



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
CONSULTORES DE ENGENHARIA



Associação Paulista de Empresas
de Consultoria e Serviços em
Saneamento e Meio Ambiente

sinaenco

Boletim do Saneamento

**Orientador para Operação e Manutenção de
Sistemas de Abastecimento de Água - SAA e
Sistemas de Esgotamento Sanitário – SES**

Janeiro de 2024

ABCE - Associação Brasileira de Consultores de Engenharia

APECS – Associação Paulista de Empresas de Consultoria e Serviços em Saneamento e Meio Ambiente

SINAENCO – Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva

Sumário

1. APRESENTAÇÃO	4
2. OBJETIVO E USO DO ORIENTADOR	5
2.1 OBJETIVO	5
2.2 USO DO ORIENTADOR E SUAS LIMITAÇÕES	5
2.3 PESSOAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	5
3. INFORMAÇÕES TÉCNICAS – REGISTRO DOS SISTEMAS EXISTENTES	7
3.1 LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES	7
3.2 INFORMAÇÕES TÉCNICAS DAS UNIDADES	7
3.3 POPULAÇÃO ATENDIDA, VAZÕES E CARGAS ORGÂNICAS	7
3.4 DADOS OPERACIONAIS DOS SISTEMAS	7
4. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	8
4.1 QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA À POPULAÇÃO	8
4.2 SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA	9
4.2.1 Cuidados na escolha do ponto de captação	11
4.3 ADUTORAS DE ÁGUA BRUTA E DE ÁGUA TRATADA	12
4.3.1 Classificação das Adutoras:	12
4.3.2 Cuidados operacionais gerais	13
4.3.3 Corrosão e incrustação nas adutoras de água tratada	14
4.4 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA	14
4.5 TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA	15
4.6 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA CONVENCIONAL	15
4.6.1 Etapas de Tratamento de uma ETA convencional	15
4.6.2 Desinfecção, correção de pH (quando necessário) e fluoretação	16
4.6.3 Equipamentos, operação e programa de manutenção	17
4.6.4 Lavagem dos filtros	18
4.6.5 Limpeza dos Decantadores	19
4.6.6 Produtos químicos e o manuseio adequado deles na estação de tratamento de água	19
4.7 RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO	20
4.8 REDES DE DISTRIBUIÇÃO E HIDRÔMETROS	21
5. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	24
5.1 VAZÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS	24
5.2 PARÂMETROS DE CARACTERIZAÇÃO DOS ESGOTOS DOMÉSTICOS	24

5.3 NÍVEIS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS	27
5.4 MONITORAMENTO E OPERAÇÃO DAS UNIDADES DE TRATAMENTO PRELIMINAR	28
5.4.1 Monitoramento do tratamento preliminar	28
5.4.2 Operação do tratamento preliminar	28
5.4.3 Protocolo operacional e de limpeza das grades	29
5.4.4 Protocolo operacional e de limpeza de caixas de areia	30
5.4.5 Protocolo operacional do medidor Parshall	31
5.4.6 Principais problemas operacionais nas unidades de tratamento preliminar	31
5.4.7 Problemas operacionais com o esgoto bruto e com o tratamento preliminar e possíveis soluções	32
5.5 PRÁTICAS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS UNIDADES DE TRATAMENTO BIOLÓGICO	32
5.5.1 Impactos decorrentes da entrada indevida de sólidos não removidos no tratamento preliminar	33
5.6 SUBPRODUTOS DO TRATAMENTO DE ESGOTOS GERADOS NAS ETES	34
5.7 MONITORAMENTO DAS UNIDADES DE TRATAMENTO BIOLÓGICO	35
5.8 PRÁTICAS OPERACIONAIS: O DESCARTE DE LODO	35
5.8.1 Protocolo operacional de descarte de lodo	36
5.8.2 Monitoramento e operação dos leitos de secagem de lodo	37
5.8.3 Remoção de Escuma	37
5.9 PRINCIPAIS PROBLEMAS OPERACIONAIS NAS UNIDADES DE TRATAMENTO BIOLÓGICO	38
5.9.1 Problemas operacionais e possíveis soluções: reator UASB	39
5.9.2 Problemas operacionais e possíveis soluções: tanque séptico/filtro anaeróbio	40
5.9.3 Problemas operacionais e possíveis soluções: lagoas anaeróbias	41
5.9.4 Problemas operacionais e possíveis soluções: lagoas facultativas	42
5.10 REDES COLETORAS	44
5.10.1 OPERAÇÃO DAS REDES COLETORAS, PRINCIPAIS PROBLEMAS E SUAS AÇÕES CORRETIVAS	45
5.10.2 IDENTIFICAÇÃO DE LIGAÇÕES CLANDESTINAS	49
5.10.3 CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTOS	49
5.10.4 PLANEJAMENTO DOS SERVIÇOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE REDES COLETORAS DE ESGOTOS	50
5.10.5 MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA	50
5.11 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO	51

5.11.1 PARTES CONSTITUINTES DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS	51
5.11.2 PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS	52
5.11.3 RECOMENDAÇÕES PARA OPERAÇÃO	53
6. BIBLIOGRAFIA	55

1. APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta um Orientador para Operação e Manutenção de Sistemas de Abastecimento de Água - SAA e Sistemas de Esgotamento Sanitário - SES.

2. OBJETIVO E USO DO ORIENTADOR

2.1 OBJETIVO

O objetivo do presente Orientador é o de apresentar as informações mínimas necessárias que deverão ser observadas pelos encarregados e operadores das unidades de SAA e SES de municípios autônomos, que permitam a correta operação e manutenção dos sistemas. São feitas considerações básicas, porém fundamentais, sobre os fatores que possam interferir na operação e desempenho das diversas unidades.

Justifica-se a observância aos procedimentos adequados para operação e manutenção dos sistemas por tratar-se de procedimentos que visam manter o bom funcionamento dos equipamentos, evitando a sua depreciação, bem como garantir que todas as unidades estejam funcionando a contento para cumprir seu objetivo final: nos SAAs garantir as condições de potabilidade das águas destinadas ao consumo humano e nos SES garantir as condições e os padrões de lançamento de efluentes sanitários a fim de atender aos padrões de emissão e qualidade dos corpos d'água vigentes na legislação de controle de poluição das águas.

2.2 USO DO ORIENTADOR E SUAS LIMITAÇÕES

Este Orientador é redigido em linguagem simples, porém se destina principalmente aos encarregados das unidades que compõem o SAA e SES do município que, preferencialmente, deverão ser profissionais com, no mínimo, nível técnico. Caso seja necessário ou conveniente este profissional poderá preparar, a partir deste Orientador, um “manual do operador” com linguagem adequada ao nível de escolaridade dos operadores e/ou pessoal da manutenção.

Como mencionado no item **2.1 OBJETIVO**, este Orientador apresenta suas limitações, tendo em vista que as sugestões aqui apontadas devem ser ampliadas/complementadas e adaptadas às especificidades de cada município e às particularidades dos seus sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário implantados. Tampouco este Orientador esgota o assunto ou pretende substituir as especificações técnicas de equipamentos e unidades fornecidas pelos fabricantes.

2.3 PESSOAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

O dimensionamento da equipe de operação e manutenção guarda ligação direta com o porte do município, a disposição geográfica das unidades de SAA e SES e a complexidade operacional dos sistemas implantados. O município poderá realizar as operações do SAA e SES com pessoal próprio ou contratado. Porém, recomenda-se partir da seguinte equipe mínima necessária e ajustá-la conforme as necessidades e particularidades de cada município:

- 1 (um) encarregado da ETE, com nível de escolaridade mínima - 2º grau ou técnico;
- 1 (um) encarregado da ETA, com nível de escolaridade mínima - 2º grau ou técnico
- 1 (um) laboratorista, com nível de escolaridade mínima - 2º grau ou técnico;
- 4 (quatro) operadores, para trabalhar em regime de turnos, com nível de escolaridade mínima - 1º grau;
- 3 (três) ajudantes, preferencialmente alfabetizados.

3. INFORMAÇÕES TÉCNICAS – REGISTRO DOS SISTEMAS EXISTENTES

O órgão operador dos sistemas (DAE, SAAE, autarquia municipal etc.) deverá manter sempre o registro/inventário das informações básicas das unidades existentes, atualizá-las e revisá-las com frequência adequada, de modo a manter, a qualquer tempo, as informações atualizadas e de fácil consulta.

A seguir são apresentados os principais tópicos a serem registrados:

3.1 LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES

Elaborar e manter atualizado um, ou mais, croqui do SAA e SES, com identificação geográfica de todas as unidades constituintes dos sistemas, áreas atendidas pelos sistemas, nomenclatura dos sistemas, e das unidades que compõem cada sistema ou subsistema. As informações deverão ser suficientes para que qualquer pessoa, não só o operador, identifique a unidade implantada e sua localização.

A elaboração de um Fluxograma Geral de cada sistema, ou subsistema a depender do porte, é de grande importância para uso dos operadores e responsáveis pelos sistemas na identificação, planejamento, visualização e documentação de qualquer intervenção que seja necessária, tanto a nível de operação quanto a nível de manutenção preventiva.

3.2 INFORMAÇÕES TÉCNICAS DAS UNIDADES

Cada unidade, seja rede/coletor/interceptor, estação de tratamento de esgoto - ETE, emissário final de esgoto (identificar o corpo receptor dos efluentes tratados e suas características), rede de abastecimento de água, adutora, ETA, estações elevatórias de esgoto e de água, captação de água (identificar o manancial), reservatórios, poços de abastecimento (mananciais subterrâneos), etc. deverá apresentar, em registro formal, suas características físicas e técnicas: dimensões físicas, posição que ocupa dentro do fluxograma geral do processo, função, características técnicas como potência, vazão, número de conjuntos moto bomba disponíveis, volumes bombeados, volumes dos reservatórios de água, vazão de captação, vazão de tratamento de ETA e ETE e/ou de sistemas isolados.

3.3 POPULAÇÃO ATENDIDA, VAZÕES E CARGAS ORGÂNICAS

Manter registro atualizado da população atendida por cada sistema, ou subsistema, com as correspondentes vazões de consumo de água e cargas orgânicas geradas.

3.4 DADOS OPERACIONAIS DOS SISTEMAS

Processamento de Dados e Interpretação

Mensalmente os dados coletados e registrados nas planilhas devem ser avaliados e comparados com os do mês anterior, para verificar a existência de alguma alteração ou tendência de comportamento em termos de diminuição da vazão superficial captada ou rebaixamento da vazão do poço, no consumo de produtos químicos ou na qualidade das águas captadas, por exemplo. Essas alterações, ocorrendo, devem ser anotadas na planilha de dados, e informadas ao responsável superior.

4. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Um sistema de abastecimento de água, em regra geral, é composto por sistema de captação em manancial superficial ou subterrâneo, adutoras de água bruta, estações elevatórias de água bruta, estação de tratamento de água, adutoras de água tratada, estações elevatórias de água tratada, reservatórios de distribuição, redes de distribuição de água e ramais prediais.

A depender das características físicas e topográficas de cada município, algumas unidades podem não ser necessárias, como por exemplo, estações elevatórias de água bruta ou água tratada... Nos tópicos a seguir serão apresentadas noções gerais de cada etapa, bem como os procedimentos operacionais e de manutenção de cada uma delas.

4.1 QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA À POPULAÇÃO

A água própria para o consumo humano, ou água potável, deve obedecer a certos requisitos de ordem:

- organoléptica: não possuir sabor e odor objetáveis;
- física: ser de aspecto agradável; não ter cor e turbidez acima dos limites
- estabelecidos nos padrões de potabilidade;
- química: não conter substâncias nocivas ou tóxicas acima dos limites de
- tolerância para o homem;
- biológica: não conter micro-organismos patogênicos;
- radioativa: não ultrapassar o valor de referência previsto em legislação vigente do Ministério da Saúde.

Planejamento e Coleta de Amostras de Água para Análise

As exigências humanas quanto à qualidade da água crescem com o desenvolvimento técnico e o progresso humano. Com o objetivo de evitar os perigos decorrentes da qualidade inadequada da água, são estabelecidos padrões de potabilidade que apresentam os Valores Máximos Permissíveis (VMP), valores máximos que não podem ser ultrapassados sob risco de trazer riscos à saúde humana e/ou conferir características desagradáveis à água, tornando-a imprópria ao consumo humano.

Para que a água distribuída aos consumidores não ofereça risco à saúde, o ministério da saúde criou a Portaria MS nº. 518/2004. Essa Portaria estabelece os padrões de potabilidade, que servem de parâmetros para a vigilância e o controle da qualidade da água. São os valores máximos permitidos e os valores recomendáveis para alguns parâmetros indicadores da qualidade da água.

O planejamento de coletas de água deve seguir roteiro pré-estabelecido de maneira a obter amostras representativas e resultados confiáveis. Minimamente um bom planejamento de amostragem inclui:

- Registro da metodologia de coleta;
- Especificação do tipo de amostragem (simples ou composta);
- Definição prévia dos pontos de amostragem com boa representatividade do todo;
- Tempo de coleta;
- Métodos de preservação das amostras;
- Transporte das amostras;
- Checagem rotineira dos equipamentos necessários;
- Coletor bem treinado;
- Definição dos parâmetros a serem analisados e da frequência de coleta de cada um deles. Os parâmetros a serem analisados dependerão da qualidade do manancial de abastecimento, variável de um local para outro. Este quesito deverá obedecer aos padrões de potabilidade da legislação vigente (Portaria MS nº. 518/2004 do Ministério da Saúde).

A rotina pré-estabelecida de amostragem não impede que se façam coletas sempre que se notar alterações na qualidade da água em termos de odor, cor, sabor, ou qualquer outro parâmetro, que leve a suspeição de qualquer anormalidade. Caberá à equipe técnica responsável por essa atividade avaliar a conveniência de incluir ou excluir parâmetros, sempre em conformidade com a legislação vigente de potabilidade das águas para consumo humano.

Os resultados deverão ser devidamente registrados e repassados ao operador do sistema para conhecimento. Também devem ser tomadas as providências cabíveis para ajustes no sistema, se necessário, e repassadas as novas orientações ao operador.

