

**PREVENÇÃO AMBIENTAL
TECNOLOGIAS LIMPAS**

MÓDULO 1

PROF^o SIDNEI SILVA

SISTEMAS DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS

I. Introdução:

Em locais desprovidos de rede coletora de esgotos, as unidades residenciais devem adotar sistemas de tratamento e disposição final para seus despejos líquidos, baseados nos critérios estabelecidos pela Norma NBR. 7229 da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

2. Composição dos Efluentes Líquidos Domésticos:

- águas de cozinha;
- lavanderias domiciliares;
- chuveiros;
- lavatórios;
- bacias sanitárias;
- bidês;
- banheiras;
- ralos e pisos de compartimentos internos.

3. Tratamento:

Fossa Séptica - Tipos: Câmara Única
Câmaras Sobrepostas
Câmaras em Série

Tratamento Complementar: Valas de Filtração - Filtro Anaeróbio

4. Disposição Final do Efluente

No solo: Sumidouro ou Poço Absorvente e Valas de Infiltração

Em águas superficiais: desde que se tenha o tratamento complementar e, em alguns casos, cloração.

5. Aspectos Gerais Previstos na Norma

- a) Contribuição total até 75.000 litros/dia.
- b) Despejos de cozinha devem passar por caixas de gordura, antes da fossa séptica.
- c) Em locais onde exista rede coletora, os esgotos devem ser, obrigatoriamente, conectados à mesma.
- d) A edificação deverá ser provida de suprimento de água.
- e) Não devem ser lançadas águas pluviais nas fossas sépticas.
- f) A disposição através de sumidouros pode ser feita quando o solo for suficientemente permeável e quando as águas subterrâneas não vierem a ser poluídas (lençol freático profundo). Caso o lençol freático não seja profundo, deve-se estudar a possibilidade de construir valas de infiltração. Não sendo possível, deve-se adotar tratamento complementar, antes do lançamento em corpos d'água

POSSÍVEIS FAIXAS DE VARIAÇÃO DE EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE DBO5.

SISTEMA DE TRATAMENTO _____ REMOÇÃO DE DBO5

Fossa séptica de câmara única/sobrepostas _____	30 a 50%
Fossa séptica de câmara em série _____	35 a 55%
Fossa séptica + Vala de Filtração _____	80 a 98%
Fossa séptica + Filtro Anaeróbio _____	75 a 95%

LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

São capazes de estabilizar a matéria orgânica dos despejos domésticos para pequenas comunidades, ocupando depressões naturais de terreno e/ou artificiais, com emprego de diques de contorno.

As lagoas de estabilização podem ser classificadas em aeróbias, anaeróbias e facultativas, dependendo das bactérias que vão atuar no processo de decomposição.

LAGOA AERÓBIA: Normalmente implica em um pré-tratamento para remoção do lodo ou adoção de aeração forçada.

LAGOA ANAERÓBIA E/OU FACULTATIVA: Normalmente recebem esgotos brutos.

Podem ser adotadas lagoas em série:

Também podem existir lagoas em paralelo, permitindo maior flexibilidade de operação para limpeza e remoção de lodo, de algas, etc.

Em regiões de intensa evaporação e/ou grande permeabilidade do terreno, podemos ter lagoa sem efluente.

Na fase de construção de uma lagoa devem ser considerados fatores climáticos, tais como:

- direção predominante de ventos
- insolação

Caso o lençol freático seja utilizado para abastecimento, o ponto de captação deve ficar a mais de 500 metros da lagoa.

Forma: A melhor forma da lagoa é aquela que propicia uma rápida e uniforme distribuição do afluente por toda a área da lagoa, evitando-se, assim, saliências, reentrâncias e vegetação no perímetro.

Dimensionamento: Objetiva a determinação das cargas ótimas de DBO/ha.dia.

Área: 6 a 12 m²/pessoa servida

Período de detenção: 40 a 60 dias.

Redução da carga orgânica: ~ 90 a 95%

FOSSAS SÉPTICAS

A ausência de serviços públicos de coleta de esgotos exige a implantação de algum meio de disposição final dos esgotos, com o objetivo principal de evitar a contaminação do solo e da água. Em locais também desprovidos de sistemas públicos de abastecimento de água, utilizam-se poços como fonte de suprimento de água, razão pela qual deve-se exigir extremo cuidado na disposição final de esgotos, para evitar a contaminação da água do subsolo, utilizada para consumo humano.

Os cuidados exigidos são devidos aos efeitos nocivos provenientes da decomposição da matéria orgânica e ao perigo à saúde tendo em vista a presença de microorganismos patogênicos.

A solução transitória para o problema de esgotos sanitários de pequenas comunidades, de acordo com a NBR-7229 de março de 1982, que é a revisão da NB-41 da ABNT, é a utilização de FOSSAS SÉPTICAS, seguida de infiltração no terreno através de sumidouro ou de valas de infiltração quando a capacidade de infiltração do terreno permite tal solução. Quando o solo não permite a infiltração dos efluentes das fossas sépticas, a solução recomendada é a utilização de valas de filtração ou de filtros anaeróbios, antes do lançamento dos efluentes em corpos de água.

FOSSAS SÉPTICAS

Definição: Fossas Sépticas são câmaras convenientemente construídas para deter os despejos por um período preestabelecido, de modo a permitir a decantação dos sólidos em suspensão. Os sólidos sedimentáveis vão para o fundo do tanque, onde sofrem decomposição anaeróbia e se acumulam. Os materiais mais leves ficam na superfície do líquido, formando uma espuma e para evitar que os óleos e graxas ou outros materiais sobrenadantes saiam junto com o líquido clarificado coloca-se um anteparo na saída da fossa. O líquido clarificado pode sofrer infiltração se as condições do terreno forem satisfatórias, ou ser submetido a outro tratamento para ser lançado no corpo d'água.

Os despejos domésticos devem ser tratados e dispostos de modo que as seguintes condições sejam atendidas:

- a) nenhum manancial destinado ao abastecimento domiciliar corra perigo de contaminação;
- b) não sejam prejudicadas as condições próprias à vida nas águas receptoras;
- c) não sejam prejudicadas as condições de balneabilidade de praias e outros locais de recreio e esporte;
- d) não haja perigo de poluição das águas localizadas ou que atravessem núcleos de população ou daquelas utilizadas na dessedentação de rebanhos e na horticultura.
- e) não venham a ser percebidos odores desagradáveis, presença de insetos e outros inconvenientes;
- f) não haja poluição do solo capaz de afetar direta ou indiretamente pessoas e animais.

