D O S S I Ê T É C N I C O

ETA (Estação de Tratamento de Água) e ETE (Estação de Tratamento de Efluentes)

Lílian Guerreiro

REDETEC – Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro

novembro
2007

Sumário

1 INTRODUÇÃO 4

2 ETA 5
2.1 Contaminação da Água 5
2.1.1 Os contaminantes da água podem ser: 5
2.1.2 Formas de contaminação da água: 6
2.2 Problemas mais comuns na água 6
2.2.1 Turbidez 6
2.2.2 Gostos e cheiros estranhos 6
2.2.3 Cor estranha 6
2.2.4 Cheiro de ovo podre 7
2.2.5 Gosto de ferrugem/gosto metálico 7
2.2.6 Gosto e cheiro de cloro 7
2.3 Monitoramento da qualidade das águas 7
2.3.1 Parâmetros Químicos 7
2.3.2 Principais Parâmetros Biológicos 8
2.4 Significado dos parâmetros 9
2.4.1 Oxigênio dissolvido (OD) 9
2.4.2 Demanda Química de Oxigênio (DQO) 9
2.4.3 pH (potencial hidrogeniônico) 9
2.4.5 Nitrogênio amoniacal (amônia) 10
2.4.6 Fosfato (P04) 10
2.4.7 Temperatura 11
2.4.8 Coliformes Totais 11

3 PRINCIPAIS DOENÇAS RELACIONADAS COM A ÁGUA 11
3.1 Por ingestão de água contaminada 11
3.2 Por contato com água contaminada 11
3.3 Por meio de insetos que se desenvolvem na água 12

4 SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA 12

5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA 13
5.1 Armazenamento (ou reservação) 13
5.2 Redes de distribuição 14
5.3 Ligações domiciliares 14

6 TIPOS DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA 14
6.1 Estação de Tratamento de Água Aberta – ETA 14
6.2 Estação de Tratamento de Água Pressurizada - ETA 14
6.3 Tratamento convencional 15
6.3.1 Captação 15
6.4 Tratamento da água de captação superficial 15
6.5 Tratamento da água de captação subterrânea 16
6.6 Tratamento por filtração direta 16
6.6.1 Filtração Direta Ascendente 16
6.6.2 Filtração Direta Descendente 16
6.6.3 Filtração Direta Ascendente ou Descendente Antecedida de Aeração 17
6.6.4 Filtração Direta com Dupla Filtração 17
6.6.5 Filtração Direta com Osmose Reversa 17
6.7 Estação de Tratamento com Filtração Lenta 17
6.8 Estação de Tratamento Modular 17
6.9 Desinfecção Simples 17

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

6.10 Desinfecção por ultravioleta 17
6.10.1 Vantagens do Sistema Ultravioleta 17
6.12 Estações de tratamento de água tipo filtração direta de fluxo ascendente (filtro russo) 18

7 PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO 19
7.1 Coagulantes 19
7.1.1 Sulfato de alumínio 19
7.1.2 Cloreto férrico 19
7.1.3 Policloreto de alumínio 19
7.2 Desinfetantes 19
7.2.1 Cloro gasoso 19
7.2.2 Hipoclorito de sódio 20
7.2.3 Hipoclorito de cálcio 20
7.3 Correção de pH 21
7.3.1 Hidróxido de cálcio 21
7.3.2 Hidróxido de sódio 21
7.3.3 Carbonato de sódio 21
7.4 Fluoretação 22
7.5 Algicidas 22
7.5.1 Sulfato de cobre 22
7.6 Seqüestrantes para ferro, manganês e dureza 22
7.7 Controle de Odor e Sabor 22
7.8 Auxiliares de coagulação, floculação, decantação e filtração 23
7.8.1 Polímeros 23

8 MONITORAMENTO DE QUALIDADE NA ETA 23

9 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES - ETE 23

10 ETAPAS DO TRATAMENTO 24
10.1 Tratamento preliminar 24
10.1.1 Gradeamento 24
10.1.2 Desaeração 24
10.2 Tratamento Primário 24
10.2.1 Floculação 25
10.2.2 Decantação Primária 25
10.2.3 Peneira Rotativa 25
10.3 Tratamento Secundário 25
10.3.1 Tanque de Aeração 25
10.3.2 Decantação Secundária e Retorno do Lodo 25
10.4 Elevatória do Lodo Excedente - Descarte do Lodo 26
10.4.1 Adensamento do Lodo 26
10.4.2 Digestão Anaeróbia 26
10.4.3 Condicionamento Químico do Lodo 27
10.4.4 Desidratação do lodo. 27
10.4.5 Secagem do lodo 27
10.5 Tratamento terciário 27

11 TIPOS DE TRATAMENTO 28
11.1 Tratamento biológico 28
11.1.1 Tratamento Biológico Aeróbio 28
11.1.2 Tratamento biológico anaeróbio 28
11.2 Tratamento de Efluentes por Processo de Lodo Ativado 29
11.2.1 Tanque de aeração (reator biológico) 29
11.2.2 Sistema de aeração 29
11.2.3 Sistemas de aeração mecânica 29
11.2.4 Sistemas de aeração por ar difuso 30
11.2.5 Tanque de decantação (decantador secundário) 30
11.3 Fossas sépticas 30
11.3.1 De bem com a fossa séptica 31
11.4 Difusores 32

12 REUSO DE ÁGUA 32

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

12.1 Reuso indireto não planejado da água 33
12.2 Reuso indireto planejado da água 33
12.3 Reciclagem de água 33
12.4 Classificação das águas de reuso 33
12.4.1 Reuso potável direto 33
12.4.2 Reuso potável indireto 33
12.4.3 Reuso Não Potável 34

13 MEDIDAS DE POLUIÇÃO 34

14 CONTROLE DE ODORES 34
14.1 Reação do Ácido Sulfídrico (H_2S): 35

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 35

REFERÊNCIAS 35

ANEXOS 36

1 LEGISLAÇÃO 36

2 FORNECEDOR 37

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

Título

ETA – Estação de Tratamento de Água e ETE – Estação de Tratamento de Efluentes

Assunto

Gestão de redes de esgoto

Resumo

Neste dossiê serão tratadas as etapas de do tratamento nas ETAs como floculação, decantação, filtração, tratamentos químicos utilizados no processo e na ETEs como: decantação 1º e 2º, aeração, retirada de sobrenadante, digesteres. Também serão abordados os tipos de ETAs e ETEs, equipamentos utilizados no processo e principais aplicações.

Palavras chave

ETA; ETE; estação tratamento de água; estação de tratamento de efluente; captação; coagulação; floculação; decantação; filtração; desinfecção; ultravioleta; osmose reversa; lodo ativado

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO

A água é o elemento fundamental da vida. Seus múltiplos usos são indispensáveis a um largo espectro das atividades humanas, onde se destacam, entre outros, o abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação, bem como a preservação da vida aquática.

A crescente expansão demográfica e industrial observada nas últimas décadas trouxe como conseqüência o comprometimento das águas dos rios, lagos e reservatórios. A falta de recursos financeiros nos países em desenvolvimento tem agravado esse problema, pela impossibilidade da aplicação de medidas corretivas para reverter a situação.

As disponibilidades de água doce na natureza são limitadas pelo alto custo da sua obtenção nas formas menos convencionais, como é o caso da água do mar e das águas subterrâneas. Deve ser, portanto, da maior prioridade, a preservação, o controle e a utilização racional das águas doces superficiais.

A boa gestão da água deve ser objeto de um plano que contemple os múltiplos usos desse recurso, desenvolvendo e aperfeiçoando as técnicas de utilização, tratamento e recuperação de nossos mananciais.

A poluição das águas é gerada por:

- efluentes domésticos (poluentes orgânicos biodegradáveis, nutrientes e bactérias);
- efluentes industriais (poluentes orgânicos e inorgânicos, dependendo da atividade industrial);
- carga difusa urbana e agrícola (poluentes advindos da drenagem destas áreas: fertilizantes, defensivos agrícolas, fezes de animais e material em suspensão).

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

Tabela 1: Parâmetros de qualidade de água

Parâmetros de Qualidade		
Alumínio	Fenóis	Oxigênio Dissolvido (OD)
Bário	Ferro Total	Ortofosfato Solúvel
Cádmio	Fósforo Total	pH
Chumbo	Manganês	Resíduo Não Filtrável
Cloreto	Mercúrio	Resíduo Total
Clorofila-a / Feofitina-a	Microtox	Surfactantes
Cobre	Níquel	Temperatura da Água
Coliformes Fecais	Nitrogênio Amoniacal	Temperatura do Ar
Coloração da Água	Nitrogênio Kjeldahl Total	Teste de Toxicidade Crônica
Condutividade Específica	Nitrogênio Nitrato	Turbidez
Cromo Total	Nitrogênio Nitrito	Zinco
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5,20)		
Demanda Química de Oxigênio (DQO)		

Fonte: Universidade da Água, [199?]

2 ETA

2.1 Contaminação da Água

A água é um poderoso solvente. Ela dissolve algumas porções de quase tudo com o que entra em contato. Na cidade a água é contaminada por esgoto, monóxido de carbono, poluição, produtos derivados de petróleo e bactérias. O cloro utilizado para proteger a água pode contaminá-la ao reagir com as substâncias orgânicas presentes na água, formando os nocivos trialometanos.

A agricultura contamina a água com fertilizantes, inseticidas, fungicidas, herbicidas e nitratos que são carregados pela chuva ou infiltrados no solo, contaminando os mananciais subterrâneos e os lençóis freáticos. A água subterrânea também é contaminada por todos estes poluentes que se infiltram no solo, atingindo os mananciais que abastecem os poços de água de diversos tipos. A água da chuva é contaminada pela poluição que se encontra no ar, podendo estar contaminada com partículas de arsínico, chumbo, outros poluentes e inclusive ser uma chuva ácida. A indústria contamina a água através do despejo nos rios e lagos de desinfetantes, detergentes, solventes, metais pesados, resíduos radioativos e derivados de petróleo.

2.1.1 Os contaminantes da água podem ser:

. biológicos: a água é um excelente meio para o crescimento microbiano.

. dissolvidos: fazendo parte de sua composição química.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

. em suspensão: fazendo parte da composição física: sedimentos, partículas, areia, barro, etc.

2.1.2 Formas de contaminação da água:

. Uso de fertilizantes, inseticidas, nitratos, herbicidas e fungicidas utilizados nas plantações e que se infiltram na terra, atingindo os mananciais subterrâneos;
. Detergentes, desinfetantes, solventes e metais pesados que são descarregados no esgoto (e muitas vezes nos rios) pelas indústrias;
. Lixo e detrito que são jogados nos rios e lagos;
. Produtos derivados de petróleo que vazam e são arrastados pela água da chuva;
. Restos de animais mortos;
. Chuva ácida.

2.2 Problemas mais comuns na água

2.2.1 Turbidez

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (e esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exigem manobras operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas estações de tratamento de águas. A erosão pode decorrer do mau uso do solo em que se impede a fixação da vegetação. Este exemplo, mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro.

Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Um exemplo típico deste fato ocorre em conseqüência das atividades de mineração, onde os aumentos excessivos de turbidez têm provocado formação de grandes bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático.

Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água.

2.2.2 Gostos e cheiros estranhos

Gostos e cheiros indesejáveis, como de bolor, de terra ou de peixe, são causados pela presença de algas, húmus e outros detritos que naturalmente estão presentes nas fontes de água como rios e lagos.

2.2.3 Cor estranha

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Dentre os colóides orgânicos pode-se mencionar os ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos. Também os esgotos sanitários se caracterizam por apresentarem predominantemente matéria em estado coloidal, além de diversos efluentes industriais contendo taninos (efluentes de curtumes, por exemplo), anilinas (efluentes de indústrias têxteis, indústrias de pigmentos, etc.), lignina e celulose (efluentes de indústrias de celulose e papel, da madeira, etc.).

Há também compostos inorgânicos capazes de possuir as propriedades e provocar os efeitos de matéria em estado coloidal. Os principais são os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos tipos de solo. Alguns outros metais presentes em efluentes industriais conferem-lhes cor mas, em geral, íons dissolvidos pouco ou quase nada

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

interferem na passagem da luz. O problema maior de coloração na água, em geral, é o estético já que causa um efeito repulsivo aos consumidores. A presença de ferro e cobre pode deixá-la amarronzada; além do aspecto visual, essa água pode manchar pias e sanitários. A água que causa manchas pretas possui partículas de manganís.

2.2.4 Cheiro de ovo podre

Este cheiro é causado pela presença de hidrogênio sulfídrico, produzido por bactérias que se encontram em poços profundos e fontes de águas estagnadas por longos períodos.

2.2.5 Gosto de ferrugem/gosto metálico

O excesso de ferro e de outros metais altera o sabor e aparência da água. O sabor da água pode apresentar-se metálico, mesmo que visualmente a coloração esteja normal, pois a coloração enferrujada só aparece depois de alguns minutos em contato com o ar.

