



NORMA TÉCNICA

L1.010

Jun/1988
23 PÁGINAS

Avaliação de desempenho de valos de oxidação: manual técnico

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Avenida Professor Frederico Hermann Jr., 345
Alto de Pinheiros CEP 05459-900 São Paulo SP
Tel.: (11) 3133 3000 Fax.: (11) 3133 3402

<http://www.cetesb.sp.gov.br>

SUMÁRIO

	Pág.
Introdução.....	3
1 Processo de tratamento.....	3
2 Pontos de coleta.....	5
3 Coleta de amostra.....	10
4 Métodos para exames e análises.....	12
5 Determinações analíticas e parâmetros de controle.....	12
Anexo A - Relação de Normas Técnicas CETESB sobre métodos de exames e análises físico-químicas e biológi cas.....	20
Anexo B - Referências Bibliográficas.....	21

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE VALOS DE OXIDAÇÃO

Coordenação: Grupo de Normalização Técnica

Autor do texto-base: Constantino Arruda Pessoa

Redação do texto final:

- Luiz Solyon
- Marco Antonio Gunther
- Max Lothar Hess
- Roberto Eduardo B. Centurión

Revisão: Attilio Brunacci

INTRODUÇÃO

O presente manual tem por finalidade estabelecer as diretrizes e os procedimentos para as determinações dos parâmetros e das características físicas, químicas e biológicas destinadas à avaliação do desempenho das unidades, isoladas ou grupadas, dos sistemas de tratamento de esgoto por valo de oxidação.

Esta avaliação prende-se às seguintes necessidades:

- a) verificação da qualidade do afluente à ETE e sua variação ao longo do período de funcionamento da instalação;
- b) constatação periódica dos parâmetros adotados para projeto;
- c) determinação dos índices indicadores da evolução, equilíbrio e desempenho de cada unidade de tratamento e de seu conjunto;
- d) controle sistemático das possíveis alterações provocadas no corpo d'água receptor;
- e) determinações esporádicas de fatores intervenientes ou conseqüentes de fenômenos causadores de desequilíbrios excessivos do processo de tratamento.

Obviamente, para o atendimento integral e confiabilidade das determinações citadas, torna-se indispensável a disponibilidade de laboratórios específicos, localizados ou não nas dependências da ETE, com possibilidade de fornecer em tempo hábil os resultados para a equipe de operação. De qualquer maneira, sempre que possível, deverá ser instalado nas dependências da ETE um laboratório de pequeno porte, projetado para atender às análises de maior frequência, ou seja, aquelas consideradas de rotina e indispensáveis às manobras diárias de operação.

Para as análises de menor frequência, a equipe de operação deverá lançar mão de laboratórios dotados de recursos humanos e materiais, quantitativa e qualitativamente compatíveis com os objetivos das determinações que se pretende realizar.

1 PROCESSO DE TRATAMENTO

Este manual, como já foi citado, preconiza recomendações em função do processo de tratamento de esgoto por meio de valo de oxidação convencional, com as respectivas unidades complementares (Figura 1), a saber:

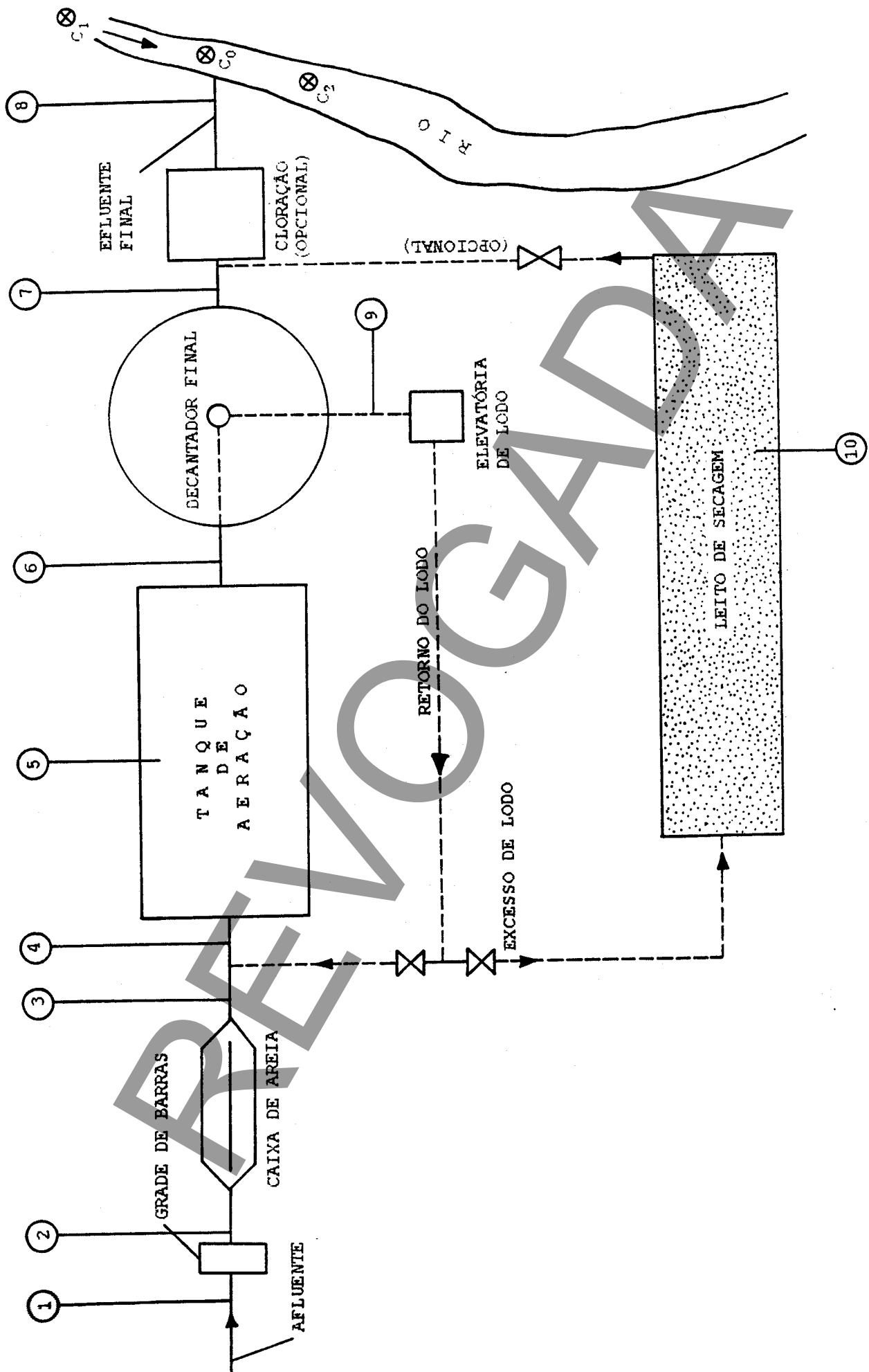


FIGURA 1 - Esquema de processo de aeração prolongada

- grade de barras;
- caixa de areia;
- tanque de aeração;
- decantador final;
- leito de secagem.

Em casos especiais, o sistema de tratamento poderá atender às exigências sanitárias locais, mesmo com a omissão de algumas unidades preconizadas. Neste caso, a avaliação de desempenho será realizada da mesma maneira, ajustando-se seus parâmetros e níveis quantitativos de referência ao sistema proposto.

2 PONTOS DE COLETA

A seleção e respectiva codificação dos pontos de coleta deverão preceder qualquer procedimento efetivo relacionado com a avaliação de desempenho do processo.

2.1 Critérios de codificação

A seleção do critério de codificação para os pontos de coleta poderá ser estabelecida empiricamente. No entanto, torna-se indispensável uma descrição criteriosa de suas localizações com a finalidade de evitar que fiquem sujeitas à livre escolha de cada coletor. Este fato, aparentemente insignificante, irá evitar resultados com excessivas discrepâncias de valores tornando inadequado qualquer estudo estatístico ou comparativo com instalações similares.

Com a finalidade de evitar estes inconvenientes, sempre que possível recomenda-se fixar os pontos de coleta considerando-se o seguinte:

- a) pares de pontos, a montante e a jusante de qualquer unidade de tratamento e do sistema, com a finalidade de se avaliar o desempenho parcial e total do processo;
- b) pontos isolados, em cada unidade de tratamento, cuja característica do processo ou funcionamento necessite de avaliações de índices ou parâmetros necessários à frequente aferição do desempenho da unidade;
- c) pontos de coleta no corpo receptor em, pelo menos, três locais, a saber: no ponto de lançamento, a montante e a jusante desse ponto, no curso d'água. Nos casos de lançamento em corpos d'água diferentes (estuários, baías, lagos e orla marítima, os pontos deverão compor o programa de "monitoramento" do controle de poluição regional.

2.2 Codificação proposta

A codificação proposta corresponde ao esquema da Figura 1, para a qual considerou-se o sistema como um conjunto formado pelo grupamento de uma única unidade de cada processo do tratamento. As demais concepções, compostas por múltiplas unidades, em série ou em paralelo, poderão ser codificadas de acordo com os conceitos e critérios do presente manual.

Em harmonia com o exposto, foram codificados os seguintes pontos:

P₁ - afluente à ETE:

Caracteriza o efluente do sistema de coleta do esgoto contribuinte à ETE. O ponto pode ser localizado no canal afluente à grade de barras ou caixa de distribuição do afluente no caso da existência de mais de um módulo de tratamento, ou de unidade de gradeamento.

