collignon, B. (1994). *Entrepreneurs puisatiers du Sahel: la promotion des artisans et des petites entreprises du secteur hydraulique*. Paris, France. Association Française des Volontaires du Progrès, Ministère de la Coopération.

Delmas, Gilles and Courvallet, Michel (1994). *Public health engineering in emergency situation: a handbook for implementing health programmes in deprived environments, in particular in camps of displaced persons*. Paris, France, Médecins sans Frontières.

- Derrick, Anthony; Francis, Catherine and Bokalders, Varis (1991). *Solar photovoltaic products: a guide for development workers*. Rev.ed. .London, Intermediate Technology Publications.
- Diluca, C. (1983). *L'hydraulique villageoise dans les pays membres du CILSS: conditions d'utilisation et d'entretien des moyens d'exhaure*. Ouagadougou, Comite Interafricain d'etudes hydrauliques.
- Ellis, K.V. (1991). 'Water disinfection: a review with some consideration of the requirements of the Third World'. In: *Critical Reviews in Environmental Control*, vol. 20, no. 5/6, p. 341-407.
- Erskine, John M. (1991). 'Rain water harvesting systems in Southern Africa. In: *Show-Chyuan Chu. Rainwater catchment for future generations: proceedings of the Sth International Confernce in Rain Water Cistern Systems, Keelung, Taiwan, 4-10 August 1991*. Keelug, Taiwan, National Taiwan Ocean University. p. 574-585.
- Farley, M. (1995). *Training course package on leakage control*. Geneva, Switzerland, Operation and Maintenance Working Group.
- Fernando, Vijita and De Mel, J. Henry (1991). *Non-government organisation (NGOs) in Sri Lanka: an introduction*. Colombo, Sri Lanka, NGO Water Supply and Sanitation Decade Service.
- Fondation de l'Eau (1989). *La chloration des eaux: principe, exploitation et maintenance des installations*. (Les cahiers techniques; no. 10). Limoges, Frances, SEDA.
- Fondation de l'Eau (1985). *Les pompes centrifuges: entretien et maintenance*. (Les cahiers technique; no. 1). Limoges, Fondation de l'Eau.
- Fonseka, Joe and Baumann, Erich (1994). *Evaluation of maintenance systems in Ghana*. St. Galen, Switzerland, Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management (SKAT).
- Fraenkel, Peter (1986). *Water-pumping devices: a handbook for users and choosers*. London, UK, Intermediate Technology Publications.
- Franceys, Richard (1986). *12th WEDC Conference: water and sanitation at Mid-Decade*. Loughborough, UK, Water, Enguneering and Development Loughborough University of Technology (WEDC).
- Fraceys, R.; Pickford, J. and Rccd, R. (1992). *A guide to the development of on-site sanitation*. Geneva, Switzerland, World Health Organization.
- Galvis, Gerado et al. (1993). *Pre-treatment alternatives for drinking water supply systems: selection, design, operation and maintenance*. (Occasional paper series; no. 22). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.
- Garvey, Gerry, Kiros Gebrehiwet and Yegletu, Almaz (1991). 'Hand dug wells: field experience from Ethiopia. In: Pickford, John. *Infrastructure, environment, water and people: proceedings of the 17th WEDC Conference, United Nations Centre for Human Settlements (Habitat), Nairobi, Kenya, 19-23 August 1991*. Loughbourough, UK, Water, Engineering and Development Centre (WEDC), Loughbourough University of Technology. p. 181-184.

Gilman, R.H. and Skillicorn, P. (1985). Boiling of drinking water: can a fuel-scare community afford it? In: *Bulletin of the World Health Organization*, Vol. 63, no. 1, p. 157-163.

Goetsch, Otto (1989a). *Evaluation of water supply systems, constructed from 1964 to 1989*. Yaounde, Cameroon, CD/Helvetas.

Gould, John E. (1991). *Rainwater catchment systems for household water supply*. (Environmental sanitation reviews; no. 32). Bangkok, Thailand, Environmental Sanitation Information Center, Asian Institute of Technology.

Graham, N.J.D. (1988). *Slow sand filtration: recent developments in water treatment technology*. (Ellis Horwood series in water and wastewater technology). Chichester, United Kingdom, Ellis Horwood.