Uso da Fossa Séptica

A fossa séptica é projetada de modo a receber todos os despejos domésticos ou qualquer outro despejo, cujas características se assemelham às do esgoto doméstico, desde que atenda às condições:

- a) instalações que gerem esgotos, até 75.000 litros por dia, que a razão de 150 l/pessoa/dia, em caso de residência, corresponderia a 500 pessoas;

- b) só é admissível o uso de fossas sépticas para edificações providas de suprimento de água;
- c) são encaminhados às fossas sépticas todos os despejos domésticos oriundos de cozinhas, lavanderias domiciliares, chuveiros, lavatórios, bacias sanitárias, bidês, banheiras, mictórios e ralos de pisos de compartimentos internos.
- d) os despejos de cozinha podem passar por caixas de gordura antes de serem encaminhados às fossas sépticas;
- e) não devem ser lançadas águas pluviais às fossas sépticas;
- f) os despejos que apresentarem condições prejudiciais ao bom funcionamento das fossas sépticas ou elevado índice de contaminação são objeto de estudo especial a ser submetido à autoridade competente, enquanto não houver norma especial sobre o assunto.

Tipos de Fossas Sépticas

Os principais tipos de fossas sépticas são:

- a) Fossa Séptica de Câmara Única: Aquela constituída de um só compartimento na qual se processam, conjuntamente, os fenômenos de decantação e digestão.
- b) Fossa Séptica de Câmaras em Série: Aquela constituída de compartimentos interligados, nos quais se processam, conjuntamente, os fenômenos de decantação e digestão, com predominância da digestão no primeiro compartimento. Esse tipo de fossa apresenta um efluente com baixo teor de sólidos suspensos.
- c) Fossas Sépticas de Câmara Sobrepostas: Aquelas em que os despejos e o lodo digerido são separados em câmaras distintas, nas quais se processam independentemente, os fenômenos de decantação e digestão. Este tipo de fossa remove maior porcentagem de sólidos, produzindo um efluente com baixo teor de sólidos em suspensão.

Funcionamento :

O funcionamento das fossas pode ser considerado nas seguintes etapas:

a) Detenção

O período de detenção varia entre 12 horas nas unidades maiores, até 24 horas nas menores.

b) Decantação

Paralelamente a fase anterior, processa-se a decantação de 60 a 70% dos sólidos em suspensão contidos nos esgotos, formando-se o LODO. Parte dos sólidos não decantados, formada por óleos, graxas, gorduras e outros materiais misturados com gases, é retida na superfície do líquido constituindo a ESCUMA.

c) Digestão

O lodo e a espuma sofrem uma decomposição (digestão) anaeróbia, produzida pela ação de bactérias presentes nos esgotos.

d) Redução de Volume

Do fenômeno da digestão, que consiste na decomposição bioquímica da matéria orgânica em substâncias e compostos mais simples e estáveis, resulta uma diminuição do volume dos sólidos detidos, permitindo que o efluente da fossa possa ser lançado em melhores condições de segurança do que as do esgoto bruto.

Eficiência das Fossas Sépticas

- a) Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO 40 a 60 %

- b) Sólidos em Suspensão 50 a 70 %
- c) Coliformes Totais 50 %

Obs: Influência de outras substâncias

Os esgotos contendo sabões nas proporções comumente utilizadas não prejudicam o sistema. Entretanto em hipótese alguma deverá ser lançado na fossa, soluções de soda cáustica, que interferirá em sua eficiência além de provocar a colmatação dos solos argilosos.

Os detergentes usualmente utilizados nas residências não chegam a ser nocivos ao funcionamento das fossas.

Efluentes das Fossas Sépticas

A fossa séptica não purifica os esgotos, apenas reduz a sua carga orgânica a um grau de tratamento aceitável em determinadas condições. O efluente é escuro e com odor característico, causado pela presença de gás sulfídrico e outros gases produtores de odores, estando presente grande quantidade de bactérias potencialmente perigosas à saúde.

É necessário, portanto, atenção especial com relação à disposição final dos efluentes das fossas sépticas.

TABELA 1- Contribuições unitárias de esgotos (C) e do lodo fresco (Lf) por tipo de prédios e ocupantes

Prédio	Unidade	Contribuição (litros / dia)	
		Esgotos (C)	Lodo fresco (Lf)
1 - Ocupantes permanentes			
Hospitais	leito	250	1
Apartamentos	pessoa	200	1
Residências	pessoa	150	1
Escolas - internatos	pessoa	150	1
Casas populares - rurais	pessoa	120	1
Hotéis (sem cozinha e lavanderia)	pessoa	120	1
Alojamentos provisórios	pessoa	80	1
2 - Ocupantes temporários			
Fábrica em geral	operário	70	0,30
Escritórios	pessoa	50	0,20
Edifícios públicos ou comerciais	pessoa	50	0,20
Escolas - externatos	pessoa	50	0,20
Restaurantes e similares	refeição	25	0,10
Cinema, teatro e templos	lugar	2	0,02

TABELA 2 - Período de detenção (T)

Contribuição (litros / dia)

Período de detenção (T)
horas dias

Até	6.000		24	1
6.001	a	7.000	21	0,875
7.001	a	8.000	19	0,79
8.001	a	9.000	18	0,75
9.001	a	10.000	17	0,71
10.001	a	11.000	16	0,67
11.001	a	12.000	15	0,625
12.001	a	13.000	14	0,585
13.001	a	14.000	13	0,54
Acima	de	14.000	12	0,50

TABELA 3 - Possíveis faixas de variação de coeficiente de infiltração

Faixa	Constituição provável dos solos	Coeficiente de Infiltração litros/m ² x dia	
1	Rochas, argilas compactas de cor branca, cinza ou preta, variando a rochas alteradas e argilas medianamente compactas de cor avermelhada	menor que 20	
2	Argilas de cor amarela, vermelha ou marrom medianamente compacta, variando a argilas, pouco siltosas e/ou arenosas	20	a 40
3	Argilas arenosas e/ou siltosa, variando a areia argilosa ou silte argiloso de cor amarela, vermelha ou marrom	40	a 60
4	Areia ou silte pouco argiloso, ou solo arenoso com humos e turfas, variando a solos constituídos predominantemente de areias e silte	60	a 90
5	Areia bem selecionada e limpa, variando a areia grossa com cascalhos	maior que 90	

