



Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água

Programa de Capacitação em Gestão da Água



CURSO

SANEAMENTO RURAL



PROJETO TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA GESTÃO DA AGUA - FASE II

COORDENADOR GERAL

Paulo Belli Filho

COORDENADOR CAPACITAÇÃO PRESENCIAL

Armando Borges de Castilhos Jr.

GRUPO DE PLANEJAMENTO, GERENCIAMENTO E EXECUÇÃO

Claudia Diavan Pereira

Valéria Veras

Hugo Adolfo Gosmann

Alexandre Ghilardi Machado

Mateus Santana Reis

Thaianna Cardoso

COORDENADORES REGIONAIS

Sung Chen Lin

Cristine Lopes de Abreu

Luiz Augusto Verona

Claudio Rocha de Miranda

Ademar Rolling

COMITE EDITORIAL

Rejane Helena Ribeiro da Costa

Ramon Lucas Dalsasso

AUTORES DO CONTEÚDO

Marlon André Capanema

Mauricio Luiz Sens

Pablo Heleno Sezerino

Gestão:

Execução Técnica:

Patrocínio:



PETROBRAS



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental

PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO EM
GESTÃO DA ÁGUA

Saneamento Rural

Florianópolis - Santa Catarina
2014

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

U58s Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Saneamento rural / Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental ; [coordenador geral Paulo Belli Filho ; autores do conteúdo: Maurício Luiz Sens, Pablo Heleno Sezerino, Marlon André Capanema]. - Florianópolis : [s. n.], 2014. 150 p. ; il., tabs., fots.

ISBN: 978-85-98128-75-7

Projeto Tecnologias Sociais para Gestão da Água - Fase II. Programa de capacitação em gestão da água. Inclui bibliografia.

1. Gestão das águas. 2. Saneamento rural. 3. Tecnologias sociais. I. Sens, Maurício Luiz. II. Sezerino, Pablo Heleno. III. Capanema, Marlon André. IV. Título.

CDU: 628.3

CORREÇÃO GRAMATICAL

Rosangela Santos e Souza

CAPA, PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Studio S • Diagramação & Arte Visual

(48) 3025-3070 - studios@studios.com.br

IMPRESSÃO

Digital Máquinas Ltda.

(48) 3879-0128 - digitalcri@ig.com.br

CONTATOS COM TSGA

www.tsga.ufsc.br

cursotsga@gmail.com

(48) 3334-4480 ou (48) 3721-7230



O PROJETO

O Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água - TSGA iniciou suas atividades em Santa Catarina apoiado pela Petrobrás, desde o ano de 2007. Sua execução é realizada pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, em conjunto com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI e o Centro Nacional de Pesquisas em Suínos e Aves da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, CNPSA/EMBRAPA. As principais ações em desenvolvimento na atual fase são:

- Desenvolver unidades demonstrativas de tecnologias sociais para o uso eficiente da água na produção de suínos, na rizicultura, para a prática da agroecologia e para o saneamento ambiental no meio rural.
- Reversão de processos de degradação de recursos hídricos: uso e ocupação do solo visando à proteção de mananciais; recomposição de vegetação ciliar; preservação e recuperação da capacidade de carga de aquíferos e ações de melhoria da qualidade da água;
- Promoção e práticas de uso racional de recursos hídricos: ações de racionalização do uso da água; promoção dos instrumentos de gestão de bacias: mobilização; planejamento e viabilização de usos múltiplos.

Neste contexto, um dos programas prioritários em desenvolvimento, objetiva o fortalecimento das atividades formação, capacitação, em temas relacionados com o uso eficiente da água e preservação dos recursos hídricos, com prioridade para professores, corpo técnico das comunidades e organizações parceiras do TSGA.

O presente material didático constitui uma ferramenta de apoio ao ensino e formação do público alvo, elaborado por equipe de profissionais especialistas em suas áreas de atuação. Finalmente, visa igualmente perenizar e disseminar informações para o alcance dos objetivos do projeto TSGA, Fase II.



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	11
-------------------	----

MÓDULO 1

TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO EM MEIO RURAL

CONTRIBUIÇÃO ÀS TECNOLOGIAS SOCIAIS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO	17
Generalidades sobre tratamento de Águas.....	17
Finalidade do Tratamento	17
Sistemas mais comuns de tratamento de água	17
Escolha do Manancial	18
Combinações de Processos no Sistema de Tratamento.....	18
TECNOLOGIAS SIMPLIFICADAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO	21
Filtração lenta	21
<i>Pré-Filtros</i>	24
<i>Filtração em Múltiplas Etapas (FiME)</i>	26
Limpeza de filtros lentos.....	27
Filtração Lenta com Retrolavagem.....	30
Proposta de Filtro Lento com Retrolavagem Para uma Propriedade de Base Familiar	33
Acionamento automático da limpeza do FLR por sistema hidráulico mecânico:	37
FILTRAÇÃO EM MARGEM	39
Introdução	39
Ação purificadora da natureza	41

Hidráulica de Poço para FM.....	42
Tipos de poços	43
Filtração em Margem de rio	46
Filtração em Margem de lago.....	47
Vantagens e desvantagens da FM	47
Referências Bibliográficas.....	50

MÓDULO 2

TRATAMENTO DE ESGOTO EM MEIO RURAL

TRATAMENTO DE ESGOTO COMO FERRAMENTA DO SANEAMENTO ..	55
MULTIASPECTOS DO TRATAMENTO DE ESGOTOS	59
Aspecto Sanitário	59
Aspecto Ecológico	61
PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DO TRATAMENTO DE ESGOTOS.....	63
ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA O TRATAMENTO DE ESGOTOS	67
Decanto-Digestor tipo Tanque séptico	67
Critérios para a definição do tratamento do efluente de tanque séptico	70
<i>Capacidade de percolação do solo</i>	71
<i>Perfil geológico - sondagem</i>	74
Filtro anaeróbio	75
Filtro de Areia	77
Vala de Filtração	80
Vala de Infiltração	83
Sumidouro	85
Filtros plantados com macrófitas	87
DESINFECÇÃO DO ESGOTO TRATADO COM VISTAS AO REÚSO	93
MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DAS UNIDADES DE TRATAMENTO	97
Filtro anaeróbio	98
Filtro de Areia	98
Vala de Infiltração	99
Sumidouro	99

SUBPRODUTOS DO TRATAMENTO DE ESGOTOS E SUAS POTENCIALIDADES	101
Gerenciamento do lodo gerado	101
<i>Valorização do lodo produzido</i>	<i>102</i>
Aplicação dos efluentes líquidos gerados nas unidades de tratamento e reúso da água.....	103
<i>Aplicação dos efluentes líquidos</i>	<i>103</i>
<i>Reúso da água</i>	<i>104</i>
Referências Bibliográficas.....	106

MÓDULO 3

RESÍDUOS SÓLIDOS

PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	109
DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	113
TIPOS E CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	115
CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS.....	117
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	121
GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	125
MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	131
Acondicionamento.....	132
Coleta e transporte	134
Minimização da geração e reciclagem de resíduos sólidos.....	136
Logística Reversa	137
Compostagem	139
Disposição final	144
Referências Bibliográficas.....	148



APRESENTAÇÃO

De acordo com a Lei 11.445/2007, que estabelece a Política Federal de Saneamento Básico e prevê o Plano Nacional de Saneamento Básico - PLAN SAB, os principais componentes do saneamento são: 1) abastecimento de água potável, 2) esgotamento sanitário, 3) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e 4) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Este material didático tem por objetivo apresentar as principais definições e características de três componentes do saneamento básico, a saber, tratamento de águas de abastecimento, tratamento de esgotos, e gerenciamento e tratamento de resíduos sólidos, com o enfoque voltado para a realidade do meio rural.

Tratamento de água de abastecimento em meio rural

A Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água. A água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água.

Define-se água para consumo humano a água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem; água potável a água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na Portaria 2914 do MS e que não ofereça riscos à saúde; e água tratada: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade.

Enquanto a demanda por água de qualidade vem aumentando nos dias atuais para melhor qualidade de vida, ela vai se tornando cada vez mais escassa e mais sujeita à contaminação. A agricultura com seus modernos sistemas de produção e o crescimento industrial são alguns dos fatores responsáveis pelo aumento da demanda mundial de água.

A maioria da população dos centros urbanos tem acesso a água tratada, enquanto, no **meio rural**, geralmente isso não acontece.

A água destinada à bebida das pessoas e dos animais deve ser de boa qualidade e para isso, é necessário compreender os cuidados higiênicos que devem ser observados em sua captação, tratamento e reservação.

ANOTAÇÕES:

São escassas as informações disponíveis sobre tecnologias sociais de tratamento de água para o setor rural. O curso “**Saneamento Rural**”, do projeto TSGA contribui com algumas técnicas alternativas de tratamento de água para consumo humano e animal, desenvolvidas pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Tratamento de esgoto em meio rural

O tratamento de esgotos no meio rural historicamente foi encarado como sendo algo rudimentar, sem merecimento da atenção do poder público, sendo até mesmo negligenciado pelo proprietário/morador. Contudo, este cenário conduz a uma potencial condição de poluição ambiental, merecendo, portanto, atenção quanto ao correto manejo dos esgotos domésticos gerados nas propriedades rurais.

Desta forma, alternativas tecnológicas de tratamento de esgotos adaptáveis à realidade rural precisam ser difundidas, aplicadas, monitoradas e fiscalizadas. Dentre as inúmeras opções, destaca-se a utilização de tanque séptico seguido de sistemas de tratamento complementar do efluente líquido do tanque séptico, os quais podem ser empregados isoladamente ou combinadas.

Estas alternativas, se forem bem projetadas, construídas e operadas, tornam-se sistemas com custos reduzidos (ideais para residências e pequenos povoados, tanto urbanos como rurais) e com grande eficiência na remoção de poluentes e patógenos dos esgotos, propiciando, assim, um efetivo controle ambiental.

TSGA



Módulo 1

Tratamento de água de abastecimento em meio rural

Maurício Luiz Sens

Que consiste em provocar a transformação dos nitratos em nitrogênio gasoso através de bactérias denitrificantes fixadas sobre suportes nos quais circula a água a ser tratada.

Tabela 1 - Sistemas de tratamento de água - Limites de qualidade da água bruta

Linha de Tratamento	Parâmetros - Limite Máximo					
	Turbidez (uT)	Cor Verdadeira (uH)	Ferro (mg/L)	Manganês (mg/L)	Coli totais (NMP/100m)	Coli fecais (NMP/100mL)
Filtração lenta	10	5	1	0,2	1.000	200
Pré-filtro + Filtro lento	50	10	5	0,5	10.000	2000
Filtração direta ascendente	20	25	3	0,5	5.000	200

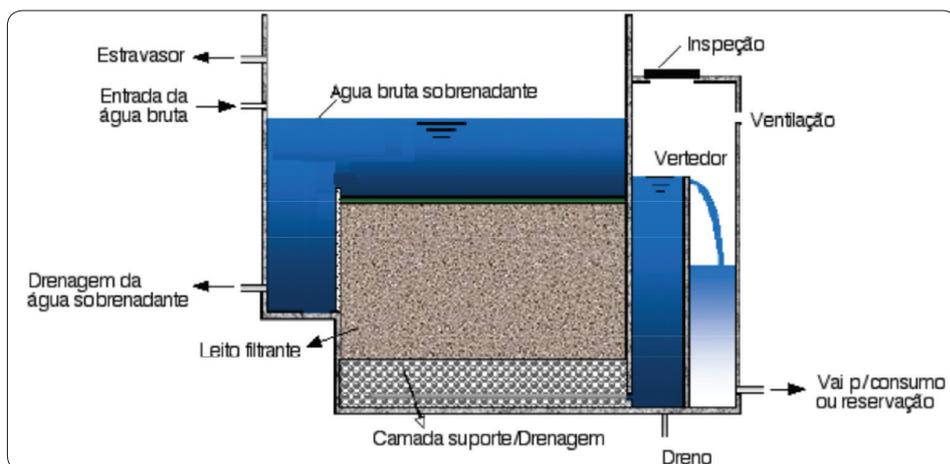


Figura 3. Filtro lento descendente convencional

Tabela 2. Material filtrante e camada suporte de filtro lento descendente convencional

Material filtrante (areia)		Camada Suporte (pedregulho)		
Especificação	Valor	Especificação	Espessura (cm)	Tamanho (mm)
Espessura da camada (m)	0,90 - 1,20	Subcamada 1	5,0 - 10,0	1,4 - 2,4
Tamanho dos grãos (mm)	0,104 - 1,0	Subcamada 2	5,0 - 7,5	3,2 - 6,4
Tamanho efetivo (mm)	0,15 - 0,35	Subcamada 3	7,5 - 10,0	9,6 - 15,9
Coef. de desuniformidade	< 3	Subcamada 4	10,0 - 15,0	19,0 - 31,0
Coef. de esfericidade	0,7 - 0,8			

A altura da lâmina de água sobre o leito filtrante descendente, geralmente é entre 0,90 e 1,50 m; Costuma-se aplicar uma taxa de filtração entre 2 a 12 m³/m².d (em geral < 6 m³/m².d); e um número mínimo de 2 filtros para sistemas de tratamento coletivo.

As **vantagens** de forma geral dos filtros lentos sobre o sistema de tratamento convencional são: evitam o emprego de produtos químicos; os equipamentos empregados são mais simples; exigem operação mais simples; pode-se obter água de características menos corrosivas; o lodo formado pode ser usado na agricultura; pouco uso de eletricidade.

As **desvantagens** são: exigem área relativamente grande para as instalações; é pouco eficiente para a redução da cor (< 50%); tem pequena flexibilidade para se adaptar as demandas de emergências.