Groundwater Survey (Kenya) 1989). *Inventory of well siting methods: final report*. Rev.ed. (Well siting for low-cost water supplies; vol. 1). Nairobi, Kenya, Groundwater Survey.

Hailu, Sahle (1988). *Applicability of small bore gravity sewers in Addis Ababa, Ethiopia*. (Publication series B / Tampere University of Technology; No. 31). Tampere, Finland, Tampere University of Technology.

Harris, Dennis (1992). *Disinfection for rural community water supply systems in developing countries*. (Technical note / WASH). Arlington, VA, USA, Water and Sanitation for Health Project.

Harvey, Adam et al. (1993). *Micro-hydro design manuals: a guide to small-scale water power schemes*. London, UK, IT Publications.

Hasse, Rolf (1989). *Rainwater reservoirs above ground structures for roof catchment : most common rainwater tanks in comparison and construction manual*. Braunschweig, Germany, Vieweg.

Hemert, Bernard van et al. (1992). *The rope pump: the challenge of popular technology*. Juigalpa, Nicaragua, Dirección de Acueductos Rurales.

Hodgkin, Jonathan et al. (1991). *Meeting rural pumping needs in Sudan: an analysis of pumping system choice (diesel, wind, or solar)*. Burlington, VT, USA, Associates in Rural Development.

Hofkes, E.H. (1983a). *Handpump maintenance: guidelines for organising handpump maintenance systems*. The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Hofkes, E. et al. (1983b). *Small community water supplies: technology of small water supply systems in developing countries*. Enlarged ed. (Technical paper series; no. 18). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Hofkes, E.H. and Visscher, J.T. (1986). *Renewable energy sources for rural water supply*. (Technical paper series ; no. 23). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Inversin, Allen R. (1986). *Micro-hydropower sourcebook: a practical guide to design and implementation in developing countries*. Washington, DC, NRECA International Foundation.

IRC (1982). *Rural water supply development: the Buba-Tombali water project: 1978-1981*. The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

IRC and DGIS (1986). *Pompe à main Volanta: instructions d'entretien*. The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

IRC and IDRC (1988). *Handpump: issues and concepts in rural water supply programmes*. (Technical paper series; no. 25). The Hague, Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

IRC (1993). *Taking care of your water supply: a manual for community-based operation and maintenance of piped water systems*. (Training series; no. 10). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Isely, Raymond B. (1983). *Evaluation of health and social benefits of springs capped for irrigation, further adapted for domestic use in central Tunisia*. (WASH field report); no. 84). Arlington, VA, Water and Sanitation for Health Project.

Jeffcoate, Philip and Pond, Roy, (1989). *Large water meters: guidelines for selection, testing, and maintenance*. (World Bank technical paper; no. 111). Washington, DC, USA, World Bank.

Jigabha, J. (1992). *Water metering development in Dar es Salaam, Tanzania*. (Publication series B; no. 52) Tampere, Finland, Institute of Water and Environmental Engineering, Tampere University of Technology.

Johansen, Svein Stene; Lundar, Arne; Loevdal, Inge and Solgaard, Magne (1983). *Water operators handbook: Mongu Training Centre, Western Province, Zambia*. Lusaka, Zambia Department of Water Affairs.

Jordan, Thomas D. (1984). *A handbook of gravity-flow water systems for small communities*. London, United Kingdom, Intermediate Technology Publications.

Jordan, James K.; Buijs, Peter and Wyatt, Allan S. (1986). *Assessment of the operations and maintenance component of water supply projects*. (Wash technical report) ; no. 35. Arlington, VA, Water and Sanitation for Health Project.

Kaplan, O. Benjamin (1991). *Septic systems handbook*. 2nd ed. Chelsea, MI, USA, Lewis.

Kern, Charles (1989). *Community water development*. London, UK, Intermediate Technology Publications.

Korput, Jeanet van de and Langendijk, Michael (1993). *Issue paper 3: the pour flush latrine for guests only : a sociocultural perspective on the pour flush latrine in Chitral*. Gilgit, Pakistan, Aga Khan Health Service.

Kurian, Thomas; El Mowaffi, Sayeed and Mullick, M.A. (1984). *Installation, operation and maintenance manual for vertical turbine pumps, submersible pumps, horizontal pumps, and diesel engines*. Sanaa, Yemen Arab Republic, Rural Water Supply Department.