Nota: Os dados se referem, numa primeira aproximação, aos coeficientes que variam segundo o tipo dos solos não saturados. Em qualquer dos casos é indispensável a confirmação por meio dos ensaios de infiltração do sol

Dimensionamento das Fossas Sépticas

Fossas Sépticas de Câmara Única

Volume útil é calculado pela fórmula:

$$V = N (C T + 100 Lf)$$

onde

V = volume útil em litros

C = contribuição dos despejos (litros / pessoa x dia - tabela 1)

T = período de detenção em dias (tabela 2)

Lf = contribuição de lodos frescos (litros / pessoa x dia - tabela 1)

o volume útil mínimo admissível é de 1.250 litros (o que corresponde a 12 pessoas para fábricas e 5 pessoas para residências.)

Fossas Sépticas de Duas Câmaras em Série

$$V = 1,3 N (C T + 100 Lf)$$

- o volume útil mínimo admissível é de 1.650 litros

- a área total das aberturas de passagem entre as câmaras deve ser de 5 a 10 % da seção transversal útil da fossa séptica.

DISPOSIÇÃO DO EFLUENTE LÍQUIDO DA FOSSA SÉPTICA

O efluente de um tanque séptico não é um líquido inofensivo. É um líquido potencialmente contaminado com odores e aspectos desagradáveis, exigindo por este motivo, uma disposição final adequada.

A NBR 7229 cita os seguintes processos de disposição do efluente líquido das fossas:

- a) Sumidouro;
- b) Vala de Infiltração;
- c) Vala de Filtração;
- d) Filtro Biológico ou Anaeróbio.

Na seleção do processo a ser adotado deve-se considerar:

- natureza e utilização do solo
- profundidade do lençol freático
- capacidade de absorção do solo
- utilização e localização da fonte da água de subsolo utilizada para consumo humano.

Sumidouro

Os sumidouros, também chamados de poços absorventes recebem os efluentes diretamente das fossas sépticas, tendo, portanto, vida útil longa, devido a facilidade de infiltração do líquido praticamente isento de sólidos causadores da colmatação do solo.

As dimensões dos sumidouros são determinadas em função da capacidade de absorção do terreno, previamente determinada, devendo ser considerada como superfície útil de absorção a do fundo e das paredes laterais até o nível de entrada do efluente.

Recomenda-se que o fundo do sumidouro esteja, no mínimo, a 1,50 metros acima do nível máximo do lençol freático.

Vala de Infiltração

O sistema consiste em um conjunto de canalizações apresentadas paralelamente, em solo cujas características permitam a absorção do esgoto efluente da fossa séptica.

Devem ser observadas as seguintes recomendações :

- a) deve haver pelo menos, duas valas de infiltração para o efluente de uma fossa;
- b) o comprimento máximo de cada vala de infiltração é de 30 metros, tendo largura mínima de 0,50 metro e máxima de 1,00 metro;
- c) o espaço mínimo entre duas valas de infiltração é de 1,00 metro;

d) o comprimento total das valas de infiltração é determinado em função da capacidade de absorção do terreno, previamente determinada, devendo ser considerada como superfície útil de absorção a do fundo da vala. Recomenda-se que o fundo da vala esteja no mínimo, a 1,50 metros acima do nível máximo do lençol freático.

Vala de Filtração

Os sistemas de valas de filtração são constituídos de duas canalizações de esgotos superpostas, com a camada entre as mesmas ocupada com areia. O sistema é utilizado quando a capacidade de absorção do terreno é baixa ou quando o nível do lençol freático for aflorante.

As partes componentes do sistema são:

- a) canalização superior: funciona como sistema de irrigação subsuperficial;
- b) camada de areia: tem a finalidade de filtrar o despejo ;
- c) canalização inferior: funciona como sistema de drenagem.

As valas de filtração devem ter a extensão mínima de 6 metros por pessoa, tendo de existir pelo menos duas valas para uma fossa séptica.

Trata-se de um sistema que tem condições de produzir um efluente final de muito boa qualidade, entretanto, esta é uma solução que pode ser considerada bastante onerosa.

Filtro Anaeróbio

Descrição: Trata-se de unidade de tratamento biológico do efluente da fossa séptica, de fluxo ascendente, em condições anaeróbias, cujo meio filtrante mantém-se afogado.

O filtro biológico consiste basicamente de um tanque de forma cilíndrica ou prismática de seção quadrada, cheio de pedras, que acumulam em sua superfície os microorganismos anaeróbios responsáveis pelo processo.

O líquido penetra pela base, flui através das pedras que são apoiadas numa placa perfurada e é descarregado pela parte superior.

Dimensionamento

Para efeito de cálculo o dimensionamento do filtro é obtido pelas fórmulas:

a) $V = 1,60 N C T$

Onde:

V = volume útil

N = número de contribuintes

C = contribuição dos despejos (em litros / pessoa x dia - tabela 1)

T = período de detenção em dias (tabela 2)

$$b) S = V : 1,80$$

Onde:

S = seção horizontal

V = volume útil calculado (m³)

Detalhes Construtivos:

- 1) O diâmetro mínimo é de 0,95 m ou a largura mínima de 0,85 m.
- 2) O diâmetro máximo e a largura máxima não devem exceder a três vezes a profundidade útil que é 1,80 m para qualquer volume calculado.
- 3) O volume útil mínimo é de 1.250 litros
- 4) O dispositivo de saída deve consistir de vertedor tipo calha, com 0,10 m de largura e comprimento igual ao diâmetro ou largura do filtro. Deve passar pelo centro de seção e situar-se em cota que mantenha o nível de efluente a 0,30 m do topo do leito filtrante.

DESINFECÇÃO

Um corpo d'água que recebe, continuamente os esgotos de uma localidade, também recebe as "doenças" desse local.

Em uma comunidade, uma certa porcentagem de pessoas pode estar doente ou ser portadora, isto é, pessoas que embora não apresentem sintomas de uma determinada moléstia, possuem em seu organismo os germes desse mal.