4.2 SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA

Água de fácil acesso e boa qualidade é fundamental à saúde e ao bem-estar dos seres humanos. O sistema de abastecimento de água, assim como as demais áreas do saneamento, tem como objetivo proteger a saúde das pessoas. Para um bom planejamento e para o funcionamento correto do sistema é fundamental conhecer as características da bacia hidrográfica na qual o sistema de abastecimento de água está situado.

Para garantir a quantidade e a qualidade da água dos mananciais e das nascentes que os alimentam, deve-se manter a vegetação natural no seu entorno e nas encostas, bem

como tomar alguns cuidados no uso e preparo do solo para diminuir a velocidade das enxurradas e aumentar a infiltração de água no solo. Qualquer alteração no meio ambiente dentro de uma bacia hidrográfica terá consequências em toda a bacia.

As atividades realizadas a montante e a jusante merecem tanto a atenção dos trabalhadores do sistema de água e da comunidade quanto a região em torno do ponto de captação de água. Devem-se impedir ações e atividades que possam prejudicar a quantidade e a qualidade da água do manancial.

A água de qualidade e em quantidade adequada traz muitos benefícios para a população, como:

- Melhoria da saúde e das condições de vida de uma comunidade;
- Diminuição da mortalidade infantil;
- Aumento da esperança de vida da população;
- Diminuição dos casos de doenças veiculadas pela água;
- Adoção de hábitos de higiene pela população;
- Diminuição dos gastos com saúde;
- Facilidade para instalação de comércio e indústrias, onde a água é utilizada como matéria prima ou utilizada no processo produtivo.

Denomina-se de captação o conjunto de equipamentos e instalações utilizados para a tomada de água do manancial, com a finalidade de lançá-la no sistema de abastecimento para posterior consumo da população.

O tipo de captação varia de acordo com o manancial e com o equipamento empregado. De acordo com o manancial a ser aproveitado, podem ser utilizadas as seguintes formas de captação:

- superfície de coleta (água de chuva);
- caixa de tomada (nascente de encosta);
- galeria filtrante (fundo de vales);
- poço escavado (lençol freático);
- poço tubular profundo (lençol subterrâneo);
- tomada direta de rios, lagos e açudes (mananciais de superfície).

Para escolha do manancial abastecedor devem ser consideradas suas condições sanitárias e a vazão disponível para demanda atual e futura com horizonte de atendimento pré-definido.

A qualidade físico-química e bacteriológica da água obtida no manancial, definirá o método de tratamento necessário para atender os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 036 do Ministério da Saúde.

Deve-se procurar proteger os mananciais, de forma a evitar que a água seja contaminada. A qualidade ou a quantidade da água do manancial podem variar, dependendo da época do ano, do período chuvoso ou de seca. Durante o tratamento da água, o operador deve ficar atento a essas variações, pois essas mudanças podem exigir alterações no tratamento. Um exemplo é a quantidade dos produtos químicos usados no tratamento, que deverá ser modificada.

4.2.1 Cuidados na escolha do ponto de captação

A presença de algas e cianobactérias, na água bruta aduzida para estações de tratamento, podem causar problemas operacionais em várias etapas de tratamento, tais como: dificuldade de coagulação e floculação, baixa eficiência do processo de sedimentação, colmatção dos filtros e aumento da necessidade de produtos para a desinfecção. Como consequência desses problemas operacionais, verifica-se, geralmente, a redução na eficiência dos processos de tratamento e o surgimento de problemas na água tratada associados à presença de algas, cianobactérias e seus subprodutos extracelulares.

Algumas algas e seus subprodutos podem produzir odores desagradáveis e gerar sabores indesejáveis à água, tornando necessário, em algumas situações, introduzir filtros de carvão ativado na sequência de tratamento, para remoção de odor e sabor, encarecendo o custo do tratamento da água. A alga flagelada *Synura*, por exemplo, causa um sabor amargo à água, mesmo quando em pequenas concentrações. A *Microcystis*, que normalmente apresenta um cheiro de capim ou grama, quando se encontra em estado de decomposição, pode apresentar forte cheiro característico de esgoto séptico. Várias espécies de diferentes gêneros de cianobactérias também são capazes de produzir odor de barro ou de mofo: *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Schizothrix* e *Symploca*. Todos esses gêneros, exceto *Symploca*, possuem espécies ou cepas produtoras de toxinas. Assim, o sabor e odor da água podem ser usados como sinal de alerta para ocorrência de cianobactérias.

Sendo assim, o primeiro passo para êxito do tratamento é trabalhar a captação com relação as algas e outros micro-organismos. A distribuição horizontal e vertical da população de cianobactérias e de alguns tipos de algas pode variar significativamente no corpo d'água, seja ele um lago, um reservatório ou um rio. Esse fato deve ser levado em conta na alocação do ponto de captação de água bruta, bem como na profundidade da tomada d'água.

A contaminação da água que alimenta a estação de tratamento pode ser consideravelmente reduzida alocando-se o ponto de captação próximo a zonas protegidas ambientalmente e de baixa circulação (baías e reentrâncias) onde a espuma formada pelas algas tende a se acumular. Caso não seja prático, ou não seja previsto, pode-se adotar, nos períodos de floração, uma extensão temporária da captação.

De modo geral, a qualidade das águas de superfície varia ao longo do tempo, de acordo com a época do ano e o regime das chuvas. A variação da qualidade da água dos grandes rios é mais lenta que a dos pequenos rios, cuja turbidez, por exemplo, pode variar entre largos limites e em curto espaço de tempo. Mesmo a qualidade da água de lagos artificiais ou de lagos naturais varia com o decorrer do tempo.

Nem toda água pode ser utilizada, porque cada método de tratamento tem eficiência limitada. Sendo a poluição muito elevada, a água tratada poderá não ser ainda satisfatória. Assim, por exemplo, não é possível, nem prático, tratar água de esgotos por métodos convencionais, a ponto de torná-la potável.

Quando o local de onde se coleta água para tratar (captação) fica afastado da ETA, deve haver uma forma de os operadores da ETA e da captação se comunicarem entre si. Isso porque as alterações da qualidade da água podem ser percebidas com antecedência pelo operador da captação, dando condição ao operador da ETA de ser avisado para fazer as alterações necessárias no tratamento. O manancial desprotegido tem a qualidade da água comprometida, de tal forma que seu tratamento começa a ficar muito caro.

4.3 ADUTORAS DE ÁGUA BRUTA E DE ÁGUA TRATADA

Denomina-se adutora o conjunto de tubulações, peças especiais e obras de arte, dispostas entre:

- Captação e a Estação de Tratamento de Água (ETA);
- Captação e o Reservatório de Distribuição;
- Captação e a Rede de Distribuição;
- ETA e o Reservatório de Distribuição;
- ETA e a Rede de Distribuição.

A tubulação que deriva de uma adutora com a função de alimentar um determinado setor de qualquer da área a ser abastecida, é chamada subadutora.

4.3.1 Classificação das Adutoras:

De acordo com a Natureza da Água Transportada:

a) adutora de água bruta: transporta a água da captação até a Estação de Tratamento de Água;

b) adutora de água tratada: transporta a água da Estação de Tratamento de Água até os reservatórios de distribuição.

De acordo com a Energia Utilizada para o Escoamento da Água:

- a) adutora por gravidade: quando aproveita o desnível existente entre o ponto inicial e o final da adução;
- b) adutora por recalque: quando utiliza um meio elevatório qualquer (conjunto moto-bomba e acessórios);
- c) mista: quando utiliza parte por recalque, e parte por gravidade.

De acordo com o Modo de Escoamento:

- a) adutora em conduto livre: mantém a superfície sob o efeito da pressão atmosférica. Os condutos podem ser abertos (canal) ou fechados. A água ocupa apenas parte da seção de escoamento, não funcionam a seção plena (totalmente cheios);
- b) adutora em conduto forçado: A água ocupa a seção de escoamento por inteiro, mantendo a pressão interna superior à pressão atmosférica. Permite à água movimentar-se, quer em sentido descendente por gravidade quer em sentido ascendente por recalque, graças à existência de uma carga hidráulica.

Materiais das Tubulações mais Utilizadas na Construção de Adutoras:

- PVC de alta pressão;
- ferro fundido, cimentado internamente;
- aço soldado;
- aço com junta ponta e bolsa, junta travada etc.;
- concreto armado;
- fibra de vidro impregnado em resinas de poliéster;
- polietileno de alta densidade.

4.3.2 Cuidados operacionais gerais

Nas adutoras, os cuidados operacionais mínimos a serem tomados para a garantia da qualidade da água aduzida são os seguintes:

- a) Evitar que as adutoras de água tratada se esvaziem, visto que essa situação pode favorecer a contaminação por água poluída.
- b) Instalar e manter adequadamente, nas adutoras, válvulas de descarga e ventosas que possibilitem sua conservação e limpeza e evitem a ocorrência de pressão negativa no interior das tubulações, situação que pode favorecer a sucção de águas de qualidade inferior.
- c) Dar a necessária manutenção às estruturas de sustentação das tubulações, à vegetação destinada a evitar erosões nos terrenos e às valetas de desvio de enxurradas.

d) Ter especial atenção às travessias, que podem se constituir em locais propícios para a retirada clandestina de água, com consequente contaminação da água transportada pela adutora, bem como acidentes com colapso do trecho.

e) Evitar o assentamento de ocupações humanas e de construções nas faixas de terreno sob as quais estejam implantadas as tubulações das adutoras

4.3.3 Corrosão e incrustação nas adutoras de água tratada

Nas adutoras que transportam a água, desde a estação de tratamento até o consumidor, podem ocorrer sedimentação e incrustação ou corrosão. A corrosão ocorre devido a pH muito baixo e a sedimentação, seguida de incrustação, ocorre devido a pH muito alto.

Quando a tubulação sofre corrosão, formam-se buracos em sua superfície causando vazamentos e tornando a rede vulnerável à contaminação externa. Quando a rede fica exposta, dentro dela pode entrar solo e água contaminados, além de esgoto que possa estar vazando de uma rede coletora.

A sedimentação é um processo de depósito de sólidos na tubulação que transporta água, quando a velocidade é pequena, ocasionando redução da seção da tubulação e diminuindo a capacidade de transporte de água. Essa deposição acontece de um modo excessivo quando o tratamento de água é inadequado. De um modo geral, mesmo em águas bem tratadas, podem ocorrer pequenos depósitos de materiais, necessitando de limpeza periódica do sistema de distribuição de água.

A incrustação, ou formação de crostas, diminui o diâmetro da tubulação, causando risco de rompimento e aumento da perda de carga. Isso pode fazer com que a água não chegue a todos os pontos de distribuição.

4.4 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA

Basicamente, o transporte da água, seja bruta ou tratada, ocorre por meio de combinações entre adutoras e tubulações ou canais e estações elevatórias.

Para a garantia da qualidade da água em estações elevatórias, devem ser tomados os seguintes cuidados operacionais:

a) No escorvamento de bombas, utilizar água de qualidade compatível com aquela que estiver sendo recalçada.

b) Os poços de sucção devem ter sua cobertura acima do nível do terreno e, além disso, deve haver medidas de proteção para evitar a infiltração de água superficial.

c) Dotar as tubulações de sucção de crivos que impeçam a entrada de sólidos grosseiros.

d) Manter sempre cobertos os poços de sucção das elevatórias de água tratada, bem como dotá-los de telas, extravasores e ventilações.

e) Assegurar a adequada impermeabilização das paredes dos poços de sucção das elevatórias de água tratada.

- f) Para as elevatórias que exijam a presença permanente de operadores, dotá-las de instalações sanitárias adequadas ao uso desse pessoal, inclusive no que se refere à disposição de esgotos.
- g) Lavar e desinfetar periodicamente os poços de sucção, com especial atenção para aqueles de água tratada.
- h) Limpar e desinfetar as tubulações, as bombas e os poços de sucção das elevatórias de água tratada após a execução de serviços de construção, de reparos ou de manutenção.
- i) Manter a área onde se situa a elevatória adequadamente cercada, limpa e com aparência agradável (sempre que possível gramada e arborizada).

4.5 TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

O objetivo do tratamento da água é melhorar sua qualidade, retirando impurezas que podem causar danos à saúde humana, sejam elas de origem química, física ou biológica.

Qualquer água, do ponto vista técnico, pode ser tratada. No entanto, o risco sanitário e o custo do tratamento podem ser tão elevados que tornam o tratamento inviável. Por isso, o melhor mesmo é cuidar dos nossos mananciais para evitar que o tratamento fique cada vez mais caro e complexo.

De maneira geral, pode-se dividir as técnicas de tratamento nos três grupos seguintes: os que filtram a água rapidamente em um meio granular (areia ou areia e antracito), os que filtram a água lentamente em um meio granular (em geral areia) e os que tratam as águas por tecnologias de tratamento mais sofisticadas e menos comuns.

A escolha do conjunto de técnicas mais adequadas para tratar a água está diretamente relacionada à qualidade da água bruta e aos custos de implantação e de operação do sistema de tratamento. Uma água com qualidade adequada para consumo contribui para a saúde da população.

4.6 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA CONVENCIONAL

Será abordado nesse tópico o sistema de tratamento denominado de ciclo completo que corresponde a uma ETA convencional. Durante o tratamento, a água passa pelas seguintes etapas: coagulação, floculação, decantação e filtração rápida, que serão abordadas em seguida. Também serão discutidas desinfecção, fluoretação, que são etapas comuns a outros sistemas de tratamento, e correção de pH.

4.6.1 Etapas de Tratamento de uma ETA convencional

Coagulação: é a mistura de produtos químicos (coagulante) na água a ser tratada, de forma que as impurezas (partículas) e alguns contaminantes dissolvidos são “desestabilizados” para começar a formar partículas maiores. Esta mistura pode ser realizada em um misturador hidráulico ou mecanizado.

Como exemplo de misturadores hidráulicos, tem-se o medidor Parshall. Já no misturador mecânico, utiliza-se equipamentos para se fazer a mistura. Esses equipamentos podem ser turbinas, hélices e outros. Existem vários tipos de coagulante para tratar a água, o mais utilizado é o sulfato de alumínio.

Floculação: após a coagulação, a água é conduzida para floculadores, local onde os flocos serão formados. Os floculadores são divididos em várias câmaras, dentro das quais a intensidade de agitação da água vai diminuindo gradativamente, de forma a não se quebrar os flocos que estão sendo formados. Semelhante aos misturadores, os floculadores também podem ser mecanizados ou hidráulicos.