KWAHO (1988). *The Afridev handpump: scheduled maintenance; no. 1*. Nairobi, Kenya, KWAHO

- Lambert, Robert (1990). *How to make a rope-and-washer pump*. London, UK, Intermediate Technology Publications.
- Lammerink, M. et al. (1995). *Evaluation report: Nicaraguan experiences with the rope pump*. The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.
- Lancashire, Sarah; Kenna, Jeff and Frankel, Peter (1987). *Windpumping handbook*. London, UK, Intermediate Technology Publications.
- Lauterjung, Helmut and Schmidt, Gangolf (1989). *Planning of intake structures*. Braunschweig, Fed. Rep. of Germany, Vieweg.
- Laver, Sue (1985). *Handbook for the protection of village water supplies in Zimbabwe*. Harare, Zimbabwe, University of Zimbabwe..
- Laver, Sue (1986a). *Raising water with different pumps: the Zimbabwe bucket pump*. (Pump hand-out; no. 1). Harare, Zimbabwe, Blair Research Laboratory.
- Laver, Sue (1986b). *Raising water with different pumps: the Zimbabwe Blair pump*. (Pump hand-out; no. 2). Harare, Zimbabwe, Blair Research Laboratory.
- Lee, M.D. and Bastemeijer, T.F. (1991). *Drinking water source protection: a review of environmental factors affecting community water supplies*. (Occasional paper series ; no. 15). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.
- Lee, Michael D. and Visscher, Jan Teun (1992). *Water harvesting: a guide for planner and project managers*. (Technical paper series ; no. 30). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.
- Lee, M.D. and Visscher, J.T. (1990). *Water harvesting in five African countries*. (Occasional paper series ; no. 14). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.
- Lovejoy, Derek (1985). 'Technical note on comparative costs of solar, wind and diesel pumping at village sites in Nigeria and Somalia. In: *Natural Resources Forum*, vol. 9, no. 1. p. 77-80.
- Manus Coffey Associates (Dublin, IE) (1994). *Proposal for low cost mechanised latrine emptying system*. Dublin, Ireland, Manus Coffey Associates.
- Mara, D. Duncan (1984). *The design of ventilated improved pit latrines*. (TAG technical note; no. 13). Washington,DC, World Bank.
- Marseille, Marian et al. (1989). *Qualidade de água e uso de água, e situação de diarreia, na aldeia de Macharote, distrito de Dondo*. Beira, Mozambique, Centro Regional de Higiene Ambiental (CRHA), Direcção Provincial de Saúde de Sofala.
- Marshal, Ken (1982). *Evaluation of water current turbines in Southern Sudan*. Rugby, UK, Intermediate Technology Development Group.
- Mathewson, Iain (1993). The rebirth of the hydraulic ram pump. In: *Waterlines*, vol. 12, no. 2, p. 10-14.

- Mayo, A.W. (1991). Experience in rainwater harvesting in Tanzania. In: *Show-Chyuan Chu. Rain-water catchment for future generations : proceedings of the Sth International Conference in Rain Water Cistern Systems, Keelung, Taiwan, 4-10 August 1991*. Keelung, Taiwan, National Taiwan Ocean University. p. 535-546.
- McGowan, R. and Ashworth, J. (1984). *Comparative testing for water pumping systems installed in Botswana: general research methodology and specific field implementation instructions*. Burlington, VT, Rural Development Inc.
- McGowan, Richard and Hodgkin, Jonathan (1992). *Pump selection: a field guide for energy efficient and cost effective water pumping systems for development countries*. rev.ed.. (WASH technical report; no. 61). Arlington, VA, USA, Water and Sanitation for Health Project.
- McPherson, H.J. (1990). *Proceeding of the meeting of the Operation and Maintenance Working Group: Geneva, 19-22 June 1990*. Geneva, Switzerland, Community Water Supply and Sanitation Unit, WHO.
- McPherson (1994). *Selected case studies on operation and maintenance of water supply and sanitation systems*. Geneva , Switzerland, Operation and Maintenance Working Group, WHO
- McPherson, H.J. and McGarry, M.G. (1987). 'User participation and implementation strategies in water and sanitation projects,. In: *International Journal of Water Resources Development*, vol. 3, no. 1, p. 23-30.
- Meel, Joop van and Smulder, Paul (1989). *Wind pumping: a handbook*. (World Bank technical paper; no. 101) . Washington, DC, USA, World Bank.
- Meter, Ueli (1990). *Hydrant information package: a selected and annotated bibliography on hydraulic ram pumps, including a list of manufacturers, a data base printout on Hydrant research and selected articles*. (Working paper; no. 1). St. Gallen, Switzerland, Skat.
- Milkov, Jordan (1987). *Safe windlass shallow well: construction guide*. Monrovia, Liberia, WHO.
- Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement (1990). *Programme d'hydraulique villageoise Département de Dosso: formation comités de gestion pompes Volanta – Dogon Doutchi*. Dosso, Niger, Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement.
- Mohamed, B. (1989). *Rapport d'activités sur les expérimentations de pompes à motricité humaine en hydraulique villageoise*. Ouagadougou, Burkina Faso, CIEH.
- Morgan, Peter (1990). *Rural water supplies and sanitation*. London, UK, Macmillan.
- Morgan, Peter (1992). *Upgraded well manual for field workers*. Harare, Zimbabwe, Blair Research Laboratory.
- Mueller, Alexander M. (1983). *Farm economics of water lifting windmills: a guideline on economic and financial analysis for feasibility studies*. (Publication CWD); 84-1). Amersfoort, The Netherlands, Consultancy Services Wind Energy Developing Countries.