A carreira de filtração (o tempo entre 2 lavagens do meio filtrante) ocorre em intervalos de 7 a 90 dias, em média 30 dias. A limpeza é feita por meio de raspagens da camada superior do lodo, mais 2 a 3 cm do

Os pré-filtros mais aplicados são de fluxo vertical ascendente, seja em areia grossa ou de pedregulhos. Vê-se, na figura 5, um corte esquemático de um pré-filtro de fluxo vertical ascendente de pedregulho (seixo rolado). Na figura 6, vê-se um corte esquemático de um Pré-filtro de fluxo vertical ascendente de areia grossa.

A figura 7 mostra um desenho de uma instalação de um pré-filtro dinâmico. A altura de água sobre o topo da camada de pedregulho varia entre 3 a 5 cm. Costuma-se usar 3 ou 4 subcamadas de pedregulho, com a maior granulometria entre 25,4 e 38 mm, e a menor granulometria entre 2 e 4,8 mm, sendo cada subcamada com espessura de 20 a 30 cm.

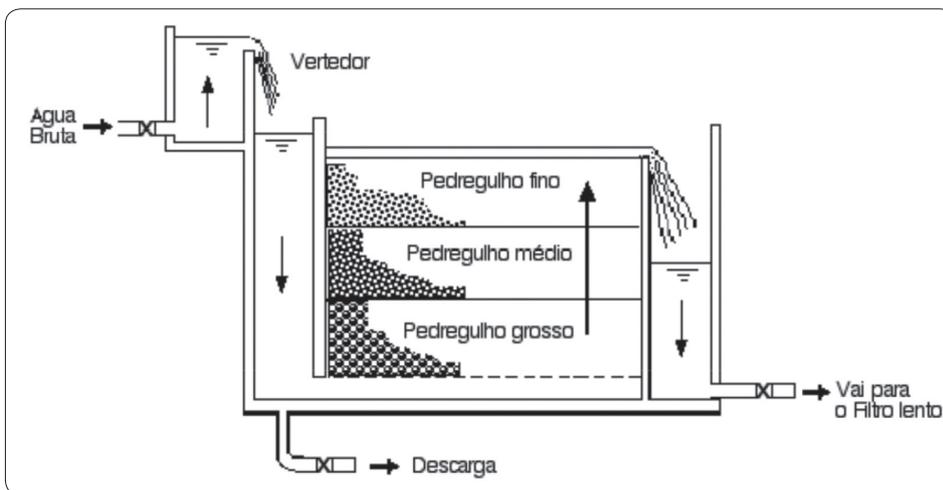


Figura 5. Pré-filtro de fluxo vertical ascendente de pedregulho

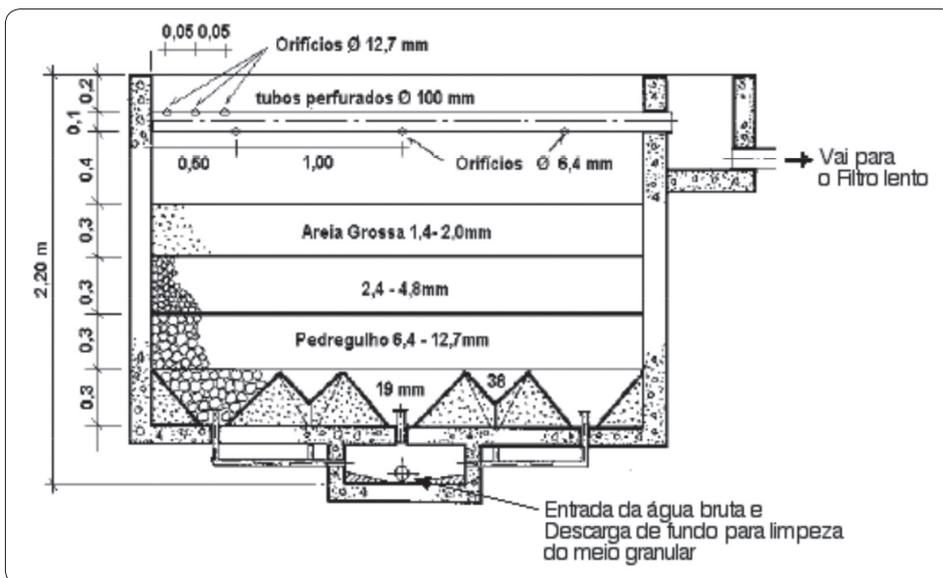


Figura 6. Pré-filtro de fluxo vertical ascendente de areia grossa

ANOTAÇÕES:

Filtração Lenta com Retrolavagem

A filtração lenta pode ser aplicada em escala reduzida de produção, como por exemplo, em uma propriedade rural de base familiar. Apropriando-se dessas características, o Laboratório de Potabilização de Águas da UFSC (LAPOÁ), em 1992, idealizou a aplicação dessa tecnologia em propriedades rurais, propondo como diferencial uma técnica que facilitasse a limpeza do filtro lento, tendo em vista a imperiosa necessidade que a mesma fosse extremamente simples, culminando com a proposta de um filtro lento descendente retrolavável, batizado pelo LAPOÁ de FLR. Nessa técnica, a limpeza do meio filtrante é feita com água produzida pelo próprio filtro.

ANOTAÇÕES:

Estudos de Michielin (2002) deram continuidade à proposta de Sens, quando foi desenvolvido o primeiro sistema piloto de filtração lenta com retrolavagem, operado em laboratório, com o objetivo principal de estudar as condições hidráulicas para a fluidificação do material filtrante.

Em continuidade, Emmendoerfer (2006), desenvolveu estudos em sistema piloto junto a um lago, operando seis unidades em paralelo, com o objetivo de avaliar em função de diferentes alturas de camada filtrante: a duração das carreiras, a qualidade da água filtrada, aspectos hidráulicos e características da lavagem das unidades. A Figura 13 mostra esquematicamente o sistema estudado.

Percebe-se que, com a abertura de apenas uma válvula, a água filtrada pode fluir do reservatório de água para lavagem, passando em contracorrente pelo leito filtrante, provocando a limpeza do mesmo.

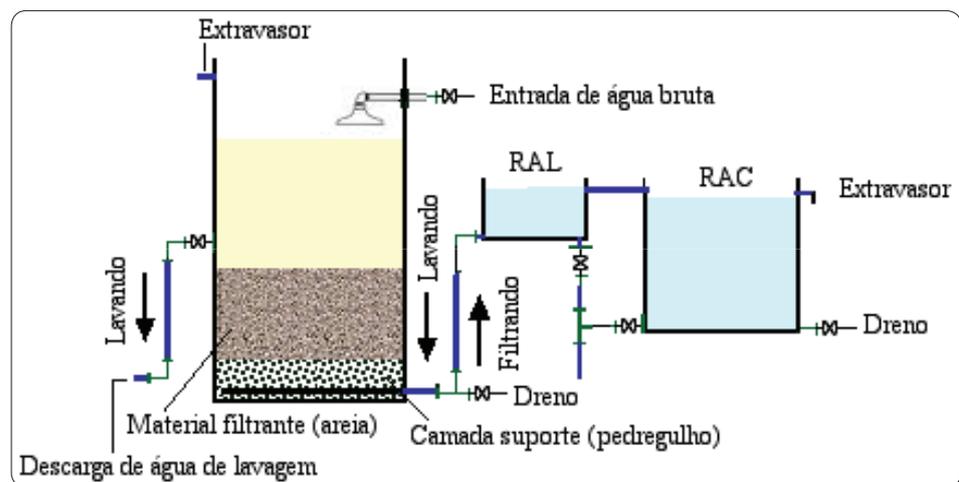


Figura 13. Esquema do Filtro Lento Retrolavável. RAL= Reservatório de água para lavagem; RAC = Reservatório de água para consumo. Fonte: Dalsasso, R. L. & Sens, M. L.

Após a etapa inicial conduzida por Emmendoerfer, outros estudos foram feitos, contando com apoio de Dimas Murakami, Ramon Lucas Dalsasso para implantar uma unidade de FLR pelo LAPOÁ/UFSC, na Estação Experimental da EPAGRI (Empresa de Extensão e Pesquisa Agropecuária), localizado no município de Agrônômica /SC. O objetivo dessa etapa foi avaliar a funcionalidade e eficiência do sistema no tratamento de água de abastecimento em propriedade rural. O sistema teve desempenho satisfatório produzindo 2500 L/d operando com taxa de 3 m³/m².d.

Marnoto (2008) operou um sistema piloto com seis unidades em paralelo, reproduzindo o filtro lento retrolavável, incorporando os conhecimentos adquiridos pelos pesquisadores anteriores. Em seu trabalho, avaliou diferentes expansões do leito filtrante durante a retrolavagem, sua influência na duração nas carreiras de filtração, qualidade da água filtrada e tempo de formação da camada biológica. Os resultados mostraram que o sistema produz água atendendo aos padrões de potabilidade vigentes no Brasil, e que a limpeza com expansão da ordem de 10% do leito filtrante também é factível. É importante destacar que a ideia de promover a limpeza do filtro com a menor expansão possível, busca preservar uma grande concentração de microrganismos, no topo do leito filtrante, contribuindo para a redução do tempo de maturação do filtro.

Estudos mais recentes desenvolvidos por Soares (2009), Michelin (2010) e Pizzolatti (2010), comprovam a factibilidade e eficiência da filtração lenta com retrolavagem, aplicada a pequenos sistemas de produção. Essa perspectiva mostra-se bastante promissora e, no Brasil, assume um papel importante no setor de saneamento, na medida em que a Lei 11445 / 2007 - Diretrizes Nacionais do Saneamento Básico, tem por princípio, entre outros, a universalização dos serviços de saneamento, ou seja, todos deverão ter acesso, mesmo em áreas rurais. Nesse contexto, a filtração lenta com retrolavagem surge como alternativa de baixo custo, no atendimento da prestação dos serviços em foco. Nas figuras 14 e 15, pode-se observar os últimos avanços da pesquisa no LAPOÁ entre 2010 e 2014. O filtro na figura 15 ficou com altura menor e a retrolavagem é feita com água bruta. Na figura 16, vê-se 3 filtros em operação consecutiva na cidade de Florianópolis. Um

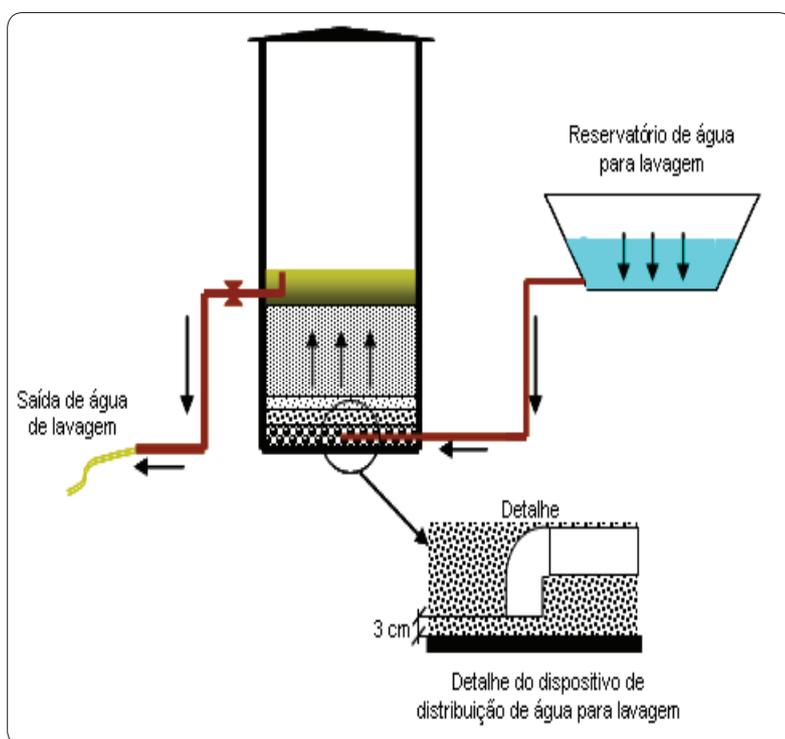
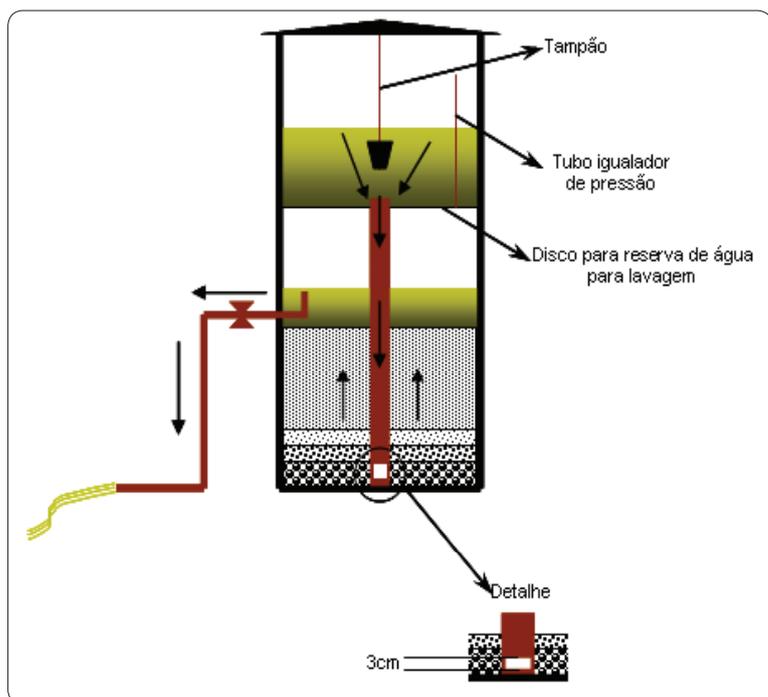


Figura 14. Filtro Lento com retrolavagem com água filtrada



filtro lento convencional, um FLR e outro filtro lento com retrolavagem com água bruta (FLRb).