2.2.6 Gosto e cheiro de cloro

O cloro é usado pelas estações de tratamento para desinfetar a água. Porém, a presença de cloro prejudica o sabor e o cheiro da água que vai ser utilizada para beber ou na culinária em geral.

2.3 Monitoramento da qualidade das águas

São determinados 33 parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de qualidade da água em análise em laboratório. Desses 33 parâmetros, nove compõem o Índice da qualidade das águas (IQA). São eles:

. Oxigênio dissolvido (OD)
. Demanda bioquímica de oxigênio (DQO)
. Coliformes fecais
. Temperatura da água
. pH da água
. Nitrogênio total
. Fósforo total
. Sólidos totais
. Turbidez

Na interpretação destes parâmetros, devem ser levados em consideração fatores importantes:

. A qualidade das águas muda ao longo do ano; em função de fatores meteorológicos e da eventual sazonalidade de lançamentos poluidores e das vazões.

. A medida que o rio avança, a qualidade melhora por duas causas: a capacidade de autodepuração dos próprios rios e a diluição dos contaminantes pelo recebimento de melhor qualidade de seus afluentes. Esta recuperação , entretanto, atinge apenas os níveis de qualidade aceitável ou boa. É muito difícil a recuperação ser total.

2.3.1 Parâmetros Químicos

. Oxigênio Dissolvido (OD): é um dos parâmetros mais importantes para exame da qualidade da água, pois revela a possibilidade de manutenção de vida dos organismos aeróbios, como peixes, por exemplo. A escassez de OD pode levar ao desaparecimento dos peixes de um determinado corpo d'água, dado que esses organismos são extremamente sensíveis à diminuição do OD de seu meio. Pode também ocasionar mau cheiro;

. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): é o parâmetro mais comumente utilizado para a medida do consumo de oxigênio na água. Representa a quantidade de oxigênio do meio que é consumido pelos peixes e outros organismos aeróbicos e que gasta de oxidação de matéria orgânica presente na água. É medida a 20º C;

. Sais minerais: são inúmeros os minerais possíveis de ocorrerem na água. O Nitrogênio e o Fósforo dependendo de quantidade são importantes porque são responsáveis pela

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

alimentação de algas, vegetais superiores e outros organismos aquáticos . Em dosagens elevadas podem provocar sérios problemas sérios problemas, como proliferação excessiva de algas, causando o fenômeno conhecido como eutrofização (boa nutrição) de lagos e represas. Nesses casos a água tem mau cheiro, gosto desagradável e ocorre morte generalizada de peixes.

Alguns poços em zonas rurais acumulam nitratos provocando envenenamentos em quem consome suas águas. O consumo de água de poços deve ser feito após análise periódica de suas águas. Existem também minerais indesejáveis que podem ocorrer nas águas e sua concentração vai limitar o uso. Por exemplo: Alumínio, Arsínio, Bário, Berílio, Boro, Cádmio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estanho, Lítio, Mercúrio, etc. São produtos nocivos os metais pesados, óleos e graxas, pesticidas e herbicidas.

2.3.2 Principais Parâmetros Biológicos

A quantidade de matéria orgânica presente nos corpos d 'água depende de uma série de fatores incluindo todos os organismos que aí vivem, os resíduos de plantas e animais carregados para as águas e também o lixo e os esgotos nela jogados. Se a quantidade de matéria orgânica é muito grande a poluição das águas é alta e uma série de processos irão ser alterados. Haverá muito alimento à disposição e conseqüentemente proliferação dos seres vivos. Vai haver maior consumo de oxigênio que ocasionará a diminuição de Oxigênio dissolvido provocando a mortalidade de peixes.

É difícil se restabelecer o equilíbrio se o processos poluidores não são controlados.
Os principais componentes de matéria orgânica encontrados na água são proteínas, aminoácidos, carboidratos, gorduras, além de uréia, surfactantes e fenóis. Os microorganismos desempenham diversas funções de fundamental importância para a qualidade das águas. Participam das diversas transformações da matéria nos ciclos biogeoquímicos como o do N, P, S, Hg, C e da água. Outro aspecto de grande relevância em termos de qualidade biológica da água é a presença de agentes patogínicos e a transmissão de doenças.

A detecção dos agentes patogênicos, principalmente bactérias, protozoários e vírus, em uma amostra de água é extremamente difícil, em razão de suas baixas concentrações. Portanto, a determinação da potencialidade de um corpo d'água ser portador de agentes causadores de doenças pode ser feita de forma indireta, através dos organismos indicadores de contaminação fecal do grupo dos coliformes.

Os coliformes estão presentes em grandes quantidades nas fezes do ser humano e dos animais de sangue quente. A presença de coliformes na água não representa, por si só, um perigo à saúde, mas indica a possível presença de outros organismos causadores de problemas à saúde. Os principais indicadores de contaminação fecal são as concentrações de coliformes totais e coliformes fecais, expressa em número de organismos por 100 ml de água. De modo geral, nas águas para abastecimento o limite de *Coliformes fecais* legalmente tolerável não deve ultrapassar 4.000 coliformes fecais em 100 ml de água em 80% das amostras colhidas em qualquer período do ano.

As doenças parasitárias representam uma parcela significante de casos de morbidade e mortalidade e, a *Giardia lamblia* e *Cryptosporidium parvum* estão entre os protozoários capazes de causar diarréias graves tanto em indivíduos imunocompetentes quanto imunodeficientes. A partir da década de 80, a preocupação com estes protozoários aumentou principalmente em relação aos casos de criptosporidiose. Dentre os vários modos de transmissão destas duas protozooses, a veiculação hídrica tem sido considerada a mais importante, sendo implicada na ocorrência de mais de cem surtos de gastroenterite por *Giardia* e *Cryptosporidium*, de acordo com relatos nos Estados Unidos, Canadá e países da Europa nos últimos 25 anos.

Nos Estados Unidos, o "Federal Register" estabelece para essas águas um limite máximo de 10 cistos por litro de água bruta. Os coliformes termotolerantes podem não ser bons indicadores da presença destes protozoários. Outro importante aspecto que justifica a avaliação dos protozoários em águas reside no fato de que estes não são eliminados pela ação do cloro.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

2.4 Significado dos parâmetros

2.4.1 Oxigênio dissolvido (OD)

É a quantidade de oxigênio contido na água ou no esgoto, geralmente expressa em partes por milhão em temperatura e pressão atmosférica específica; é uma medida da capacidade de água para sustentar organismos aquáticos. A água com conteúdo de oxigênio dissolvido muito baixo, que é geralmente causada por lixos em excesso ou impropriamente tratados, não sustentam peixes e organismos similares.

2.4.2 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico; um valor de DQO alto indica uma grande concentração de matéria orgânica e baixo teor de oxigênio. O aumento da concentração de DQO num corpo de água se deve principalmente a despejos de origem industrial.

A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos. Sabe-se que o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que o que resulta mediante a ação de microrganismos, exceto raríssimos casos como hidrocarbonetos aromáticos e piridina. Desta forma os resultados da DQO de uma amostra são superiores aos de DBO. Como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais facilmente biodegradável será o efluente. É comum aplicar-se tratamentos biológicos para efluentes com relações DQO/DBO de 3/1, por exemplo. Mas valores muito elevados desta relação indicam grandes possibilidades de insucesso, uma vez que a fração biodegradável torna-se pequena, tendo-se ainda o tratamento biológico prejudicado pelo efeito tóxico sobre os microrganismos exercido pela fração não biodegradável.

A DQO tem se demonstrado um parâmetro bastante eficiente no controle de sistemas de tratamentos anaeróbios de esgotos sanitários e de efluentes industriais. Após o impulso que estes sistemas tiveram em seus desenvolvimentos a partir da década de 70, quando novos modelos de reatores foram criados e muitos estudos foram conduzidos, observa-se o uso prioritário da DQO para o controle das cargas aplicadas e das eficiências obtidas. A DBO nestes casos tem sido utilizada apenas como parâmetro secundário, mais para se verificar o atendimento à legislação, uma vez que tanto a legislação federal quanto a do Estado de São Paulo não incluem a DQO. Parece que os sólidos carreados dos reatores anaeróbios devido à ascensão das bolhas de gás produzidas ou devido ao escoamento, trazem maiores desvios nos resultados de DBO do que nos de DQO.

Outro uso importante que se faz da DQO é para a previsão das diluições das amostras na análise de DBO. Como o valor da DQO é superior, e pode ser obtido no mesmo dia da coleta, poderá ser utilizado para balizar as diluições. No entanto, deve-se observar que as relações DQO/DBO são diferentes para os diversos efluentes e que, para um mesmo efluente, a relação se altera mediante tratamento, especialmente o biológico. Desta forma, um efluente bruto que apresente relação DQO/DBO igual a 3/1, poderá, por exemplo, apresentar relação da ordem de 10/1 após tratamento biológico, que atua em maior extensão sobre a DBO.

2.4.3 pH (potencial hidrogeniônico)

È a medida da concentração relativa dos íons de hidrogênio em uma solução; esse valor indica a acidez ou alcalinidade da solução. É calculado como o logaritmo negativo de base 10 da concentração de íons de hidrogênio em moles por litro; um valor de pH 7 indica uma solução neutra; índices de pH maiores de 7 são básicos, e os abaixo de 7 são ácidos.

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, determinadas condições de pH contribuírem para a precipitação de

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais, tanto de acordo com a legislação federal (Resolução no 20 do CONAMA, de junho de 1986), como pelas legislações Estaduais. Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9.

Nas estações de tratamento de águas, são várias as unidades cujo controle envolve as determinações de pH. A coagulação e a floculação que a água sofre inicialmente é um processo unitário dependente do pH; existe uma condição denominada "pH ótimo" de floculação que corresponde à situação em que as partículas coloidais apresentam menor quantidade de carga eletrostática superficial.

A desinfecção pelo cloro é um outro processo dependente do pH. Em meio ácido, a dissociação do ácido hipocloroso formando hipoclorito é menor, sendo o processo mais eficiente, conforme será visto. A própria distribuição da água final é afetada pelo pH. Sabe-se que as águas ácidas são corrosivas, ao passo que as alcalinas são incrustantes. Por isso o pH da água final deve ser controlado, para que os carbonatos presentes sejam equilibrados e não ocorra nenhum dos dois efeitos indesejados mencionados. O pH é padrão de potabilidade, devendo as águas para abastecimento público apresentar valores entre 6,5 e 8,5, de acordo com a Portaria 1469 do Ministério da Saúde.

2.4.5 Nitrogênio amoniacal (amônia)

É uma substância tóxica não persistente e não cumulativa e, sua concentração, que normalmente é baixa, não causa nenhum dano fisiológico aos seres humanos e animais. Grandes quantidades de amônia podem causar sufocamento de peixes; a amônia é formada no processo de decomposição de matéria orgânica (uréia - amônia). Em locais poluídos seu teor costuma ser alto. O caminho de decomposição das substâncias orgânicas nitrogenadas é chegar ao nitrato, passando primeiro pelo estágio de amônia, por isso, a presença desta substância indica uma poluição recente.

O nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras chamam-se formas reduzidas e as duas últimas, formas oxidadas. Pode-se associar a idade da poluição com a relação entre as formas de nitrogênio. Ou seja, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo. Se prevalecer nitrito e nitrato, ao contrário, significa que as descargas de esgotos se encontram distantes. Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas.

Os compostos de nitrogênio são nutrientes para processos biológicos. São tidos como macronutrientes pois, depois do carbono, o nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade pelas células vivas. Quando descarregados nas águas naturais conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos despejos, provocam o enriquecimento do meio tornando-o mais fértil e possibilitam o crescimento em maior extensão dos seres vivos que os utilizam, especialmente as algas, o que é chamado de eutrofização. Quando as descargas de nutrientes são muito fortes, dá-se o florescimento muito intenso de gêneros que predominam em cada situação em particular. Estas grandes concentrações de algas podem trazer prejuízos aos usos que se possam fazer dessas águas, prejudicando seriamente o abastecimento público ou causando poluição por morte e decomposição. O controle da eutrofização, através da redução do aporte de nitrogênio é comprometida pela multiplicidade de fontes, algumas muito difíceis de serem controladas como a fixação do nitrogênio atmosférico, por parte de alguns gêneros de algas. Por isso, deve-se investir preferencialmente no controle das fontes de fósforo.

2.4.6 Fosfato (P04)

Os fosfatos, como o nitrogênio, são muito importantes para os seres vivos, entrando na composição de muitas moléculas orgânicas essenciais. Podem provir de adubos, da decomposição de matéria orgânica, de detergentes, de material particulado presente na

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

atmosfera ou da solubilização de rochas. É o principal responsável pela eutrofização artificial. A liberação de fosfato na coluna de água ocorre mais facilmente em baixas quantidades de oxigênio. O fosfato é indispensável para o crescimento de algas, pois faz parte da composição dos compostos celulares. O *zooplâncton* e os peixes excretam fezes ricas em fosfato. Seu aumento na coluna de água aumenta a floração de algas e *fitoplâncton.*

2.4.7 Temperatura

Variações de temperatura são parte do regime climático normal, e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoelétricas.