- Muller, Maria and Rijnsburger, Jaap (1994). *MAPET manual pit-latrines emptying technology project: development and pilot implementation of a neighbourhood based pit emptying service with locally manufactured handpump equipment in Dar es Salaam, Tanzania, 1998-1992: final report*. Gouda, The Netherlands, WASTE Consultants.
- National Environmental Health Association (1979). *State of the art manual of on-site waste water management*. Denver, Colorado, National Environmental Health Association.
- NEERI (1987). *Report on water quality assessment: Ramanathapuram district (Tamil Nadu)*. Nagpur, India, National Environmental Engineering Research Institute.
- NEERI and IRC (1989). *Slow sand filtration: phase IV final report*. Nagpur, India, National Environmental Engineering Research Institute.
- Neway, A. (1992). *Solar energy in water pumping and its economics*. (Publication series B; no. 50). Tampere, Finland, Institute of Water and Environmental Engineering, Tampere University of Technology.
- Nilsson, Ake (1988). *Groundwater dams for small-scale water supply*. [Rev. ed.]. London, UK, Intermediate Technology Publications.
- Nutbeam, Don, Aar, Leif and Catford, John (1989). 'Understanding childrens' health behaviour: the implications for health promotion for young people'. In: *Social Science and Medicine*, vol 29, no. 3, p.317-325.
- Nyangeri, Ezekiel E.N. (1986). *Rehabilitation of hand-dug wells and protected springs in Kisil, Kenya*. (Tampere University of Technology Water Supply and Sanitation Publications; no. 29). Tampere, Finland, Tampere University of Technology.
- Omwenga, John M. (1984). *Rainwater harvesting for domestic water supply in Kisil, Kenya*. (Water and sanitation publication; no. 17). Tampere, Finland, Tampere University of Technology.
- Orr, Alastair, Nazrul Islam, A.S.M. and Barnes, Cunnar (1991). *The treadle pump: manual irrigation for small farmers in Bangladesh*. Dakha, Bangladesh, Rangpur Dinajpur Rural Service.
- Otis, Richard J. and Mara, D. Duncan (1985). *The design of small bore sewer systems*. (TAG technical note; no. 14). Washington, DC, USA, World Bank.
- Pacey, Arnold and Cullis, Adrian (1986). *Rainwater harvesting: the collection of rainfall and runoff in rural areas*. London, UK, Intermediate Technology Publications.
- Pickford, John (1991). *Infrastructure, environment, water and people: proceeding of the 17th WEDC Conference, United Nations Centre for Human Settlement (Habitat), Nairobi, Kenya, 19-23 August 1991*. Loughborough, UK, Water, Engineering and Development Centre (WEDC), Loughborough University of Technology.
- Pieck, Cees (1983). *Opvang en opslag van regenwater*. Amsterdam, The Netherlands, TOOL.
- Pieck, C. (1985). *Catchment and storage of rainwater*. Amsterdam, The Netherlands, TOOL.
- Pollak, F. *Pump users handbook*. Surrey, England, Trade and Technical Press Ltd.