Figura 15. Filtro Lento com Retrolavagem com água bruta



Figura 16. Foto de 3 filtros: Filtro do tipo convencional (o mais baixo), filtro com retrolavagem com água filtrada (da direita) e filtro com retrolavagem com água bruta (do meio). Foto de Pizzolatti, B. S. (2012).

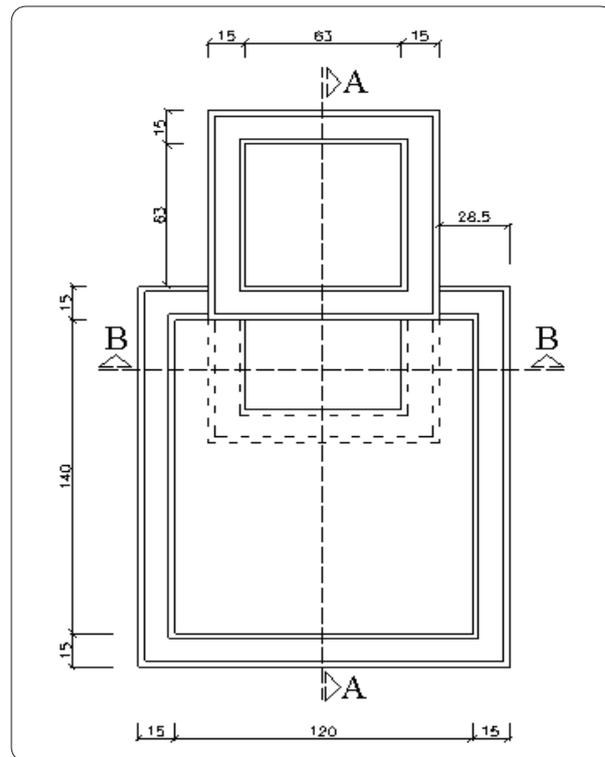


Figura 17. Planta do filtro no nível 2 m (cotas em cm).

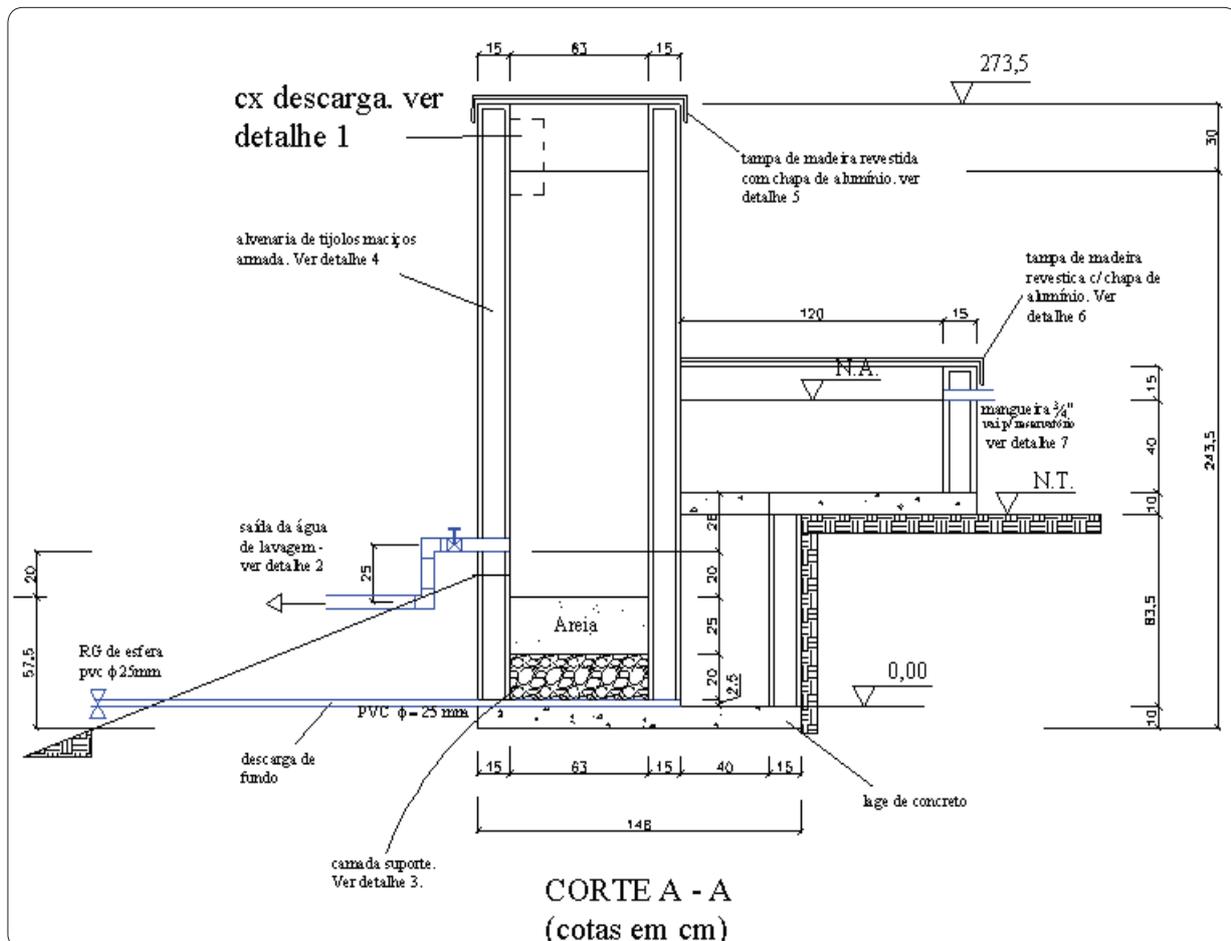


Figura 18. Corte AA do filtro

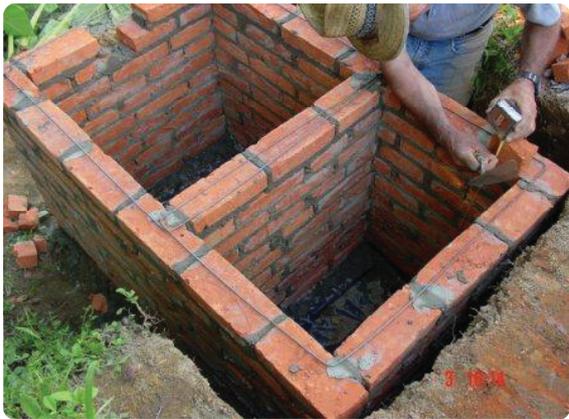


Figura 21. Fotos do início da construção



Figura 22. Foto da construção do reservatório de lavagem e foto do filtro terminado

Acionamento automático da limpeza do FLR por sistema hidráulico mecânico:

A manutenção periódica dos filtros necessita da ação humana. Uma das formas de aliviar esse trabalho é o uso de sistemas de retrolavagem que facilitam a limpeza do filtro e a implementação de sistemas automáticos de lavagem. Porém, tais sistemas, normalmente, necessitam do uso de energia elétrica, o que nem sempre está disponível em áreas isoladas.

Soares *et al.* (2010) desenvolveram um sistema automatizado de retrolavagem que não necessita o uso de energia elétrica e permite a desvinculação do proprietário-operador da operação de lavagem. As Figuras 23a e 23b apresentam o filtro lento com retrolavagem durante a filtração e lavagem respectivamente. Durante o processo de filtração, parte da água filtrada é armazenada num reservatório (C) para, posteriormente, ser utilizada na retrolavagem. Uma vez que a perda de carga sobre o meio filtrante alcance 1 m, a água de entrada no filtro é conduzida por um extravasor (Z) para dentro do equipamento (X) na Figura 23a. Este se enche com água até que, com o deslocamento do centro de massa, o mesmo tombe, abrindo o tubo de descarga do filtro (Y). Como mostra a Figura 23b, o equipamento X permanece na posição horizontal, durante tempo suficiente para a drenagem da água bruta, acima do tubo de descarga no interior do filtro (~6 minutos) e para iniciar a retrolavagem com água do reservatório (C) (~8 minutos). Durante esse tempo, a água que provoca o tombamento sai gradativamente do equipamento X, até o ponto que um contra-peso (P) faz com que o equipamento retorne a posição vertical e feche o tubo de descarga, desta maneira, uma nova carreira de filtração se inicia.

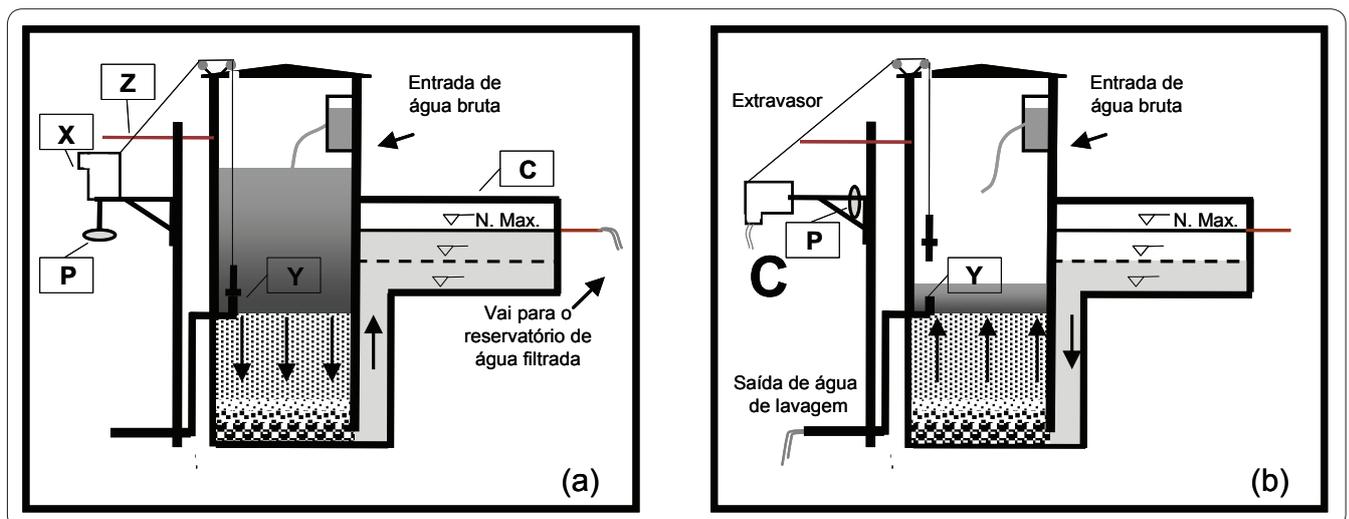


Figura 23. Filtro lento com retrolavagem durante a filtração (a) e a retrolavagem (b).

tar, favorecendo os mecanismos de adsorção, degradação e interceptação de partículas presentes na água. No final desse percurso, a água que chega ao poço poderá estar clarificada e isenta de contaminantes.

Tratamentos adicionais podem ser necessários para fornecimento de água dentro dos padrões de potabilidade. No mínimo, a FM age como um pré-tratamento na produção de água de abastecimento e, em alguns casos, pode servir como único tratamento, antes da desinfecção.

Essa mudança entre as características da água bruta do manancial e a água filtrada em margem é devida a processos de filtração física, sedimentação, degradação microbiana, troca iônica, sorção, diluição da água superficial no aquífero (RAY et al., 2003; Sens et al., 2006). A eficiência da FM depende da hidrologia/hidrogeologia do aquífero, morfologia do corpo de água, composição do fundo do manancial, e tempo/distância de percurso até os poços.

ANOTAÇÕES:

Um grande número de poços de água para abastecimento situados em aquíferos de aluvião, perto de rio, funcionam como FM, mas por desconhecimento da técnica não são citados como poços de FM. Sob circunstâncias de estado de equilíbrio, a maioria da água extraída é de água subterrânea; entretanto, há eventos ou circunstâncias diferentes que podem mudar a zona normal da captação daqueles poços e transformar em processos de produção por FM, como:

- inundação;
- exploração de pedregulhos ou seixos e de areia perto do rio;
- regularização do nível do rio.

A FM tem sido utilizada na Europa há mais de 100 anos (RAY et al., 2002). A aplicação em países em desenvolvimento e economias emergentes em regiões do tipo tropical e subtropical tem sido pouca. Alguns estudos relataram a sua aplicação no Rio Nilo, no Egito e na Índia (SANDHU et al., 2011). Na Bolívia, é aplicada com sucesso em forma de galerias filtrantes no rio Parapetí, desde os anos oitenta (CAMACHO, 2003). No Brasil, a FM tem sido aplicada em escala piloto na Lagoa do Peri, Ilha de Santa Catarina (MONDARDO, 2009; SENS et al., 2006) e no Rio Beberibe, em Recife (PAIVA, 2009). Vários estudos têm sido realizados na Lagoa do Peri, em Florianópolis, SC, visando à remoção de cianobactérias e cianotoxinas. Rabelo (2006) demonstrou, em um sistema de colunas, a capacidade da FM para remover células de fitoplâncton (10^5 - 10^6 células/mL) em poucos centímetros de infiltração. Além disso, mostrou a capacidade da água da Lagoa do Peri de se infiltrar no aquífero ao lado da Lagoa. Mondardo, (2009), em escala piloto, utilizando um poço a 20 m da margem e um sistema de colunas, confirmou a remoção de fito-

A água de um manancial perene é proveniente, em parte, da alimentação do lençol freático, parte do escoamento superficial no solo e parte dos lançamentos de esgotos clandestinos ou tratados. A purificação natural que essa água recebe, quando da infiltração na margem do manancial, é semelhante a que recebe pela infiltração direta no solo, com um diferencial, que agora tem-se apenas a zona saturada. Na infiltração direta em contato com o solo, inicialmente, a água é purificada em um meio não saturado (predominantemente aeróbio) e depois, em um meio saturado (predominantemente anaeróbio).