Evidentemente que um corpo d'água que recebe os esgotos domésticos de uma comunidade, torna-se contaminado, e suas águas ao serem ingeridas por uma pessoa sadia, podem transmitir doenças.

Os dejetos de qualquer pessoa, sadios ou doentes, contêm um grande número de bactérias que não causam normalmente doenças, inclusive são até benéficas por auxiliarem o seu processo de digestão. Deste modo, a água que apresenta essas bactérias, chamadas de Coliformes, contém provavelmente matéria fecal.

Existem 36 espécies diferentes de Coliformes, das quais 26 não são encontradas nos dejetos humanos ou animais de sangue quente, 8 podem ser encontradas e 2 são exclusivamente fecais: Escherichia coli e Escherichia aurescens.

Das bactérias coliformes, a mais importante como indicadora das condições sanitárias da água é a Escherichia coli, habitante normal do intestino humano e de animais de sangue quente com cerca de 95 % e podendo existir até 300 milhões de bactérias por grama de dejetos.

Os coliformes por si só não causam doenças, mas a constatação desta bactéria na água indica a possibilidade da presença de resíduos fecais e conseqüentemente a

possibilidade da existência de microorganismos patogênicos intestinais, causadores de doenças tais como febre tifóide, cólera, hepatite, poliomielite, diarreias, etc.

Existem critérios para o limite de coliformes nas águas, de acordo com o seu uso preponderante.

Exemplificando, para potabilidade, o critério é da ausência das bactérias do grupo coliforme em qualquer amostra coletada; enquanto que para balneabilidade, as águas serão classificadas como próprias quando os coliformes fecais não excederem a 1000 NMP/100ml ou 5000 coliformes totais em 100 ml de água.

Objetivos da Desinfecção

A desinfecção das águas residuárias é feita com o objetivo de reduzir a contaminação bacteriana.

A cloração é uma forma de desinfecção, isto é, de extermínio de organismos patogênicos.

A desinfecção deve ser feita:

- a) sempre que o problema a ser resolvido for o da contaminação por bactérias;
- b) quando existir a possibilidade de utilização das águas receptoras com perigo para a saúde pública;
- c) como medida de controle operacional nas estações de tratamento de esgotos;
- d) em efluente de hospitais e sanatórios;
- e) em situações de emergências.

Obs: Como a cloração de esgoto pode dar origem à formação de compostos organoclorados, com características carcinogênicas, existem hoje restrições com respeito a execução da cloração, pelo menos para cursos d'água que sejam utilizados para abastecimento público.

Agentes Desinfetantes

- a) cloro gasoso: empregado nas grandes instalações - 100% de Cloro.
- b) hipoclorito de cálcio - 70 % de Cloro.
- c) hipoclorito de sódio comercial - 10 % de Cloro.
- d) hipoclorito de sódio - água sanitária - 2 % de Cloro.

Cloro Residual

É a concentração de cloro que permanece após um certo tempo de contato com o esgoto.

A quantidade de cloro aplicada deverá deixar um residual em torno de 0,5 a 1,0 mg/l, após um tempo de contato de 30 minutos.

Quantidade de cloro necessária

A quantidade de cloro necessária é em função do estado do esgoto.

As dosagens necessárias são as seguintes:

esgoto bruto fresco	06 a 12 mg/l de Cl
esgoto bruto séptico	12 a 25 mg/l de Cl
esgoto decantado fresco	05 a 10 mg/l de Cl
esgoto decantado séptico	12 a 40 mg/l de Cl
esgoto tratado quimicamente	03 a 10 mg/l de Cl
efluentes de filtros biológico	20 a 30 mg/l de Cl
efluentes de lodos ativados	02 a 08 mg/l de Cl

Tanque de Contato

A garantia de que o tempo de contato foi obedecido é dada pela passagem do esgoto clorado num tanque de contato, dimensionado de modo a deter o líquido no tempo preestabelecido (30 minutos) e com boas características de mistura do esgoto e do cloro, através da instalação de chicanas.

Dimensionamento:

$$V = Q \times t_d \times 1,80 \text{ p/vazão de pico}$$

V = volume útil do tanque, em m³

Q = vazão de pico do despejo, em m³/dia

t_d = tempo de detenção : 30 minutos = 0,02 dia

RECOMENDAÇÕES IMPORTANTES PARA INSTALAÇÃO DA FOSSA SÉPTICA

Afastamento mínimo de 20 metros de qualquer fonte de abastecimento de água ou poço.

Possibilidade de fácil ligação do coletor predial ao futuro coletor público.

Encher totalmente a fossa séptica com água limpa, para evitar o inconveniente do mau cheiro que ocorre no início da operação.

Se, durante o seu funcionamento, a fossa séptica apresentar maus odores, é conveniente que se coloque uma substância alcalinizante, como a cal.

Assinalar no chão a fossa, para facilitar a sua localização, por ocasião da limpeza.

A cada período de um ano de uso da fossa séptica, deve-se efetuar a remoção do lodo decantado, ou quando atingir camada igual a 50 cm.

TESTE DE ABSORÇÃO DO TERRENO

Estudo preliminar para execução do teste

1 - Optar entre a utilização de valas de infiltração e sumidouros, levando-se em conta o nível do lençol freático.

É prudente que o fundo da vala ou do sumidouro esteja, no mínimo, a 1,50 m do nível do lençol freático.

2 - Em caso de utilização de valas de infiltração, a seção do fundo das covas previstas no item 1 do "ensaio de absorção", deve estar a uma profundidade em relação ao nível do terreno de no mínimo 0,60 m e no máximo 1,00 m.

3 - Em caso de utilização de sumidouros, as escavações vistas no item 1 do "ensaio de absorção" devem ter profundidades diferentes, sendo que a escolha dessas profundidades pode ser feita a partir de um pré-dimensionamento do sumidouro, utilizando-se os coeficientes de infiltração preconizados na Tabela 3.

Exemplo: Cálculo para contribuição de 10 pessoas.

V = Volume a ser infiltrado 1.500 litros

C_i = Taxa de absorção do solo.....50 litros / m² / dia Tabela 3

A = Área de infiltração necessária

h = Altura do Sumidouro

$$A = V/C_i = 1.500 \text{ litros} : 50 \text{ litros/m}^2$$

$$A = 30 \text{ m}^2$$

para sumidouros de 2,00 m de diâmetro, obtemos uma altura do sumidouro de 4 m (2 sumidouros de 2 m cada um).