Rahman, M.M., O'Neill, I.C. and Lawson, J.D. (1989). 'Common effluent drainage system: an alternative in the wastewater management options for smaller communities'. In: *Asian Environment*, vol. 11, no. 2, p. 7-18.

Raynolds, John (1992). *Handpumps: toward a sustainable technology: research and development during the Water Supply and Sanitation Decade*. (Water and sanitation report; no. 5). Washington, DC, USA, Water and Sanitation Division, World Bank.

Rienstra, Kees (1990). 'Het voetpad naar de bron: de strijd voor het behoud van land en water'. In: *Internationale Samenwerking*, vol. 5, nr. 1, p. 22-23.

Roark, Philip, Hodgking, Jonathan and Wyatt, Alan (1993). *Models of management systems for the operation and maintenance of rural water supply and sanitation facilities*. (WASH technical report; no. 71). Arlington, VA, USA, Water and Sanitation for Health Project.

Roark, P. (1992). *Management models for the operation and maintenance of rural water Supply and sanitation Facilities*. (WASH Technical Paper no. 71). Arlington, VA, USA, WASH.

Roark, Philip and Tomaro, John (1990). *Internal evaluation of USAID assistance to the rural water supply and sanitation sector in Zaire*. (WASH field report; no. 313). Arlington, VA, USA, Water and Sanitation for Health Project.

Sandiford, Peter et al. (1993). 'The Nicaraguan rope pump'. In: *Waterlines*, vol. 11, no. 3, p. 27-30.

SATEC Développement and CIEH (1985). *Établissement d'un modèle de gestion de stations de pompage sur forages motorisés*. (Serie Hydrogéologie). Ouagadougou, Burkina Faso, CIEH.

Sethaputra, Chariya (1984). *Collection and storage of roof runoff for drinking purposes: socio-economic studies: vol. 4* Khon Khaen, Thailand, Faculty of Education, Khon Khaen University.

Skoda, John D and Reynolds, Colin (1994). "Rainwater catchment systems in South Pacific islands: experience of project implementation". In: Bambah, G.K., Otieno, F.O., Thomas, D.B.. *Participation in rainwater collection for low income communities and sustainable development: proceeding of the sixth International Conference on Rainwater Catchment Systems, 1-6 August, 1993*. Nairobi, Kenya, Africa Region, International Rainwater Catchment Systems Associations. p. 317-326.

Smet, Jo; Visscher, Jan Teun; Ginhoven, Dick van and Ankersmit, Willem (1988). *Community self-improvement in water supply and sanitation: a training and reference manual for community health workers, community development workers and other community-based workers*. (Training series ; no.5). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Tiemersma, J.J. and Heeren, N.A. (1984). *Small scale hydropower technologies: an overall view of hydropower technologies for small scale appliances*. Amsterdam, The Netherlands, TOOL/CAT.

Tiridiri, R. (1984). *Taking care of our springs: communities participation in water supply and sanitation*. (Educational series; no. 1). Kampala, Uganda, Ministry of Health.

Turner, J. Howard (1987). *Small engines: operation, maintenance and repair*. Blue Ridge Summit, PA, USA, TAB Books.