ANOTAÇÕES:

Caso mais marcante da ação purificadora do solo/subsolo é o uso de sumidouros, após o tanque séptico (fossa), as águas residuárias que se infiltram no solo são, sem dúvida, altamente poluídas, transportando microrganismos patogênicos. São relatados na literatura de tratamento de esgoto como meio de purificação, e permanece por muitos e muitos anos.

É importante examinar em detalhes os fatores que interferem na conservação das águas subterrâneas livres de organismos patogênicos, particularmente, quando a água ocorre em aquíferos arenosos. Para melhor compreensão desses fatores, estudos sobre o movimento das bactérias através dos materiais porosos e granulares têm sido realizados por muitos pesquisadores, demonstrando que as bactérias movem-se muito pouco com seus próprios recursos, principalmente, em águas estáticas que saturam o material poroso. Algumas movem-se cerca de 25 mm, outras, como a *E. coli*, não mais de 6 a 7 cm (CETESB, 1978).

Outros estudos têm demonstrado que as bactérias não se movem a contra-corrente através de materiais de permeabilidade média, quando a velocidade do fluxo da água é de 30 a 60 cm/d. O deslocamento da poluição em areia saturada somente é realizado com água em movimento.

Não são completamente conhecidos todos os fenômenos ou princípios envolvidos na filtração da água pelo solo. Sabe-se, contudo, que o processo da percolação remove muitos contaminantes e poluentes, e evita que alcancem o reservatório de água subterrânea ou o poço de FM.

Sugere-se consultar o capítulo 5 do livro do PROSAB 4 (Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano). O capítulo 5 aborda com profundidade a técnica da filtração em margem e a maioria deste assunto foi extraída dele.

Hidráulica de Poço para FM

A estabilização das condições de equilíbrio do cone de depressão em torno de um poço que está sendo bombeado pode ocorrer em várias si-

ANOTAÇÕES:

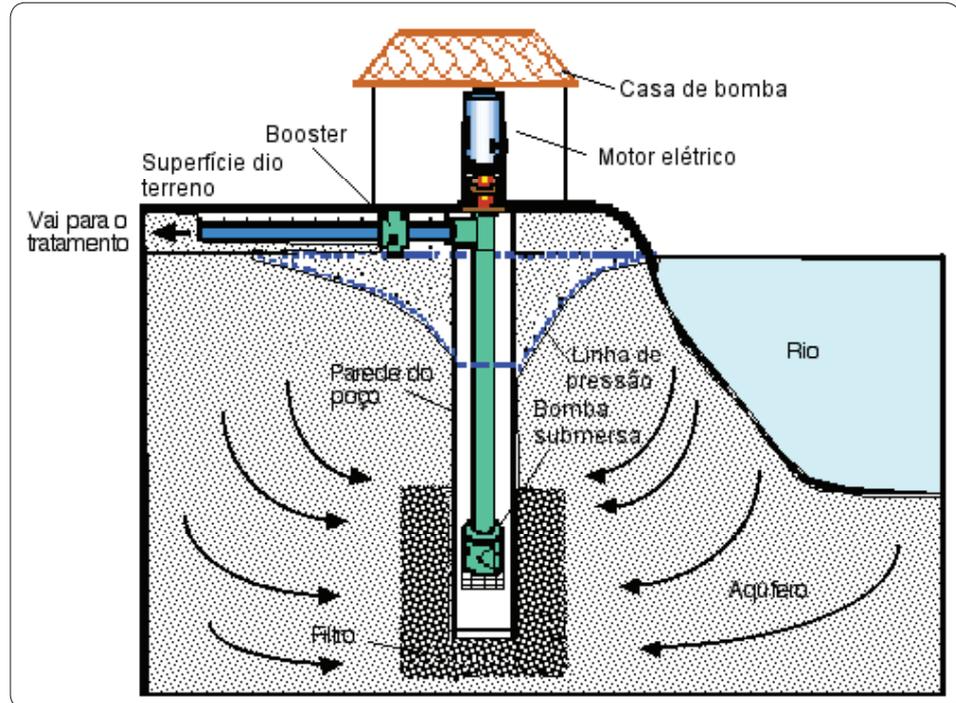


Figura 26. Exemplo de poço vertical ou poço tubular

- Poço de coletores horizontais:** Consiste de tubulação central de grande diâmetro, cravada na terra com proteção de poços horizontais laterais cravados no inconsolidado depósito do aquífero, em muitos casos, em depósitos aluviais abaixo de um rio ou de um lago. Esse sistema é usado tipicamente nos Estados Unidos para produção de água de abastecimento com fonte na água subterrânea ou na filtração em margem de rio (Figura 27).

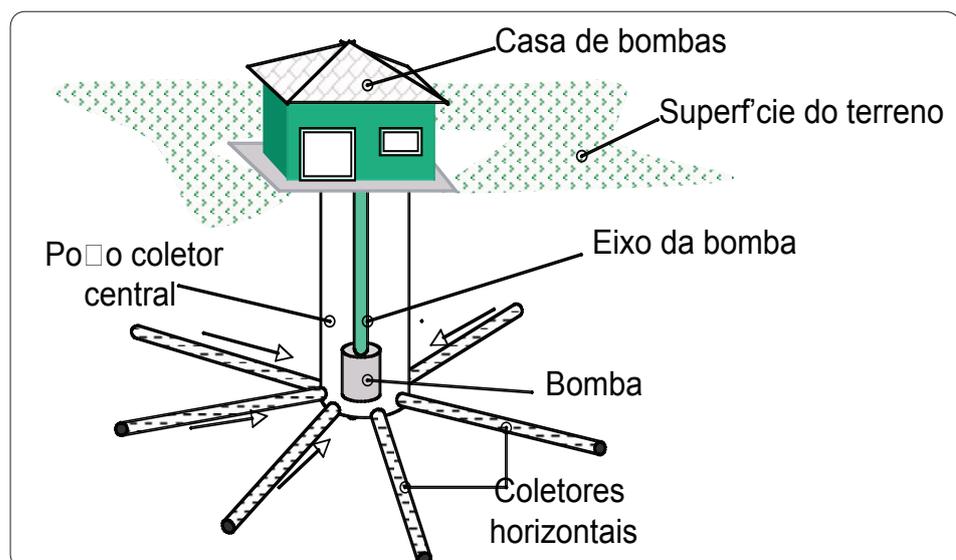


Figura 27. Exemplo de poço de coletores horizontais

Discute-se muito sobre qual tipo de poço seria melhor para as instalações de FM, mas, por enquanto, a decisão em cada caso particular deve considerar as condições do local, a situação hidrogeológica do aquífero e as condições hidráulicas no rio, especialmente, a respeito da possibilidade do leito do rio obstruir-se.

A espessura saturada do aquífero não deve ser menos de 6 m e a transmissividade da ordem de 1.500 m²/d. Uma avaliação da tendência no leito do rio deve ser considerada para não obstruir:

- Situação regional do rio;
- Regime do fluxo;
- Situação do transporte da carga do leito;
- Local da produção do poço na curvatura interna ou exterior do rio;
- As velocidades da infiltração próxima ao leito do rio.

Filtração em Margem de rio

Em trechos retilíneos de rios, os poços podem localizar-se em ambas as margens (direita ou esquerda, ou mesmo nas duas), e nos trechos curvos de rio a captação deve localizar-se na margem do lado interno da curva conforme mostram a Figura 30. Na região curva, o solo normalmente não se apresenta muito estabilizado e compactado, obtendo melhores rendimentos (Chittaranjan, 2003). A autolimpeza é favorecida pelas variações (elevação) no nível do rio e pelo aumento da velocidade de escoamento das águas, facilitando o arraste do material depositado.

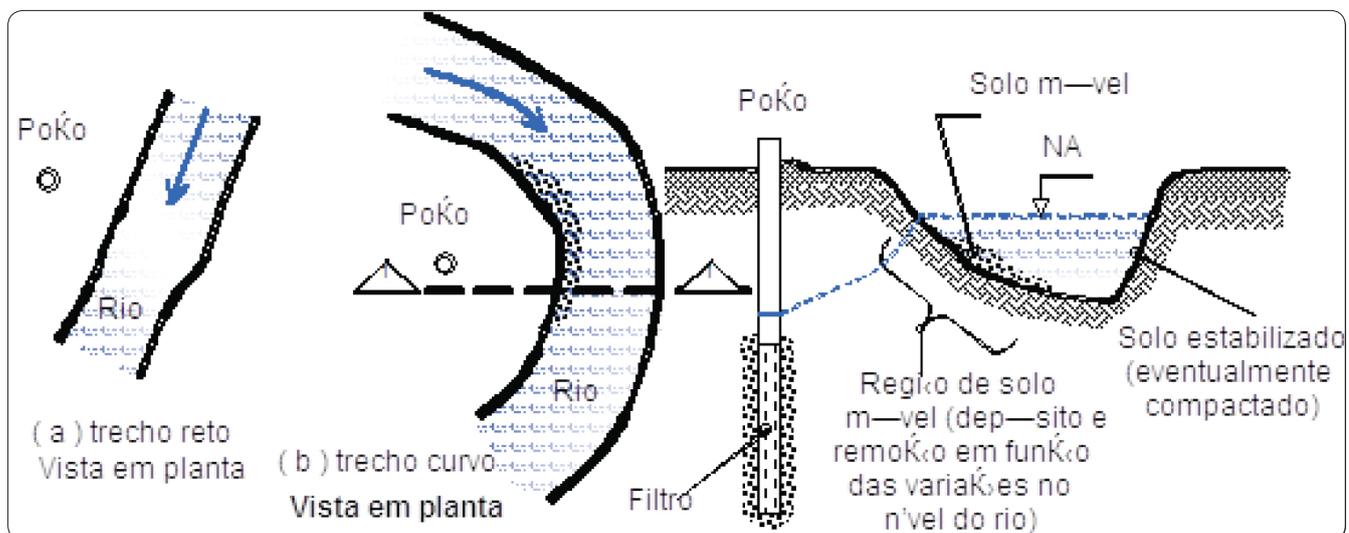


Figura 30. Posição recomendada para captação por FM em trechos retos e curvos de rios

TSGA



Módulo 2

Tratamento de esgoto em meio rural

Pablo Heleno Sezerino

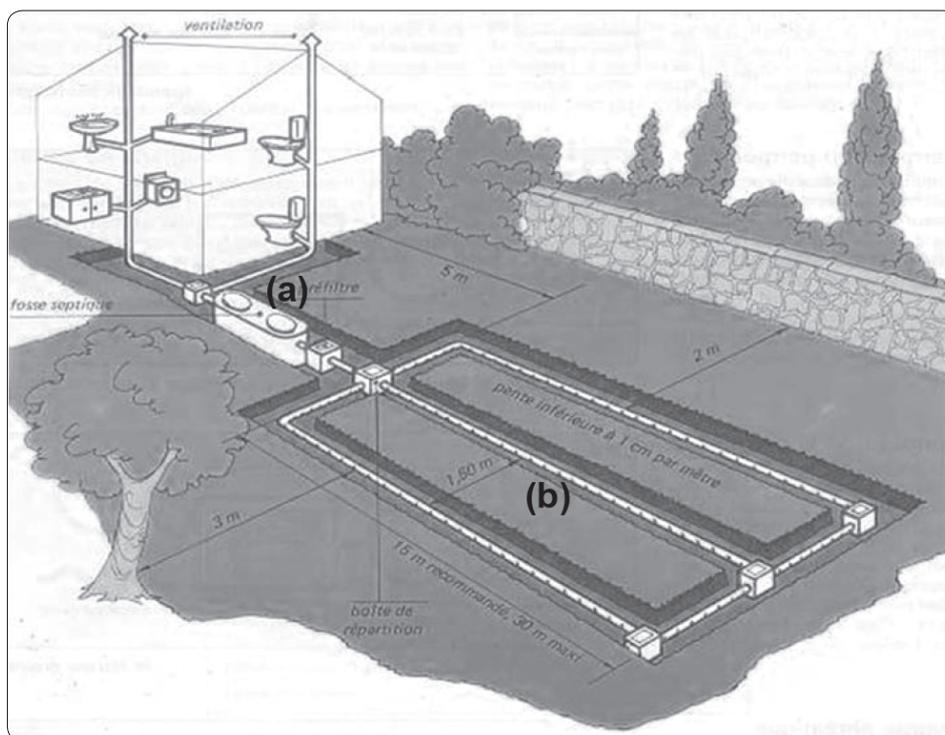


Figura 2: Representação esquemática de um sistema descentralizado (unifamiliar) de tratamento de esgotos. (a) Tanque séptico. (b) Vala de Infiltração (Acervo GESAD/ENS-UFSC).

ANOTAÇÕES:

A ABNT apresenta duas normas técnicas que vêm sendo empregadas para a configuração de sistemas descentralizados de tratamento de esgotos, quais são:

- NBR13969. Projeto, construção e operação de unidades de tratamento complementares e disposição final dos efluentes de tanques sépticos: procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT. 57p. 1997;
- NBR7229. Projeto, construção e operação de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT. 15p. 1993.

Inúmeras são as alternativas tecnológicas que podem ser empregadas no tratamento descentralizado de esgotos, destacando-se desde os sistemas naturais até os sistemas compactos. Destaca-se que, em zona rural, os sistemas naturais integram-se melhor à realidade socioeconômica e cultural (Figura 3).

Já para o tratamento de esgoto gerado por uma residência rural, emprega-se minimamente o tanque séptico como alternativa tecnológica. O efluente líquido do tanque séptico é muitas vezes infiltrado no solo, porém, em muitos casos, há a necessidade de tratamento complementar deste efluente líquido de tanque séptico previamente ao lançamento no ambiente, destacando-se como alternativa tecnológica o uso do filtro

de areia e, também, outras alternativas de tratamento complementar previstas nas normas da ABNT (Figura 4) .