Decantação: após a formação dos flocos, a água é conduzida para os decantadores. A decantação é um processo em que se promove a sedimentação dos flocos formados, retirando, assim, parte das impurezas contidas na água.

Filtração rápida: constituem a última barreira para tentar reter as partículas que não foram retiradas no decantador.

O filtro é um tanque com uma laje de fundo falsa. Abaixo dessa laje, existem tubulações para recolher a água filtrada. Já em cima da laje há uma camada suporte, composta de pedregulhos. Por cima da camada suporte, fica o leito (ou meio) filtrante, que é onde as impurezas ficarão retidas durante o processo de filtração.

O meio filtrante pode ser composto de uma camada de areia ou por duas camadas, uma de areia e a outra de antracito. A areia utilizada como meio filtrante possui características especiais e granulometria definida. Não é qualquer areia que pode ser utilizada nos filtros. No tratamento convencional, o sentido de escoamento da água é de cima para baixo e as impurezas vão ficando retidas ao longo do leito filtrante.

4.6.2 Desinfecção, correção de pH (quando necessário) e fluoretação

Para todas as tipologias de tratamento, é necessário fazer a desinfecção e a fluoretação da água. A correção de pH deve ser realizada sempre que necessário, para evitar que a água seja corrosiva ou incrustante, de forma a não ocasionar mal à saúde.

Desinfecção: a desinfecção tem o objetivo de eliminar os organismos patogênicos que porventura não tenham sido retirados durante o tratamento de água. Existem diversos meios e produtos para se fazer a desinfecção, podendo-se citar: o uso do cloro, hipoclorito de cálcio, hipoclorito de sódio, dióxido de cloro, ozônio e radiação ultravioleta.

Organismos patogênicos são aqueles que provocam ou podem provocar, direta ou indiretamente, uma doença.

O cloro e seus compostos são os desinfetantes mais utilizados no Brasil. Devido principalmente ao seu poder de desinfecção e ao fato de seu custo ser relativamente acessível. Fatores, como o tempo de contato, a mistura do produto com a água e o pH, influenciam na eficiência da desinfecção.

Fluoretação: como já foi comentado anteriormente a fluoretação tem como objetivo proteger os dentes contra cárie. Os compostos de flúor mais utilizados para o tratamento

são: o fluorsilicato de sódio e o ácido fluorsilício. O uso do flúor na água é exigido pelo Ministério da Saúde.

Correção do pH: sempre que necessário, deve-se fazer a correção do pH na água antes de distribuí-la. O pH elevado pode provocar incrustação na tubulação. Já o pH baixo poder provocar corrosão da tubulação. A cal virgem ou hidratada são os produtos mais comuns para elevar o pH. Para abaixar o pH, pode-se usar ácido ou CO₂, prática não muito utilizada.

4.6.3 Equipamentos, operação e programa de manutenção

Em uma estação de tratamento de água, é comum utilizar equipamentos em unidades de mistura rápida, floculadores, decantadores, filtros e dentro da casa de química, onde são preparadas as soluções.

Há estações mais mecanizadas e outras menos. A quantidade de equipamentos utilizados na ETA pode variar em função do tipo e do porte da estação. As grandes estações estão sendo cada vez mais automatizadas.

Todo equipamento tem uma vida útil. A manutenção programada dos equipamentos contribui para evitar a interrupção do tratamento de água, além de contribuir para que os equipamentos durem mais tempo.

Na estação de tratamento de água, todos os equipamentos utilizados devem receber manutenção de acordo com as orientações do fabricante. Serão abordados, neste momento, alguns dos equipamentos utilizados nas estações de tratamento de água.

Tanque de mistura rápida com misturador

Os misturadores são utilizados para misturar o coagulante com a água. Deve-se proteger os motores dos agitadores e evitar esforços (que os desviem do eixo) para que seu eixo não empene. A manutenção dos eixos, pás dos agitadores, bem como a lubrificação e o engraxamento das engrenagens do misturador contribuem para sua conservação.

Os cuidados com os equipamentos dos **floculadores** são os mesmos que se deve ter com os agitadores utilizados na mistura rápida. Além disso, deve-se ter cuidados especiais para evitar a corrosão das engrenagens e transmissões, que em geral são mais longas e complicadas do que as dos agitadores.

Os equipamentos utilizados nos **decantadores** são comportas de entrada e de saída, e também algumas ETAs utilizam raspadores de fundo etc. A limpeza dos decantadores pode ser manual ou com raspadores mecanizados. Deve ser periódica, evitando-se que flocos sejam arrastados, sobrecarregando os filtros. Todos os equipamentos dos filtros devem ser sempre aferidos para o seu perfeito funcionamento.

Cuidados especiais devem ser tomados para se evitar a entrada de ar na tubulação, pois isso poderia provocar um mau funcionamento do filtro. O dispositivo de lavagem deverá ter bocais resistentes à abrasão, e deverão ser mantidos sempre desobstruídos e limpos.

A mesa de comando dos **filtros** deve ser mantida limpa. O comando e as partes móveis devem ser engraxados e ou lubrificados. Os equipamentos de medição de pH, turbidez e vazão devem ser limpos frequentemente, com extremo cuidado, de forma a assegurar sempre o contato elétrico.

As orientações dos fabricantes devem ser sempre seguidas para dar manutenção às válvulas, registros e compressores (no caso de se utilizar ar para lavar os filtros), e todos os equipamentos utilizados na estação de tratamento de água.

Os **dosadores** são dispositivos capazes de dosar a quantidade de substâncias químicas pré-estabelecidas. Os dosadores podem ser classificados em: dosadores de solução, dosadores a seco ou dosadores a gás. A manutenção dos dosadores deve garantir seu perfeito funcionamento.

4.6.4 Lavagem dos filtros

Os filtros são lavados quando a qualidade da água não mais atende ao padrão de potabilidade ou quando o nível de água no filtro atinge o limite máximo estabelecido. A frequência de lavagem dos filtros lentos é bem menor em comparação à dos filtros rápidos. Um filtro lento pode chegar a ficar três ou mais meses sem lavar, enquanto o filtro rápido é lavado, normalmente, todo dia ou a cada dois dias. Os filtros devem ser mantidos limpos, para que retenham o máximo possível de impurezas, de forma a produzir uma água de boa qualidade.

Lavagem de filtro rápido: a lavagem do filtro rápido é realizada injetando-se água de baixo para cima, com uma velocidade tal que o meio filtrante se expanda. Também pode-se injetar ar e água. Há ainda situação em que se utiliza primeiro o dispositivo de lavagem superficial, para depois injetar a água no sentido de baixo para cima. A expansão do meio filtrante é importante para que a sujeira seja retirada. Contudo, deve-se ter cuidado para não perder o leito filtrante.

A lavagem dos filtros rápidos de maneira cuidadosa é essencial para o sucesso da duração da carreira de filtração.

Quando a ETA possui uma sala de comando para lavagem de filtros, o operador executa todas as operações de lavagem (abrir e fechar comportas e registros de entrada de água para lavagem etc.) apertando botões da mesa de comando.

No entanto, em grande parte das ETAs o acionamento das comportas e registros ainda é realizado manualmente.

A água para lavagem dos filtros fica armazenada em um reservatório na própria ETA. Normalmente, esse reservatório fica em um nível mais alto do que o dos filtros, de forma a alimentar os filtros por gravidade quando estes forem lavados. A água também pode ser proveniente de um poço de sucção (bombeamento direto) ou diretamente dos filtros que ficam funcionando enquanto um deles está sendo lavado.

A água utilizada na lavagem dos filtros é uma parte da água produzida na própria ETA. Quando o gasto de água para a lavagem dos filtros aumenta, isso pode ser um sinal de que há algum problema na ETA.

4.6.5 Limpeza dos Decantadores

Deve ser feita periodicamente, dependendo da regularidade, da natureza da água, da quantidade de coagulante gasto, e da estação do ano, pois na época das chuvas ela deve ser bem mais frequente. Nos sistemas em que a limpeza não é mecanizada ou automática, ela é feita esvaziando-se o decantador e removendo-se a sujeira com jato de água, de preferência tendo bastante pressão. A falta de uma limpeza periódica faz com que o período de detenção se torne menor, prejudicando as condições de operação, e faz com que o lodo do fundo se decomponha, conferindo sabor desagradável à água.

4.6.6 Produtos químicos e o manuseio adequado deles na estação de tratamento de água

Na estação de tratamento de água utilizam-se diversos produtos químicos. O transporte, recebimento, armazenamento e manuseio adequado desses produtos são essenciais, tanto para sua preservação, quanto para segurança do operador.

Os produtos utilizados durante o tratamento podem ser divididos em: a) produtos utilizados na coagulação, b) produtos usados na desinfecção, c) produtos utilizados na correção de pH, d) produtos utilizados para oxidação química; e e) produtos utilizados na fluoretação e na adsorção de contaminantes (carvão ativado).

Na ETA, o operador deve ter instruções claras quanto ao recebimento e armazenamento dos produtos que ele deverá receber. As informações técnicas dos produtos, nomes dos fornecedores e fabricantes, bem como procedimentos corretos de manuseio destes devem estar em locais visíveis na ETA. Existem normas específicas para o manuseio de produtos químicos.

Os **cilindros de cloro** devem ser armazenados à sombra.

O acesso às áreas onde estão armazenados os materiais e produtos deve ser restrito às pessoas que os manuseiam e que sabem das instruções de segurança.

A troca do cilindro deve ser executada com equipamentos de segurança. Como luvas e máscaras de oxigênio. As tubulações que transportam os produtos químicos também devem ser identificadas. Qualquer vazamento deve ser imediatamente comunicado e solucionado o mais rápido possível por pessoas designadas para isto.

Os produtos químicos que chegam à ETA na forma de solução, em caminhões-tanques, são bombeados destes tanques para os locais onde serão armazenados. É comum os caminhões tanques terem bombas próprias para descarregar.

Os tanques de armazenamento de solução devem ter uma mureta de proteção à sua volta, de forma que, em caso de vazamento do produto, ele não se espalhe.

Os cuidados que devem ser tomados para o manuseio e armazenamento dos produtos químicos são importantes tanto para a sua preservação, quanto para a saúde do profissional que está lidando com eles.

Quando os produtos químicos são trazidos a granel, deve haver uma pessoa para descarregar os sacos ou tambores e colocá-los nos locais onde serão armazenados. A postura correta para carregar os materiais deve ser observada, de forma a preservar a saúde do trabalhador.

Deve-se evitar respirar ou ter contato dos produtos químicos com a pele para que não ocorra qualquer intoxicação ocasionando problemas à saúde.

Os compostos químicos devem ser armazenados em local ventilado e seco e sua identificação deve ser clara e visível. Os materiais não devem ser empilhados diretamente no chão, nem em pilhas altas, para não cair ou dificultar o manuseio do produto. As embalagens, após o uso do produto, devem ser armazenadas em locais adequados.

O controle de estoque dos produtos químicos que são utilizados na ETA deve ser criterioso, de forma que nunca falem produtos necessários para o tratamento. Sempre, antes de utilizar um produto, deve-se verificar o **prazo de validade**.

A falta de produtos químicos pode causar o tratamento inadequado ou até mesmo o não fornecimento de água potável. Isto traz uma série de problemas, como: transtorno e desconforto à população pela falta de água, fazendo com que ela busque água de fontes não confiáveis para consumo e consequentemente ocorram surtos de doenças.

Durante a operação da ETA o operador deve ficar atento a todas as alterações que ocorrerem. É muito importante anotar tudo em um caderno de registro e comunicar os problemas ao chefe imediato para que sejam tomadas as providências cabíveis. Deve-se anotar todos os dados de qualidade da água, observar se há formação de flocos no floculador, verificar as vazões de água e de produtos químicos, lavar os filtros no momento correto, controlar o estoque de produtos químicos e não esquecer da manutenção dos equipamentos.

4.7 RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO

A qualidade da água distribuída deve ser mantida de modo a atender os padrões de qualidade indicados para o consumo humano. Eventuais problemas ocorridos com a qualidade da água bruta, como presença de sólidos, cor, entre outros, bem como ruptura da tubulação de recalque com entrada de terra e água suja, mesmo que identificados e corrigidos em pouco tempo, podem acarretar depósitos nos reservatórios de distribuição. Problemas na tampa do reservatório podem permitir a entrada de materiais trazidos pelo vento como folhas, papel, plástico e poeira. É recomendável que os reservatórios sejam inspecionados e limpos a cada seis meses, ou conforme necessidade (ANVISA, 2016). Deve-se proceder a limpeza do reservatório respeitando os aspectos de segurança do trabalho referente a espaços confinados e segurança do trabalhador, dispondo de no mínimo, para execução do trabalho, equipamento de comunicação (rádios transmissores, celulares ou qualquer outro meio de comunicação), e dispositivos de iluminação (luminárias de emergência, lanternas, entre outros dispositivos). Também é recomendável o uso de luvas, botas de borracha, máscara para produtos à base de cloro, capacete e cintos de segurança.

Para a desinfecção das paredes e fundo do reservatório, recomenda-se preparar uma solução conforme determinações da ANVISA, 2016. Sugere-se o uso do hipoclorito de cálcio com 65% de cloro ativo, mas pode ser utilizado o hipoclorito de sódio com 12% de cloro ativo, ou outro que esteja disponível.

Todos os dados da operação devem ser devidamente registrados (dosagem, produtos químicos utilizados, data da limpeza/desinfecção, responsável pela operação etc.).

Vistoria das estruturas dos Reservatórios

Tendo em vista que as operações de limpeza e desinfecção dos reservatórios se constituem em ocasiões pouco frequentes nas quais essas unidades se encontrarão esvaziadas, é de fundamental importância que se proceda, nessas ocasiões, às vistorias das estruturas a fim de se verificar possíveis anomalias como rachaduras, trincas, fissuras, corrosão, infiltrações, deslocamento etc.

Todas as estruturas dos reservatórios devem ser vistoriadas, fotografadas e registradas em relatório/laudo técnico específico com identificação clara do reservatório, relato e data da vistoria e identificação do responsável técnico, a fim de possibilitar o acompanhamento periódico da situação e detectar, a tempo, qualquer intervenção necessária nos reservatórios.