Determinada espécie animal ou cultura vegetal cresce melhor dentro de uma faixa de temperatura. O mesmo para animais aquáticos, e geralmente reconhecemos três grupos de temperatura: água fria, água morna e água quente. Espécies de peixes de água quente crescem melhor a temperatura de 25ºC, mas se a temperatura ultrapassar os 32-35º C, o crescimento pode ser prejudicado. Outros organismos como por exemplo, bactérias, *fitoplânctons*, plantas com raízes e processos químicos e físicos que influenciam a qualidade do solo e da água também respondem favoravelmente ao aumento da temperatura. Microrganismos decompõem a matéria orgânica mais rapidamente a 30º que a 25ºC; a taxa de desenvolvimento da maioria dos processos, que afetam a qualidade da água e do solo, dobra a cada aumento de 10ºC na temperatura. Mesmo nos trópicos, onde a temperatura é relativamente constante, pequenas diferenças nas temperaturas das estações podem influenciar o crescimento dos peixes.

2.4.8 Coliformes Totais

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os *gêneros Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia, Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo. As bactérias coliformes fecais reproduzem-se ativamente a 44,5 ºC e são capazes de fermentar o açúcar. O uso da bactéria coliforme fecal para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera.

3 PRINCIPAIS DOENÇAS RELACIONADAS COM A ÁGUA

3.1 Por ingestão de água contaminada

. Cólera
. Disenteria amebiana
. Disenteria bacilar
. Febre tifóide e paratifóide
. Gastroenterite
. Giardise
. Hepatite infecciosa
. Leptospirose
. Paralisia infantil
. Salmonelose

3.2 Por contato com água contaminada

. Escabiose (doença parasitária cutânea conhecida como Sarna)
. Tracoma (mais freqüente nas zonas rurais)

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

. Verminoses, tendo a água como um estágio do ciclo
. Esquistossomose

3.3 Por meio de insetos que se desenvolvem na água

. Dengue
. Febre Amarela
. Filariose
. Malária

Cólera, febre tifóide e paratifóide são as doenças mais frequentemente ocasionadas por águas contaminadas e penetram no organismo via cutâneo - mucosa como é o caso de via oral.

4 SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A construção de um sistema completo de abastecimento de água requer muitos estudos e pessoal altamente especializado.
Para iniciar-se os trabalhos, é necessário definir-se:
• a população a ser abastecida;
• a taxa de crescimento da cidade e
• suas necessidades industriais.

Com base nessas informações, o sistema é projetado para servir à comunidade, durante muitos anos, com a quantidade suficiente de água tratada. Um sistema convencional de abastecimento de água é constituído das seguintes unidades:

• captação
• adução
• estação de tratamento
• reservação
• redes de distribuição
• ligações domiciliares.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

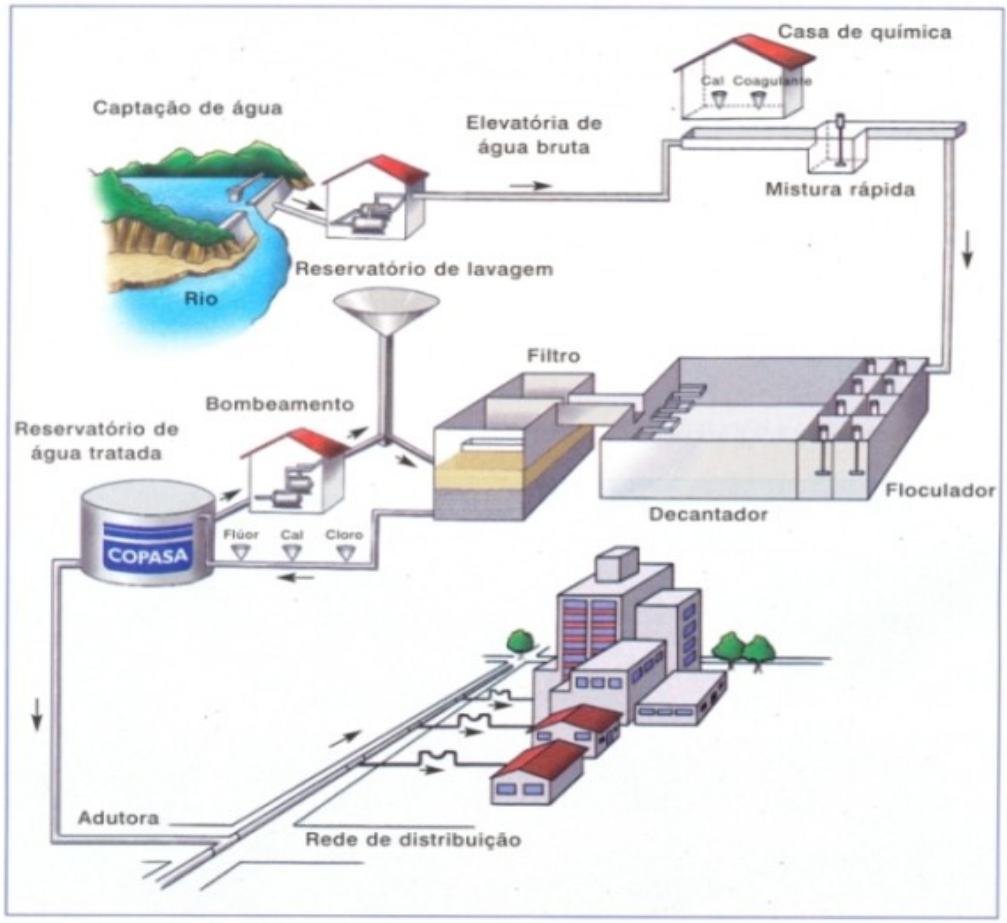


Figura 1: Processo convencional de tratamento de água
Fonte: Copasa, 2005

5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA

O conceito de potabilidade implica o atendimento a padrões mínimos exigidos para que a água a ser consumida não seja transmissora de doenças aos seres humanos. O processo utilizado com esta finalidade deve ser bastante criterioso, pois envolve uma enorme responsabilidade.

O homem tem necessidade de água de qualidade adequada e em quantidade suficiente para todas as suas necessidades, não só para proteção de sua saúde, como também para o seu desenvolvimento econômico. Assim, a importância do abastecimento de água deve ser encarada sob os aspectos sanitários e econômicos.

O primeiro cuidado que se deve tomar é a da escolha de mananciais, evitando-se rios e lagos contaminados por esgotos e/ou despejos industriais. É importante também, tomar providências para preserva o manancial escolhido. A qualidade e a quantidade de água a ser utilizada num sistema de abastecimento estão intimamente relacionadas às características do manancial.

Após o dimensionamento da capacidade do manancial, é preciso construir uma Estação de Tratamento de Água – ETA, composta principalmente das seguintes etapas: mistura rápida e floculação, decantação ou sedimentação, filtração, cloração, fluoretação e alcalinização (correção de PH).

5.1 Armazenamento (ou reservação)

A água é armazenada em reservatórios, com duas finalidades:

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

• manter a regularidade do abastecimento, mesmo quando é necessário paralisar a produção para manutenção em qualquer uma das unidades do sistema;

• atender às demandas extraordinárias, como as que ocorrem nos períodos de calor intenso ou quando, durante o dia, usa-se muita água ao mesmo tempo (na hora do almoço, por exemplo).

Quanto à sua posição em relação ao solo, os reservatórios são classificados em subterrâneos (enterrados), apoiados e elevados.

5.2 Redes de distribuição

Para chegar às casas, a água passa por vários canos, que estão instalados sob a pavimentação das ruas da cidade. Essas canalizações são chamadas redes de distribuição.

Para que uma rede de distribuição possa funcionar perfeitamente, é necessário haver pressão satisfatória em todos os seus pontos. Onde existe menor pressão, instalam-se bombas, chamadas *boosters*, cujo objetivo é bombear a água para locais mais altos. Muitas vezes, é preciso construir estações elevatórias de água, equipadas com bombas de maior capacidade. Nos trechos de redes com pressão em excesso, são instaladas válvulas redutoras.

5.3 Ligações domiciliares

A ligação domiciliar é uma instalação que une a rede de distribuição à rede interna de cada residência, loja ou indústria, fazendo a água chegar às torneiras. Para controlar, medir e registrar a quantidade de água consumida em cada imóvel, instala-se um hidrômetro junto à ligação.

6 TIPOS DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

6.1 Estação de Tratamento de Água Aberta – ETA

O sistema de tratamento de água ETA aberta, tem sua principal aplicação para a tratabilidade de águas com variações constantes em suas características físico-químicas. São normalmente projetadas e implantadas para potabilizar ou industrializar águas oriundas de córregos, rios e outros mananciais similares e, que apresentam mudanças rápidas e significativas em seus parâmetros devido às variações climáticas.

Tem maior flexibilidade operacional que a ETA compacta pressurizada, uma vez que, neste caso o operador tem a visualização total dos processos e, se necessário, poderá rapidamente alterar a dosagem química, adequando-a ás suas novas necessidades de tratabilidade.

O correto dimensionamento de uma estação de tratamento de água aberta, garante o atendimento aos padrões de potabilidade, mesmo com águas de alta cor (200 ppm Pt) e turbidez elevada (700 ppm SiO2).

6.2 Estação de Tratamento de Água Pressurizada - ETA

A estação de tratamento de água compacta pressurizada, tem sua aplicação principal no tratamento de águas com características físico-químicas constantes, como por exemplo aquelas oriundas de poços, lagos, represas e mananciais similares.

A ETA compacta pressurizada fechada é indicada para vazões de até 200 m3/h em função do custo/benefício.

Limitações seguras para a utilização da ETA Pressurizada:
Cor até: 100 ppm
Turbidez até: 200 ppm.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

O seqüencial básico de processo de uma ETA - Estação de Tratamento de Água compacta compreende as seguintes etapas: unidade elevatória; dosagem química (compreendendo a correção pH, adição de floculante e coagulante e, em alguns casos, pré-desinfecção); mistura rápida; floculação; decantação; filtração e cloração final.

6.3 Tratamento convencional

6.3.1 Captação

A seleção da fonte abastecedora de água é processo importante na construção de um sistema de abastecimento. Deve-se, por isso, procurar um manancial com vazão capaz de proporcionar perfeito abastecimento à comunidade, além de ser de grande importância a localização da fonte, a topografia da região e a presença de possíveis focos de contaminação.

A captação pode ser superficial ou subterrânea. A superficial é feita nos rios, lagos ou represas, por gravidade ou bombeamento. Se for feita por bombeamento, uma casa de máquinas é construída junto à captação; a casa contém conjuntos de motobombas que sugam a água do manancial e a enviam para a estação de tratamento.

A subterrânea é efetuada através de poços artesianos, perfurações com 50 a 100 metros feitas no terreno para captar a água dos lençóis subterrâneos. Essa água também é sugada por motobombas instaladas perto do lençol d'água e enviada à superfície por tubulações. A água dos poços artesianos está, em sua quase totalidade, isenta de contaminação por bactérias e vírus, além de não apresentar turbidez.

6.4 Tratamento da água de captação superficial

O tratamento da água de captação superficial e composto pelas seguintes fases:

6.4.1 Oxidação

O primeiro passo é oxidar os metais presentes na água, principalmente o ferro e o manganês, que normalmente se apresentam dissolvidos na água bruta. Para isso, injeta-se cloro ou produto similar, pois tornam os metais insolúveis na água, permitindo, assim, a sua remoção nas outras etapas de tratamento.

6.4.2 Coagulação

A remoção das partículas de sujeira se inicia no tanque de mistura rápida com a dosagem de sulfato de alumínio ou cloreto férrico. Estes coagulantes, têm o poder de aglomerar a sujeira, formando flocos. Para otimizar o processo adiciona-se cal, o que mantém o pH da água no nível adequado.

6.4.3 Floculação

Na floculação, a água já coagulada movimenta-se de tal forma dentro dos tanques que os flocos misturam-se, ganhando peso, volume e consistência.

6.4.4 Decantação

Na decantação, os flocos formados anteriormente separam-se da água, sedimentando-se, no fundo dos tanques.

6.4.5 Filtração

A água ainda contém impurezas que não foram sedimentadas no processo de decantação; por isso, ela precisa passar por filtros constituídos por camadas de areia ou areia e antracito suportadas por cascalho de diversos tamanhos para que ocorra a retenção da sujeira restante.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

6.4.6 Desinfecção

A água já está limpa quando chega a esta etapa. Mas ela recebe ainda mais uma substância: o cloro. Este elimina os germes nocivos à saúde, garantindo também a qualidade da água nas redes de distribuição e nos reservatórios.

6.4.7 Correção de pH

Para proteger as canalizações das redes e das casas contra corrosão ou incrustação, a água recebe uma dosagem de cal, que corrige seu pH.