ANOTAÇÕES:

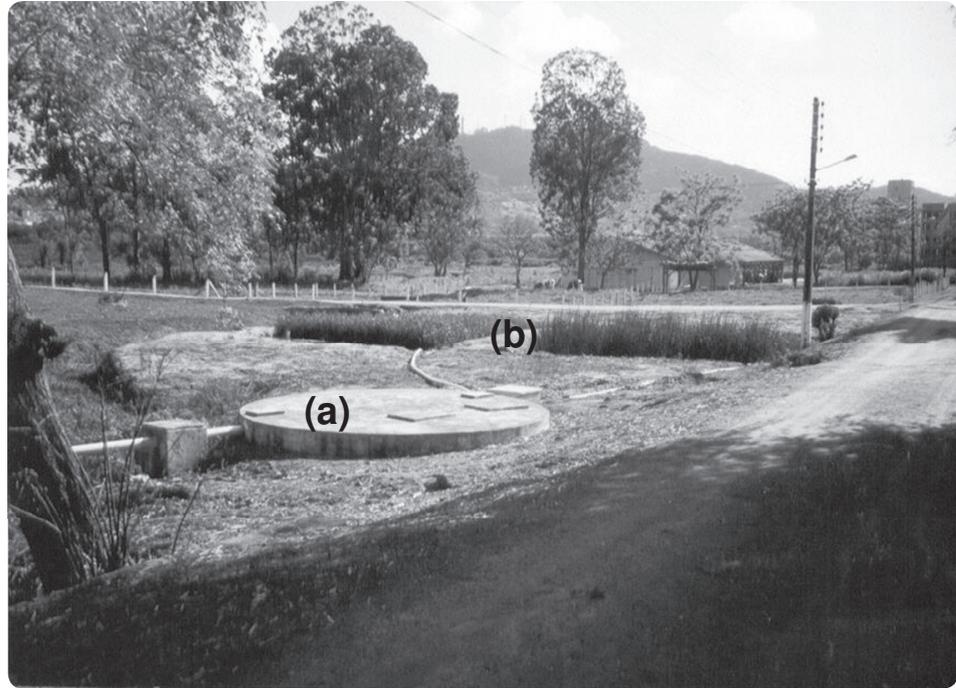


Figura 3: Foto representativa de um sistema natural de tratamento de esgoto. (a) tanque séptico. (b) filtros plantados com macrófitas (Acervo GESAD/ENS-UFSC).

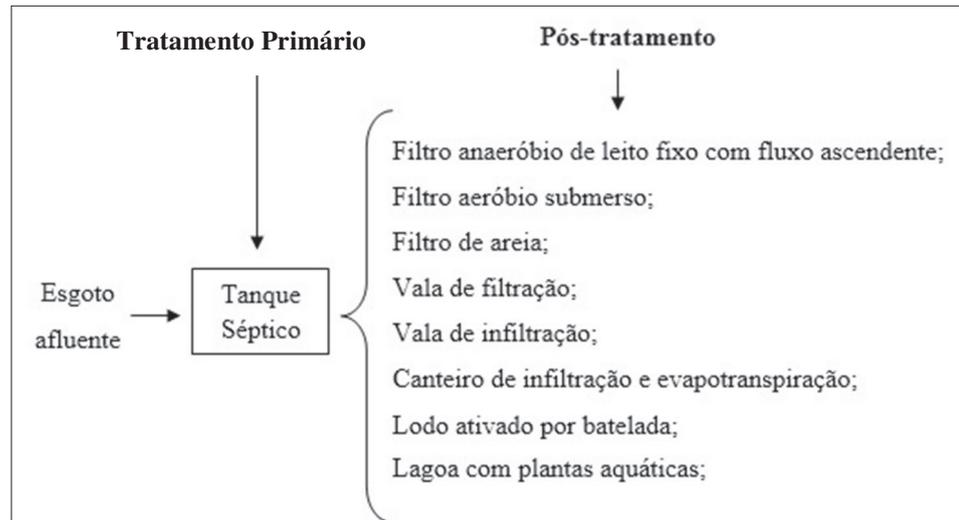


Figura 4: Alternativas tecnológicas para tratamento complementar de efluente líquido de tanque séptico (adaptado da NBR 13969/97 - ABNT, 1997).

Reino/Grupo	Parasito	Doença
Vírus	Vírus da hepatite A e E Rotavírus Enterovírus Polivírus Coxsackievírus Echovírus Astrovírus Calicivírus Reovírus	Hepatite infecciosa Gastroenterite Meningite, encefalite, doenças respiratórias Poliomielite Meningite, Pneumonia Meningite, paralisia Gastroenterite Gastroenterite, Infecções respiratórias
Monera - Bactérias	<i>Samonella paratyphi A, B, C</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella spp</i> <i>Shigella sonnei, S. flexneri, S. boydii, S. dysenteriae</i> <i>Vibrio cholerae</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Campylobacter jejuni</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Leptospira spp</i>	Febre paratifoide Febre tifóide Salmonelose Disenteria Cólera Gastroenterite Gastroenterites Gastroenterites Leptospirose
Protista - Protozoários	<i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Toxoplasma gondii</i> <i>Balantidium coli</i> <i>Cryptosporidium</i>	Enterite aguda Diarréia, perda de peso Alterações do sistema nervoso, coriorretinite Distúrbios digestivos Gastroenterite
Animal - Nematóides	<i>Ascaris lumbricoides</i> <i>Ascaris suum</i> <i>Ancylostoma duodenale</i> <i>Necator americanus</i> <i>Trichiuris trichiura</i> <i>Toxocara canis</i> <i>Trichostrongylus axei</i>	Distúrbios gastrointestinais Distúrbios gastrointestinais Anemia, emagrecimento Anemia, emagrecimento Distúrbios gastrointestinais, Anemia Distúrbios gastrointestinais, Emagrecimento, Distúrbios neurológicos Gastrite, Úlcera gástrica
Animal - Cestóides	<i>Taenia solium</i> <i>Taenia saginata</i> <i>Hymenolepis nana</i> <i>Hymenolepis diminuta</i> <i>Echinococcus granulosus</i>	Distúrbios digestivos, insônia, anorexia, emagrecimento, distúrbios nervosos. Distúrbios digestivos, insônia, anorexia, emagrecimento, distúrbios nervosos. Disenteria, alterações nervosas Gastroenterites Distúrbios digestivos, hepáticos e pulmonares.

Quadro 1: Principais agentes patogênicos que podem estar presente nos esgotos domésticos. (Fontes: ADEME, 1998 para vírus apud Andreoli et al., 2001; adaptado de EPA, 1992 para bactérias; adaptado de Thomaz Soccol e Paulino, 2000 para protozoários e helmintos)

regime hidrológico, entre outros. O fenômeno de autodepuração está vinculado ao restabelecimento da estabilidade ou equilíbrio do ambiente por mecanismos essencialmente naturais, após as alterações provocadas pelo lançamento de despejos (Von Sperling, 1995). Segundo Odum (1988), o grau de estabilidade atingido em um ecossistema varia muito, dependendo do rigor do ambiente externo além da eficiência dos controles internos. Existem duas formas de estabilidade:

- A estabilidade de resistência: capacidade de se manter “estável” diante do estresse, como por exemplo um rio que mantém suas características naturais quando recebe uma determinada carga de matéria orgânica (até um determinado limite - capacidade suporte);
- A estabilidade de elasticidade: capacidade de se recuperar rapidamente, como por exemplo um rio que recebe um determinado volume de despejo e rapidamente retoma sua condição de equilíbrio.

ANOTAÇÕES:

Uma poluição orgânica concentrada, tal qual a que resulta de despejo de esgoto *in natura* em rios e lagos, cria uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO), resultante da quebra por oxidação dos detritos pelos microrganismos. Nutrientes inorgânicos estimulam a produção de detritos orgânicos, somando mais a DBO. Esse tipo de poluição pode promover depleção do oxigênio nas águas superficiais, levando à asfixia dos peixes e outros organismos aeróbios.

De maneira sucinta, os principais impactos, a curto prazo, relacionados ao lançamento de esgotos domésticos em corpos d’água constituem:

- O aumento do consumo de oxigênio pelas bactérias que oxidam a matéria orgânica, podendo provocar a ausência de oxigênio no meio com consequente morte dos seres aquáticos aeróbios, como os peixes;
- A contaminação da água por microrganismos patogênicos presentes nos excretas de pessoas doentes;
- A alteração da comunidade biológica presente com desenvolvimento de grande densidade de poucas espécies de seres vivos, que utilizam eficientemente os substratos contidos nos esgotos;
- A eutrofização, a qual consiste no desenvolvimento excessivo de algas provocado pela disponibilidade de nutrientes, especialmente o fósforo e o nitrogênio;
- Efeito tóxico da amônia (NH_3) aos peixes e do nitrito (NO_2) e nitrato (NO_3) ao homem.



PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DO TRATAMENTO DE ESGOTOS

No tratamento há uma interação de diversos mecanismos, alguns ocorrendo simultaneamente e outros sequencialmente. A atividade microbiana principia-se no próprio sistema de coleta e interceptação de esgotos e atinge seu máximo na estação de tratamento, onde acontece, principalmente, a oxidação da matéria carbonácea e, muitas vezes, a oxidação da matéria nitrogenada (nitrificação).

Dentre as etapas mais empregadas nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), quer sejam de pequeno porte e/ou unidades domiciliares, quer sejam de grande porte, destacam-se aquelas que promovem a separação dos sólidos e gorduras contidas nos esgotos - mecanismos físicos, as que promovem a decomposição do material decantado e dos compostos solúveis - mecanismos biológicos e as que empregam mecanismos químicos para fins específicos, como por exemplo, a adsorção de fósforo e a desinfecção final do efluente tratado.

Estes mecanismos ocorrem em diferentes etapas numa ETE, podendo ocorrer em diferentes unidades de tratamento e reatores de diferentes configurações. A Figura 7 destaca as etapas de tratamento de esgotos em uma ETE.

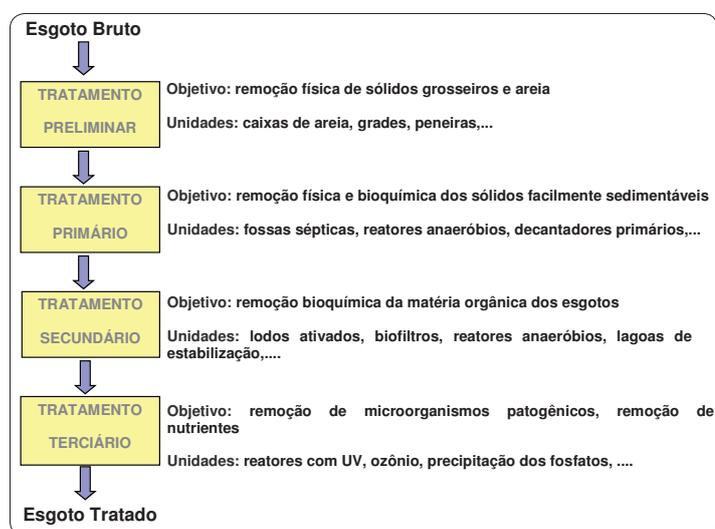


Figura 7: Etapas de tratamento do esgoto em uma Estação de Tratamento de Esgotos.

ANOTAÇÕES:

Na maioria das ETE descentralizadas, o tratamento de esgotos domésticos inicia-se com a remoção física dos sólidos grosseiros (material sólido com diâmetro maior que 10 mm) e das areias (com diâmetro maior que 2 mm), os quais são removidos do sistema e tratados como resíduos sólidos. Em alguns sistemas, após a retirada dos sólidos inertes, há uma etapa para a retirada da matéria orgânica sedimentável, a qual é tratada posteriormente em unidades específicas para este fim. Após esses mecanismos físicos de separação dos sólidos, os esgotos são conduzidos a principal etapa do processo, onde ocorre o tratamento biológico. Nas unidades de tratamento biológico, o objetivo central consiste na oxidação ou fermentação da matéria orgânica carbonácea.

ANOTAÇÕES:

Os processos biológicos de tratamento de esgotos funcionam de modo a propiciarem um ambiente favorável ao crescimento maximizado das células microbianas (biomassa) responsáveis pela ciclagem dos elementos contidos no esgoto. As reações que ocorrem durante o processo são determinadas pelo metabolismo das espécies presentes no sistema.

Os microrganismos atuantes no tratamento dos esgotos podem ser aeróbios ou anaeróbios conforme a necessidade de oxigênio para a obtenção de energia. Dessa forma, os reatores biológicos podem ser aeróbios ou anaeróbios. Os processos aeróbios de interesse ao tratamento das águas residuária envolvem a oxidação da matéria orgânica, a oxidação da amônia (nitrificação) e a fotossíntese.

Os processos anaeróbios mais importantes ao tratamento de esgotos contemplam a fermentação da matéria orgânica, que se processa em várias etapas e a redução dos nitratos.

Dessa forma, os objetivos do tratamento de esgotos abrangem a redução da DBO ou DQO, do nitrogênio, do fósforo, em alguns casos, e dos microrganismos patogênicos. No quadro 2, descrevem-se resumidamente as possíveis vias de transformação desses compostos durante o tratamento dos esgotos domésticos.

O controle das unidades de tratamento de esgotos em uma ETE dá-se por meio de aferição da vazão afluente e efluente, coletas e análises em laboratório e atividades específicas, tais como descarte de lodo, reposição de insumos, entre outros.

As coletas de amostras na ETE devem ser realizadas de forma criteriosa, assumindo cuidados em relação a possibilidade de autocontaminação (utilizando equipamentos de proteção individual - Figura 8). Após coletadas as amostras, estas devem ser acondicionadas em frascos específicos e preferencialmente, encaminhadas diretamente ao laboratório, para que as análises sejam realizadas na amostra fresca.