4.8 REDES DE DISTRIBUIÇÃO E HIDRÔMETROS

Rotina de Funcionamento dos serviços de manutenção

A necessidade de serviços de manutenção em redes de distribuição é constante e o bom funcionamento do sistema de distribuição é determinado pela administração da rotina de manutenção. É importante que o controle de obras seja previsto para execução rápida, inclusive a atualização do cadastro. A seguir os tipos de manutenção:

Limpeza, conservação e reabilitação

A equipe responsável pela operação da rede de distribuição de água precisa estar atenta à conservação e à limpeza dos equipamentos que fazem parte do sistema e, conseqüentemente, zelar pela conservação da qualidade da água que o sistema transporta e armazena.

Um dos métodos utilizados pelas prestadoras de serviço de saneamento para limpeza dos tubos é o da passagem de equipamentos que removem as incrustações através de raspagem. A escolha do tipo da peça para efetuar a limpeza depende do material que caracteriza a tubulação e das incrustações existentes.

Corrosão e incrustação

Nas adutoras e redes que transportam a água, desde a estação de tratamento até consumidor, podem ocorrer sedimentação e incrustação (pH muito alto) ou corrosão (pH muito baixo). Quando a tubulação sofre corrosão, formam-se buracos em sua superfície

interna podendo causar vazamentos e tornando a rede vulnerável à contaminação externa. A incrustação, formação de crostas, diminui o diâmetro da tubulação, causando risco de rompimento ou perda de carga. Isso pode fazer com que a água não chegue a todos os pontos de distribuição.

Sedimentação nas redes

É um processo de depósito de sólidos na tubulação que transporta água, quando a velocidade é pequena, ocasionando redução da seção da tubulação e diminuindo a capacidade de transporte de água. Essa deposição acontece de um modo excessivo quando o tratamento de água é inadequado. De um modo geral, mesmo em águas bem tratadas, podem ocorrer depósitos de materiais, necessitando de limpeza periódica do sistema de distribuição de água.

Reabilitação de tubulações

O revestimento com argamassa de cimento é utilizado para recuperar tubos de ferro fundido com ou sem revestimento e tubos de aço, com problemas sérios de corrosão e incrustação. Para diâmetros superiores a 150 mm, pode ser um processo econômico, se comparado com troca de tubulação por uma nova. É eficiente, porque devolvem a tubulação suas características de adução evitando o processo corrosivo. Para diâmetros menores recomenda-se a substituição por uma nova, ou limpeza por raspagem.

Descarga nas redes

Para limpeza e manutenção de acessórios das redes, além de remoção de sólidos (como areia, por exemplo), que podem acumular no interior das adutoras e redes, nos pontos baixos, devem ser utilizadas as válvulas de descarga.

Essas válvulas possibilitam a drenagem total da adutora para manutenção ou inspeção.

Segundo a norma ABNT NB-591/1991, as descargas devem ser realizadas de modo a esvaziar completamente o trecho da rede ou adutora.

Caso não seja possível esvaziá-la completamente com a operação da válvula de descarga, deve-se prever um meio adequado de completar a operação.

Além disso, o destino das águas removidas das redes ou adutoras durante a descarga deve ser adequado.

As justificativas para instalação das válvulas de descargas podem ser assim resumidas:

- Possibilitar a drenagem total da adutora ou rede para manutenção, ou inspeção;
- Remoção de sólidos (ex.: areia), que acumularam com a operação da adutora nos pontos baixos, reduzindo a seção de escoamento, consequentemente diminuindo a eficiência hidráulica;
- Necessidades de descargas de águas operacionais para a limpeza e manutenção de acessórios;

- Seu dimensionamento deve propiciar velocidade mínima de arrasto, para remover o material sedimentado;
- Tem de ter um meio de dissipar a energia da água, e o seu encaminhamento para um corpo receptor.

Hidrômetros

Os hidrômetros são aparelhos de precisão e de custo relativamente elevados. Defeitos ou falta de cuidado em sua instalação podem prejudicar a exatidão das medições.

Na instalação dos hidrômetros, devem ser observadas as seguintes recomendações gerais:

- Colocação na posição indicada pelo fabricante e sem inclinação;
- Colocação em local acessível, observando a posição para que possa ser lido sem dificuldades;
- Ter uma proteção contra inundações e raios solares, que danificam a cúpula de policarbonato;
- Manter sempre protegido contra ações danosas, vandalismo etc.;
- Obedecer às medidas recomendadas pelo fabricante para a instalação e as normas da prestadora do serviço de abastecimento;
- Evitar trechos descobertos de tubulação, que facilitam danos mecânicos.

Como todos os aparelhos, os hidrômetros, ou medidores, estão sujeitos a desgastes, quebras e desajustes. Estes últimos tanto podem prejudicar os consumidores, acarretando despesas indevidas, como as prestadoras de serviço de saneamento, reduzindo a arrecadação em decorrência de marcações incorretas. Por essa razão, é conveniente que os hidrômetros sejam periodicamente retirados, examinados e trocados.

A manutenção costuma ser denominada de corretiva quando o hidrômetro não estiver funcionando ou apresentar algum impedimento de leitura, o que acaba resultando ou em estimativa por média, ou até em consumo mínimo, podendo acarretar grandes prejuízos para a prestadora de serviço de saneamento e usuários que pagarão a conta.

A manutenção é preventiva quando o hidrômetro apresentar elevado erro nas medições por desgaste ou vencimento do período útil de funcionamento (7 a 10 anos).

5. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

5.1 VAZÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS

A vazão de esgoto sanitário que chega a ETE é composta pela soma de três parcelas: a vazão doméstica, a vazão de infiltração e a vazão industrial.

A vazão doméstica (Q_d) de esgotos em uma localidade, geralmente, é constituída pelos esgotos gerados nas residências, no comércio e outras instalações que estejam ligadas a rede coletora, como, por exemplo, escolas. A vazão doméstica varia ao longo das horas do dia, dos dias da semana e dos meses do ano, em decorrência das flutuações no consumo de água.

A vazão de infiltração (Q_{inf}) constitui a água que adentra na rede coletora por meio de tubos defeituosos, juntas, conexões e poços de visita.

A vazão industrial (Q_{ind}) depende do tipo e porte da indústria, grau de reciclagem da água, existência de pré-tratamento na indústria etc.

A caracterização dos esgotos domésticos é extremamente importante, tendo em vista que é determinante para avaliar o potencial poluidor e contaminador das águas e determinar o grau e tipo de tratamento a ser implantado ou para promover melhorias e adequações nas instalações já existentes. Além disso, as características do esgoto determinam alguns aspectos operacionais das unidades destinadas ao seu tratamento, tais como as frequências de limpeza das unidades, a quantidade de lodo gerado, entre outros fatores de importância na operação da ETE.

5.2 PARÂMETROS DE CARACTERIZAÇÃO DOS ESGOTOS DOMÉSTICOS

A qualidade dos esgotos pode ser medida por diversos parâmetros que representam suas características, a maior parte delas está associada à presença de sólidos no esgoto. Os esgotos domésticos contêm 99,9% de água e 0,1% de sólidos. Para remover essa pequena fração, referente aos sólidos, é que os esgotos devem ser tratados.

Os principais parâmetros de qualidade relacionados aos sólidos presentes nos esgotos são utilizados para quantificar: sólidos em suspensão, matéria orgânica, nutrientes e organismos patogênicos.

Sólidos em Suspensão

A remoção de sólidos sedimentáveis, bem como de materiais flutuantes e de parte da matéria orgânica em suspensão, presentes nos esgotos, é realizada por sedimentação. Nos fluxogramas dos sistemas simplificados de tratamento de esgotos, a remoção de

sólidos em suspensão ocorre na primeira unidade de tratamento biológico (lagoa anaeróbia, tanque séptico ou reator UASB).

Matéria orgânica

A matéria orgânica presente nos esgotos é o principal problema de poluição dos corpos d'água, por ser o alimento dos microrganismos que utilizam oxigênio dissolvido (OD) para degradá-la, reduzindo a concentração de OD na água. Num corpo d'água receptor, o restabelecimento da concentração de OD está relacionado à capacidade de autodepuração das águas.

A quantificação da matéria orgânica é usualmente realizada de forma indireta, por meio de análises laboratoriais da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e da Demanda Química de Oxigênio (DQO).

A DBO e a DQO são utilizadas na ETE, no monitoramento e na avaliação do desempenho das unidades de tratamento, sejam elas principais ou em sistemas isolados, bem como na verificação de atendimento do efluente final da estação aos padrões ambientais da legislação vigente de controle de poluição das águas.

A remoção de matéria orgânica é, usualmente, o principal objetivo do tratamento de esgotos, visando à *preservação ambiental*. Na estação de tratamento, a remoção de matéria orgânica (DBO e DQO) ocorre, principalmente, nas unidades de tratamento biológico.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO consiste na determinação da quantidade de oxigênio consumido durante cinco dias pelos microrganismos aeróbios para a degradação da matéria orgânica.

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A DQO consiste na medição da quantidade de oxigênio consumido para a oxidação química da matéria orgânica. O teste da DQO dura poucas horas, favorecendo a sua utilização no controle operacional de estações de tratamento de esgoto.

Faixa típica de valores no esgoto bruto

DBO = 250 - 400 mg/L

Faixa típica de valores no esgoto bruto

DQO = 450 - 800 mg/L

Nutrientes

Os principais nutrientes de interesse para a engenharia sanitária na caracterização de esgotos domésticos são o nitrogênio (N) e o fósforo (P).

Nitrogênio e Fósforo (N e P)

São nutrientes essenciais para o crescimento dos microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico bem como pelo crescimento de algas e outras plantas aquáticas, podendo provocar a eutrofização de lagos e represas. Estão presentes nos esgotos domésticos, fezes de animais e fertilizantes utilizados na agricultura.

Faixa típica de valores no esgoto bruto
 $N = 35 - 60 \text{ mg/L}$ e $P = 4 - 15 \text{ mg/L}$

A eutrofização é o crescimento exagerado de algas e plantas aquáticas, causado por excesso de nutrientes (N e P), sendo mais comum em locais onde há águas paradas, como lagos, lagoas e represas.

Os objetivos da remoção de nutrientes (N e P) nas estações de tratamento de esgoto estão diretamente relacionados aos *impactos causados nos corpos receptores*. A remoção de nutrientes é alcançada, usualmente, no tratamento em nível terciário, sendo pouco comum em nosso meio. Nos sistemas simplificados de tratamento de esgotos, a remoção de nutrientes ocorre nas lagoas de maturação.

Organismos patogênicos

Diversos organismos patogênicos, ou seja, organismos capazes de causar doenças nos homens, podem ser encontrados nos esgotos, sendo que os principais grupos são: as bactérias, os vírus, os protozoários e os helmintos.

Os principais parâmetros empregados para a avaliação do potencial do esgoto como contaminador das águas são os coliformes termotolerantes e os ovos de helmintos.

A contaminação do corpo receptor por agentes patogênicos é o aspecto de maior importância na avaliação dos *impactos sobre a saúde*, decorrentes do lançamento de esgoto nos corpos d'água. Por isso, em estações de tratamento de esgotos, busca-se a remoção desses organismos.

Nos sistemas simplificados de tratamento de esgotos, a remoção de organismos patogênicos, como cistos de protozoários (por exemplo, *Giardia* sp.) e principalmente de ovos de helmintos, por exemplo, ovos de *Ascaris Lumbricoides* – popularmente conhecido como lombriga, ocorre por sedimentação no tanque séptico, no reator UASB e na lagoa anaeróbia, levando ao acúmulo dos ovos e cistos junto ao lodo dessas unidades.

Coliformes termotolerantes (Cter)

Grupo de bactérias que vivem, em sua maioria, no intestino de homens e animais, existindo também no meio ambiente. A sua presença indica provável contaminação por fezes e possibilidade de presença de microrganismos patogênicos, que são organismos não visíveis a olho nu, capazes de provocar doenças na população.

Faixa típica de valores no esgoto bruto: Cter = 106 - 109 org/100mL

Nos sistemas de tratamento de esgoto mais simplificados, a remoção de microrganismos patogênicos (representados pelos coliformes) ocorre nas lagoas de maturação.

Ovos de helmintos

Os ovos de helmintos são removidos nas estações de tratamento de esgotos por mecanismos de sedimentação, portanto, tendem a se acumular junto ao lodo biológico. Desta maneira, na operação do sistema de tratamento, nas atividades de descarte, secagem e disposição final do lodo de excesso, deve-se evitar o contato direto do operador com o material, ou seja, utilizar sempre os EPI, para a proteção da saúde dos trabalhadores.

Faixa típica de valores no esgoto bruto: Helmintos (ovos) = 0 a 1.000 org/100mL

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que a esquistossomose, tipo de helmintose popularmente conhecida pelos brasileiros como “barriga d’água”, “xistose” ou “mal do caramujo”, representa um grave problema de saúde pública em diversos países, onde milhões de pessoas são acometidas pela doença.

Este é o ciclo da esquistossomose: vermes adultos vivem na parede intestinal; homem infectado elimina ovos nas fezes; ovos eclodem na água, liberando miracídios; miracídio encontra o caramujo e nele formam as cercárias (cada miracídio pode produzir até 100 mil cercárias); caramujo libera as cercárias na água (cerca de 4.500 por dia); homem entra na água e as cercarias penetram em sua pele levando à formação do Schistosoma.

Os principais objetivos do tratamento dos esgotos consistem na remoção de sólidos em suspensão, matéria orgânica, organismos patogênicos e nutrientes. A determinação de quais poluentes devem ser removidos na ETE e qual a qualidade necessária do efluente da estação é dada, sobretudo, pelas características do corpo d’água receptor, cuja qualidade da água é resguardada por padrões ambientais. São adotados os padrões de lançamento (que regulamentam e limitam o lançamento de impurezas nos corpos d’água) e os padrões de classificação dos corpos d’água (que determinam a qualidade a ser mantida no curso d’água em função do seu uso previsto).

5.3 NÍVEIS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

Os processos de tratamento de esgotos podem ser classificados em diferentes níveis: preliminar, primário, secundário e terciário, caracterizados pelos mecanismos de remoção de impurezas preponderantes e pelo tipo de impurezas que se busca remover. O nível de remoção de impurezas que se deve atingir dependerá das exigências a serem observadas para o padrão de emissão de efluentes e para o padrão de qualidade das águas do corpo receptor final.