Descrição do teste de absorção do terreno

1 - Em três pontos do terreno a ser utilizado para a disposição do efluente da fossa séptica, devem ser feitas escavações com dimensões suficientes para permitirem a realização do ensaio.

No fundo de cada uma das três escavações deve ser aberta uma cova de seção quadrada de 30 cm de lado e 30 cm de profundidade.

2 - Raspar o fundo e os lados das covas com a ponta de uma faca de modo que fiquem bem ásperos. Retirar da cova toda a terra solta.

3 - Encher o fundo das covas com uma camada de 5 cm de brita no.1 bem limpa e instalar uma régua graduada com 30 cm.

4 - No primeiro dia de ensaio, manter as covas cheias de água durante 4 horas. Este procedimento fará com que as condições do terreno nos buracos se aproximem das apresentadas em épocas de grandes chuvas.

5 - No dia seguinte, encher as covas com água e aguardar que a mesma se infiltre totalmente.

6 - Encher novamente as covas com água até a altura de 15 cm e cronometrar o período de rebaixamento de 15 cm até 14 cm.

Quando este intervalo de tempo para rebaixamento de 1 cm se der em menos de 3 minutos, repetir o ensaio cinco vezes, adotando o tempo da quinta medição.

7 - Com os tempos determinados na operação anterior (item 6), obter os coeficientes de infiltração do solo (l/m² x dia) no Gráfico correspondente.

Adotar o menor dos coeficientes determinados nos ensaio.

ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Quanto à origem as águas residuárias classificam-se em:

a) Esgotos Domésticos (sanitários): São constituídos por águas das instalações sanitárias, chuveiros, lavagem de roupas, cozinha, etc.

b) Resíduos Líquidos Industriais: São aqueles originados nos processos industriais, lavagens de peças, equipamentos, etc.

c) Águas Pluviais: São originadas pela drenagem de águas de chuvas.

Esgotos Domésticos: Seu principal componente são as fezes humanas, as quais se constituem de resíduos alimentares ou dos próprios alimentos não digeridos e por substâncias complexas (albuminas, gorduras, hidratos de carbono e proteínas, etc). Com a urina são eliminadas algumas substâncias como a uréia, resultante de alguns compostos nitrogenados. As fezes e principalmente a urina, possuem grande porcentagem de água, além da matéria orgânica e inorgânica.

Fezes = 20% de matéria orgânica

Urina = 2,5% de matéria orgânica

São muito variados os tipos de microorganismos eliminados com as fezes humanas, destacando-se pela grande quantidade os COLIFORMES.

Coliformes:

Escherichia Coli: vive normalmente nos intestinos do Homem e de alguns animais

Aerobacter aerogenes: é mais encontrado nas plantas, nos grãos e no solo.

Aerobacter cloacal: é encontrada nas fezes do homem e também no solo.

Os excretos humanos são nocivos, pois sua decomposição anaeróbia produz gases como o amoníaco, anidrido carbônico, anidrido sulfuroso, gás sulfídrico e metano, que são tóxicos quando respirados, podendo causar envenenamento e até a morte, dependendo da concentração.

BACTÉRIAS AERÓBIAS E ANAERÓBIAS

- Todo ser vivo necessita de oxigênio para sobreviver.
- O oxigênio é encontrado na atmosfera na proporção de 21%.
- Para a vida dos animais aquáticos o oxigênio encontra-se dissolvido nos corpos d'água.
- A água é capaz de dissolver oxigênio até uma determinada concentração definida pelo ponto de saturação, que varia em função da pressão atmosférica e da temperatura da água.

Exemplo: Ao nível do mar (pressão = 760 mmHg = 1 atm = 10,33 mCA), tem-se ponto de saturação: 14 mg/L para 0°C
10,2 mg/L para 15°C
7,6 mg/L para 30°C

As bactérias também necessitam de oxigênio.

Tipos de Bactérias:

AERÓBIAS - Consomem oxigênio livre tanto no meio atmosférico como na água.

ANAERÓBIA - Para obtenção de oxigênio, desdobram substâncias compostas.

FACULTATIVAS - Podem viver do oxigênio livre ou combinado.

PROCESSOS DE DEPURAÇÃO

a) AERÓBIO:

MATÉRIA ORGÂNICA + OXIGÊNIO (BACTÉRIAS) = ÁGUA

CO₂
SAIS MINERAIS
NITRATOS
NITROGÊNIO
SULFATOS

b) ANAERÓBIO:

TAMBÉM PRODUZ OUTROS GASES INDESEJADOS (H₂S, etc.).

MÉTODOS FÍSICOS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

Métodos Físicos: abrangem a remoção de sólidos flutuantes de dimensões relativamente grandes, de sólidos em suspensão, areias, óleos e graxas ou gorduras. São utilizados: gradeamento; peneiramento; sedimentação; separação/remoção de óleos; decantação; filtração; etc.

Grades: reter sólidos grosseiros em suspensão; utilizadas para proteção de bombas, válvulas e outros equipamentos, contra obstrução. Sistema de limpeza: manual ou mecanizada.

Peneiras: retenção de partículas mais finas; devem ser do tipo rotativo, para evitar entupimentos. Ex. de aplicação: indústrias de conserva de pescado (separação de espinhas e escamas).

Caixas de Areia ou Desarenadores: retenção de areia e outros detritos pesados inertes, em suspensão nas águas residuárias. Utilizadas para proteção de bombas e tubulações, contra abrasão e entupimento.

Tanque Retentor de Óleo: óleos e gorduras livres presentes nos despejos formam uma espuma de efeitos estéticos desagradáveis, além de prejudicarem seriamente o tratamento biológico. Óleos e gorduras recuperados podem ser utilizados por outras indústrias.

Os sólidos mais densos se depositam no fundo formando o lodo, enquanto os corpos menos densos sobem à superfície formando a espuma. A flutuação das substâncias mais densas do que a água também pode ser obtida insuflando-se ar comprimido (flotação). Empregada na recuperação de óleos emulsionados, fibras de papel, etc.