Composto	Vias de transformação
DBO ou DQO	Síntese de biomassa Adsorção à biomassa Sedimentação Oxidação (liberação de CO ₂) para a obtenção de energia pelos aeróbios Fermentação (produção de metano)
Nitrogênio	Síntese de biomassa Adsorção à biomassa Sedimentação Nitrificação (produção de NO ₃) Desnitrificação (liberação de N ₂) para a obtenção de energia pelos anaeróbios facultativos Volatilização (liberação de NH ₃)
Fósforo	Síntese de biomassa Adsorção à biomassa Sedimentação Acúmulo na biomassa Precipitação química
Coliformes Fecais	Sedimentação Adsorção à biomassa Predação pelos protozoários Inativação em alto pH Inativação em altas concentrações de OD Inativação pela radiação ultra violeta Desinfecção química (hipoclorito de sódio, ozônio, dióxido de cloro, etc.) Sedimentação

Quadro 2: Principais vias de transformação dos compostos potencialmente poluidores contidos nos esgotos domésticos.

Os esgotos tratados devem atender aos limites máximos para lançamento no ambiente previstos nas leis ambientais. Em nível nacional, deve-se atender as Resoluções CONAMA 357/2005, 430/2011 e em Santa Catarina deve-se atender aos limites previstos na Lei 14.675/2009.



amostras (Acervo GESAD/ENS-UFSC).

O valor de infiltração obtido, plotando-se na curva, foi de 25 litros/m².dia, logo, para este exemplo onde mediu-se 16 minutos para o rebaiamento de 1 cm da água dentro da cova, o coeficiente de infiltração é de 25 litros/m².dia.

Perfil geológico - sondagem

É importante, também, obter-se o perfil geológico do terreno onde se pretende promover a infiltração do esgoto tratado, a fim de verificar, principalmente, onde se encontra o nível do lençol freático e, desta forma, evitar potenciais contaminações deste.

ANOTAÇÕES:

As alternativas de disposição final de esgoto tratado no terreno, tais como as valas de infiltração e o sumidouro, dependem do valor de profundidade do lençol freático para serem escolhidos e projetados.

De forma geral, é possível por meio de escavação simples no terreno obter uma informação quanto à profundidade do lençol freático. Contudo, a forma mais recomendada é a contratação de uma empresa especializada a fim de se obter uma sondagem simples e, desta forma, o laudo do perfil geológico (Figura 18)

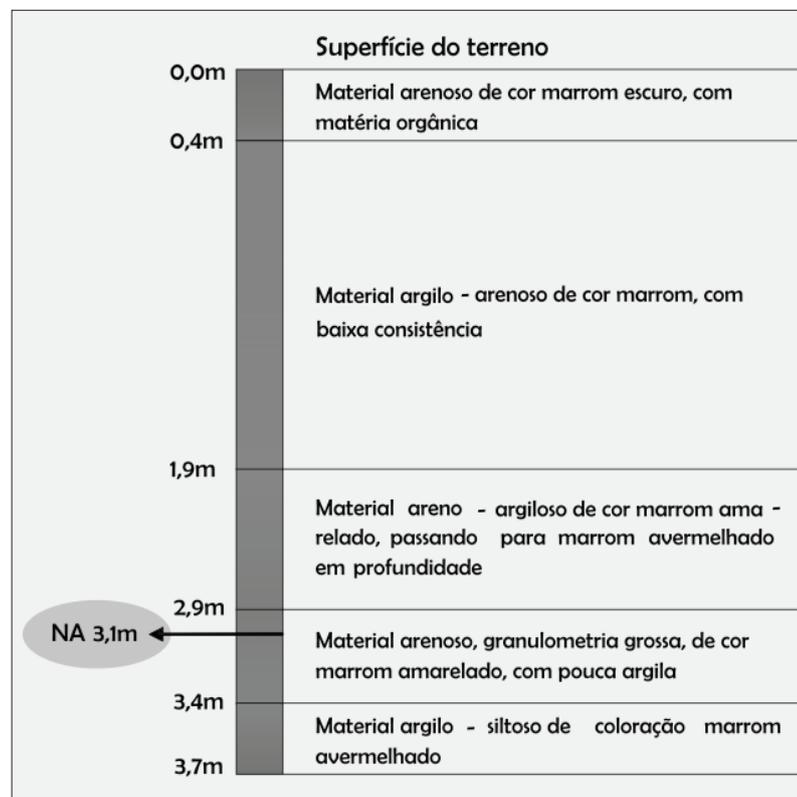


Figura 18: Perfil geológico obtido na área a ser implantado um dispositivo de infiltração do esgoto tratado no solo, a partir de ensaio de sondagem (Acervo GESAD/ENS-UFSC).

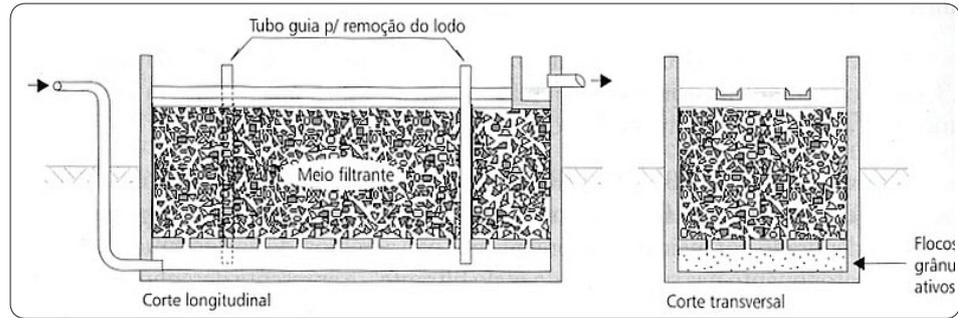


Figura 20: Representação em corte de filtro anaeróbio de fluxo ascendente (Fonte: Adaptado de Andrade Neto et al., 1999).

ANOTAÇÕES:

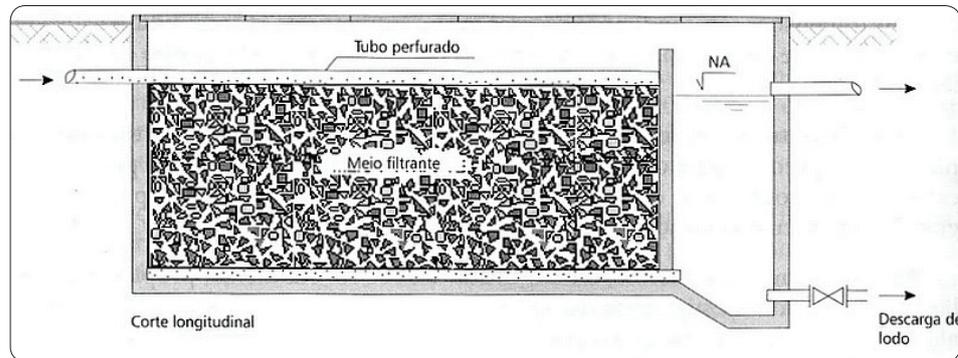


Figura 21: Representação em corte de filtro anaeróbio de fluxo descendente (Fonte: Adaptado de Andrade Neto et al., 1999).



Figura 22: Foto da sequência de construção de um filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente, adaptado em estruturas de caixas d'água de fibra (Acervo GESAD/ENS-UFSC).

A NBR 13969/97 (ABNT, 1997) apresenta a forma de dimensionamento do filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente. O volume útil total do filtro anaeróbio é calculado pela seguinte fórmula (ABNT - NBR 13969/97):

ANOTAÇÕES:

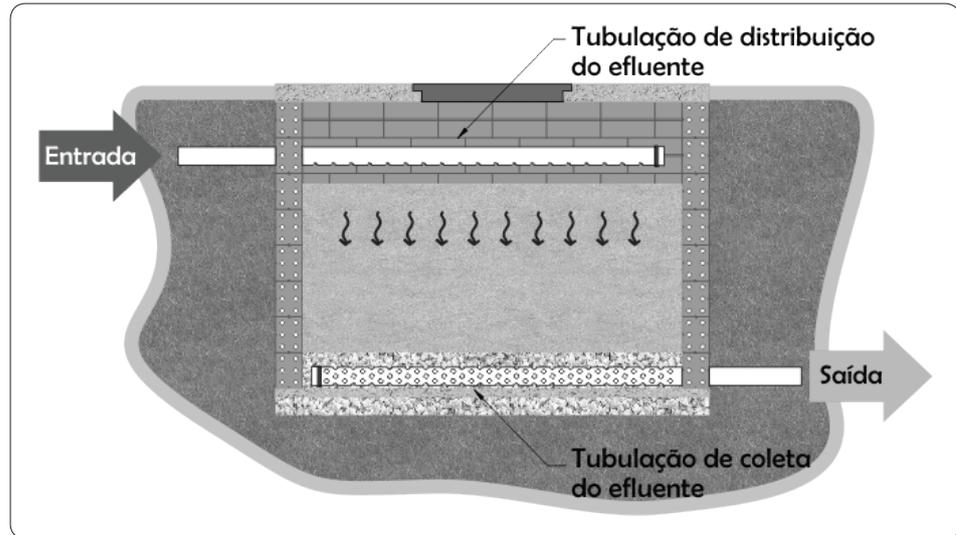


Figura 23: Representação esquemática do filtro de areia (Acervo GESAD/ENS-UFSC).

É uma unidade de tratamento de esgoto complementar ao tanque séptico (Figura 25), onde o processo de depuração consiste na filtração dos esgotos através do leito do filtro (camada de areia), onde se processa a degradação da matéria orgânica tanto por meio físico (retenção) quanto por meio bioquímico (oxidação). Os processos oxidativos nos filtros são realizados, principalmente, pelos microrganismos fixos nas superfícies dos grãos de areia, que formam o biofilme.



Figura 24: Fotos ilustrativas das etapas de construção de um filtro de areia em um reator de fibra (Acervo GESAD/ENS-UFSC).

Um filtro plantado com macrófitas de fluxo horizontal bem dimensionado e operado, quando associado ao tanque séptico, pode promover satisfatória eficiência de tratamento, conforme segue:

- remoção de 90% de DBO_5 ;
- remoção de 90% de SS;
- remoção de 20% de amônia;
- remoção de 30% de fósforo.

É importante ressaltar, também, que o desenvolvimento das macrófitas no sistema é um bioindicador da performance de tratamento, pois as mesmas precisam de nutrientes para seu desenvolvimento, as quais buscam-nos no efluente que está sendo tratado (Figura 38).

ANOTAÇÕES:



Figura 38: Foto de filtros plantados com macrófitas de fluxo horizontal aplicados ao tratamento de esgoto doméstico (Acervo GESAD/ENS-UFSC).

O maior risco em relação ao uso de filtros plantados com macrófitas está no fato do leito filtrante sofrer com o fenômeno de colmatção, ocasionando empoçamentos e como consequência, liberação de odor e potencial habitat para criação de mosquitos (Figura 39).



Figura 39: Fotos de empoçamentos gerados nos filtros plantados com macrófitas, indicando o início do processo de colmatção do material filtrante (Acervo GESAD/ENS-UFSC).

Filtro anaeróbio

Um dos maiores riscos associados ao uso do filtro anaeróbio é a colmatação do material filtrante, promovendo, assim, problemas de fluxo e desprendimento de biofilme com o efluente final.

Portanto, há a necessidade de operação constante, através da verificação da qualidade do efluente, bem como, por meio de inspeções visuais facilitadas pela presença de tampas de acesso (Figura 43).

ANOTAÇÕES:

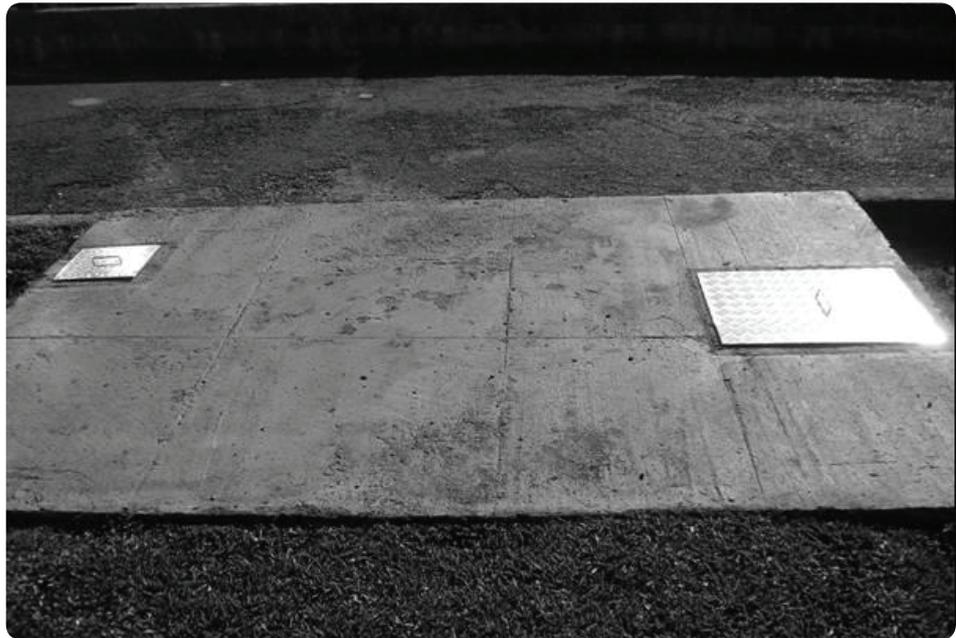


Figura 43: Detalhe das tampas de acesso na laje superior de um filtro anaeróbio (Acervo GESAD/ENS-UFSC).

Filtro de Areia

O maior risco associado ao uso do filtro de Areia é o entupimento do maciço filtrante, ou seja, a colmatação da areia. Colmatação é, portanto, a redução significativa da capacidade de drenagem do material filtrante, ou seja, é a diminuição da condutividade hidráulica do filtro de areia.