- Tratamento preliminar: remove sólidos grosseiros e areia;

- Tratamento primário: remove sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica;
- Tratamento secundário: remove matéria orgânica e, eventualmente, nutrientes.
- Tratamento terciário: remove nutrientes, organismos patogênicos e poluentes específicos (compostos tóxicos, não biodegradáveis etc.).

5.4 MONITORAMENTO E OPERAÇÃO DAS UNIDADES DE TRATAMENTO PRELIMINAR

O tratamento preliminar é composto por unidades de gradeamento, desarenadores e medidor de vazão.

Gradeamento

As principais finalidades da remoção de sólidos grosseiros nas grades são: proteger as unidades de tratamento, as bombas, as tubulações e os corpos d'água receptores.

Desarenadores

As principais finalidades da remoção de areia nos desarenadores (caixas de areia) são: evitar a abrasão dos equipamentos e tubulações; eliminar ou reduzir obstruções em tubulações e em outras unidades; e facilitar o transporte do esgoto.

Medidores de vazão

O medidor Parshall é um instrumento clássico utilizado para a medição da vazão afluyente à ETE.

5.4.1 Monitoramento do tratamento preliminar

Os parâmetros e a frequência de monitoramento das unidades que integram o tratamento preliminar podem ser diferentes, em função de especificidades locais e de exigências impostas pelos órgãos de controle ambiental. A partir da análise dos dados de monitoramento, é possível avaliar o desempenho das unidades integrantes do tratamento preliminar e, inclusive, apontar a eventual necessidade de alterações na rotina operacional dessas unidades

5.4.2 Operação do tratamento preliminar

Unidade de gradeamento

Para a remoção de sólidos grosseiros podem ser utilizadas grades de limpeza manual (utilizadas em estações de menor porte) ou mecanizada (utilizadas em estações maiores).

Desarenadores

A remoção de areia dos desarenadores pode ser manual (como usualmente ocorre em sistemas menores) ou mecanizada (empregada em estações de maior porte).

Medidor Parshall

O medidor Parshall permite a medição da vazão por meio da determinação da altura da lâmina d'água. Isso pode ser feito manualmente, utilizando-se réguas, ou de forma automática, através da utilização de sensores de nível d'água.

A rotina operacional deve permitir a frequência adequada de limpeza das grades e caixas de areia para assegurar uma efetiva remoção dos sólidos grosseiros e da areia presentes no esgoto. A seguir são destacados alguns aspectos de importância relacionados à operação do tratamento preliminar:

- A operação de limpeza das grades deve ser no mínimo diária.
- A remoção da areia nas caixas deve ter frequência de uma vez a cada uma ou duas semanas, dependendo da quantidade de areia no esgoto afluyente.
- A remoção de quaisquer entupimentos que possam prejudicar a distribuição uniforme do afluyente no sistema de tratamento é fundamental para o sucesso do tratamento.

Na realização de todas as tarefas operacionais de uma ETE, é necessária, minimamente, a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), tais como: uniformes adequados, luvas, botas de borracha, capacete etc.

O uso dos EPI é fundamental para a segurança e para proteção da saúde dos operadores.

A seguir, de forma simplificada, seguem alguns exemplos de protocolos operacionais para essas unidades.

5.4.3 Protocolo operacional e de limpeza das grades

Grade de limpeza manual

As ferramentas necessárias são: rastelo, pá, carrinho de mão, balde, mangueira, saco plástico, arame e formulários de controle.

Remover o material retido usando o rastelo, com o devido cuidado, de forma a evitar a entrada de sólidos grosseiros no sistema e o contato direto com o material removido.

Depositar o material removido em vasilhame devidamente protegido e que permita a medição do volume depositado, posteriormente, limpar a grade com jato de água.

Ao fim do turno, medir o volume do material retirado e anotá-lo em formulário apropriado, em seguida, ensacar o material para ser encaminhado ao aterro sanitário.

Grade de limpeza mecanizada

- Verificar o correto posicionamento da caçamba estacionada para receber os detritos removidos pelas grades.

- Inspecionar o correto espaçamento e paralelismo das barras.
- Por meio do painel de controle, selecionar as grades que devem estar em operação.
- Vistoriar o funcionamento do braço raspador, sua correta parada após o rastelamento e o mecanismo de autolimpeza.
- Detectar ruídos estranhos nos mecanismos móveis, como motores, redutores e mancais de rolamento.
- Verificar se as partes móveis se encontram devidamente lubrificadas.
- Verificar, diariamente, se o rastelo automático das grades finas está funcionando.
- Verificar o nível de enchimento da caçamba. Quando a capacidade da caçamba estiver quase se esgotando, transportá-la até o local de disposição final.

Ao final de cada jornada, recobrir o material depositado com uma camada inerte (solo, entulho etc.).

Na ocorrência de qualquer anormalidade de funcionamento, o operador deverá desligar o equipamento com defeito e comunicar o fato ao responsável pela equipe de manutenção.

5.4.4 Protocolo operacional e de limpeza de caixas de areia

Desarenador de limpeza manual

As ferramentas necessárias são: pá, enxada, carrinho de mão, vassoura, mangueira, balde, saco plástico, arame e formulários de controle.

- Colocar a comporta (stop-log) para impedir a entrada de esgoto na caixa, verificando se ficou bem vedada.
- Utilizando balde, retirar o líquido que ficou na caixa, o qual deve ser encaminhado para a entrada da caixa de areia em operação.
- Retirar o material depositado com a pá e a enxada, colocando-o no carrinho de mão e, posteriormente, ensacar o material para o seu aterramento.
- Limpar a caixa de areia com jato de água, esfregando as paredes internas com vassoura, e retirar a água de lavagem.

Ao fim do turno, medir o volume do material removido e anotar em formulário adequado.

Desarenador de limpeza mecanizada

- Verificar o correto posicionamento das caçambas estacionadas para receber a areia removida nos desarenadores.
- Vistoriar o funcionamento do braço raspador que funciona em movimento.

- Por meio do painel de controle, selecionar os desarenadores que devem estar em operação.
- Detectar ruídos estranhos nos mecanismos móveis, como motores, redutores e mancais de rolamento.
- Verificar se as partes móveis se encontram devidamente lubrificadas.
- Verificar, diariamente, se o braço raspador está funcionando.
- Verificar, diariamente, o funcionamento da bomba parafuso (transportador de areia).
- Verificar o nível de enchimento das caçambas. Quando a capacidade das caçambas estiver quase se esgotando, transportá-las até o local de disposição final.
- Ao final de cada jornada, recobrir o material depositado com uma camada inerte (solo, entulho etc.).

Na ocorrência de qualquer anormalidade de funcionamento, o operador deverá desligar os equipamentos do desarenador com defeito e comunicar o fato ao responsável pela equipe de manutenção.

5.4.5 Protocolo operacional do medidor Parshall

Em relação ao medidor Parshall, é importante destacar que as variações repentinas de vazão podem indicar a ocorrência de entupimentos na rede coletora (caso coincida com episódios de extravasamento de esgotos), a ocorrência de infiltrações excessivas ou de ligações clandestinas da rede de águas pluviais (caso coincida com a ocorrência de chuvas) ou mesmo a necessidade de se utilizar um tanque de equalização de vazão (caso os picos diários sejam frequentemente maiores que os esperados).

5.4.6 Principais problemas operacionais nas unidades de tratamento preliminar

A ocorrência de problemas operacionais é comum nas estações de tratamento, portanto, é necessário o conhecimento das suas possíveis causas, bem como das formas de detecção e correção dos problemas mais usuais.

Apresentamos a seguir um conjunto de informações que podem auxiliar a detecção e correção de problemas na operação do tratamento preliminar.

5.4.7 Problemas operacionais com o esgoto bruto e com o tratamento preliminar e possíveis soluções

Observação	Causa provável	Verificar	Solução
Vazão sempre menor que a esperada	População ou contribuição per capita menor que a projetada	Dispositivo de medição de vazão	Aumentar população beneficiada
Vazão repentinamente menor que a esperada	Entupimento na rede de esgoto	Extravasamento na área de contribuição	Desentupir a rede de esgotos
Vazão sempre maior que a esperada	População ou contribuição per capita maior que a projetada	Dispositivo de medição de vazão	Aumentar capacidade de tratamento
Picos diários maiores que os esperados	Equalização menor que esperada	Dispositivo de medição de vazão	Utilizar tanque de equalização
Picos repentinos irregulares	Ligação da rede de águas pluviais	Coincidência com chuvas	Desfazer ligação clandestina
Vazão ocasionalmente maior que a esperada	Infiltração grande de água subterrânea	Coincidência com chuvas	Descobrir pontos de infiltração
pH anormal	Despejo industrial	Existência de fontes clandestinas	Localizar e atuar sobre as fontes, no sentido de corrigir o problema
Temperatura anormal	Despejo industrial	Existência de fontes clandestinas	Localizar e atuar sobre as fontes, no sentido de corrigir o problema.
Sólidos sedimentáveis maiores que o normal	Despejo clandestino de lixo doméstico ou industrial na rede	Natureza dos sólidos sedimentáveis	Localizar e atuar sobre as fontes, no sentido de corrigir o problema
Odor ou insetos na barra	Intervalo longo entre limpezas	Intervalo de limpeza	Aumentar a frequência de limpeza
Aumento repentino da massa de sólidos grosseiros retidos	Descarga clandestina de resíduos sólidos	Existência de fontes clandestinas	Localizar e atuar sobre as fontes, no sentido de corrigir o problema
Diminuição repentina da massa de sólidos grosseiros retidos	Falha de retenção na grade	Condição da grade	Consertar a grade
Aumento repentino da massa de areia retida	Descarga de águas pluviais na rede	Vazão de esgoto	Desfazer ligação de águas pluviais
Diminuição repentina da massa de areia retida	Arraste de areia na caixa	Velocidade da água (corante)	Reduzir a velocidade
Odor de ovo podre na caixa de areia	Sedimentação de material orgânico	Velocidade da água (corante)	Aumentar a velocidade da água
Areia retida é cinza, tem odor e contém graxa	Sedimentação de material orgânico	Velocidade da água (corante)	Aumentar a velocidade da água
Corrosão de metal e concreto nas unidades de pré-tratamento	Ventilação insuficiente	Ventilação	Melhorar a ventilação

Fonte: Operação e Manutenção de Sistemas Simplificados de tratamento de Esgotos – ReCESA- 2008

5.5 PRÁTICAS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS UNIDADES DE TRATAMENTO BIOLÓGICO

A maior parte dos poluentes orgânicos (DBO e DQO) é removida nas unidades do tratamento biológico, cujo desempenho depende da manutenção de condições

adequadas à atuação da biomassa. Dessa forma, as atividades de manutenção e operação dessas unidades são essenciais para o alcance dos objetivos do tratamento.

5.5.1 Impactos decorrentes da entrada indevida de sólidos não removidos no tratamento preliminar

A entrada e a acumulação de sólidos indesejáveis nas unidades de tratamento biológico são altamente prejudiciais ao desempenho do tratamento, quer sejam eles sólidos grosseiros ou areia.

- Impactos ocasionados por excesso de sólidos grosseiros no efluente do tratamento preliminar

O acúmulo de sólidos nas tubulações pode causar entupimentos e distribuição inadequada de vazão. Os sólidos grosseiros não biodegradáveis que entram nos reatores biológicos tendem a se acumular no sistema, junto à biomassa ou integrando a camada de espuma, podendo ocasionar:

- No tanque séptico: o entupimento da tubulação de saída e o extravasamento do esgoto devido à presença excessiva de sólidos grosseiros flutuantes.
- No reator UASB: o entupimento de tubos distribuidores de esgoto, proporcionando a distribuição desigual da vazão no fundo do reator e a consequente redução de desempenho da unidade.
- Nos reatores UASB, a ocorrência de entupimentos nos tubos distribuidores de esgoto junto ao fundo da unidade pode ser detectada visualmente, na operação do sistema, pela diferença de nível da lâmina d'água nas caixas de distribuição de esgoto na entrada do reator.
- Na lagoa anaeróbia: aspectos visuais indesejáveis e a proliferação de mosquitos proporcionados pela presença excessiva de sólidos grosseiros flutuantes.

- Impactos decorrentes por excesso de areia no efluente do tratamento preliminar

A presença de areia no efluente do tratamento preliminar pode causar abrasão nas tubulações e equipamentos responsáveis pelo transporte dos esgotos e alimentação das unidades subsequentes. A areia nas unidades de tratamento biológico tende a se acumular no fundo, junto à biomassa, aumentando a fração inerte do lodo, podendo ocasionar:

- No tanque séptico: a redução do volume útil do reator e, consequentemente, a redução da eficiência do sistema.
- No reator UASB: a redução do volume útil do reator pelo acúmulo de areia, o que pode levar à sobrecarga hidráulica e geração de maus odores, além da redução na eficiência do sistema.

- Na lagoa anaeróbia: a ocorrência de problemas localizados em decorrência da sedimentação de areia próximo à entrada do esgoto na lagoa, o que pode levar ao afloramento de lodo na superfície e à liberação de maus odores.

Vimos que os sólidos que passam pelo tratamento preliminar, dependendo da sua natureza e características, podem prejudicar o funcionamento das unidades de tratamento biológico, diminuindo significativamente o volume de biomassa no sistema e a eficiência do processo de tratamento, pois tendem a se acumular nessas unidades, agregando-se junto ao lodo ou à camada de espuma.

5.6 SUBPRODUTOS DO TRATAMENTO DE ESGOTOS GERADOS NAS ETES

Lodo

Um dos subprodutos sólidos do tratamento de esgotos é o lodo. Suas características são conferidas pelo tipo de sistema de tratamento utilizado e pelas características do esgoto.

O lodo é, usualmente, constituído por microrganismos (constituídos em sua maior parte pelos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos, mas também por agentes patogênicos), frações ainda não degradadas de matéria orgânica e material inerte. Nos sistemas de tratamento simplificados são gerados: o lodo primário anaeróbio removido do tanque séptico e o lodo biológico anaeróbio removido do reator UASB, do filtro anaeróbio e das lagoas anaeróbias.

O lodo excedente gerado nos reatores biológicos deve ser removido com frequência adequada, pois tende a se acumular na unidade, podendo aflorar nas lagoas anaeróbias ou, eventualmente, sair com o efluente no tanque séptico e no reator UASB, piorando a sua qualidade e, conseqüentemente, o desempenho dessas unidades.