6.4.8 Fluoretação

Finalmente a água é fluoretada, em atendimento à Portaria do Ministério da Saúde; esta operação consiste na aplicação de uma dosagem de composto de flúor (ácido fluossilícico). Esta etapa reduz a incidência da cárie dentária, especialmente no período de formação dos dentes, que inicia na gestação e vai até a idade de 15 anos.

6.5 Tratamento da água de captação subterrânea

A água captada através de poços profundos, na maioria das vezes, não precisa ser tratada, bastando apenas a desinfecção com cloro. Isso ocorre porque, nesse caso, a água não apresenta qualquer turbidez, eliminando as outras fases que são necessárias ao tratamento das águas superficiais.

6.6 Tratamento por filtração direta

A filtração direta, além de tratar a água também a torna potável. A filtração direta pode ser dos seguintes tipos:

6.6.1 Filtração Direta Ascendente

São utilizados para tratamento de águas com turbidez baixa e pouca substância dissolvida, a floculação é realizada no próprio leito filtrante. São consideradas unidades completas de clarificação, não necessitando de unidades anteriores ou posteriores de tratamento. A filtração ocorre no sentido ascendente sendo efetuada no sentido ascendente sendo efetuada no sentido do leito filtrante. Podem ser construídas em concreto armado, fibra de vidro ou aço carbono.

6.6.2 Filtração Direta Descendente

Tecnologia de tratamento, onde se pode ter as etapas de mistura rápida, floculação e filtração, sendo que esta última ocorre no sentido descendente.

Este tipo de estação é especialmente recomendado para o tratamento de água bruta com baixos valores de turbidez, porém com cor em níveis mais altos. Pela sua concepção, sem a utilização de floculadores e decantadores, normalmente utilizados em estações convencionais, a estação com filtração direta descendente, não é recomendada para casos onde os valores de turbidez possam atingir valores altos, como ocorre em captações fluviais de superfície em época de chuvas onde, devido ao arraste de barro e matéria orgânica das margens, a turbidez aumenta diminuindo o pH e alcalinidade total da água *in natura*.

Para águas com teor de turbidez abaixo de 75 mg/l, a quantidade de flocos formados na floculação é pequena e permite que a água, após floculada, seja filtrada diretamente e apresente as características de água potável, mantendo os filtros em bom estado de funcionamento. Para poder utilizar-se de tal técnica, os filtros necessitam de projeto especial, para que de modo algum o ciclo de lavagens e a quantidade de água filtrada possam ser afetados.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

Basicamente, o projeto especial dos filtros consistirá de:
- aumento de altura cilíndrica do filtro para se obter um tempo de formação conveniente dos flocos na parte superior, acima do leito filtrante,
- lavagem executada com perfeição,
- velocidade de filtração não superior a 8,5 m3/h/m2,
- altura de material filtrante maior do que nos filtros convencionais.

6.6.3 Filtração Direta Ascendente ou Descendente Antecedida de Aeração

Antes da filtração, a água bruta passa por um Aerador, dispositivo que promove a introdução do oxigênio atmosférico na água, com a finalidade de remover ferro, manganês ou gases.

6.6.4 Filtração Direta com Dupla Filtração

Consiste na associação de filtros ascendentes, que recebem a água coagulada, seguidos por filtros de fluxo descendentes que têm por finalidade reter as impurezas remanescentes dos primeiros filtros.

6.6.5 Filtração Direta com Osmose Reversa

Utilizado para águas com elevado teores de cloretos. Após a filtração direta, a água é submetida a Osmose Reversa(dessalinização), que é um processo de separação por meio de membrana, para redução da concentração de cloretos ao nível determinado pela portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

6.7 Estação de Tratamento com Filtração Lenta

Neste processo, a estação de tratamento de água, apresenta apenas as etapas de filtração e desinfecção. Os filtros lentos realizam várias ações, ação física de coar, sedimentação, aderência, e atividades biológicas, sendo esta a mais importante.

6.8 Estação de Tratamento Modular

Estação composta de variados processos (aeração, floculação, decantação etc.), com proporções geométricas definidas, variando suas dimensões de acordo com a capacidade nominal, podendo ser ampliada sem contar com dispositivos independentes, e sem prejudicar a operação normal do sistema.

6.9 Desinfecção Simples

Sistemas que recebem como tratamento, apenas a desinfecção. Normalmente é utilizado em sistemas com mananciais subterrâneos, de características físico-químicas dentro dos padrões exigidos pelo Ministério da Saúde.

6.10 Desinfecção por ultravioleta

O sistema de desinfecção por ultravioleta é uma unidade compacta que usa raio ultravioleta para impedir de maneira rápida e confiante que bactérias e vírus que causam cólera, febre tifóide, disenteria e outras doenças mortais se proliferem, produzindo uma água potável.

A luz germicida ultravioleta usada altera o DNA das bactérias e vírus até que eles não sejam mais capazes de se reproduzir. Sem a capacidade de se reproduzir os microorganismos são inofensivos. A desinfecção pela UV é extremamente segura, método confiante de desinfecção de água para o consumo diário. Este método é rápido, barato e não deixa gosto ou odor na água. Sistemas de esterilização por ultravioleta são utilizados pós filtração, em substituição ao cloro e de modo a possibilitar o reuso seguro do tratado.

6.10.1 Vantagens do Sistema Ultravioleta

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

. Não agride o meio ambiente, não tem problemas com manuseio ou estocagem de produtos químicos;
. Baixo investimento inicial, bem como reduzidos gastos quando comparados com tecnologias semelhantes como ozônio, cloro, etc.;
. Processo de tratamento imediato, não necessitando tanques de estocagem ou longos períodos de retenção;
. Extremamente econômico;
. Não há adição de produtos químicos na água, não havendo o risco de formação de trihalometanos;
. Não altera sabor ou odor da água;
. Operação automática sem atenção especial ou medições constantes;
. Simplicidade e facilidade de manutenção, limpeza periódica, e troca anual das lâmpadas;
. Compatível com qualquer outro processo para tratamento de água (Osmose Reversa, Filtração, Troca Iônica, etc.).

Figura 2:Sistema de ultra violeta
Fonte: Enasa Engenharia e Comércio Ltda., [199?]

6.11 Estação de tratamento de água aberta

O sistema de tratamento de água aberta, tem sua principal aplicação para o tratamento de águas com variações constantes em suas características físico-químicas. São normalmente projetadas e implantadas para potabilização ou industrialização de águas oriundas de córregos, rios e outros mananciais similares e, que apresentam mudanças rápidas e significativas em seus parâmetros devido às variações climáticas. O correto dimensionamento de uma estação de tratamento de água aberta, garante o atendimento aos padrões de potabilidade, mesmo com águas de alta cor (200 ppm Pt) e turbidez elevada (700 ppm SiO_2).

6.12 Estações de tratamento de água tipo filtração direta de fluxo ascendente (filtro russo)

O sistema de tratamento de água, utilizando-se Filtros Tipo Russo, ou seja, de filtração direta ascendente de água coagulada, tem sua utilização vinculada à qualidade da água bruta, para produzir água tratada dentro dos padrões de potabilidade. Este tipo de estação é especialmente recomendado para o tratamento de água bruta com baixos valores de turbidez, porém com cor em níveis mais altos. Pela sua concepção, sem a utilização de floculadores e decantadores, normalmente utilizados em estações convencionais, o Filtro Tipo Russo com filtração direta ascendente, não é recomendado para casos onde os valores de turbidez possam atingir valores altos, como ocorre em captações fluviais de superfície em época de chuvas onde, devido ao arraste de barro e matéria orgânica das margens, aumentam a turbidez, diminuindo o pH e alcalinidade total da água *in natura*.

Nesta época, para se efetivar a coagulação da água bruta, será necessário a adição de um alcalinizante (carbonato de sódio ou hidróxido de cálcio), para possibilitar a reação do coagulante (sulfato de alumínio) com a alcalinidade total da água bruta, iniciando-se assim o processo de floculação. Quando a turbidez da água bruta é muito elevada, ocorrerá a formação de uma quantidade muito elevada de flocos, colmatando rapidamente o Filtro Russo e conseqüentemente produzindo uma água de baixa qualidade, muitas vezes fora dos padrões de potabilidade.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

Valores Máximos Admissíveis para tratamento de água por filtração ascendente, tipo Filtro Russo: turbidez : 200 NTU; cor : 1.000 mg/l PtCo (aparente).

Outros parâmetros importantes, para se obter sucesso neste tipo de tratamento, são as taxas de aplicação utilizadas, que deverão obedecer as seguintes especificações:
. taxa de Filtração : de 200 a 250 m3/h/m2
. taxa de Lavagem : entre 40 e 60 m3/h/m2
. duração da lavagem : em torno de 10 minutos
. ciclo entre lavagens : máximo de 24 horas
. lavagem intermediária : entre duas a três lavagens / dia (mínimo de três minutos)

7 PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO

Muitas características das águas consideradas inconvenientes, podem ser removidas pelo uso de produtos químicos, cuja ação se faz sentir de diversas maneiras. Alguns produtos são utilizados para reagir entre si, ou reagir com a água e com compostos presentes na água a ser tratada, formando um novo produto capaz de promover a remoção pretendida. Os produtos químicos rotineiramente utilizados no tratamento de água são:

7.1 Coagulantes

7.1.1 Sulfato de alumínio

De formula: [$Al_2(SO_4)_3$] composto cristalino branco ou incolor, conhecido como composto anidro (sem água), ou como hidratado. O sal anidro é solúvel em água e levemente solúvel em etanol: o sal hidratado é muito solúvel na água e insolúvel em etanol. O sulfato de alumínio é comercialmente um dos mais importantes compostos de alumínio; é usado no tratamento de esgotos (como agente floculante), na purificação de água para beber, na indústria do papel e na preparação de mordentes. É também um agente à prova de fogo.

7.1.2 Cloreto férrico

Também denominado percloreto de ferro anidro puro [FeCl 3 = 162,5] ; constituído em cristais com reflexos dourados, muito higroscópicos que não se encontram com facilidade no comércio; é substituído pelo hidratado [FeCl 3. 3H2O = 216,5], formado por blocos cristalinos de cor ocre, deliqüescentes, que se fundem a 37° C em sua água de cristalização; é também encontrado em solução concentrada a 45° Bé (d = 1,45 a 15°C); em líquido pardo avermelhado com reflexos verdes, no qual cada litro contém, aproximadamente, 650g do sal anidro; e em solução oficial a 36° Bé (d = 1,26) que contém 375g de sal anidro por litro. As soluções de cloreto férrico são muito ácidas ao papel tornassol.

7.1.3 Policloreto de alumínio

O policloreto de alumínio é um composto inorgânico, completamente solúvel em água, e devido ao grande volume e da estrutura polimérica dos flóculos produzidos, o produto tem uma propriedade eficiente de floculação numa grande faixa de pH, inclusive a baixas temperaturas. É utilizado no tratamento de água potável; no tratamento de água de piscina; no tratamento de efluentes industriais; na indústria de bebidas, para tratamento de águas especiais; na indústria de papel. Fórmula Química: (Aln(OH)m.CL3n-m).

7.2 Desinfetantes

7.2.1 Cloro gasoso

O cloro é um gás amarelo esverdeado, com odor irritante característico. É um não metal, pertencendo ao grupo 17 da tabela periódica, também chamado de halogênio.A sua descoberta é atribuída ao cientista Carl William Scheele que, em 1774, na Suécia, obteve

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

o gás cloro (Cl_2), através da reação do mineral pirolusita (dióxido de manganês - MnO_2) com ácido clorídrico (HCl), conhecido na época como ácido muriático. Scheele suspeitou que o gás resultante contivesse oxigênio (O_2). Em 1810, Humphrey Davy propôs o cloro como elemento químico, e colocou em dúvida o gás descoberto por Scheele como um composto que continha oxigênio (O_2), conhecido na época, como ácido oximuriático. Em 1823, Berzelius concordou com a teoria de Humphrey Davy de que o cloro era um elemento químico. Em 1825, Berzelius usou a denominação halogênio para os elementos flúor (F), cloro (Cl) e iodo (I). O bromo (Br) ainda não era reconhecido como elemento.
O cloro não é encontrado livre na natureza, somente na forma combinada, principalmente nos seguintes minerais:

. Carnalita: $MgCl_2.KCl.6H_2O$, encontrada nos EUA, México e Canadá;
. Silvita: KCl, encontrada nos EUA, México, Alemanha e Galícia;
. Halita: NaCl, encontrada na Áustria, Polônia, Tchecoslováquia, Alemanha, Espanha, Rússia, Inglaterra e EUA.