Uma das formas de se trabalhar com este problema é a utilização de dois filtros de areia de igual capacidade, instalados em paralelo. Enquanto um estiver em repouso, o outro trabalha, e quando houver indícios de colmatação, interrompe-se a alimentação neste filtro e inicia-se no outro. Assim há uma flexibilidade para fazer intervenções corretivas no filtro colmatado.

Tipo de Lodo	Origem	Caracterização
Lodo primário	Tanque séptico	Lodos removidos de tanques sépticos apresentam moderado grau de estabilização devido ao alto tempo de detenção. Sólidos removidos por sedimentação nos decantadores primários constituem o lodo primário.
Lodo biológico aeróbio (não estabilizado)	Reatores aeróbios com biofilmes - alta carga (biofiltros aerados submersos)	Biomassa aeróbia gerada na remoção do material orgânico contido nos esgotos, a qual está em contínuo crescimento, em virtude da entrada constante de matéria orgânica nos reatores. Para manter o sistema em equilíbrio, aproximadamente, a mesma massa de sólidos biológicos gerada deve ser removida dos sistemas. Estes sólidos não se encontram estabilizados, necessitando de uma etapa separada, posterior, de digestão.
Lodo biológico aeróbio (estabilizado)	Reatores aeróbios com biofilmes - baixa carga (biofiltro aerado)	Biomassa aeróbia que cresce e se multiplica à custa da matéria orgânica dos esgotos brutos. No entanto, nos sistemas de baixa carga, a disponibilidade de alimento é menor, a biomassa fica retida por mais tempo no sistema, predominando assim as condições da respiração endógena, sendo por isso um lodo com alto grau de estabilização.
Lodo biológico anaeróbio (estabilizado)	Reatores anaeróbios (reatores UASB, filtros anaeróbios)	A biomassa anaeróbia também cresce e se multiplica à custa da matéria orgânica. Nestes processos de tratamento, usualmente a biomassa fica retida um longo tempo, no qual ocorre a digestão anaeróbia do próprio material celular. Nas lagoas de estabilização, o lodo é constituído ainda de sólidos do esgoto bruto sedimentados, bem como de algas mortas. Esse lodo não requer uma etapa de digestão posterior.

Quadro 4: Origem e descrição dos tipos de lodos gerados em ETEs. Fonte: Adaptado de Metcalf & Eddy (1991).



Figura 44: Foto de leito de secagem empregado no gerenciamento do lodo (Acervo GESAD/ENS-UFSC).

Aplicação dos efluentes líquidos gerados nas unidades de tratamento e reuso da água

Aplicação dos efluentes líquidos:

A utilização controlada dos esgotos, ou seja, segura do ponto de vista sanitário, sustentável do ponto de vista ambiental e otimizado do ponto de vista de produção, apresenta diversas vantagens, dentre as quais (Bastos et al., 2003):

ANOTAÇÕES:

- constitui uma prática de reciclagem de água, proporcionam alívio na demanda e preservação de oferta para outros usos. Neste particular, destacam os autores, vale registrar que no Brasil, como em todo o mundo, a agricultura irrigada responde por cerca de 60% a 80% do consumo total de água;
- constitui numa prática de reciclagem de nutrientes, proporcionando economia significativa de insumos, por exemplo, fertilizantes e ração animal;
- contribui para o aumento da produção de alimentos, a recuperação de áreas improdutivas e a ampliação de áreas irrigadas;
- contribui para a preservação e a proteção do meio ambiente ao minimizar o lançamento de esgotos em cursos de águas naturais, prevenindo a poluição, a contaminação e a eutrofização, bem como favorecer a conservação do solo e a recuperação de áreas degradadas;
- contribui para a amenização do clima, melhoria das condições estéticas e ampliação de áreas de lazer em zonas urbanas: irrigação e fertilização de “zonas verdes”, como parques públicos, jardins, campos para práticas desportivas, canteiros e arborização de logradouros.

Reúso da água:

O tipo de reúso define o nível de tratamento necessário a ser aplicado ao esgoto, bem como os custos associados, tendo em vista a obtenção de um efluente final que satisfaça os critérios recomendados e os padrões fixados em cada caso. Este reúso pode ser (Araújo, 2000):

- direto: quando o esgoto tratado é transportado diretamente da ETE para o local onde será reusado, sem passar pela sua descarga num corpo hídrico receptor, como no caso do reúso para a irrigação,
- indireto: quando o efluente da ETE é lançado em um corpo d'água natural ou em um reservatório construído, antes de ser reutilizado.

TSGA



Módulo 3

Resíduos sólidos

Marlon André Capanema

mais de 22 milhões de brasileiros (BRASIL, 2013). Conseqüentemente, práticas inadequadas de destinação final dos resíduos são comumente adotadas pela população, por exemplo, a queima ou aterramento dos resíduos no próprio terreno, descarte em terrenos baldios, logradouros e em corpos hídricos. No cenário nacional, a melhor situação quanto ao acesso à coleta de resíduos sólidos, tanto para áreas urbanas como rurais, é a da macrorregião Sul, seguida pela Sudeste. A macrorregião Norte apresentou a pior situação em relação ao acesso ao serviço de coleta de resíduos em áreas rurais, seguida pelas macrorregiões Nordeste e Centro-Oeste.

ANOTAÇÕES:

Com o objetivo de melhorar os serviços de coleta e de destinação final dos resíduos sólidos, entre outros serviços ligados à gestão e gerenciamento de resíduos, dois importantes planos foram elaborados. O primeiro, denominado Plano Nacional de Saneamento Básico - PLAN SAB (BRASIL, 2013) foi previsto pela Lei 11.445/2007 (BRASIL, 2007). O PLAN SAB constitui um plano amplo, que abrange três componentes: 1) abastecimento de água potável, 2) esgotamento sanitário e 3) manejo de resíduos sólidos. Este documento, planejado e coordenado pelo Ministério das Cidades, tem como uma de suas metas para o saneamento básico na região sul do Brasil, abranger, pelo menos, 62% dos domicílios rurais no atendimento de coleta direta e indireta de resíduos sólidos até o ano de 2018; evoluindo a 91% até o ano de 2033 (BRASIL, 2013).

O segundo plano, denominado Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (BRASIL, 2011), constitui um importante instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecida pela Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010). Uma das diretrizes do PNRS em relação aos resíduos gerados em áreas rurais é a implantação da coleta seletiva da parcela de resíduos sólidos secos e destinação final ambientalmente adequada, principalmente, nas áreas rurais mais próximas às áreas urbanas, regiões conhecidas como cinturão verde. Outra diretriz consiste no inventário de resíduos agrossilvopastoris, ou seja, quantificar os diversos resíduos gerados pela agricultura, silvicultura e criação de animais. Para isto, a partir do próximo censo agropecuário que ocorrerá em 2015, todos os resíduos agrossilvopastoris deverão estar inventariados. Os dados desses inventários, bem como de inventários de outros tipos de resíduos, darão origem aos chamados bancos de dados de resíduos, que alimentarão, por sua vez, os sistemas de informações de resíduos. Outra importante diretriz é a ampliação da logística reversa (caracterizada posteriormente) para todas as categorias de resíduos agrossilvopastoris até o ano de 2024 (BRASIL, 2011).

Atualmente, a Política Nacional de Resíduos Sólidos exige que os estados e municípios elaborem seus Planos de Gestão de Resíduos. Tais planos apresentam um diagnóstico da gestão e gerenciamento dos resíduos só-



TIPOS E CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Há diferentes tipos de classificação de resíduos sólidos que se baseiam em determinadas características ou propriedades. No contexto do gerenciamento municipal de resíduos, três classificações são destacadas: em função da origem, dos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, e da biodegradabilidade. O Quadro 1 apresenta os principais tipos de resíduos sólidos quanto à origem (BRASIL, 2011).

Quadro 1: Classificação dos resíduos sólidos quanto à origem.

Origem	Características
Domiciliar	Resíduos provenientes das residências e habitações.
Comercial	Resíduos provenientes de estabelecimentos comerciais em geral, tais como bares, restaurantes, repartições públicas, etc.
Resíduos de Varrição	Resíduos sólidos provenientes da varrição e capina de vias e logradouros públicos.
Industrial	Resíduos gerados nos processos produtivos e instalações industriais.
Resíduos de Serviços de Saúde	Resíduos oriundos de estabelecimentos hospitalares e congêneres, como farmácias, laboratórios e ambulatórios.
Resíduos da Construção Civil	Resíduos gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluindo os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis.
Transporte Aéreo e Aquaviário	Resíduos de serviços de transportes como sendo aqueles originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários e passagens de fronteira.
Resíduos de Portos	Resíduos de naturezas diversas, tais como ferragens, de serviços de bordo, óleos ou resíduo sólido e líquido contaminado de óleo, resíduos de refeitório, resíduos orgânicos, resíduos químicos, cargas em perdimento, apreendidas ou mal acondicionadas, sucatas, resíduos resultantes das operações de manutenção do navio, etc.
Transporte Rodoviário e Ferroviário	Resíduos originários de terminais rodoviários e ferroviários, além dos resíduos gerados em terminais alfandegários e passagens de fronteira, relacionados aos transportes terrestres.
Mineração	Divididos em resíduos estéreis e rejeitos. Os estéreis constituem os materiais escavados e gerados pela extração ou lavra da mina, não têm valor econômico e geralmente ficam dispostos em pilhas. Os rejeitos são resíduos resultantes dos processos de beneficiamento das substâncias minerais.
Resíduos Agrossilvopastoris	Resíduos orgânicos (dejetos animais, madeira, bagaço, etc.); inorgânicos (embalagens de agrotóxicos, fertilizantes e insumos farmacêuticos veterinários), além dos resíduos sólidos domésticos (RSD) da área rural.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos define, ainda, os resíduos com logística reversa obrigatória, ou seja, os resíduos que devem ser restituídos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. Dentre esses resíduos, pode-se citar: pilhas e baterias, pneus, lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens, produtos eletroeletrônicos e seus componentes, resíduos de embalagens de agrotóxicos (BRASIL, 2011).

A norma técnica NBR 10004 (ABNT, 2004) trata da classificação de resíduos sólidos quanto a sua periculosidade, ou seja, característica apresentada pelo resíduo em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, que podem representar potencial de risco à saúde pública e ao meio ambiente. De acordo com sua periculosidade os resíduos sólidos podem ser enquadrados como (Quadro 2):

Quadro 2: Classificação dos resíduos quanto à periculosidade.

Classificação	Definição
Classe I - Perigoso	São aqueles que apresentam características, elementos ou compostos que conferem periculosidade (definido segundo a NBR 10004) ou uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.
Classe II A - Não perigoso e Não inerte	São aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduo Classe I - Perigoso ou de resíduo Classe II B - Inerte, nos termos da NBR 10004. Estes resíduos podem ter propriedades, tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.
Classe II B - Inerte	São aqueles que, quando submetidos a um teste de solubilização (contato dinâmico e estático com água destilada), não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água. Como exemplos de resíduos inertes pode-se citar rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não podem ser decompostos prontamente.

Os aterros sanitários constituem a disposição final ambientalmente adequados resíduos Classe II A (não perigosos e não inertes), esgotadas as possibilidades de reaproveitamento. Já os resíduos Classe I (perigosos) devem ser encaminhados para aterros industriais específicos. Os resíduos Classe II B (inertes) idealmente não devem ser dispostos em aterros sanitários na forma de “rejeitos”, mas sim, quando classificados e separados, na forma de “matéria-prima” para construção de acessos internos, coberturas e até mesmo drenagens.

Em função da biodegradabilidade, os resíduos podem ser classificados em: a) facilmente biodegradável (matéria orgânica putrescível), b) moderadamente biodegradável (papel, papelão e outros materiais celulósicos), c) dificilmente biodegradável (madeira, trapos, couro, borracha), d) muito dificilmente biodegradável (plásticos), e e) não biodegradável (vidro, metais, rochas e solos).

Os sistemas de gestão podem ser caracterizados em diferentes níveis, nacional, estadual e municipal. A gestão nacional é aquela que determina a Política Nacional de Resíduos Sólidos, os planos, as estratégias setoriais, os aspectos legislativos e as regulamentações ambientais. A gestão estadual é a que determina através de sua Política Estadual o conjunto de normas e procedimentos sobre o manejo integrado e a coloca para que os municípios estabeleçam normas e metas de gestão. Já a gestão municipal aborda mais os aspectos de execução com a qualidade do modelo de gestão dos resíduos sólidos, pelo manejo integral de resíduos, para um município ou um conjunto de municípios. A gestão municipal representa a forma como um município é capaz de gerir e gerenciar os seus resíduos de forma integral, compreendendo ações que consideram os aspectos técnicos, financeiros, ambientais, socioeconômicos, culturais, institucionais e políticos, em um processo multidisciplinar e participativo - envolvendo toda a sociedade.

ANOTAÇÕES:

Os governos municipais podem utilizar os consórcios como instrumento operacional para maior rendimento de seus esforços, evitando dispersão de recursos humanos e materiais e para maximizar o aproveitamento dos mesmos (BONATTO, 2004). Os consórcios surgiram devido à ampliação das funções estatais, da complexidade e do custo das obras públicas, que obrigaram a criação de novas formas de prestação de serviços ligados ao Estado. Os consórcios intermunicipais de resíduos constituem uma alternativa vantajosa para a gestão dos resíduos sólidos nos municípios, através da associação de entes públicos para a gestão do lixo em regiões metropolitanas e microrregiões homogêneas (OLIVEIRA, 1997). Através da busca conjunta de soluções para suas dificuldades, municípios circunvizinhos que vivem realidades semelhantes podem alcançar o bem-estar de suas populações de forma associada.