Escuma

A espuma é o material flutuante usualmente observado nas superfícies líquidas (interfaces ar-líquido) em alguns sistemas de tratamento, podendo ocorrer no desarenador, nas lagoas e, sobretudo, nos reatores anaeróbios.

A espuma, de uma forma geral, pode conter gordura, óleos, ceras, sabões, restos de alimentos, cascas de frutas e vegetais, cabelo, papel e algodão, pontas de cigarros, materiais plásticos e materiais similares.

Em reatores UASB, a formação de espuma pode ocorrer em dois locais distintos: no interior do separador trifásico, na interface de liberação dos gases formados durante a digestão anaeróbia; e na superfície do decantador, caso a saída do efluente seja afogada ou retentores de espuma sejam utilizados.

A interpretação conjunta dos dados operacionais de monitoramento da estação é que permite ao operador detectar e analisar todos esses problemas possíveis de ocorrer no tratamento biológico, decorrentes do mau funcionamento do tratamento preliminar.

5.7 MONITORAMENTO DAS UNIDADES DE TRATAMENTO BIOLÓGICO

O monitoramento dos reatores biológicos pode ser dividido em três tipos:

Monitoramento da eficiência - permite estabelecer o comportamento histórico da unidade e avaliar se o seu desempenho está de acordo com as especificações do projeto e com a legislação ambiental.

Monitoramento da estabilidade do reator anaeróbio - permite avaliar se há sinais da possibilidade da ocorrência de desequilíbrios na biomassa que possam comprometer o desempenho do reator.

Monitoramento da quantidade e qualidade do lodo - permite avaliar a necessidade de descarte de lodo e a capacidade de tratamento do reator.

É importante ressaltar que os parâmetros e a frequência de monitoramento podem ser distintos, em decorrência de especificidades locais e de exigências impostas pelos órgãos de controle ambiental.

Vimos que diferentes aspectos podem ser avaliados a partir dos dados do monitoramento das unidades de tratamento biológico.

5.8 PRÁTICAS OPERACIONAIS: O DESCARTE DE LODO

A presença de lodo em excesso reduz o volume útil das unidades de tratamento e, consequentemente, o tempo de detenção hidráulica, prejudicando o desempenho dos sistemas de tratamento biológico. Dessa forma, a remoção do lodo excedente deve ser feita periodicamente.

A seguir são apresentadas algumas informações importantes que se relacionam ao descarte de lodo das unidades de tratamento biológico: tanque séptico, reator UASB, lagoa anaeróbia e filtro anaeróbio.

Tanque séptico e Reator UASB – A remoção periódica de lodo é de fundamental importância para o bom desempenho do tanque séptico. A adoção de uma frequência de descarte adequada reflete diretamente em uma menor perda de sólidos no efluente final e em uma melhor qualidade do efluente, em termos de sólidos suspensos e de DQO e DBO.

No reator UASB, o descarte de lodo deve ser feito, preferencialmente, do fundo e à meia altura do compartimento de digestão. O monitoramento da concentração e altura do lodo

no reator é realizado a partir de pontos de amostragem dispostos em diferentes alturas da unidade.

A frequência de descarga, no caso de processos de desidratação em leitos de secagem, é de duas a três semanas, variando de acordo com a capacidade de armazenamento de lodo do reator e com o tempo médio de secagem.

Lagoa anaeróbia – A remoção de lodo, embora pouco frequente, é uma tarefa que pode ser necessária e de proporções significativas na operação dessa unidade, portanto, deve ser planejada, com o objetivo de reduzir custos e impactos relacionados com a remoção e disposição do lodo.

Filtro anaeróbio – A frequência adequada de descarte de lodo é fundamental para minimizar os problemas de entupimento do meio suporte e para garantir a boa qualidade do efluente final.

Nos sistemas simplificados que utilizam filtros anaeróbios, uma atenção especial deve ser dada ao monitoramento da quantidade de lodo presente no reator UASB bem como no tanque séptico, uma vez que a saída de lodo junto com o efluente dessas unidades pode levar ao entupimento do filtro anaeróbio, comprometendo o pós-tratamento.

5.8.1 Protocolo operacional de descarte de lodo

Protocolo operacional de remoção de lodo do tanque séptico

- Antes de qualquer providência, as tampas de inspeção devem ser removidas e mantidas abertas por tempo suficiente para a remoção de gases tóxicos ou explosivos.
- Em tanques sépticos dotados de dispositivos de descarga de lodo por pressão hidrostática, realizar o esgotamento do lodo por meio da manobra dos registros de descarga. A parte líquida mais clarificada pode permanecer no reator.
- Quando não há dispositivos de descarga do lodo, esgotar o lodo mecanicamente (bombeamento, sucção ou sifonamento), atingindo o fundo do reator em vários pontos e, considerando uma área de abrangência em torno de 1,5 m² por ponto, cobrindo toda a superfície do fundo.
- Não raspar ou lavar o reator na operação de retirada do lodo. O lodo remanescente aderido às paredes ou presente em pequenas quantidades junto ao fundo do tanque acelera o desenvolvimento da nova população microbiana.
- Após a operação, proceder à limpeza do local, anotar a data para a próxima operação e o volume a ser esgotado.

Protocolo operacional de descarte de lodo do reator UASB.

- A operação de descarte se dá a partir da abertura de registros que são previstos na lateral do reator, o que possibilita o escoamento do lodo até o leito de secagem.
- A abertura individualizada de cada registro (um por vez) correspondente a cada ponto de descarte de lodo é fundamental, pois, caso contrário, o descarte de lodo não será uniforme no interior do reator.
- Uma vez definidos os volumes de lodo a descartar de cada ponto (superior e inferior), conforme cálculos e simulações que devem ser efetuados com antecedência, a medição pode ser feita automaticamente, por meio de medidores de vazão, ou avaliando-se a altura da lâmina de lodo e o volume correspondente no leito de secagem.

A seguir são discutidos os aspectos operacionais e de monitoramento das unidades responsáveis pelo desaguamento do lodo descartado: os leitos de secagem.

5.8.2 Monitoramento e operação dos leitos de secagem de lodo

O monitoramento contínuo dos sólidos nos leitos de secagem é de fundamental importância para se definir a melhor rotina de descarte e de desidratação do lodo, contribuindo para:

- A redução dos ciclos de secagem e disponibilização do leito para uma nova batelada de descarte de lodo.
- A obtenção de um lodo mais seco e consequente redução do volume de lodo e dos custos de transporte até o local de disposição final.
- A redução da perda de sólidos juntamente com o efluente do reator e consequente melhoria da qualidade do efluente final.

5.8.3 Remoção de Escuma

A seguir são apresentados alguns pontos importantes relacionados à remoção de escuma das unidades de tratamento biológico da ETE.

Tanque séptico e Reator UASB – A remoção periódica de escuma é de fundamental importância para o bom desempenho dessas unidades.

A escuma acumulada em grandes quantidades no **tanque séptico** pode passar sob o defletor de saída, provocando prejuízos adicionais, como o entupimento de tubulações, além de favorecer o entupimento dos filtros anaeróbios, prejudicando o desempenho global do sistema.

No **reator UASB**, o acúmulo excessivo de escuma nos separadores trifásicos podem impedir o desprendimento de gás, que pode vir a sair pelo decantador, comprometendo

com isso a retenção de sólidos no reator e, conseqüentemente, o desempenho do sistema.

A identificação da necessidade de remoção de espuma é normalmente feita a partir da abertura de escotilhas inspecionáveis acima da laje dos reatores. A operação de abertura dessas escotilhas deve ser feita com cuidado, uma vez que envolve riscos ao se acessar um compartimento contendo o biogás. Durante a abertura da escotilha, devem ser tomados todos os cuidados necessários, a exemplo de:

- Fechamento da válvula de gás correspondente ao separador trifásico que se queira inspecionar, isolando-o dos demais separadores.
- Não fumar nem portar objetos que possam produzir fogo ou faísca durante a realização da atividade.

O desenvolvimento de mecanismos e métodos adequados que permitam uma eficiente remoção de espuma do interior dos separadores trifásicos dos reatores UASB é ainda necessário. Em decorrência disso, alguns reatores mais modernos têm sido equipados com uma calha no interior do separador objetivando a remoção da espuma (caso essa se apresente suficientemente fluida), tanto pelo aumento quanto pela redução da pressão do biogás.

Lagoa anaeróbia – A presença de espuma nas lagoas anaeróbias é totalmente comum; ela ajuda a manter a ausência de oxigênio e dificulta o desprendimento de maus odores e, portanto, não deve ser removida.

5.9 PRINCIPAIS PROBLEMAS OPERACIONAIS NAS UNIDADES DE TRATAMENTO BIOLÓGICO

A seguir é apresentado um conjunto de informações que podem auxiliar na detecção e correção de problemas operacionais mais frequentes em algumas das unidades de tratamento biológico dos sistemas simplificados de tratamento de esgotos.

5.9.1 Problemas operacionais e possíveis soluções: reator UASB

Observação	Causa provável	Solução
Distribuição desigual do afluente	Estrutura de distribuição desnivelada	Nivelar a estrutura de distribuição
Ponto de distribuição não recebe esgoto	Entupimento	Desbloquear
Coleta do efluente não uniforme	Estrutura de coleta desnivelada	Nivelar a estrutura de distribuição
	Camada superficial obstrui ponto de coleta	Remover obstrução
Teor elevado de sólidos sedimentáveis no efluente	Carga hidráulica excessiva	Diminuir vazão
	Excesso de sólidos no reator	Promover a descarga de lodo de excesso
Observação	Causa provável	Solução
Produção de gás menor que normal	Vazamento do biogás	Eliminar vazamento
	Defeito do gasômetro	Consertar ou substituir
	Diminuição da vazão	Desentupir rede de esgoto
	Material tóxico no afluente	Identificar e atuar sobre eventuais fontes de materiais tóxicos
	Carga orgânica excessiva	Diminuir carga orgânica
Produção de lodo maior que o normal	Sobrecarga do lodo	Diminuir carga aplicada
	Sólidos grosseiros e/ou inorgânicos entrando no reator	Restabelecer funcionamento das unidades de pré-tratamento
Produção de lodo menor que normal	Vazão pequena	Desentupir rede de esgoto
	Retenção de lodo deficiente	Consertar separador
Alta fração de sólidos inorgânicos	Falha da caixa de areia	Diminuir velocidade
	Baixa velocidade ascensional no reator	Aumentar velocidade
Lodo flutuante cresce rapidamente	Carga hidráulica excessiva	Diminuir carga
Eficiência da remoção do material orgânico reduzida	Carga hidráulica excessiva	Diminuir carga
	Descarga do afluente deficiente	Consertar falhas

Fonte: Chernicharo, van Haandel e Cavalcanti (1999)

5.9.2 Problemas operacionais e possíveis soluções: tanque séptico/filtro anaeróbio

Observação	Causa provável	Solução
Maus odores	Sobrecarga de esgotos e redução do tempo de detenção hidráulica	Adicionar nitrato de sódio no tanque séptico e no filtro anaeróbio
	Queda brusca da temperatura do esgoto	Adicionar cal (~12 g/m³ de tanque) para elevar o pH
	Presença de substâncias tóxicas	Adicionar produtos que seqüestrem os sulfetos Localizar e eliminar fontes de substâncias tóxicas

Observação	Causa provável	Solução
Elevado teor de sólidos no efluente	Sobrecarga de esgotos e redução do tempo de detenção hidráulica	Colocar outra unidade em operação
	Frequência inadequada de remoção de lodo do tanque séptico	Promover a limpeza do tanque séptico, inclusive da camada de espuma
	Excesso de sólidos no afluente do filtro anaeróbio	Verificar a possibilidade de descarte parcial dos sólidos retidos no filtro anaeróbio
Entupimento do filtro anaeróbio	Frequência inadequada de remoção de lodo do tanque séptico	Promover a limpeza do tanque séptico, inclusive da camada de espuma
		Verificar a possibilidade de descarte parcial dos sólidos retidos no filtro anaeróbio

Fonte: Adaptado de “Sistemas de esgotos sanitários de Meaípe – Manual de operação e manutenção das estações de tratamento de esgotos” (s/data)

5.9.3 Problemas operacionais e possíveis soluções: lagoas anaeróbias

Observação	Causa provável	Solução
Maus odores	Sobrecarga de esgotos e redução do tempo de detenção hidráulica	Eventual by-pass parcial para a lagoa facultativa (caso esta suporte elevações da carga) Melhorar a distribuição do afluente na lagoa (ex: por tubulações perfuradas no fundo da lagoa)
	Carga baixa e elevação excessiva do tempo de detenção hidráulica	Recircular o efluente da lagoa facultativa ou de maturação para a entrada da lagoa anaeróbia Operar com uma lagoa anaeróbia apenas (caso haja duas ou mais lagoas em paralelo)
	Presença de substâncias tóxicas	Adicionar nitrato de sódio em vários pontos da lagoa
	Queda brusca da temperatura dos esgotos	Adicionar cal (~12 g/m³ de lagoa) para elevar o pH Adicionar produtos que sequestram os sulfetos

Observação	Causa provável	Solução
Proliferação de insetos	Crescimento de vegetais no talude interno na região do nível d'água	Cortar e remover os vegetais
	Camada de espuma e óleo sempre presente	Revolver (com rastelo ou jato d'água) a camada de material flutuante
	Circulação e manutenção fracas	Aplicar, cuidadosamente, inseticidas ou larvicidas na camada de espuma
Crescimento de vegetais	Manutenção inadequada	Remover totalmente os vegetais do talude interno, evitando a sua queda na lagoa Capinar o terreno; adicionar produtos químicos para o controle de ervas (talude externo)
Manchas verdes no encontro da lâmina d'água com o talude	Proliferação de algas	Remover as colônias de algas
Entupimento das tubulações de entrada	Tubulação de entrada obstruída	Limpar as tubulações com vara ou arame de aço

Fonte: Adaptado de Von Sperling, 1995

5.9.4 Problemas operacionais e possíveis soluções: lagoas facultativas

Observação	Causa provável	Solução
Escuma e flutuantes (impedindo a passagem de luminosidade)	Superfloração de algas (nata esverdeada)	Quebrar a espuma com jatos d'água ou com rastelo
	Lançamento de material estranho (ex: lixo)	Remover a espuma com peneiras de pano
	Placas de lodo desprendidas do fundo	Desagregar ou remover placas de lodo
	Pouca circulação e atuação do vento	Remover obstáculos para a penetração do vento (caso seja possível)

Observação	Causa provável	Solução
Maus odores	Sobrecarga de esgotos (causando abaixamento do pH, queda da concentração de OD, mudança na cor do efluente de verde para verde-amarelado, aparecimento de zonas cinzentas junto ao efluente)	Transformar a operação de série em paralelo
		Retirar temporariamente a lagoa problemática de operação (desde que haja pelo menos duas lagoas em paralelo)
		Recircular o efluente
		Considerar entradas múltiplas do afluente (evitar caminhos preferenciais)
		Considerar a inclusão de aeradores na lagoa (no caso de sobrecargas consistentes)
	Longos períodos com tempo nublado e temperatura baixa	Eventualmente, adicionar nitrato de sódio (fonte de oxigênio combinado)
		Diminuir a altura da lâmina d'água
		Colocar uma lagoa em paralelo em operação
	Substâncias tóxicas advindas de descargas industriais	Instalar aeradores superficiais próximo à entrada
		Identificar o composto tóxico
		Identificar e atuar junto à fonte da descarga
		Isolar a lagoa afetada
	Curtos-circuitos hidráulicos decorrentes da má distribuição do afluente, aproveitamento excessivo das curvas de nível ou presença de vegetais aquáticos no interior da lagoa	Colocar uma segunda unidade em paralelo (se possível, com aeração)
		Coletar amostras em vários pontos da lagoa (ex: OD) e verificar se há significativas diferenças entre elas
		Regularizar a distribuição do esgoto na entrada
	Superfloração de algas, impedindo a entrada de luz	Remover vegetais aquáticos
		Jatear com mangueira d'água, destruir com rastelo e remover com peneiras

Fonte: Adaptado de Von Sperling 1995

5.10 REDES COLETORAS

Denomina-se rede coletora de esgotos um conjunto constituído pelos ramais internos, pelas ligações prediais, pelos coletores de esgoto e seus órgãos acessórios.