Decantadores: separação dos sólidos sedimentáveis. Os tanques de decantação podem ter enchimento intermitente (por cargas) ou com fluxo constante. Decantadores mais simples: lagoas de decantação, onde o lodo acumulado no fundo pode ou não ser removido. No primeiro caso, podem-se utilizar bombas ou operar unidade paralela, enquanto a outra estiver sendo limpa. No segundo caso, uma vez preenchida, a instalação é simplesmente abandonada, lançando-se mão de outra. Nos despejos em que predominem compostos orgânicos, o lodo, uma vez decantado, deverá ser removido em curto espaço de tempo a fim de evitar sua decomposição anaeróbia. Sua remoção poderá ser efetuada manualmente, por meio de descargas hidrostáticas, ou mecanicamente por meio de dispositivos raspadores ou aspiradores flutuantes. Quanto ao fluxo, o decantador pode ter fluxo horizontal ou vertical.

Fluxo horizontal: movimento da água é perpendicular às paredes do tanque (ex. fossa séptica)

Fluxo vertical (tanques radiais): movimento da água é paralelo às paredes do tanque. São circulares e a alimentação do fluxo é feita pelo centro (radial); são rasos e equipados com removedores/raspadores que conduzem o lodo ao centro do tanque de onde é removido continuamente. Vazão afluente por um tubo central, após o que, a direção é revertida e o fluxo ascende do lado de fora do tubo. A velocidade de ascensão é muito baixa em virtude do alargamento da seção. O lodo acumulado no fundo do decantador é removido por pressão hidrostática e o líquido efluente cai em calhas circundantes ao decantador (ex: decantadores de ETA - Estação de Tratamento de Água). .

MÉTODOS QUÍMICOS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

Métodos Químicos: Utilizados para remover material coloidal, cor, turbidez, odor, ácidos, álcalis, metais pesados e óleos.

Neutralização: Reagentes químicos são utilizados para neutralizar ácidos ou álcalis. A neutralização de despejos industriais pode ser necessária, não só para se evitar o lançamento de águas ácidas ou alcalinas no corpo de água receptor, como também para proteção de tratamentos de jusante, tal como a depuração por métodos biológicos.

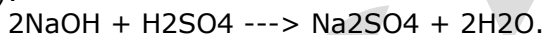
No Estado de São Paulo a legislação determina que o pH deve ser de 5 a 9.

Reação fundamental de neutralização:

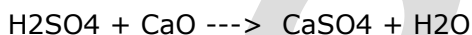
Ácido + Álcali = Sal + Água

Os sais formados poderão ser solúveis ou insolúveis na água.

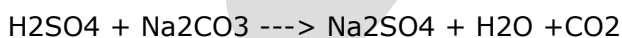
Exemplo 1: Soda cáustica para neutralizar ácido sulfúrico forma sulfato de sódio(solúvel):



Exemplo 2: Quando se utiliza cal, formar-se-á sulfato de cálcio insolúvel:



Exemplo 3: Com a utilização de carbonatos, há liberação de CO₂.



Principais reagentes químicos utilizados para neutralização (agentes neutralizantes):

Para despejos ácidos: lama de cal, calcário, carbonato de sódio, soda cáustica, amônia, despejo alcalino.

Para despejos alcalinos: ácido sulfúrico, ácido clorídrico, dióxido de carbono, enxofre, despejo ácido.

Vantagens e desvantagens:

O calcário é relativamente barato; largamente usado como pré-tratamento seguido por álcalis que promovem o controle fixo.

A soda cáustica é o mais caro dos reagentes alcalinos - reage quase instantaneamente e produz menos lodo.

O ácido sulfúrico é o mais utilizado para neutralizar álcalis.

O ácido clorídrico é o mais caro, mais corrosivo e mais volátil, em comparação com o ácido sulfúrico.

MÉTODOS FÍSICO-QUÍMICOS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

Métodos físico-químicos: - Floculação

- Flotação

Ambos utilizam agentes químicos flocculantes (sulfato de Alumínio, Cloreto Férrico, Sulfato Férrico).

Flotação: formação de espuma.

Floculação: formação de lodo.

Obs.: Necessário remover a espuma e o lodo.

MÉTODOS BIOLÓGICOS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

Os processos biológicos dividem-se em aeróbios e anaeróbios.

Nos processo aeróbios a estabilização dos despejos é realizada por microrganismos aeróbios e facultativos.

Nos anaeróbios os microrganismos atuantes são os facultativos e os anaeróbios.

Processos aeróbios:

lodos ativados

filtro biológico

lagoas aeradas

lagoas de estabilização aeróbia

Lodos Ativados: tanque de aeração (mecanizada ou ar difuso); tanque de decantação(massa biológica é separada do líquido); recirculação de parte do lodo sedimentado e a outra parte disposta.

Obs.: As bactérias são os mais importantes microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica afluyente.

Formas modificadas de lodos ativados:

- . Convencional
- . Mistura Completa
- . Aeração Escalonada
- . Aeração Modificada
- . Estabilização por Contato
- . Aeração Prolongada
- . Processo Klause
- . Sistemas de oxigênio puro.

Filtro Biológico: despejo é aspergido sobre pedras e escoado através do leito filtrante; meio filtrante: pedras ou plástico; profundidade média: 2 metros (pedra) , 9 a 12 m (plástico); forma: normalmente circular. O material orgânico é degradado por uma população de microrganismos afixada no meio filtrante. A comunidade biológica no filtro é constituída por bactérias aeróbias, anaeróbias e facultativas, fungos, algas e protozoários.

Lagoas aeradas: aeração mecanizada (mesmo processo que o de lodos ativados, porém, sem recirculação de lodo).

Lagoas de estabilização aeróbia ou lagoas fotossintéticas:oxigênio é fornecido pela aeração natural e pela ação fotossintética das algas. Quando se deixam os sólidos se sedimentarem, uma camada de lodo anaeróbio acumula-se no fundo e a lagoa tornar-se-á facultativa (aeróbia-anaeróbia).

Processos Anaeróbios: a decomposição da matéria orgânica e/ou inorgânica é conseguida na ausência de oxigênio molecular.

Principal aplicação: digestão de certos despejos industriais de alta carga orgânica e lodos de esgotos concentrados.