- UNCHS (Nairobi, KE) (1986). *The design of shallow sewer systems*. Nairobi, Kenya, United Nations Centre for Human Settlements.
- UNDP/APSO (Copenhagen, DK) (1985). *Emergency relief items: compendium of generic specifications*. Draft. Copenhagen, Denmark, United Nations Development Programme / Inter-Agency Procurement Services Office.
- UNEP (1983). *Rain and stormwater harvesting in rural areas: a report*. (Water resources series; vol. 5). Dublin, Ireland, Tycooly.
- UNICEF (1993a[?]). *India Mark II handpump: installation and maintenance manual*. New Delhi, India, UNICEF.
- UNICEF (1983b[?]). *India Mark III (VLOM) deepwell handpump: installation and maintenance manual*. New Delhi, India, UNICEF.
- USAID (1982). *Evaluating rainfall catchments*. (Water for the world technical note; no. RWS.1.P.5). Washington, DC, USA US Agency for International Development.
- Verhaegh, Marc (1990). *Water the spring of life: a research on the quality of drinking-water in the Mantsonyane area*. Maastricht, The Netherlands, University of Maastricht.
- Vigneswaran, S.; Bhattarai, Kiran K. and Sharma Tiwaree, Ram (1989). *Small community water supply; an illustrative manual*. Bangkok, Thailand, Asian Institute of Technology. Environmental Engineering Division.
- Visscher, J.T. et al. (1987). *Slow sand filtration for community water supply: planning design, construction, operation and maintenance*. (Technical paper series ; no. 24). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.
- Visscher, J.T. and Veenstra, S. (1990). *Slow sand filtration: guide for training of caretakers*. (Training series ; no. 6). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.
- Vries, E.T. de and Berkhuizen, J.C. (1989a). *Waterkracht in ontwikkelingslanden: basisrapport*. Rotterdam, The Netherlands, Institute for Communication and Advice on Energy and Environment.
- Vries, E. T. de and Berkhuizen, J.C. (1986b). *Hydropower in development countries*. Rotterdam, The Netherlands, Institute for Communication and Advice on Energy and Environment.
- Waller, D.H. (1989). 'Rain water: and alternative source in developing and developed countries'. In: *Water International*, vol. 14, no. 1, p. 27-36.
- Water Pollution Control Federation (Alexandria, VA, US) (1986). *Alternative sewer systems*. (Manual of practice; no. FD-12). Alexandria, VA, USA, Water pollution Control Federation.
- Water Research Centre and WHO Regional Office for Europe (1989). *Disinfection of rural and small-community water supplies: a manual for design and operation*. Medmenham, UK, Water Research Centre.
- WEDC (1987). Proceeding of the 132th Conference. WEDS, London, UK.

WEDC (1991). *The worth of water: technical briefs on health, water and sanitation*. London, UK, IT Publications.

Wegelin-Schuringa, Madeleen (1991). *On-site sanitation: building on local practice*. (Occasional Paper Series; 16). The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Wegelin, Madeleen (1993). *Operation and maintenance of sanitation systems in urban low-income areas in India and Thailand: final report*. The Hague, The Netherlands, Directorate General for Development Cooperation, Ministry of Foreign Affairs.

White, Geo. Clifford (1986). *The handbook of chlorination*. 2 nd ed. New York, NY, USA, Van Nostrand Reinhold.

WHO (1994). *Guidelines for the management of operation and maintenance of urban water supply and sanitation Systems*. Geneva, Switzerland, WHO.

Wijk-Sijbesma, Christine van (1987). *What price water? User participation in paying for community-based water supply with particular emphasis on piped systems*. (Occasional paper series ; no. 10). The Hague, IRC International Water and Sanitation Centre.

Wilson, Hakan (1988). *Costs and financing of water supply and sanitation activities*. New York, NY, USA, UNICEF Water and Environmental Sanitation Team.

Wiblad, Uno and Kilama, Wen (1985). *Sanitation without water*. Rev. and enlarged ed..(Macmillan education). Basingstoke, Hants, United Kingdom [etc.], Macmillan.

Winden, John van (1990). *Rural mechanics course. 3: Maintenance and repair of stationary diesel engines*. Amsterdam, The Netherlands, TOOL.

Wolters, H. and Visscher, J.T. (1989). *Slow sand filtration: a simple and reliable method to purify drinking water*. The Hague, The Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre.

Wood, Michael (1993). 'IA handpump for Africa: the Afridev experience'. In: *Waterlines*, vol. 11, no.4, p. 29-31.

Wray, Alistair (1989). *Water, engineering and development in Africa: proceedings of the 15th WEDC Conference, Kano, Nigeria, 3-7 April 1989*. Loughborough, Loughborough University of Technology. WEDC.

Wurzel, Peter and Rooy, Carel de (1993). 'Boreholes versus handpumps: addressing a mismatch'. In: *Waterfront*, no. 3, p. 6-7, 20-21.

Yaziz, Mohammad Ismail and Din, Omar (1988). 'Portable slow sand filter performance'. In: *Loughborough University of Technology. WEDC. The proceedings of the 14th WEDC Conference: Water and Urban Services in Asia and the Pacific: Kuala Lumpur, 11-15 April 1988*. Loughborough, Loughborough University of Technology. Water, Engineering and Development Centre. p.19-22.