Ramal interno (instalação predial) são os elementos internos ao imóvel de responsabilidade do proprietário ou usuário.

A **caixa de gordura** é destinada a coletar e reter os resíduos gordurosos dos esgotos provenientes da pia da cozinha ou do tanque se este for utilizado para lavagem dos utensílios de cozinha. Caso trate de instalações de restaurantes, lanchonetes, açougues ou outros fins que impliquem na produção de gordura, a água do piso, também, deverá ser encaminhada à caixa de gordura.

A caixa de gordura deve ser verificada e limpa, sempre que necessário. A gordura, os detritos alimentares e demais resíduos retirados devem ser acondicionados em sacos plásticos e colocados no lixo.

A **caixa de passagem** é instalada nos pontos onde ocorre mudança de direção do ramal interno e permitem o acesso para desobstrução, quando necessário.

O **poço Luminar** (PL) não existe em todos os sistemas de esgotamento, mas onde os serviços são prestados por concessionárias, sendo o elemento que determina o limite de responsabilidade entre o cliente e a concessionária. É instalado no passeio e permite o acesso aos equipamentos para a desobstrução da ligação predial, quando necessário.

Ligação predial (ramal predial) é a parte a jusante ao PL, caso exista, ou a parte além da divisa do imóvel até a rede coletora, de responsabilidade da concessionária.

As redes coletoras, antigamente, eram construídas em manilhas cerâmicas. Atualmente, o PVC vem sendo aplicado com mais frequência face à facilidade de construção. Quando da confecção de uma ligação predial, é muito comum a conexão de tubos de PVC com manilha cerâmica. Nestes casos devem-se utilizar os adaptadores específicos, evitando sempre a improvisação que resultará certamente em manutenções futuras.

Coletor de esgoto é a tubulação da rede coletora que recebe contribuição de esgoto das ligações prediais em qualquer ponto ao longo de seu comprimento.

Coletor tronco é a tubulação da rede coletora que recebe apenas contribuição de esgoto de outros coletores.

Coletor principal é o coletor de esgoto de maior extensão dentro de uma mesma bacia de esgotamento.

Devido à presença nos esgotos de grande quantidade de sólidos e ainda pelo fato de ser necessário à rede coletora funcionar como conduto livre, é preciso que as canalizações tenham **órgãos acessórios**.

Os **materiais mais utilizados** em sistemas de coleta e transporte de esgoto têm sido o tubo cerâmico, o concreto, o PVC, o ferro fundido e o aço.

De um modo geral, para a escolha adequada do material a ser utilizado no sistema de coleta de esgoto, devem ser levados em consideração os seguintes aspectos:

- Características do solo
- Características do esgoto
- Métodos utilizados na construção
- Esforços a que estará sujeita a tubulação (resistência a cargas externas, resistência à abrasão e ao ataque químico)
- Diâmetros disponíveis no mercado
- Custos (material, transporte e assentamento)

5.10.1 OPERAÇÃO DAS REDES COLETORAS, PRINCIPAIS PROBLEMAS E SUAS AÇÕES CORRETIVAS

- Entupimento de rede coletora de esgotos por aporte indevido de resíduos sólidos

Um dos grandes problemas encontrados nas tubulações de esgoto consiste no entupimento delas, devido ao mau uso das pessoas que jogam objetos estranhos nos vasos sanitários e, em alguns casos, diretamente nos poços de visita.

Os objetos que, comumente, são mais encontrados na rede são: cigarro, cotonete, fralda, fio dental, cabelos, absorvente higiênico, preservativo, algodão, gaze, cigarro, embalagens de xampu etc. Essa prática incorreta pode comprometer toda a rede coletora de esgotos, gerando grandes gastos com manutenção.

Quando é detectado um entupimento na rede coletora, primeiramente, é encaminhada uma equipe de desentupimento equipada com um rolo de arame de aço, que é aplicado nos PV. Enquanto um profissional guia o arame na rede coletora, outros dois fazem a rotação manual do arame, introduzindo-o na rede e promovendo a remoção do material que provocou o entupimento.

Caso essa equipe não tenha sucesso, são mobilizados equipamentos mecânicos para promover a desobstrução, como as varas metálicas acopláveis, acionadas por um motor que provoca a rotação das varas, até que as mesmas sejam inseridas na tubulação.

Se ainda assim não for possível o desentupimento, são utilizados equipamentos mecânicos mais robustos: *sewer jet* ou hidrojateamento, *vácuo flex*, *vac all* (funciona como um aspirador de pó para sugar a sujeira do PV), ou a combinação de dois desses. Ainda pode ser utilizado o equipamento chamado *bucket machine* que, apesar de ser uma máquina antiga e robusta, em alguns casos, consegue retirar o material grosseiro que o *sewer jet* não retira.

Caso nenhum desses equipamentos consiga resolver o problema, a equipe deve marcar o ponto da obstrução para que seja promovida a abertura de vala e a troca da tubulação danificada.

- Incrustação nas tubulações de esgoto

Outro grave problema nas redes coletoras de esgotos é a incrustação das tubulações devido à gordura. Na grande maioria dos imóveis mais antigos não existem as caixas de gordura. Muitos usuários fazem o lançamento de gordura, de forma indevida, que será encaminhada para as redes coletoras.

A seguir, é apresentado um exemplo das sequências de atividades realizadas para corrigir esse problema.

1. O procedimento é o mesmo para entupimento de rede, pois não se sabe se o entupimento é por lançamento de objetos ou se é devido à gordura acumulada.
2. Verificado que o problema é de incrustação, deve-se utilizar o equipamento de limpeza combinado *sewer jet* + *vácuo flex*. O *sewer jet* retira as placas de gordura das paredes do tubo e o *vácuo flex* suga as mesmas para fora da tubulação.
3. Se a incrustação estiver muito avançada, deve-se trocar a parte do tubo. Por exemplo: uma tubulação com 50% de obstrução passa a ficar com 20% depois da utilização do equipamento mencionado acima. Nesse caso, pode ser mais vantajosa a troca da tubulação.

- Vazamento em redes coletoras de esgoto

Vazamentos na rede coletora de esgotos podem ocorrer devido à corrosão das tubulações ou devido a juntas mal executadas.

Esse problema é de difícil detecção, pois, normalmente, a água infiltra no solo e, quando se percebe o problema, ele já está em estágio avançado.

Vazamentos em redes coletoras de esgotos podem ser detectados nas seguintes situações:

- Abatimento do pavimento, pois o solo é carreado. Quando a rua afunda, o estágio já está bastante avançado.
- Pode ocorrer uma coincidência de o operador abrir uma vala próxima, para outro serviço, e verificar grande acúmulo de água no solo.
- Lençol freático contaminado. Neste caso, é muito difícil saber exatamente onde está o vazamento.
- Dependendo da experiência do operador, ele pode verificar que, em um determinado PV, a lâmina de água que chegava se reduziu, mas também é difícil definir o local exato do vazamento.

Após definido o local do vazamento, deve-se abrir a vala e trocar o trecho de tubulação danificado.

- Corrosão e odor em sistemas de coleta e transporte de esgoto sanitário

Os principais produtos responsáveis pela produção de odor e corrosão, quando em concentrações elevadas, são, também, tóxicos ao homem e representam um perigo aos operadores de redes coletoras de esgotos. As substâncias responsáveis pela geração de odores ofensivos encontradas em esgoto sanitário são, de modo geral, resultantes da decomposição anaeróbia de matéria orgânica contendo enxofre e nitrogênio e, notadamente, pela redução de sulfatos a sulfetos, também em anaerobiose.

O sulfeto de hidrogênio (H_2S), ou gás sulfídrico, é o mais importante gás observado em sistemas de coleta e transporte de esgoto sanitário.

- Processo de corrosão por sulfeto de hidrogênio

Devido ao fato do esgoto fresco apresentar quantidade apreciável de oxigênio dissolvido, normalmente, as redes coletoras de esgoto não apresentam problemas relativos a sulfeto de hidrogênio (H_2S). Entretanto, a medida que o esgoto escoar pela rede em grandes extensões, por vezes com velocidade diminuída, a concentração de oxigênio

diminui gradualmente, prevalecendo as condições anaeróbias no esgoto e propiciando a formação de sulfetos.

A película de limo formada nas partes submersas da parede da tubulação é a principal fonte de geração de sulfeto em tubulações de esgoto, pois é nessa película que ocorrem as condições estritamente anaeróbias, favoráveis ao desenvolvimento do processo. A espessura da camada de limo varia, normalmente, de 1,0 a 1,5 mm, dependendo da velocidade de escoamento dos esgotos. Quando a velocidade é muito baixa, as camadas de limo podem atingir e mesmo ultrapassar 3 mm.

A presença de areia no esgoto, fluindo com baixas velocidades, permitirá a deposição de areia nos condutos, formando depósitos que reterão também matéria orgânica e se tornarão anaeróbios, com desenvolvimento de bactérias anaeróbias, o que resultará em condições adequadas para a geração de sulfetos.

O sulfeto de hidrogênio presente na fase líquida escapa para a atmosfera local, em quantidade que depende da sua concentração no líquido. O H_2S é, então, transferido da atmosfera local para as paredes do conduto, acima da superfície líquida, que são normalmente úmidas devido ao líquido aí condensado. O sulfeto de hidrogênio retido nessa unidade é, então, convertido a ácido sulfúrico por bactérias aeróbias.

A NBR 9649 (ABNT, 1986), ao impor o valor mínimo da tensão trativa de 1,0 Pa visa evitar a formação de depósitos de material sólido nas tubulações e minimizar a formação do limo biológico nas paredes das tubulações, evitando – ou minimizando – a geração de sulfetos no sistema de coleta e transporte de esgoto.

A escolha adequada de materiais para a construção das tubulações de esgoto e a limpeza periódica de trechos críticos são medidas que podem contribuir para a minimização da produção de H_2S no esgoto sanitário.

- Odor e outros efeitos devido aos gases gerados nos sistemas de esgotamento sanitário

Em sistemas de coleta e transporte de esgoto sanitário, a ocorrência de gases pode ser decorrente da sua chegada aos condutos de esgoto por vazamento de gás natural ou manufaturado, vapores de gasolina, monóxido de carbono, gases provenientes de despejos industriais, ou pela liberação de gases produzidos pelas transformações biológicas que ocorrem no sistema, em que o sulfeto de hidrogênio é o mais importante deles.

Uma das consequências da presença de gases mal cheirosos do esgoto em sistemas de coleta e transporte é o perigo potencial para os trabalhadores. Gases inodoros em sistemas de esgoto também podem ser tóxicos.

Outro efeito da presença de gases em esgoto sanitário é o perigo de explosões que podem resultar da ignição de gases, como o metano.

Os procedimentos para o controle dos gases de esgotos incluem: controle na fonte do lançamento de despejos industriais que possam gerar gases indesejáveis no esgoto; projeto adequado da rede coletora de esgoto, ventilação e saída de gases para evitar o seu acúmulo no sistema; aeração ou introdução de oxigênio ou peróxido de hidrogênio ou nitrato, de modo a se ter o oxigênio como receptor de hidrogênio e se evitarem transformações biológicas tipicamente anaeróbias, como no caso da geração de sulfetos.

5.10.2 IDENTIFICAÇÃO DE LIGAÇÕES CLANDESTINAS

Observa-se, na prática, a indesejável ocorrência de uma grande quantidade de ligações clandestinas, algumas lançando esgotos nos sistemas de águas pluviais e outras lançando águas de chuva nos sistemas de esgotos sanitários. Devido à existência de tais ligações, os sistemas nem sempre são totalmente separadores. As ligações clandestinas trazem problemas à operação de sistemas de esgotamento e de águas pluviais.

5.10.3 CADASTRO DE REDE COLETORA DE ESGOTOS

O cadastro das redes coletoras deve conter as informações básicas para subsidiar as obras de manutenções do sistema ou mesmo para auxiliar na elaboração de projetos de outras prestadoras de serviço. Deve conter dados, como: tipo de material; diâmetro; profundidade; afastamento do meio fio; tipo de pavimento; distância de pontos notáveis, como PV ou demais aparelhos urbanos, como postes; dados de demais instalações subterrâneas, como redes de água, drenagem, energia, telefonia.