Outros Métodos Biológicos:

- . Leito de Carvão Ativo;
- . Leito de Absorção com Bauxita ativada;
- . Oxidação com reagentes químicos;
- . Redução com reagentes químicos;
- . Aplicação de Águas Residuárias sobre o solo. "Landfarming"

ÁGUA

Água - RECURSO NATURAL

INTRODUÇÃO:

A água é um dos elementos de maior importância para todas as formas de vida. Está presente em todos os organismos vivos. Além disso, transporta diversos compostos nutritivos dentro do solo, movimentada turbinas na produção de energia elétrica, refrigera máquinas e motores, ajuda a controlar a temperatura de nossa atmosfera, serve de criadouro de muitas espécies vivas (animais e vegetais), etc.

Importância da água

Resumo:

- Necessidade fisiológica para a maioria dos seres vivos
- Desenvolvimento da agricultura e pecuária
- Atividades industriais
- Lazer
- Proteção da vida aquática

Segundo alguns cientistas, foi na água dos mares que há cerca de 3,5 bilhões de anos, surgiram os primeiros seres unicelulares.

Globo Terrestre = $\frac{3}{4}$ da superfície = ÁGUA

A água em seu estado natural:

A água encontrada na natureza nos estados: sólido, líquido e gasoso.

Estado Sólido: Na forma de gelo = 2% do volume total de água no planeta está localizada nas:

- Calotas dos Pólos Norte e Sul
- Montanhas: Andes (América do Sul), Alpes (Europa), Himalaia (Ásia).

Estado Líquido: Representa 98% do volume de água no planeta.

Obs.: 97% = Água salobra e salgada

1% = Água doce (*)

Total 98%

(*) A água doce pode ser subterrânea ou superficial

- Subterrânea = lençóis freáticos e artesianos
- Superficial = rios, lagos e lagoas.

Estado Gasoso: Na forma de vapor, a água pode ser encontrada na atmosfera ou em alguns depósitos subterrâneos. Estima-se que na forma de vapor, a água representa 0,005% do volume total.

Obs.: A presença de vapor d'água na atmosfera determina a UMIDADE RELATIVA, componente essencial para uma boa "qualidade de vida".

Em Brasília foram implantados lagos artificiais com objetivo de propiciar tal condição.

TIPOS DE ÁGUA:

Conceito de água pura = H₂O, somente teórico

Na natureza, a água sempre apresenta outras substâncias nela dissolvidas, principalmente:

- Sais minerais
- Gases e
- Matéria Orgânica

Dependendo da quantidade de sais nela dissolvidos, podem ter três tipos de água:

- ÁGUAS DOCES (rios, lagos e lagoas)
- ÁGUAS SALOBRAS (manguezais e lagoas)
- ÁGUAS SALGADAS OU SALINAS (mares e oceanos)

Segundo a Resolução do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, no 20 de 18.06.86, tem-se:

Tipos	Concentração de Sais
DOCE	$C < 0,5 \% = 0,5 \text{ gramas/litro}$
SALOBRA	$0,5 < C < 30 \% = 0,5 < C < 30 \text{ gramas/litro}$
SALGADA	$C \geq 30 \% = C \geq 30 \% \text{ gramas/litro}$

d) ÁGUAS SULFUROSAS - são aquelas que trazem substâncias dissolvidas a base de enxofre.

e) ÁGUAS FERRUGINOSAS - são ricas em ferro

f) ÁGUAS CALCÁRIAS - geralmente são resultados da erosão de certos tipos de rochas calcárias

g) ÁGUAS RADIOATIVAS - emitem radiações devido seu contato com elementos radioativos

h) ÁGUAS TERMAIS - apresentam temperatura superior a temperatura do meio ambiente externo, devido ao aquecimento pelo magma (massa fundente no interior da Terra) e chegam a superfície através de fendas ou zonas vulcânicas.

i) OUTRAS - todas essas águas podem ser utilizadas em tratamentos médicos desde que os seus teores estejam dentro de uma faixa de reconhecida importância.

CONSUMO ATUAL DE ÁGUA

O consumo de água no mundo vem aumentando de maneira assustadora, principalmente devido ao aumento populacional, podendo acarretar sérios problemas (racionamento para a população, aumento dos custos industriais pela necessidade de exploração de águas subterrâneas, etc...).

A média de consumo de água por habitante no Brasil chega a 700 litros/dia.

Em alguns países da Europa = 1.700 litros/dia

Nos Estados Unidos, em alguns estados, pode chegar a 8.000 litros diários/habitantes.

Essas diferenças estão ligadas a diversos fatores:

- nível de industrialização do país
- nível de mecanização e irrigação da agricultura
- uso correto da água pela população, evitando desperdícios.

Na grande São Paulo, segundo a SABESP, o consumo diário de água tratada é aproximadamente 4,3 milhões de litros.

Nas atividades industriais o consumo é também muito grande.

Ex.: Industria de Papel e Celulose

Consumo 500 litros de água / Kg de produto fabricado

Industria Siderúrgica

Consumo 600 litros de água / Kg de aço produzido

ÁGUA POTÁVEL

O conceito de água potável difere do conceito de água pura, quimicamente falando. A água potável pode conter algumas substâncias dissolvidas, desde que suas concentrações estejam abaixo de determinados padrões de referência, chamados de PADRÕES DE POTABILIDADE.

A pureza química da água é de certa forma, até indesejável. A água "quimicamente" pura não contém gás carbônico e oxigênio dissolvidos e, portanto, tem sabor estranho ao paladar. Por outro lado, muitos dos compostos minerais ou elementos químicos que se encontram dissolvidos nas águas naturais são de grande importância fisiológica (Ex. ferro, manganês, flúor, etc.)

PADRÕES DE POTABILIDADE

São referências que fixam os limites aceitáveis para as possíveis impurezas encontradas nas águas de modo a classifica-las como "aceitável" para o consumo humano.

Os padrões de potabilidade podem ser estabelecidos, exigidos, adotados ou recomendados por:

- Órgãos internacionais (OMS, etc.)
- Instituições técnicas
- Entidades Governamentais (Secr. Saúde, etc.)

O critério de potabilidade pode ser mutável. Os padrões podem ser alterados a medida que a técnica evolui.

A água destinada ao consumo humano deve ser isenta de contaminantes químicos ou biológicos, além de apresentar certos requisitos de ordem estética.