O cloro é usado na maioria dos produtos da atualidade. Alguns de seus usos são:

. nos alimentos: cloreto de sódio (NaCl), conhecido comercialmente como sal de cozinha; excesso de sal em nossa alimentação pode causar hipertensão arterial, por ser a fonte principal de sódio;
. em inseticidas;
. em antissépticos;
. na fabricação de papel;
. na indústria têxtil;
. em produtos de petróleo;
. na indústria farmacêutica;
. em plásticos - PVC (polyvinil chloride);
. solventes para tintas;
. tratamento de água para piscinas e abastecimento em geral;
. fabricação de cloratos, clorofórmio, tetracloreto de carbono e extração de bromo;
. química orgânica (agente oxidante e agente de substituição).

7.2.2 Hipoclorito de sódio

O Hipoclorito de Sódio é obtido pelo borbulhamento de Cloro em solução de Hidróxido de Sódio. O produto apresenta-se como solução aquosa alcalina, contendo cerca de 13% de hipoclorito de sódio (NaClO), com coloração amarelada e odor característico. É comercializado nesta forma a granel e transportado em carros-tanque. O hipoclorito de sódio tem propriedades oxidantes, branqueantes e desinfetantes, servindo para inúmeras aplicações, tais como: branqueamento de celulose e têxteis, desinfecção de água potável, tratamento de efluentes industriais, tratamento de piscinas, desinfecção hospitalar, produção de água sanitária, lavagem de frutas e legumes, além de agir como intermediário na produção de diversos produtos químicos.

O hipoclorito de sódio é um produto inerentemente instável. O entendimento dos fatores que levam à decomposição do produto permite que cuidados sejam tomados tanto quando da aquisição do produto, como na sua utilização. O hipoclorito de sódio decompõe-se de duas maneiras, sendo que a conseqüência imediata é a redução do teor de cloro ativo ou hipoclorito. A utilização do hipoclorito de sódio concentrado só deve ser realizada sob supervisão de um técnico habilitado.

7.2.3 Hipoclorito de cálcio

O hipoclorito de cálcio é utilizado em tratamento de água potável; a presença do íon cálcio facilita o processo de incrustações. Como exemplo, tem-se a chamada água dura, que em função da presença de cálcio e magnésio provoca incrustações e entupimentos em chuveiros, tubulações, etc. Outra característica importante se prende ao fato de que

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

produtos a base de cálcio têm problemas de solubilidade, ou seja, o nível de sólidos insolúveis do produto é muito alto.

7.3 Correção de pH

7.3.1 Hidróxido de cálcio

O hidróxido de cálcio apresenta-se como um pó branco, alcalino (pH 12,8), pouco solúvel em água (solubilidade de 1,2 g/litro de água, à temperatura de 25º C). Trata-se de uma base forte obtida a partir da calcinação (aquecimento) do carbonato de cálcio, até sua transformação em óxido de cálcio (cal viva). Com a hidratação do óxido de cálcio chega-se ao hidróxido de cálcio e a reação entre este e o gás carbônico leva à formação do carbonato de cálcio, podendo tais reações assim serem representadas:

$$CaCO_3(s) \longrightarrow CaO + CO_2(g)$$

$$CaO(s) + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2(s)$$

$$Ca(OH)_2(s) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(s) + H_2O$$

sendo: s = sólido, g = gás e l = líquido

Os íons cálcio atuam também como agentes de neutralização das cargas elétricas superficiais, funcionando como um coagulante inorgânico.

7.3.2 Hidróxido de sódio

Também conhecido como soda cáustica, o hidróxido de sódio NaOH é usado como base química dentre outras funções na fabricação de papel, tecidos e detergentes. Também usado para desobstruir encanamentos e sumidouros pelo fato de ser corrosivo, mas deve ser manuseado cuidadosamente, pois causa queimaduras, cicatrizes e cegueira.É produzido por eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de sódio.

É utilizado em reações químicas por sua alta reatividade, como em degradações onde é usado para preparar alcanos a fim de diminuir a quantidade de carbono na cadeia sendo utilizado também juntamente com o óxido de cálcio CaO para diminuir a reatividade e prevenir a corrosão do tubo de ensaio.

O manuseio do hidróxido de sódio deve ser feito com total cuidado, pois apresenta um quadro considerável de danos ao homem. Se for ingerido, pode causar danos graves e as vezes irreversíveis ao sistema gastrointestinal, se for inalado pode causar irritações sendo que em altas doses pode levar à morte, o contato com a pele também é um fato perigoso pois pode causar de uma simples irritação até uma úlcera grave e nos olhos pode causar queimaduras e problemas na córnea ou no conjuntivo.

Em casos de contato com o hidróxido de sódio, deve-se colocar a região exposta em água corrente por 15 min e procurar ajuda médica, se for ingerido deve-se dar água ou leite à vítima sem provocar vômito na mesma, se for inalado levar a vítima para um local aberto para que possa respirar. Se caso a vítima não esteja respirando, é necessário que se use respiração artificial.

7.3.3 Carbonato de sódio

O carbonato de cálcio precipitado ou sintético de constituição inorgânica, quimicamente inerte, é obtido pela reação de uma solução de cloreto de cálcio com uma solução de carbonato de sódio, ou pela passagem do dióxido de carbono através de uma suspensão de leite de cal. É apresentado nos tipos médio, leve e extra leve, diferenciado apenas pela

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

granulometria, sendo o médio o mais grosso e o extra leve o mais fino. Formula geral: $CaCO_3$. Sua fórmula química é $CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$.

É também conhecido como calcita, é um mineral inorgânico quimicamente inerte com características alcalinas que resulta em reações do óxido de cálcio com dióxido de carbono. Na natureza, são encontradas a aragonita que apresenta a forma ortorrômbica e calcita que apresenta a forma romboédrica ou trigonal.

Em solução aquosa, sofre hidrólise salina. $CaCO_3 + H_2O \rightarrow CO_2 + Ca(OH)_2$

7.4 Fluoretação

. fluossilicato de sódio
. ácido fluossilícico

A fluoretação da água de abastecimento público constitui o método de escolha para a prevenção da cárie dental no Brasil . O fluossilicato de sódio é o sal mais usado (71% dos sistemas de fluoretação), seguido pelo ácido fluossilícico (17%) e pelo fluoreto de cálcio (11%), todos já produzidos nacionalmente. A ocorrência de flúor natural é rara.

7.5 Algicidas

7.5.1 Sulfato de cobre

O sulfatode cobre (II) ou sulfato cúprico ou ainda simplesmente sulfato de cobre apresenta a fórmula molecular $CuSO_4$ quando anidro e $CuSO_4.5H_2O$ quando pentahidratado. Quando aquecido a cerca de 150ºC a 200ºC perde a sua água de hidratação, cujas moléculas estão ligadas por interacções de Van der Walls tornando-se anidro, ($CuSO_4$), pó branco, muito higroscópico, que se torna instantaneamente azul ao contacto da menor quantidade de água.

Apresenta-se na forma de cristal branco, e se hidratado apresenta coloração azul. É altamente tóxico, sendo usado na impressão de tecidos de algodão, fabrico de artesanato de cobre, insecticidas e no tratamento de fibras. Apresenta-se sob a forma de cristais azuis em paralelipípedos oblíquos.

O sulfato de cobre é obtido pela ustulação do sulfeto de cobre e posteriormente reagindo com o ácido sulfúrico. Ocorre naturalmente no minério calcantite quando surge como sulfato de cobre pentahidratado.

7.6 Seqüestrantes para ferro, manganês e dureza

. ortopolífosfatos

7.7 Controle de Odor e Sabor

. carvão ativado

É um meio de filtragem, um dos melhores para limpar e clarear a água. Diz-se ativado porque o carvão é submetido a temperaturas próximas a 1.000 graus centígrados, o que faz evaporar partículas nele existentes. Assim, o carvão ativo não é sólido, possui inúmeros pequenos poros, que ativamente atraem proteínas, detritos liquefeitos, remédios e outros compostos, para dentro da matriz do carbono. As impurezas são, assim, presas no carvão (adsorvidas) e removidas quando ele é descartado. Outras partículas e íons são atraídas eletromagneticamente e mantidas da mesma forma. Como não altera sua coloração quando está esgotado, muitas vezes é mantido no aquário quando não mais contribui na adsorção, embora ainda sirva de superfície para a fixação de bactérias nitrificantes.

Disponível em grânulos ou em pó. Grânulos são normalmente mais práticos para uso comercial. Remove íons negativos da água (tais como ozônio, cloro, fluoreto, etc.) Uma

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

vez utilizado, pode ser recuperado mediante aquecimento a 900° C, embora isso seja antieconômico.

7.8 Auxiliares de coagulação, floculação, decantação e filtração

7.8.1 Polímeros

Os polímeros são compostos químicos de elevada massa molecular relativa, resultantes de reações químicas de polimerização. Estes contêm os mesmos elementos nas mesmas proporções relativas, mas em maior quantidade absoluta. Os polímeros são macromoléculas formadas a partir de unidades estruturais menores (os monómeros). O número de unidades estruturais repetidas numa macromolécula é chamado grau de polimerização.

A polimerização é uma reação em que as moléculas menores (monómeros) se combinam quimicamente (por valências principais) para formar moléculas longas, mais ou menos ramificadas com a mesma composição centesimal. Estes podem formar-se por reação em cadeia ou por meio de reações de poliadição ou policondensação. A polimerização pode ser reversível ou não e pode ser espontânea ou provocada (por calor ou reagentes).

Na indústria química, muitos polímeros são produzidos através de reações em cadeia. Nestas reações de polimerização, os radicais livres necessários para iniciar a reação são produzidos por um iniciador que é uma molécula capaz de formar radicais livres a temperaturas relativamente baixas. Um exemplo de um iniciador é o peróxido de benzoíla que se decompõe com facilidade em radicais fenilo. Os radicais assim formados vão atacar as moléculas do monómero dando origem à reação de polimerização.

Todas as aplicações de produtos químicos em uma estação de tratamento são precedidas de testes laboratoriais pelo menos diários que determinam as dosagens a serem aplicadas no volume de água que chega à ETA.
Um dos testes mais utilizados é o chamado ensaio dos jarros (*Jar Test*), que determina a dosagem ótima do agente coagulante. Cada um destes testes possibilita a aplicação de seis dosagens diferentes, sendo que destas é escolhida a que clarifica melhor a água.

8 MONITORAMENTO DE QUALIDADE NA ETA

O nível de monitoramento na ETA é determinado pelo grau de tratamento que a água sofre, ou seja, quanto mais complexo, mais parâmetros de qualidade serão analisados. A freqüência de realização das análises é determinada pela importância do parâmetro analisado, assim as análises de cloro residual são feitas a cada hora e as análises de pH a cada turno de trabalho.

Rotineiramente são feitas as seguintes análises nas ETA's :
-pH
-cloro residual
-flúor
-turbidez
-cor

9 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES - ETE

O tratamento de efluentes é um processo complexo de cuidados com a fonte de água e prevenção dos danos ao ambiente, garantindo eficiente limpeza do efluente e baixo custo para a realização deste processo.

Tratamento de efluentes é uma das mais importantes questões ambientais, no que diz respeito ao atendimento da legislação e à conseqüente proteção ao meio ambiente. Anos atrás os poucos efluentes produzidos eram simplesmente jogados nos cursos d'água onde se processava a depuração por vias naturais: um grande volume de água limpa e oxigenada diluía a pouca carga de esgotos e resíduos industriais e os microorganismos existentes no curso de água, se encarregavam da degradação oxidativa deste alimento inesperado,

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

retirando pouco oxigênio da água (O2), sem interferir com a vida aquática. Com o aumento da população e da atividade industrial, um maior volume de efluentes e esgotos foram gerados, obrigando a coletividade e as indústrias a construir plantas de tratamento desta água poluída para evitar mortandade de peixes, mau cheiro, epidemias e outros problemas.

A redução do volume de efluentes, bem como da carga poluidora gerada nos processos industriais, tem se mostrado de fundamental importância na compatibilização das atividades produtivas com o meio ambiente. Atualmente, considera-se indissociável a minimização de efluentes dos conceitos de produtividade.

10 ETAPAS DO TRATAMENTO

O tratamento de efluentes visa a remoção da poluição presente, orgânica ou inorgânica, pelo uso de operações unitárias e processos químicos, biológicos e físicos, para posterior lançamento nos corpos receptores.

Os principais poluentes são:
. orgânicos biodegradáveis: gorduras, carboidratos e proteínas;
. orgânicos refratários: agrotóxicos, detergentes, sintéticos e petróleo e seus derivados;
. metais;
. nutrientes: sais de nitrogênio e fósforo;
. organismos patogênicos: bactérias, fungos, vírus e helmintos;
. sólidos em suspensão;
. calor;
. radioatividade.

A água servida, efluente ou esgoto doméstico têm, basicamente, 3 estágios de tratamento: Tratamento Primário, Tratamento Secundário e Tratamento Terciário.

10.1 Tratamento preliminar

Constituído unicamente por processos físicos. Nesta etapa, é feita a remoção dos materiais em suspensão, através da utilização de grelhas e de crivos grossos (gradeamento), e a separação da água residual das areias a partir da utilização de canais de areia (desarenação).