Os sistemas de gestão devem evoluir para a busca de modelos com ênfase em sistemas ambientais, ou seja, no desenvolvimento de modelos que contemplem em seu foco todos os componentes do saneamento básico (tratamento e abastecimento de água, drenagem urbana, coleta e tratamento de esgotos, coleta, tratamento e valorização dos resíduos sólidos e controle dos vetores) de forma a consolidar um sistema sustentável. Este último é entendido como um sistema que se adapta às condições locais considerando os diferentes aspectos, e é capaz de se autossustentar no tempo sem reduzir os recursos de que necessita.

A Lei 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e a Política Nacional de Saneamento Básico (PNS), indica no artigo 29 que:

Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços, [...]

Logo, é primordial considerar as características das fontes de produção, o volume e os tipos de resíduos - para a eles ser dado tratamento diferenciado e disposição final técnica adequada. Desse modo, o gerenciamento integrado de resíduos sólidos significa o processamento dos resíduos, utilizando as tecnologias mais compatíveis com a realidade local dando-lhes um destino correto e seguro no presente e no futuro.

O GIRS de uma determinada localidade é descrito no Plano de Gerenciamento, que é um documento onde se apresenta a situação real do sistema de limpeza urbana, com o estabelecimento de ações integradas e diretrizes sob os diversos aspectos (ambientais, socioeconômicos, técnicos, etc.) para todas as fases do gerenciamento dos resíduos sólidos, desde a sua geração até a destinação final. Tal plano pode ser elaborado pela prefeitura municipal, através da equipe técnica responsável pelos serviços de saneamento, ou por uma empresa contratada pela prefeitura ou ainda, por uma universidade pública, através de um projeto de extensão universitária. Além das ações integradas e diretrizes, o plano também estabelece metas de melhorias a serem atingidas na localidade em questão, e é revisado periodicamente, por exemplo, a cada quatro anos. Os planos são disponibilizados nos sites das prefeituras para consulta pública.

A definição de um sistema integrado de gerenciamento de resíduos sólidos universalmente aceita é baseada no princípio dos 3R's (Redução, Reutilização e Reciclagem). A política dos 3R's consiste num conjunto de medidas adotadas na Rio 92³, no Rio de Janeiro. A caracterização dos 3R's é apresentada a seguir (Quadro 3).

Quadro 3: Caracterização dos 3R's.

Princípio	Definição
Redução	Reduzir os resíduos na fonte geradora significa pensar nos resíduos antes mesmo deles serem gerados, ou seja, buscar formas de não gerar os resíduos bem como combater o desperdício. A redução na fonte de produção de resíduos é uma estratégia preventiva e pode ser realizada somente com uma política específica executada por meio de instrumentos regulatórios, econômicos e sociais. Pode-se, por exemplo, formular políticas de minimização dos resíduos, utilizando instrumentos econômicos ou de outro tipo, para promover modificações nos padrões de produção e consumo.
Reutilização	Método de controle útil na minimização da produção de resíduos, com base na sua redução, uma vez que os bens envolvidos retêm suas características e funções originais. A reutilização é baseada no emprego direto do bem (resíduo) no mesmo uso para o qual foi originalmente concebido, como é o caso da reutilização de garrafas de vidro.
Reciclagem	É um método baseado no reaproveitamento do material pelo o qual o bem é composto visando o mesmo ou um diferente uso para o qual fora originalmente concebido, exemplo: reciclagem de plástico para produzir outras garrafas plásticas ou outros produtos. Uma ideia que vem sendo aplicada é o incentivo da implantação de sistemas de beneficiamento e tratamento de materiais recicláveis para uso pelo órgão responsável pela limpeza urbana e por particulares como, por exemplo, unidades de fabricação de vassouras de PET.

³ A Rio 92, também chamada de Cúpula da Terra ou ECO 92, foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), realizada na cidade do Rio de Janeiro no ano de 1992. Um dos documentos produzidos na Rio 92 foi a Agenda 21, um instrumento de planejamento que visa ao desenvolvimento sustentável.

quivo, comunicação, controle de material e pessoal, além de organizar campanhas de educação ambiental. A parte técnica é encarregada de efetuar análises, projetos e pesquisas. Já o setor operacional é composto pelas atividades de coleta, limpeza, transporte e destinação final.

O sistema de gerenciamento integrado de resíduos sólidos pode ser administrado diretamente pelo município, por meio de uma empresa ou órgão público específico, ou ainda os serviços podem ser objetos de concessão ou terceirização junto a empresas privadas. Essa terceirização ou concessão pode ser total, ou seja, envolver todos os segmentos da operação do gerenciamento de resíduos ou ainda, ser parcial, englobando apenas alguns segmentos, como coleta, transporte, destinação final, etc.

ANOTAÇÕES:

A legislação vigente sobre o manejo e destinação final de resíduos sólidos nos âmbitos federal, estadual e municipal, é ampla. Em função disso, algumas leis podem ser citadas para nortear a discussão:

- » Constituição Federal de 1988, que em seu Art. n° 23 determina ser competência da União, do Distrito Federal, dos Estados e dos Municípios a proteção ambiental e o combate a todas as formas de poluição. Além disso, no Art. n° 225 fica estabelecido que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, fundamental para uma boa qualidade de vida;
- » Lei 6.938/1981, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente;
- » Lei 11.445/2007, que prevê o Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB. Em seu artigo 3° considera o manejo de resíduos sólidos e a limpeza urbana como parte integrante do que se define saneamento básico. Além disso, em seu artigo 7°, define que os serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos e o serviço público de limpeza urbana são compostos pelas atividades de coleta, transbordo, transporte, de triagem para fins de reúso ou reciclagem, de tratamento, inclusive, por compostagem, e de disposição final dos resíduos sólidos. Ainda, integram o serviço público de limpeza urbana atividades de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços;
- » Lei 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto n° 7.404/2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos; e tem como instrumento o Plano Nacional de Resíduos Sólidos;
- » Lei 7.802/1989, que dispõe, entre outras coisas, sobre destino final de resíduos sólidos e de embalagens de agrotóxicos utilizados no Brasil;
- » Resolução CONAMA 001/86, que dispõe sobre critérios e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA e elenca uma série de atividades cujo licenciamento depende de EIA/RIMA;



MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

As ações relativas ao manejo de resíduos sólidos contemplam aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como a proteção da saúde pública e do meio ambiente. Os procedimentos e ações, que vão desde a coleta à disposição final adequada dos resíduos sólidos gerados pela população urbana e rural, constituem um dos objetivos de uma política municipal de saneamento ambiental.

De acordo com a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2012), o programa de manejo de resíduos deve apoiar a execução de infraestrutura e aquisição de veículos e equipamentos para implantação e melhoria dos sistemas de gerenciamento de rejeitos, tal como ilustrado na Figura 1. Além disso, a estrutura disponível para o manejo dos resíduos deve ser condizente com a realidade socioeconômica do município e a necessidade de melhoria da qualidade ambiental.

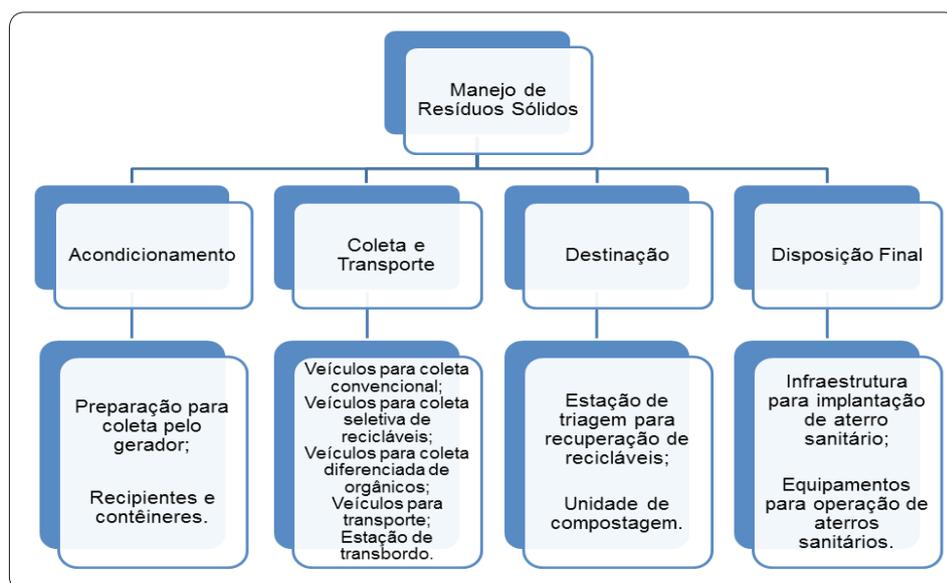


Figura 1: Ações contempladas no manejo de resíduos.

Fonte: adaptado de FUNASA (2012).

ANOTAÇÕES:



Figura 6 : Caminhão compactador utilizado na coleta de resíduos sólidos domiciliares.

Fonte: COMCAP (2011).

ANOTAÇÕES:

Os caminhões caçamba têm uma vantagem substancial que é a possibilidade de serem utilizados para outros serviços do município. Já os veículos compactadores apresentam a vantagem de carregar mais resíduos que os caminhões caçamba, além de terem uma baixa altura de carregamento (facilita o serviço da guarnição), e são rapidamente descarregados. Sua desvantagem advém do alto custo, inclusive de manutenção.

Minimização da geração e reciclagem de resíduos sólidos

O gerenciamento integrado de resíduos pressupõe a redução do consumo, a reutilização de materiais e ainda a reciclagem destes. O princípio dos 3R's segue a hierarquia de que causam menor impacto evitar a geração de resíduos do que reutilizar e/ou reciclar os materiais após a sua geração.

A reutilização de materiais e a reciclagem são importantes formas de reaproveitamento na gestão de resíduos sólidos, mas o grande desafio das próximas gerações será a necessidade de redução dos resíduos gerados. A redução ocorre na fonte, ou seja, é a não geração de resíduos, envolvendo, assim, mudanças no hábito de consumo da população. No Brasil, onde se segue o padrão de consumo americano, mais consumista que o europeu, tem-se uma tendência contínua ao aumento da produção de RSU, que só será revertida por meio de uma nova mentalidade de consumo por parte da população.

Em relação à reciclagem, pode-se dizer que é uma palavra que se difundiu na mídia a partir da década de 1980 em função da constatação da necessidade de poupar matérias-primas não renováveis e ainda, devido à falta de espaço disponível para a disposição de RSU. Esse processo de

O resultado final do processo de compostagem é um composto orgânico de alta qualidade, rico em micronutrientes e com razoáveis teores de nitrogênio e fósforo, podendo ser utilizado como fertilizante na agricultura, na recuperação de solos degradados e na composição de coberturas para aterros sanitários (Figura 13). As vantagens desse tipo de tratamento de resíduos orgânicos são: trata-se de um processo biológico, controlado, de baixo custo, com pouca mão de obra, ambientalmente seguro e licenciado por órgãos ambientais. Os inconvenientes são a necessidade de maior área do que os outros sistemas de tratamento, a emissão de odores e a possível proliferação de vetores.

ANOTAÇÕES:



Figura 13 : Composto resultante do tratamento por compostagem.

Fonte: acervo LARESO/ENS/UFSC.

Disposição final

No Brasil, os métodos de disposição final de resíduos sólidos empregados são: 1) aterros sanitários, 2) aterros controlados e 3) vazadouros a céu aberto (lixões). Os aterros controlados e os lixões não podem ser considerados métodos ambientalmente adequados, pois não são projetados com critérios de engenharia que visam à proteção do meio ambiente. A proliferação das disposições inadequadas se deve muito pela falsa crença de ser a opção mais barata de destinação de resíduos. Estas disposições ao longo de vias, córregos ou rios, banhados, mangues ou áreas baixas, e encostos de morros, sempre resultam numa série de problemas ambientais, sociais e de saúde pública (Figura 14). Por exemplo, dentre os problemas ambientais, pode-se citar: poluição do solo, da água e do ar, incêndios e poluição visual; dentre os problemas sociais e econômicos: existência de catadores, desvalorização do uso do solo local e circunvizinho; e dentre os problemas de saúde pública: contaminação

De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, aterro sanitário é definido como (BRASIL, 2011):

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza os princípios de engenharia (impermeabilização do solo, cercamento, ausência de catadores, sistema de drenagem de gases, águas pluviais e lixiviado) para confinar os resíduos e rejeitos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-o com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário.

ANOTAÇÕES:

Como requisitos mínimos, listados abaixo, quatro condições básicas devem estar presentes no projeto e na operação para que um local de disposição final possa ser chamado de aterro sanitário:

- » Bom isolamento hidrogeológico;
- » Ser concebido e operado como uma “obra de engenharia”;
- » Ter permanente controle por pessoal qualificado;
- » Ter um plano detalhado de disposição e cobertura dos resíduos.

O aterro sanitário é projetado de acordo com critérios de engenharia e normas operacionais específicas, que proporcionam um confinamento seguro dos resíduos. Os critérios de engenharia mencionados abrangem a drenagem de águas superficiais e do lixiviado, assim como o adequado tratamento deste. Além disso, a drenagem e queima dos gases gerados e a bioestabilização da matéria orgânica fazem parte do processo de operação de um aterro sanitário.

Um fator muito importante também é a seleção de áreas para a implantação de um aterro sanitário, a qual deve obedecer a critérios claros, pois dessa seleção vai depender a preservação dos recursos naturais e um uso racional do solo. Além disso, a partir da escolha correta de local para a disposição final reduzem-se custos de implantação e ainda, evitam-se uma série de impactos que seriam gerados ao meio, podendo-se, também, simplificar os sistemas de proteção ambiental a serem instalados (MARQUES et al., 1995). Em função do alto grau de urbanização das cidades associado a uma ocupação intensiva do solo, a seleção de áreas torna-se uma tarefa difícil. Alguns critérios técnicos mais utilizados para a escolha de áreas aptas a instalação de aterros sanitários são a seguir listados:

- » Distância de recursos hídricos;
- » Distância de vias;
- » Distância da mancha urbana;
- » Distância de áreas inundáveis;