ÁGUA COM COLORAÇÃO ESCURA + CLORO = desinfecção, mas não garante o padrão estético

Alguns Parâmetros de Potabilidade

Parâmetros físico-químicos:

- Aspecto - límpido
- Odor - não objetáveis
- pH - 6,5 a 8,5
- Sabor - não objetáveis
- Alumínio (Al) - 0,1 a 0,2 mg/l - VMP - (valor máximo permitido)
- Arsênico (As) - 0,05 mg/l

- Bário (Ba) - 1,0 mg/l
- Cádmió (Cd) - 0,005 a 0,01 mg/l
- Chumbo (Pb) - 0,05 mg/l
- Cianeto (CN) - 0,1 a 0,2 mg/l
- Cobre (Cu) - 1,0 mg/l
- Fenóis (C6H5OH) - 0,001 mg/l
- Ferro (Fe) - 0,3 mg/l
- Manganês (Mn) - 0,05 a 0,1 mg/l
- Mercúrio (Hg) - 0,001 mg/l
- Prata (Ag) - 0,05 mg/l
- Sulfato (SO4) - 250 a 400 mg/l
- Surfactantes - 0,2 mg/l
- Zinco (Zn) - 5,0 mg/l.

Parâmetros bacteriológicos:

- Coliformes Totais
 - Coliformes Fecais
- NMP/100 ml (número mais provável)

ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Consumo de água

Dimensionamento de um sistema de abastecimento de água, depende:

Consumo diário "per capita" - litros/hab.dia

Exemplo:

para o interior do Estado : $Q = 200 \text{ L/hab.dia}$

para a capital do Estado : $Q = 300 \text{ L/hab.dia}$

para as cidades até 50.000 hab., a SUDENE recomenda: $Q = 100 \text{ L/hab.dia}$.

Variações de consumo:

O consumo não é um dado fixo para todas as comunidades, pois podem variar pelos seguintes fatores:

- características da população: Os hábitos e a educação sanitária das populações influem sobre o consumo, quanto mais elevado o nível de vida, tanto maior o consumo.
 - características das cidades: A presença de indústrias, feiras-livres, áreas verdes (jardins) que necessitam de irrigação, etc., são fatores que implicam em um maior consumo.
 - condições climáticas: Influem na quantidade de água usada na higiene, bebidas, etc.
 - características do próprio serviço de abastecimento: Quanto maior a qualidade da água, maior o consumo. Quanto maior a pressão na rede de fornecimento, maior o consumo. Taxa de fornecimento alta, baixo consumo. Eficiente controle de vazamento.
- Forma do suprimento: a distribuição familiar implica em um consumo maior que a torneira pública.

Segundo Saturnino de Brito, o consumo "per capita", para fins domésticos, para as habitações com instalações prediais de água e esgoto é:

bebida	2 litros/hab.dia
preparo de alimentos	6 litros/hab.dia
lavagem de utensílios	9 litros/hab.dia
abluções(lavagem de mãos,rosto,etc)	5 litros/hab.dia
banho de chuveiro	30 litros/hab.dia
lavagem de roupa	15 litros/hab.dia
lavagem de aparelhos sanitários	10 litros/hab.dia
Total	77 litros/hab.dia

Se considerarmos as perdas em geral devemos ter volume disponível da ordem de 100 litros/hab.dia.

Quanto à comunidade a ser atendida, podemos ter dois tipos de abastecimento de água:

- a) Abastecimento de água no meio rural
- b) Abastecimento de água no meio urbano

ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MEIO RURAL

Nas zonas rurais o abastecimento de água é feito principalmente por:

- * Águas meteóricas (chuvas)
- * Águas subterrâneas

Obs.: O aproveitamento de água superficial em geral não é indicado, porque a água de superfície (rios, lagos, etc.) deve ser considerada suspeita, o que obriga uma desinfecção contínua e, portanto, impraticável devido a fatores econômicos e operacionais.

1. Aproveitamento de águas de chuvas: As águas de chuvas podem ser aproveitadas ligando-se as calhas dos telhados a reservatórios especialmente construídos, denominados de "cisternas".
2. Captação através de poço escavado: O poço por ser de pequena profundidade, raramente ultrapassando 20 metros, é também denominado poço raso. Os poços artesianos são construídos por perfuração mecânica e cravação de tubos de aço, até atingir o lençol profundo. São utilizados para abastecer cidades e até indústrias.

Desinfecção de poços rasos

Deverá ser feita após a construção e antes de usar a água; depois de quaisquer reparos nas instalações e sempre que houver suspeita de contaminação.

Agentes desinfetantes: Hipoclorito de Cálcio, Cloreto de Cal, Hipoclorito de Sódio e Água de lavadeira.

Tipos de desinfecção da água:

Fervura

Desinfecção pelo Iodo

Desinfecção pelo Cloro, através dos agentes desinfetantes.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MEIO URBANO

A aplicação deste recurso surge em função do crescimento dos aglomerados humanos. Normalmente, são utilizados mananciais superficiais, mas também pode-se retirar água de poços artesianos.

Etapas de um sistema de Abastecimento Urbano:

- Manancial - Barragem
- Captação
- Adução
- Recalque
- Tratamento
- Reserva
- Distribuição

Obs.: Alguns aspectos que podem diferenciar a seqüência acima:

- a) A barragem de acumulação pode ser desnecessária.
- b) Se a água satisfaz os padrões de potabilidade não há necessidade de ETA, somente um posto de cloração.

Tratamento:

É a técnica que tem por finalidade reduzir as impurezas prejudiciais e nocivas.

A finalidade fundamental do tratamento da água é remover bactérias, protozoários e outros organismos (aspecto sanitário); eliminar cor, odor, etc. (aspecto estético) e reduzir a corrosividade, dureza, ferro, etc.

Processos de Tratamento:

- * Aeração: troca de gases entre o ar e a água, objetivando introduzir oxigênio na água e remover os gases dissolvidos, gás carbônico e sulfídrico.
- * Coagulação: aglomerar partículas em suspensão para facilitar a remoção por decantação ou filtração.
- * Sedimentação: decantar as partículas sólidas pelo efeito da gravidade.
- * Filtração: passar a água através de substâncias porosas, normalmente filtros de areia.
- * Desinfecção: remoção total de bactérias, feita na saída da ETA.