10.1.1 Gradeamento

Etapa na qual ocorre a remoção de sólidos grosseiros, onde o material de dimensões maiores do que o espaçamento entre as barras é retido. Há grades grosseiras (espaços de 5,0 a 10,0 cm), grades médias (espaços entre 2,0 a 4,0 cm) e grades finas (entre 1,0 e 2,0 cm) que têm pôr objetivo reter o material sólido grosseiro em suspensão no efluente.

As principais finalidades do gradeamento são: proteção dos dispositivos de transporte dos efluentes (bombas e tubulações); proteção das unidades de tratamento subseqüentes e proteção dos corpos receptores.

10.1.2 Desaeração

Etapa na qual ocorre a remoção da areia por sedimentação. Este mecanismo ocorre da seguinte maneira: os grãos de areia, devido às suas maiores dimensões e densidade, vão para o fundo do tanque, enquanto a matéria orgânica, de sedimentação bem mais lenta, permanece em suspensão, seguindo para as unidades seguintes.

As finalidades básicas da remoção de areia são: evitar abrasão nos equipamentos e tubulações; eliminar ou reduzir a possibilidade de obstrução em tubulações, tanques, orifícios, sifões, e facilitar o transporte do líquido, principalmente a transferência de lodo, em suas diversas fases.

10.2 Tratamento Primário

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

O tratamento primário é constituído unicamente por processos físico-químicos. Nesta etapa procede-se a equalização e neutralização da carga do efluente a partir de um tanque de equalização e adição de produtos químicos. Seguidamente, ocorre a separação de partículas líquidas ou sólidas através de processos de floculação e sedimentação, utilizando floculadores e decantador (sedimentador) primário.

10.2.1 Floculação

O processo de coagulação, ou floculação, consiste na adição de produtos químicos que promovem a aglutinação e o agrupamento das partículas a serem removidas, tornando o peso especifico das mesmas maior que o da água, facilitando a decantação.

10.2.2 Decantação Primária

Esta etapa consiste na separação sólido (lodo) – líquido (efluente bruto) por meio da sedimentação das partículas sólidas. Os tanques de decantação podem ser circulares ou retangulares. Os efluentes fluem vagarosamente através dos decantadores, permitindo que os sólidos em suspensão, que apresentam densidade maior do que a do líquido circundante, sedimentem gradualmente no fundo.

Essa massa de sólidos, denominada lodo primário bruto, pode ser adensada no poço de lodo do decantador e enviada diretamente para a digestão ou ser enviada para os adensadores.

10.2.3 Peneira Rotativa

Dependendo da natureza e da granulometria do sólido, as peneiras podem substituir o sistema de gradeamento ou serem colocadas em substituição aos decantadores primários. A finalidade é separar sólidos com granulometria superior à dimensão dos furos da tela. O fluxo atravessa o cilindro de gradeamento em movimento, de dentro para fora. Os sólidos são retidos em função da perda de carga na tela, removidos continuamente e recolhidos em caçambas.

10.3 Tratamento Secundário

Etapa na qual ocorre a remoção da matéria orgânica, por meio de reações bioquímicas. Os processos podem ser Aeróbicos ou Anaeróbicos. Os processos aeróbios simulam o processo natural de decomposição, com eficiência no tratamento de partículas finas em suspensão. O oxigênio é obtido por aeração mecânica (agitação) ou por insuflação de ar.

Os processos anaeróbios consistem na estabilização de resíduos feita pela ação de microorganismos, na ausência de ar ou oxigênio elementar. O tratamento pode ser referido como fermentação mecânica.

10.3.1 Tanque de Aeração

Tanque no qual a remoção da matéria orgânica é efetuada por reações bioquímicas, realizadas por microrganismos aeróbios (bactérias, protozoários, fungos etc.). A base de todo o processo biológico é o contato efetivo entre esses organismos e o material orgânico contido nos efluentes, de tal forma que esse possa ser utilizado como alimento pelos microrganismos. Os microrganismos convertem a matéria orgânica em gás carbônico, água e material celular (crescimento e reprodução dos microrganismos).

10.3.2 Decantação Secundária e Retorno do Lodo

Etapa em que ocorre a clarificação do efluente e o retorno do lodo. Os decantadores secundários exercem um papel fundamental no processo de lodos ativados. São os responsáveis pela separação dos sólidos em suspensão presentes no tanque de aeração, permitindo a saída de um efluente clarificado, e pela sedimentação dos sólidos em

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

suspensão no fundo do decantador, permitindo o retorno do lodo em concentração mais elevada.

O efluente do tanque de aeração é submetido à decantação, onde o lodo ativado é separado, voltando para o tanque de aeração. O retorno do lodo é necessário para suprir o tanque de aeração com uma quantidade suficiente de microrganismos e manter uma relação alimento/ microrganismo capaz de decompor com maior eficiência o material orgânico.

O efluente líquido oriundo do decantador secundário pode ser descartado diretamente para o corpo receptor, pode ser oferecido ao mercado para usos menos nobres, como lavagem de ruas e rega de jardins, ou passar por tratamento para que possa ser reutilizado internamente.

10.4 Elevatória do Lodo Excedente - Descarte do Lodo

Etapa em que acontece o descarte do lodo excedente. Os sólidos suspensos, lodo produzido diariamente correspondente à reprodução das células que se alimentam do substrato, devem ser descartados do sistema para que este permaneça em equilíbrio (produção de sólidos = descarte de sólidos). O lodo excedente extraído do sistema é dirigido para a seção de tratamento de lodo.

Entre as mais utilizadas, a técnica do lodo ativado, permite o contacto íntimo da matéria orgânica com os microorganismos por várias horas, em farta presença de oxigênio e agitação. Cada efluente gera um diferente grupo de microrganismos que se adapta ao meio e ao alimento. Uma bactéria comumente encontrada, a *Zoogloea ramigera,* alem de outras, sintetiza e secreta um polissacarídeo gel, onde outros micróbios e matéria orgânica se aglomeram em flocos de grande atividade metabólica. A este conjunto bactéria-matéria orgânica chama-se lodo ativado. Uma propriedade importante do lodo ativado é apresentar afinidade com sólidos em suspensão, incluindo colóides, formando a associação. No processo, uma parte do lodo está sempre retornando ao tanque de aeração para se misturar com mais cargas de matéria orgânica e, após este tratamento, do tanque de aeração, o efluente flui para o tanque de decantação, onde se remove o lodo produzindo um efluente depurado.

As etapas de tratamento do lodo são:

10.4.1 Adensamento do Lodo

Etapa em que acontece a redução do volume do lodo. Como o lodo contém uma quantidade muito grande de água, deve-se realizar a redução do seu volume. Esta etapa ocorre nos adensadores e nos flotadores. O adensamento é o processo para aumentar o teor de sólidos do lodo e, conseqüentemente, reduzir o seu volume. Desta forma, as unidades subseqüentes, tais como a digestão, desidratação e secagem, beneficiam-se desta redução. Dentre os métodos mais comuns, temos o adensamento por gravidade e por flotação.
O adensamento por gravidade do lodo tem por princípio de funcionamento a sedimentação por zona, sistema similar aos decantadores convencionais. O lodo adensado é retirado do fundo do tanque.

No adensamento por flotação, o ar é introduzido na solução através de uma câmara de alta pressão. Quando a solução é despressurizada, o ar dissolvido forma micro-bolhas que se dirigem para cima, arrastando consigo os flocos de lodo que são removidos na superfície.

10.4.2 Digestão Anaeróbia

Etapa na qual ocorre a estabilização de substâncias instáveis e da matéria orgânica presente no lodo fresco. A digestão é realizada com as seguintes finalidades: destruir ou reduzir os microrganismos patogênicos; estabilizar total ou parcialmente as substâncias instáveis e matéria orgânica presentes no lodo fresco; reduzir o volume do lodo através dos fenômenos de liquefação, gaseificação e adensamento; dotar o lodo de características favoráveis à redução de umidade e permitir a sua utilização, quando estabilizado

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

convenientemente, como fonte de húmus ou condicionador de solo para fins agrícolas.

A estabilização de substâncias instáveis e da matéria orgânica presente no lodo fresco também pode ser realizada através da adição de produtos químicos. Esse processo é denominado estabilização química do lodo.

10.4.3 Condicionamento Químico do Lodo

Etapa na qual ocorre a estabilização do lodo pelo uso de produtos químicos tais como: cloreto férrico, cal, sulfato de alumínio e polímeros orgânicos. O condicionamento químico, usado antes dos sistemas de desidratação mecânica, tais como filtração, centrifugação, etc., resulta na coagulação de sólidos e liberação da água adsorvida.

10.4.4 Desidratação do lodo

Etapa na qual é feita a remoção de umidade do lodo, com o uso de equipamentos tais como: centrífuga, filtro prensa ou belt press.

As características de cada tipo de equipamento são apresentadas na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2: Características dos equipamentos utilizados para desidratação do lodo.

Tipo de desidratação	Centrífuga	Belt Press	Filtro Prensa
Umidade do lodo	75 - 85	70 - 82	55 – 70
Taxa de recuperação (%)	95 - 99	90 - 98	95 – 99
Vantagens	Fácil controle operacional e reduzida área de instalação.	Obtenção de um lodo tratado com umidade relativamente baixa, fácil monitoramento e baixo consumo elétrico e químico.	Obtenção de lodo com baixa umidade.
Desvantagens	Obtenção de um lodo tratado com alta umidade, alto ruído operacional e alto consumo de eletricidade.	Difícil controle da injeção de produtos químicos.	Alto custo de instalação, difícil controle operacional e alta concentração de SS inorgânico no lodo.

Fonte: Kurita Handbook, [199?]

A escolha dentre eles depende das características do lodo a ser tratado, das vantagens e desvantagens de cada equipamento e do custo.

10.4.5 Secagem do lodo

Etapa na qual é feita a secagem do lodo, com o uso de secador térmico. A secagem térmica do Lodo é um processo de redução de umidade através de evaporação de água para a atmosfera com a aplicação de energia térmica, podendo-se obter teores de sólidos da ordem de 90 a 95%. Com isso, o volume final do lodo é reduzido significativamente.

10.5 Tratamento terciário

O tratamento terciário, que é um processo químico, é feito para reduzir a DBO, os nutrientes, os patogênese as substâncias tóxicas. O tratamento terciário pode ser empregado com a finalidade de se conseguir remoções adicionais de poluentes em águas

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

residuárias, antes de sua descarga no corpo receptor e/ ou para recirculação em sistema fechado. Essa operação é também chamada de “polimento”. Em função das necessidades de cada indústria, os processos de tratamento terciário são muito diversificados; no entanto pode-se citar as seguintes etapas: filtração, cloração ou ozonização para a remoção de bactérias, absorção por carvão ativado, e outros processos de absorção química para a remoção de cor, redução de espuma e de sólidos inorgânicos tais como: eletrodiálise, osmose reversa e troca iônica.

11 TIPOS DE TRATAMENTO

11.1 Tratamento biológico

O objetivo do tratamento de efluentes consiste na remoção da poluição presente (inorgânica ou orgânica) pelo uso de processos químicos, físicos e biológicos para posterior lançamento nos corpos receptores. O tratamento físico visa a retirada do material particulado em suspensão; o biológico, a remoção da carga orgânica solúvel presente; e o químico, redução de DQO (Demanda Química de Oxigênio), os nutrientes, os
patógenos e as substâncias tóxicas.

O tratamento biológico consiste na decomposição da matéria orgânica do efluente, através da utilização de microorganismos. Este tipo de tratamento é amplamente dividido em tratamento aeróbio e anaeróbio.

11.1.1 Tratamento Biológico Aeróbio

No tratamento biológico aeróbio, os microorganismos, mediante processos oxidativos, degradam as substâncias orgânicas, que são assimiladas como "alimento" e fonte de energia. Dentre os processos aeróbios, o processo de lodo ativado é um dos mais aplicados e também, de maior eficiência. O termo lodo ativado designa a massa microbiana floculenta que se forma quando esgotos e outros efluentes biodegradáveis são submetidos à aeração. No tanque de aeração, ocorrem as reações que conduzem a metabolização dos compostos biotransformáveis. É essencial que se tenha boa mistura e aeração. No decantador secundário, ocorre a separação do lodo, biomassa, proveniente do tanque de aeração.

Os fatores que influenciam o tratamento biológico por lodos ativados são:

. pH: o valor do pH deverá estar entre 6,0 – 8,0. Para valores entre 3,0 – 5,0, haverá formação de fungos e má sedimentação de lodo. Já no caso de valores entre 8,0 – 10,0, a transparência da água será comprometida, com lodo de aparência amarelo-marrom;

. temperatura: a temperatura adequada para o tratamento varia entre 20º e 30ºC;

. oxigênio dissolvido (OD): controlar entre 1 e 4 ppm;

. nutrientes: para que o tratamento de efluentes seja eficiente, como regra geral a relação mássica entre os nutrientes deve obedecer a relação:

DBO(C): N : P : = 100: 5 : 1

ou seja, para cada 100g de matéria orgânica (DBO) presente no efluente, são necessários 5g de nitrogênio (N) e 1g de fósforo (P).