O primeiro cuidado que se deve ter, quando do planejamento dos serviços de operação e manutenção de redes coletoras, é com relação às possíveis interferências com outras obras enterradas (redes de água, luz, telefonia, gás, galerias de águas pluviais). Antes de qualquer serviço, as plantas de cadastro devem ser examinadas para verificar possíveis interferências e, conseqüentemente, evitar acidentes.

5.10.4 PLANEJAMENTO DOS SERVIÇOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE REDES COLETORAS DE ESGOTOS

Uma obra de manutenção de rede de esgotos deve ser objeto de muita atenção, visto que acarreta problemas no tráfego, ruído de máquinas e equipamentos, sujeira, mau cheiro, risco de acidentes, além da presença de curiosos que circulam nas proximidades. Desta forma há necessidade de planejamento de forma que tenha a duração mais curta possível visando minimizar os impactos causados junto à sociedade e ao meio ambiente.

Deve-se fazer o planejamento, estando de posse do cadastro da rede bem como das possíveis interferências com outras instalações subterrâneas, plano de desvio do tráfego, definição do local de bota-fora do material escavado, disponibilidade de material para o reaterro de vala, dimensionamento de materiais e equipamentos em perfeitas condições de operação e principalmente pessoal qualificado e munido de equipamentos de proteção individual e coletiva.

5.10.5 MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA

O bom funcionamento das redes coletoras de esgoto depende substancialmente de um adequado programa de manutenção, que deve prever ações de caráter preventivo. Quando ocorrerem problemas ou inconformidades, o programa deve considerar, também, as ações corretivas necessárias.

A manutenção corretiva é uma forma menos racional e pouco eficiente de cuidar das redes coletoras de esgoto. Isso porque esse tipo de manutenção reativa pode levar a um constante estado de “apagar fogo”. Nesse caso, o fogo é a rede coletora avariada e apagar o fogo é o restabelecimento do estado normal ou parcialmente normal da operacionalidade da rede coletora. Em outras palavras, somente quando a consequência do problema aparece, é que se busca a solução parcial ou total para aquilo que causou o problema.

Soluções parciais em manutenções corretivas geram o imprevisto, o que pode gerar novas manutenções corretivas no futuro. É verdade que, quando se improvisa, pode-se evitar a paralisação da operação, mas perde-se em eficiência. A improvisação pode e deve ser evitada por meio de métodos preventivos.

Com o propósito de evitar operações não planejadas, de última hora, que frequentemente são exigidas para desobstruções e reparos ou limpezas de emergência, é de extrema importância a existência de um serviço de manutenção preventiva, isto é, trabalhos rotineiros e previamente programados que têm como objetivo manter o sistema de esgotos operando integralmente, ou seja, com as mesmas características de funcionamento para as quais foi projetado e construído.

As manutenções preventivas em redes coletoras de esgotos têm como início o cadastro, como citado anteriormente. De posse do cadastro é de grande valia o registro de todas as ocorrências verificadas nos trechos críticos das redes, por exemplo, redes com problemas de refluxo e histórico de entupimento. Uma boa prática é identificar os locais críticos do sistema onde ocorre reincidência de entupimento por gordura e programar sistematicamente a lavagem da rede através de caminhão hidrojateador. Outra medida preventiva é promover inspeções nos imóveis potencialmente contribuintes de gordura e orientá-los a construir e promover a limpeza da caixa de gordura sistematicamente.

5.11 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO

Estação elevatória de esgotos (EEE): instalações que objetivam bombear os esgotos de um ponto baixo para outro de cota mais elevada, permitindo que a partir desse ponto, os esgotos possam fluir por gravidade. As estações elevatórias são utilizadas quando as profundidades das tubulações se tornam demasiadamente elevadas, quer devido à baixa declividade do terreno, quer devido à necessidade de se transpor uma elevação.

5.11.1 PARTES CONSTITUINTES DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

De maneira geral, as partes constituintes de uma EEE podem ser agrupadas segundo a sua natureza, em três grupos:

Construção civil

Unidade de pré-tratamento

Poço de sucção

Casa de bomba

Tubulações

Sucção

Barrilete

Recalque

Equipamento eletromecânico

Bomba

Motor

Quadro de comando

Sistema de controle operacional

5.11.2 PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

O bom funcionamento da estação elevatória de esgoto depende substancialmente de um adequado programa de manutenção, que deve prever ações de caráter preventivo. Quando ocorrerem problemas ou inconformidades, o programa deve considerar, também, as ações corretivas necessárias.

A manutenção corretiva é uma forma menos racional e pouco eficiente de cuidar de uma estação elevatória. Somente quando a consequência do problema aparece, é que se busca a solução parcial ou total para aquilo que causou o problema.

Já a manutenção preventiva obedece a um planejamento, que estabelece intervenções periódicas (ou, pelo menos, programadas) com a finalidade de permitir limpezas, abastecimentos e troca de peças gastas por novas, assegurando, assim, o funcionamento perfeito da estação (bombas, motores, bóias etc.) por um período maior.

As atividades de manutenção preventiva são de grande importância para o funcionamento da estação elevatória. Para que as atividades previstas no programa de operação e manutenção sejam realizadas da melhor forma possível, é necessário que as diferentes ações que ela envolve sejam realizadas segundo uma sequência predeterminada.

Principais ações:

- Quando na área externa da estação, inspecionar registro e/ou by-pass de chegada da EEE, para confirmar que não há descarga indevida do esgoto.
- Havendo desvio do esgoto, corrija-lo abrindo registro ou stop-log.
- Verificar fluxo de esgoto de chegada.
- Registrar eventual anomalia (livro de ocorrência).
- Comunicar anormalidade imediatamente à manutenção.
- Bloquear o fluxo de chegada (fechamento de comporta, uso de bloqueador inflável ou desvio de outra forma) – onde for necessário.
- Checar tensão do(s) painel(s) em operação.
- Checar tensão da(s) bomba(s) em operação e ligadas.
- Ler os horímetros e checar a corrente elétrica das bombas (quando ligadas).
- Vistoriar as instalações elétricas e hidráulicas prediais.
- Interpretar os dados lidos – em casos de anomalias, tomar providências.

Em caso de anormalidades, comunicar imediatamente à manutenção.

- Registrar anormalidade de acordo com instruções do supervisor (Importante: mesmo tendo solução imediata, o problema deve ser relatado).
- Verificar a integridade de barriletes, tubulações e equipamentos operacionais, quanto a vazamentos, entupimentos e outros riscos, quando visíveis.
- Bloquear o fluxo de chegada (fechamento de comporta, uso de bloqueador inflável ou desvio de outra forma) – onde for necessário.
- Efetuar descarga da parte líquida do poço com os próprios conjuntos motobomba instalados.
- Desligar (modo manual) todas as bombas logo em seguida.
- Desligar todo o equipamento elétrico em razão da limpeza.
- Vistoriar as condições do poço antes da retirada dos sólidos para otimizar frequência das limpezas.
- Iluminar o poço, considerando os cuidados com choques elétricos, de preferência com lanterna.
- Vistoriar o fluxo no poço de visita a montante da elevatória.
- Executar lavagem geral da área externa do poço.
- Limpar as caixas de extravasores.
- Verificar, internamente, os poços da elevatória após a limpeza.
- Desbloquear o fluxo de chegada – onde for necessário.
- Religar (modo automático) os conjuntos moto-bomba o mais breve possível.
- Verificar o funcionamento das válvulas de retenção para eventuais limpeza e lubrificação das mesmas.
- Registrar tudo o que foi realizado.

5.11.3 RECOMENDAÇÕES PARA OPERAÇÃO

Trata-se de trabalhos rotineiros de observação e manutenção, como os listados a seguir:

- Cuidadosa observação do funcionamento da bomba, prestando especial atenção para os sons da operação, a quantidade de vibração, e a temperatura operacional do motor e dos rolamentos.

- Observação e ajuste do fluxo da selagem de água (aproximadamente 20 gotas por minuto de perda para um preenchimento convencional).
- Observação do sistema de controle de operação.
- Limpeza dos sensores de controle.
- Observação do volume ou pressão de descarga.
- Registro dos parâmetros da bomba e do tempo cumulativo de funcionamento.
- Girar as bombas reserva para garantir que estarão utilizáveis quando necessário (normalmente, pelo menos uma vez por semana).

6. BIBLIOGRAFIA

- Abastecimento de Água. Tsutiya, Milton Tomoyuki – 2ª Edição – São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005 XIII.
- Abastecimento de água para consumo humano. Heller L., Pádua V.L. (organizadores) – Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.
- Anais 6o Curso de Combate ao Desperdício de Energia e Água em Saneamento Ambiental – São Paulo – 08 a 12 de agosto de 2005 – ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – PROCEL.
- Anais do Seminário Internacional sobre Programas de Redução e Controle de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água – Recife – Ministério da Cidadã - 2003
- Ancoragens de Tubulações com junta elástica. Lasmar, I. ABES. Rio Janeiro – 2003
- Abastecimento de Água para Consumo Humano. Léo Heller e Valter Lúcio de Pádua (Organizadores). Belo Horizonte: UFMG, 2006, 859 p.
- Comentários sobre a Portaria MS 518/2004 Subsídios para implementação. Série E. Legislação de Saúde. Brasília-DF 2005. MINISTÉRIO DA SAÚDE Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental.
- Hidráulica Aplicada às Estações de Tratamento de Água. Marcos Rocha Vianna. 3 ed. Belo Horizonte: Imprimatur, 1997.
- Manual de boas práticas no abastecimento de água – procedimentos para minimização de riscos. Seção II: boas práticas no abastecimento de água sob a perspectiva dos riscos à saúde humana. CGVAM/SVS/MS, 2006.
- Manual de Hidráulica. Azevedo Netto. São Paulo: Edgard Blücher, 1998, 669 p.
- Manual para Operações de Estação de Tratamento de Água. Belo Horizonte: Diretoria Regional de Engenharia Sanitária de Minas Gerais da FSESP em convênio com a USAID, 1965, 261 p.
- Manual Prático de análise de água Manual de Bolso Engenharia de Saúde Pública Fundação nacional de Saúde –FUNASA Ministério da Saúde, 408p.
- Manual Prático do Analista de Água – Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental: Banco Nacional de Habitação, 1979. (Série Manuais Técnicos)
- Operación Y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua. Manual de capacitación para operadores, Lima 2002. <<http://www.cepis.ops-oms.org>> acessado em 18/05/07.
- Química. Antônio Sardella. São Paulo: Ática, 2003, 416 p.
- Standard Methods of the examination of water and waster water 18th edition 1992.
- Tratamento de Águas de Abastecimento por Filtração em Múltiplas Etapas. PROSAB. 1999 114p.
- Cadernos de Educação Ambiental Água para Vida, Água para Todos:
- Livro das Águas. Vieira, A. R. – Brasília: WWF-Brasil, 2006

- Comentários sobre a Portaria MS 518/2004 Subsídios para implementação. Série E. Legislação de Saúde. Brasília-DF 2005. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental.
- Comentários sobre o Decreto n°. 5.44. Subsídios para implementação. Brasília - DF 2006.
- Abastecimento de água - Construção, operação e manutenção de redes de distribuição de água - Nível 1 Ministérios da Saúde, Justiça, Cidades e Meio Ambiente
- Definição de critérios para implantação de hidrantes urbanos e proposição de medidas que impeçam o furto de água através destes equipamentos - SABESP/IPT. São Paulo, 2000.
- Instalações hidráulicas. Macintyre, Archibald Joseph — Editora Guanabara Dois S.A. – Rio Janeiro.
- Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Sperling, M. V. 2. ed. Belo Horizonte- EDUFMG. 1996.
- Manutenção de Adutoras Fonseca, Elysio A. Moreira - São Paulo. Governo do Estado. Secretaria dos Serviços de Obras Públicas
- Manual de Saneamento. FUNASA — 3o Edição – Fundação Nacional de Saúde – Ministério da Saúde – 2004 – Brasília.
- Nascente, o verdadeiro tesouro da propriedade rural - o que fazer para conservar as nascentes nas propriedades rurais. Davide A. C. Belo Horizonte. Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, Universidade Federal de Lavras. 2º. Edição revisada, 2004.
- Redes de distribuição de água. Martin, In: Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água. Vol. 1 CETESB. São Paulo 1976
- Resíduos sólidos: gerenciamento de resíduos da construção civil: guia do profissional em treinamento: nível 2 / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte: ReCESA, 2008.
- Tubulações Industriais. Telles, Pedro C. Silva– 6o Edição. Rio Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. Manual de cloração de água em pequenas comunidades utilizando o clorador simplificado desenvolvido pela Funasa. Coesc/Funasa, 2014. 40 p.
- Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17/03/2005.
- Casa Civil. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.
- Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, V.2, 1995, 221p. Castro A. A.; Costa A. M. L.; Chernicharo C. A. L.; Von Sperling E.; Moller L. M.; Heller L.; Casseb M. M. S.; Von Sperling M.; Barros R. T.
- Saneamento e saúde. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 1997, 97p. HELLER, L
- Reatores anaeróbios. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de

- Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2007, 380p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 5). Chernicharo, C. A. L.
- Capítulo 9: Controle operacional de reatores anaeróbios. In: Campos, J. R. (coordenador). Tratamento de esgotos domésticos e disposição controlada no solo. ABES/FINEP/PROSAB, Rio de Janeiro, 1999, 436p.
- Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2005, 243p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 1). Von Sperling, M.
- Operação e Manutenção de Sistemas Simplificados de tratamento de Esgotos – ReCESA - Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento ambiental – ReCESA - 2008
- VON SPERLING, M. Lagoas de estabilização. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1995, 196p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 3).
- Abastecimento de água - Qualidade da água e padrões de potabilidade – Nível 1_ReCESA
- Construção, operação e manutenção de redes de distribuição de água – Nível 1 – ReCESA
- Construção, operação e manutenção de redes de distribuição de água – Nível 2 – ReCESA
- Abastecimento de Água – Operação e manutenção de estações de tratamento - 2007 – Nível 1 - ReCESA
- Abastecimento de Água – Operação e manutenção de estações de tratamento - 2007 - Nível 2 – ReCESA
- Esgotamento sanitário: operação e manutenção de redes coletoras de esgotos: guia do profissional em treinamento: nível 2 / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Brasília: Ministério das Cidades, 2008. 78 p.
- Esgotamento sanitário: operação e manutenção de estações elevatórias de esgotos: guia do profissional em treinamento: nível 1 / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Brasília: Ministério das Cidades, 2008. 48 p.