A falta de nutrientes N / P ocasionará a formação de flocos dispersos e crescimento de bactérias filamentosas, o que prejudicará a eficiência do tratamento do efluente. Assim, a adição de nutrientes (produtos a base P e/ou N) pode ser necessário para garantir a performance do processo de tratamento biológico.

11.1.2 Tratamento biológico anaeróbio

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

No tratamento biológico anaeróbio, são utilizadas bactérias anaeróbias para decomposição das substâncias orgânicas presentes no efluente. O esgoto ou lama é introduzido em um tanque fechado sob condições anaeróbias (reator anaeróbio) e às vezes aquecido, com o intuito de agilizar a digestão. O tempo de retenção no tanque varia entre alguns dias ou semanas. O tratamento anaeróbio é geralmente apropriado para tratamento de efluentes contendo altas concentrações de substâncias orgânicas.

11.2 Tratamento de Efluentes por Processo de Lodo Ativado

O tratamento biológico por lodos ativados é atualmente o mais utilizado para a depuração de efluentes sanitários e industriais caracterizados por contaminação de carga orgânica e produtos nitrogenados, representando um sistema de tratamento com baixo custo de investimento e alta taxa de eficiência (remoção de DBO/DQO).

Nas indústrias, o efluente tratado através deste processo pode ser reutilizado como água industrial, o que proporciona uma relação custo x benefícios extremamente favorável.

O princípio deste processo é a aceleração da oxidação e decomposição natural da matéria orgânica que acontece nos corpos hídricos receptores. Parte da matéria orgânica é convertida em biomassa bacteriana e parte é mineralizada para CO2e H2O. A biomassa bacteriana pode ser separada do despejo tratado por simples decantação.

O sistema de lodo ativado é composto dos seguintes equipamentos:

11.2.1 Tanque de aeração (reator biológico)

Local onde ocorre os processos de biodegradação. No tanque ocorre a depuração otimizada do efluente (doméstico ou industrial), simulando o que ocorre nos corpos hídricos receptores de poluição orgânica.
O reator biológico possui volume reduzido e alta concentração de microrganismos, denominados Lodos Ativados, que realizam os seguintes mecanismos de depuração:
. captura física do material em suspensão;
. absorção física, seguida de bioabsorção por ação enzimática;
. oxidação da matéria orgânica e síntese de novas células

11.2.2 Sistema de aeração

Fornecimento de oxigênio necessário a biodegradação aeróbica. No sistema de lodos ativados convencional, o lodo permanece no sistema de 4 a 10 dias. Com este período, a biomassa retirada no lodo excedente requer ainda uma etapa de estabilização no tratamento do lodo, por conter ainda um elevado teor de matéria orgânica na composição de suas células.

A aeração deve fornecer oxigênio necessário ao desenvolvimento das reações biológicas. A quantidade de oxigênio requerida é função da idade do lodo e da carga mássica, dependendo, portanto, da velocidade de crescimento bacteriano e da respiração endógena.

O oxigênio consumido nos reatores biológicos é na maioria dos casos fornecido pelo ar atmosférico; a transferência do oxigênio do ar para o tratamento de efluentes é realizada por diferentes tipos de equipamentos. Existem duas formas principais de produzir a aeração artificial:

. aeração por ar difuso: introduzir ar ou oxigênio no líquido;

. aeração superficial ou mecânica: causa um grande turbilhonamento, expondo o líquido, na forma de gotículas ao ar, desta maneira, ocasionando a entrada do ar atmosférico no meio líquido.

11.2.3 Sistemas de aeração mecânica

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

Os principais mecanismos de transferência de oxigênio por aeradores superficiais mecânicos são:
. transferência do oxigênio atmosférico às gotas e finas películas de líquidos aspergidos no ar;
. transferência do oxigênio na interface ar-líquido, onde as gotas em queda entram em contato com o líquido no reator;
. transferência de oxigênio por bolhas de ar transportadas da superfície ao seio da massa líquida

11.2.4 Sistemas de aeração por ar difuso

É feito por difusores submersos no líquido, tubulações distribuidoras de ar, tubulações de transporte de ar, sopradores e outros meios onde passa o ar. O ar é introduzido próximo ao fundo do reator biológico, para evitar a sedimentação do lodo, sendo que o oxigênio é transferido ao meio líquido devido ao empuxo exercido na bolha de ar, fazendo com que a mesma se eleve à superfície.

11.2.5 Tanque de decantação (decantador secundário)

Separação da água tratada da biomassa formada. Os decantadores secundários exercem um papel fundamental no processo de lodos ativados, sendo responsáveis pelos seguintes fenômenos:
. separação dos sólidos em suspensão presentes no reator, permitindo a saída de um efluente clarificado;
. adensamento dos sólidos em suspensão no fundo do decantador, permitindo o retorno do lodo com concentração mais elevada;
. armazenamento dos sólidos em suspensão no decantador, complementando o armazenamento realizado no reator.

A sedimentação é uma etapa fundamental para o processo de lodos ativados, ou seja, sua adequada operação depende o sucesso da estação como um todo. Os decantadores secundários são geralmente, a última unidade do sistema, determinando a qualidade final do efluente, em relação a sólidos em suspensão, DBO e nutrientes.

11.3 Fossas sépticas

Nos locais não servidos por rede coletora pública de esgotos, os esgotos das residências e demais edificações aí existentes, deverão ser lançados em um sistema de fossa séptica e unidades de disposição final de efluentes líquidos no solo, dimensionados e operados conforme normas NBR 7229 e NBR 13969.

Fossa séptica é um dispositivo de tratamento de esgotos destinado a receber a contribuição de um ou mais domicílios e com capacidade de dar aos esgotos um grau de tratamento compatível com a sua simplicidade e custo.

Como os demais sistemas de tratamento, deverá dar condições aos seus efluentes de:
- Impedir perigo de poluição de mananciais destinados ao abastecimento domiciliário;
- Impedir alteração das condições de vida aquática nas águas receptaras;
- Não prejudicar as condições de balneabilidade de praias e outros locais de recreio e esporte;
- Impedir perigo de poluição de águas subterrâneas, de águas localizadas (lagos ou lagoas), de cursos de água que atravessem núcleos de população, ou de águas utilizadas na dessedentação de rebanhos e na horticultura, além dos limites permissíveis, a critério do órgão local responsável pela Saúde Pública.

Fossas sépticas são câmaras convenientemente construídas para reter os despejos domésticos e/ou indústrias, por um período de tempo especificamente estabelecido, de modo a permitir sedimentação dos sólidos e retenção do material graxo contido nos esgotos, transformando-os bioquimicamente,em substâncias e compostos mais simples e estáveis.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

De acordo com a definição, o funcionamento das fossas sépticas pode ser explicado nas seguintes fases do desenvolvimento do processo:

. Retenção do esgoto: O esgoto é detido na fossa por um período racionalmente estabelecido, que pode variar de 24 a 12 horas, dependendo das contribuições afluentes;

. Decantação do esgoto: simultaneamente à fase anterior, processa-se uma sedimentação de 60 a 70%dos sólidos suspensos contidos nos esgotos, formando-se uma substância semi-líquida denominada de lodo. Parte dos sólidos não sedimentados, formados por óleos, graxas, gorduras e outros materiais misturados com gases, emerge e é retida na superfície livre do líquido, no interior da fossa séptica, os quais são comumente denominados de escuma;

. Digestão anaeróbia do lodo: Ambos, lodo e escuma, são atacados por bactérias anaeróbias, provocando destruição total ou parcial de material volátil e organismos patogênicos;

- Redução de volume do lodo: Do fenômeno anterior, digestão anaeróbia, resultam gases, líquidos e acentuada redução de volume dos sólidos retidos e digeridos, que adquirem características estáveis capazes de permitir que o efluente líquido das fossas sépticas possa ser disposto em melhores condições de segurança.

A fossa séptica é projetada de modo a receber todos os despejos domésticos (de cozinhas, lavanderias domiciliares, lavatórios, vasos sanitários, bidês, banheiros, chuveiros, mictórios, ralos de piso de compartimentos interiores, etc.),ou qualquer outro despejo, cujas características se assemelham às do esgoto doméstico. Em alguns locais é obrigatória a intercalação de um dispositivo de retenção de gordura (caixa de gordura) na canalização que conduz os despejos das cozinhas para a fossa séptica.

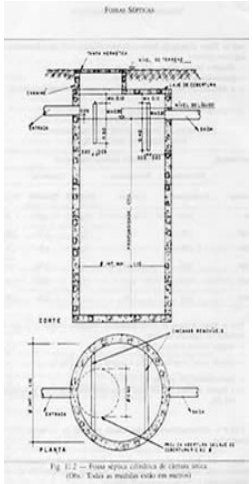


Figura 2 : Esquemático de uma fossa séptica
Fonte: Snatural, [199?]

São também vetados os lançamentos diretos de qualquer despejo que possam, por qualquer motivo, causar condições adversas ao bom funcionamento das fossas sépticas ou que apresentem um elevado índice de contaminação por microorganismos patogênicos.

11.3.1 De bem com a fossa séptica

• Faça um diagrama preciso que mostre a localização do tanque e de seus tubos de acesso para saber exatamente onde se encontra a fossa no terreno;

• Evite planta de raiz muito profunda em áreas próximas, assim como outras atividades que possam ser prejudiciais ao sistema;

• Mantenha um registro de limpezas, inspeções e outras manutenções, sempre incluindo

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

nome, endereço e telefone dos técnicos que efetuaram os serviços;

• Faça com que a área sobre a fossa permaneça limpa, quando muito apenas com uma cobertura de grama ou relva. Raízes de árvores ou arbustos podem entupir e danificar as linhas de dreno;

• Evite que automóveis estacionem sobre a área e não deixe que equipamentos pesados sejam colocados no local;

• Não planeja nenhuma construção como piscinas e calçadas perto da fossa;

• Não verta demasiada água sobre o sistema, nem permita que a chuva consiga adentrá-lo. Quando inundada com mais água do que pode absorver, a fossa reduz sua capacidade de escoarem resíduos e esgoto, aumentando o risco de os efluentes se agruparem na superfície do solo.
• Não escoe para a fossa materiais que não são biodegradáveis, tais como plásticos, fraldas e absorventes, papel higiênico e guardanapos, já que esses detritos podem encher o tanque e entupir o sistema;

• Não descarte óleos de cozinha e outras gorduras no ralo da pia, já que tais alimentos se solidificam e entopem o campo de absorção da terra;

• Não permita que tintas, óleos de motor de automóvel, pesticidas, fertilizantes e desinfetantes entrem no sistema séptico. Essas substâncias podem atravessá-lo diretamente, contaminando os terrenos em volta da fossa e matando os microrganismos que decompõem os resíduos;

• Use água fervente para desentupir ralos, em substituição a quaisquer produtos cáusticos. Além disso, faça a limpeza do banheiro e da cozinha com um detergente moderado.

11.4 Difusores

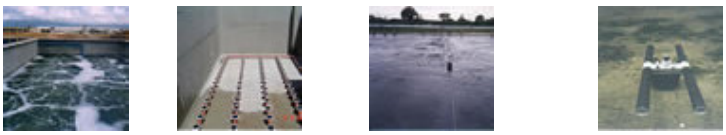
A aeração no tratamento de efluentes com difusores, proporciona economia de água e energia. Quando comparados aos aeradores, os difusores apresentam maior eficiência, são mais seguros e, têm menor custo. Além destes fatores técnicos, os difusores não geram aerossóis (que é a principal causa de doenças graves e altamente prejudiciais á saúde).

Os mais modernos difusores apresentam a seguinte as seguintes características:

. Roscáveis: ao invés de colados, evitando-se assim troca da tubulação quando em provável manutenção.

. Com válvula de retenção: evitando-se assim a entrada do lodo na tubulação principal (quando ocorre o rompimento da membrana).

. Fechamento por Abraçadeiras: evitando-se o desgaste do aperto rosqueado sobre o elastômero.



(1) (2) (3) (4)

Figura 3: Fotos da instalação de um sistema de aeração: 1: tanque de aeração; 2: disco; 3: sistema de ar difuso; 4: tubular
Fonte: Enasa Engenharia e Comercio Ltda., [199?]

12 REUSO DE ÁGUA

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

O reuso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim, para suprir a necessidade de outros usos benéficos. A reutilização de água ou o uso de águas residuárias não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos.

Neste sentido, deve-se considerar o reuso de água como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água.

Ao liberar as fontes de água de boa qualidade para abastecimento público e outros usos prioritários, o uso de esgotos contribui para a conservação dos recursos e acrescenta uma dimensão econômica ao planejamento dos recursos hídricos. O reuso reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior

A reutilização de água pode ser :

12.1 Reuso indireto não planejado da água

Ocorre quando a água, utilizada em alguma atividade, é descarregada no meio ambiente e novamente e utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada.

12.2 Reuso indireto planejado da água

Ocorre quando os efluentes depois de tratados são descarregados de forma planejada nos corpos de águas, para serem utilizadas a jusante, de maneira controlada, no atendimento de algum uso benéfico. O reuso indireto planejado da água pressupõe que exista também um controle sobre as eventuais novas descargas de efluentes no caminho, garantindo assim que o efluente tratado estará sujeito apenas a misturas com outro efluentes que também atendam ao requisitos de qualidade do reuso objetivado.

Reuso direto planejado das águas: ocorre quando os efluentes, após tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso, não sendo descarregados no meio ambiente. É o caso com maior ocorrência, destinando-se a uso em indústria ou irrigação.

12.3 Reciclagem de água

É o reuso interno da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição. Essas tendem, assim, como fonte suplementar de abastecimento do uso original. Este é um caso particular do reuso direto planejado.

De acordo com a Abes (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambienta)l, podemos classificar as águas de reuso em dois grandes grupos que permitem um melhor entendimento: reuso potável e reuso não potável.

12.4 Classificação das águas de reuso

12.4.1 Reuso potável direto

Reuso potável direto é quando, através de um tratamento avançado, o esgoto tratado é reutilizado no sistema de água potável.

12.4.2 Reuso potável indireto

Reuso potável indireto: quando o esgoto, após tratamento, é inserido em águas superficiais ou subterrâneas para diluição e purificação natural e posteriormente captada, tratada e disposta para uso potável.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

12.4.3 Reuso Não Potável

Reuso não potável pode ser dividido em várias categorias, de acordo com sua finalidade de uso:
. Fins Agrícolas: para irrigação de plantas alimentícias e plantas não alimentícias e para dessedentação de animais.
. Fins Industriais (não potáveis): utilização em caldeiras, águas de processo, refrigeração, etc.
. Fins recreacionais (não potáveis): irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques, etc.
. Fins domésticos (não potáveis): rega de jardins, descargas sanitárias, etc.
. Manutenção de vazões: visa uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras carreadas a corpos de água.
. Aqüicultura: produção de plantas aquáticas e peixes.

13 MEDIDAS DE POLUIÇÃO

Uma medida da força poluidora do efluente pode ser dada pela demanda biológica de oxigênio (DBO), que se define como a quantidade de oxigênio dissolvido, consumido na incubação de um dado efluente, por determinado tempo, a 20° C. Se o período for de 5 dias chama-se de DBO5.

A demanda química de oxigênio (DQO) é outra indicação do oxigênio necessário para oxidar a carga orgânica de um efluente e define-se como sendo igual ao número de miligramas de oxigênio que um litro de amostra do efluente absorverá de uma solução ácida e quente de dicromato de potássio. Como várias substâncias são oxidadas nestas condições, a DQO é normalmente maior que a DBO. Sua principal vantagem sobre a DBO é que é mais fácil e rápida para determinar, cerca de duas horas por métodos tradicionais.

14 CONTROLE DE ODORES

Os odores são formados principalmente por compostos de enxofre na forma de sulfetos (S^{-} e S^{-2}) que ocorrem em condições anaeróbias, na decomposição das proteínas. Entre os produtos formados em decomposições anaeróbicas encontramos o NH_3, Aminas, CO_2, Ácidos Orgânicos, Idolescatol, Mercaptanas e o Gás Sulfídrico (H_2S) .

Várias bactérias anaeróbias produzem o H_2S, podendo se originar a partir do sulfato existente normalmente nas águas ou na decomposição de proteínas sulfurosas:

	Bactéria		Bactéria		Bactéria		Bactéria	
SO_4	→	SO_3	→	H_2SO_2	→	H_4SO_2	→	H_2S
	+2H		**+2H**		**+2H**		**+2H**	
	$-H_2O$		**$-H_2O$**				**$-2H_2O$**	

O *Desulfovibrio desulfuricans* , causador de corrosão industrial, produz H2S a partir de sulfatos e íons de ferro existentes na água e, posteriormente, produz o Sulfeto de Ferro (FeS):

$10\ H^+ + SO_4 + 4\ Fe \rightarrow H_2S + 4\ Fe^{+2} + 4H_2O$

$H_2S + 1Fe^{+2} \rightarrow FeS \rightarrow + 2H^+$

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

14.1 Reação do Ácido Sulfídrico (H_2S):

O ácido sulfídrico, na presença de oxigênio, se oxida, via química ou biológica, transformando-se em ácido sulfúrico (H_2SO_4), que prontamente reage com a alcalinidade da água ou com minerais presentes, transformando-se em compostos inofensivos.

$$H_2S + 2\,O_2 \rightarrow H_2SO_4$$

Reação do H_2SO_4:

1- Com Fosfatos Naturais produzindo Sulfato de Magnésio :

$H_2SO_4 + Mg(H_2PO_4)_2, + 2H_2O$ ------> $2(H_3PO_4) + MgSO_4.2H_2O$

2- Com alcalinidade natural da água produzindo Sulfato de Cálcio:

$H_2SO_4 + Ca(HCO_3)_2$ -------> $CaSO_4 + 2H_2O + CO_2$

No caso de despejos industriais malcheirosos como os condensados de cocção para recuperação de proteínas das carcaças de animais ou os lodos de material fecal, não devem ser lançados na rede de esgotos e sim diretamente nos tanques de aeração ou nos digestores das estações de tratamento. Em presença de oxigênio não se forma gás sulfídrico.

A eliminação de H_2S pode ser feita por outros oxidantes: requer aproximadamente ou 2 Kg de cloro, ou 0,5 Kg de oxigênio, ou 1,6 Kg de anidrido nítrico ou 1 Kg de nitrato de sódio. Aeração que produza pequenos volumes de ar como por exemplo, aeração com oxigênio puro e a aeração com ar difuso de bolhas finas em tanques profundos por ser usada para minimizar o desprendimento de odores. O emprego de aeradores superficiais propicia o contato do esgoto com consideráveis volumes de ar contribuindo para espalhar os odores a longas distâncias. Os processos de desodorização contemplam também o uso de ozônio, peróxido, filtros de carvão ativo e difusão do ar viciado em tanques de lodos ativados, por meio de micro-bolhas.

Conclusões e recomendações

O tratamento da água a ser consumida e dos efluentes devem ser feitos com controle rigoroso, atendendo todas as legislações para desta maneira, garantir a água potável e o não lançamento de dejetos nos mares e rios que são os responsáveis pela poluição dos mesmos. O controle da eficiência dos tratamento realizados deve ser feito periodicamente, através das análises mencionadas neste dossiê.

Referências

BARCELLOS, C.H.; CARVALHO, A.R.P. **Tratamentos biológicos de efluentes**. Kurita – Soluções em Engenharia de Tratamento de Água. Disponível em:< http://www.kurita.com.br >. Acesso em: 28 set. 2007.

BRASIL ESCOLA. **Hidróxido de sódio**. Disponível em: <http://www.brasilescola.com/quimica/hidroxido-de-sodio.htm>. Acesso em: 13 nov. 2007.

ENASA. **Tratamento de água industrial**. Disponível em:<http://enasa.com.br/tratamento-de-agua.php>. Acesso em: 28 ago. 2007.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

MELCHIOR, S.C. et. all. **Tratamento de efluentes por processo de lodos ativados**. Centro Superior de Educação Tecnológica (CESET) – UNICAMP – Curso de Tecnologia em Saneamento Básico – Laboratório de Pesquisas Ambientais – Lapa. Disponível em: <http://www.ceset.unicamp.br/lte/Artigos/3fec2413.pdf >. Acesso em: 11 set. 2007.

PAPA, J.L. **Minimização de efluentes no processo industrial**. Acqua Engenharia. Disponível em: <http://www.acqua.com.br/mepi.pdf>. Acesso em: 12 set. 2007.

PASTOR, J.R; CARVALHO, A.R.P.; ZIBORDI, G. **Tratamento químico para estações de tratamento de água. Kurita** – Soluções em Engenharia de Tratamento de Água. Disponível em:< http://www.kurita.com.br >. Acesso em: 28 set. 2007.

SNATURAL. **Efluentes**. Disponível em:<http://www.snatural.com.br/Efluentes.htm>. Acesso em: 11 set. 2007.

UFPE. **Processos de tratamento de efluentes**. Disponível em: <http://www.deq.ufpe.br/disciplinas/Processos%20Qu%C3ADmicos%20de%20Tratamento%20de%20Efluentes.pdf>. Acesso em: 12 set. 2007.

UNIÁGUA. Estação de tratamento. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=tratamento.htm>. Acesso em: 28 ago. 2007.

UNIVERSIDADE DA ÁGUA. Qualidade das águas. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br>. Acesso em: 08 ago. 2007.

UNIVERSIDADE DA ÁGUA. Legislação. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br>. Acesso em: 08 ago. 2007.

UNIVERSO AMBIENTAL. **Considerações básicas sobre reuso de água**. Disponível em: <http://www.universoambiental.com.br/AGUA/Agua_REUSO.htm>. Acesso em: 28 ago. 2007.

Anexos

1 LEGISLAÇÃO

O Código de água, estabelecido pelo Decreto Federal n.º 24.643, de 10 de julho de 1934**,** consubstancia a legislação básica brasileira de águas. Considerado avançado pelos juristas, haja vista a época em que foi promulgado, necessita de atualização, principalmente para ser ajustado à Constituição Federal de 1988, à Lei nº 9.433, de 08 de Janeiro de 1997, e de regulamentação de muitos de seus aspectos.

O referido Código assegura o uso gratuito de qualquer corrente ou nascente de água para as primeiras necessidades da vida e permite a todos usarem as águas públicas, conformando-se com os regulamentos administrativos. Impede a derivação das águas públicas para aplicação na agricultura, indústria e higiene, sem a existência de concessão, no caso de utilidade pública, e de autorização nos outros casos; em qualquer hipótese, dá preferência à derivação para abastecimento das populações.

O Código de águas estabelece que a concessão ou a autorização deve ser feita sem prejuízo da navegação, salvo nos casos de uso para as primeiras necessidades da vida ou previstos em lei especiais. Estabelece, também, que a ninguém é lícito conspurcar ou contaminar as águas que não consome, com prejuízo a terceiros.

Ressalta ainda, que os trabalhos para a salubridade das águas serão realizados à custa dos infratores que, além da responsabilidade criminal, se houver, responderão pelas perdas e danos que causarem e por multas que lhes forem impostas pelos regulamentos administrativos. Também esse dispositivo é visto como precursor do princípio usuário-pagador, no que diz respeito ao uso para assimilação e transporte de poluentes.

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

Decreto nº 50.877, de 29 de junho de 1961: Dispõe sobre o lançamento de resíduos tóxicos ou oleosos nas águas interiores ou litorâneas do país e dá outras providências.

Decreto nº 78.171, de 2 de agosto de 1976: Dispõe sobre o controle e fiscalização sanitária das águas minerais destinadas ao consumo humano.

Decreto n.º 89.336, de 31/01/84: Dispõe sobre as reservas Ecológicas e áreas de relevante Interesse Ecológico.

Decreto n.º 99.274, de 06/06/90: Regulamenta a Lei n.º6.938, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.

Lei n.º 4.771, de 15/09/65: Código Florestal.

Lei nº 5318, de 26 de setembro de 1967: Institui a Política Nacional de Saneamento e cria o Conselho Nacional de Saneamento.

Lei n.º 5.357, de 07/12/67: Estabelece penalidades para embarcações e territoriais Marítimas ou fluviais que lançaram detritos ou óleo em águas brasileiras.

Lei n.º 6.938, de 31/08/81: Dispõe a Política Nacional do Meio Ambiente.

Lei n.º 7.661, de 16/05/88: Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.

Lei n.º 9.433, de 08/ 01/97: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Resolução n.º 04, de 18/09/85: Define Reservas Ecológicas.

Resolução n.º 20, de 18/06/86: Classifica as águas segundo seus usos preponderantes.

2 FORNECEDOR

ENGETECNO – Engenharia e Projetos
Poços de Caldas – MG
Fone: (0XX35) 3591-4701
http://www.engetecno.com.br
(projetos de estações de tratamento de efluentes)

IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica
São Paulo – SP
Fone: (0XX11) 3227-4742 / 3326-9876 / 9234-2350
http://www.idhea.com.br
e-mail: idhea@idhea.com.br

PERMEÁGUA – Osmose Reversa
São Paulo – SP
Fone: (0XX11) 3975-1883
http://www.permeagua.com.br
e-mail: osmose@permeagua.com.br
(fornecedor de equipamentos para tratamento de água)

Nome do técnico responsável

Lílian Guerreiro

Nome da Instituição do SBRT responsável

REDETEC – Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br

Data de finalização

14 nov. 2007

Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT - http://www.respostatecnica.org.br