P₂ - efluente da grade de barras:

Caracteriza o esgoto isento de material grosseiro, uma vez que já foi submetido ao processo de gradeamento. Deverá ser localizado no dispositivo de interligação das unidades de remoção de material grosseiro e arenoso. Por apresentar alterações insignificantes em relação ao ponto P₁, em algumas instalações torna-se plenamente justificável adotá-lo como representativo do esgoto afluente (esgoto bruto) à ETE. Este procedimento se dá normalmente quando:

- a) a elevatória final, dotada de gradeamento, está localizada distante da ETE;
- b) o canal de gradeamento é profundo e de difícil acesso;
- c) a quantidade e a qualidade do material grosseiro são insuficientes para alterar, em níveis perceptíveis, as características do esgoto afluente à ETE.

Se o dispositivo de interligação entre as unidades de gradeamento e a caixa de areia receber a contribuição do efluente líquido do adensador do lodo excedente, o ponto P₂ deverá estar localizado a montante da tubulação de descarga dessa contribuição.

P₃ - efluente da caixa de areia:

Nesta fase, o esgoto está isento de material grosseiro e arenoso e em condições favoráveis ao processo de tratamento subsequente. As unidades de pequeno porte poderão ser projetadas sem caixa de areia; neste caso, esse material é eliminado pelo efluente do

tanque de aeração ou por remoções periódicas na ETE, quando se torna viável ou recomendável, o esvaziamento do tanque de aeração e conseqüente limpeza e remoção do material sedimentado no fundo. Essa sedimentação ocorre principalmente nas áreas de pequena velocidade do líquido durante a aeração. Se o ponto de admissão do lodo estiver localizado na canalização ou caixa de passagem de interligação da caixa de areia e tanque de aeração, o ponto P₃ deverá ficar localizado a montante da tubulação de descarga dessa contribuição.

P₄ - afluente ao tanque de aeração:

Dependendo do ponto de descarga da recirculação do lodo, o ponto P₄ poderá apresentar características diferentes. Se o ponto de descarga de recirculação do lodo for feito diretamente no tanque de aeração, as características do ponto P₄ serão as mesmas do ponto P₃. Logo, poderá ser eliminado. Se for adotado o fluxograma da Figura 1, o afluente ao tanque de aeração será uma combinação composta pelo líquido efluente da caixa de areia e do lodo de recirculação.

P₅ - esgoto em aeração:

O presente manual estabelece apenas um ponto em todo o circuito do esgoto em aeração. Neste caso, recomenda-se que a coleta seja realizada após a influência turbilhonar, o que ocorre normalmente poucos metros após o rotor de aeração. Como regra geral, este ponto poderá ter a seguinte localização:

- um rotor de aeração: a 1/4 do trajeto após o aerador;
- múltiplos rotores: a 1/4 do trajeto após o rotor mais próximo do dispositivo de saída.

Em casos especiais, a operação poderá necessitar de maior número de pontos, os quais serão selecionados em função do objetivo da pesquisa ou problema e das determinações que se pretenda efetuar. De qualquer maneira, o ponto P₅ representa um dos mais importantes para determinações de índices e parâmetros necessários à avaliação do desempenho do processo.

A coleta deverá ser realizada abaixo da superfície líquida (± 30 cm) e deverá ser isenta de qualquer material flutuante.

P₆ - efluente do tanque de aeração:

O ponto deverá ser localizado logo após o dispositivo de saída do tanque de aeração, preferencialmente na canalização, ou caixa de passagem, para o decantador final.

A seleção do local de coleta do ponto P₅ não deverá ficar muito próxima do dispositivo de saída. Se isso ocorrer, suas características (P₅) serão similares às do ponto P₆.

P₇ - efluente líquido do decantador final:

Na realidade, as características do esgoto nesse ponto representam o desempenho total do processo de valo de oxidação, como proposto na Figura 1. As remoções e transformações inerentes ao processo são constatadas pelo confronto dos valores obtidos entre os pontos 1 e 7. O processo de cloração, opcional, é considerado como um tratamento adicional, somente justificável em casos especiais.

Nesse ponto, o esgoto está praticamente isento da carga poluidora, uma vez que as concentrações referentes aos parâmetros físicos ou químicos são relativamente baixas. As características biológicas, em termos de colimetria, apresentam ainda teores elevados, mesmo considerando a alta eficiência do processo.

Após o decantador final, o esgoto nesse ponto apresenta-se isento da massa de sólidos presentes no tanque de aeração ou no seu efluente (P₆).

P₈ - efluente final da ETE:

Nas instalações dotadas de cloração, esse ponto representa o efluente final do processo, com refinamento adicional após a unidade de cloração. Portanto, além do baixo teor de carga poluidora representada pelas características físicas e químicas, apresentará também concentrações reduzidas de indicadores biológicos de controle de qualidade.

Na omissão do processo de cloração, esse ponto será substituído pelo ponto P₇.

P₉ - efluente sólido do decantador final:

Comumente denominado lodo decantado ou especificamente lodo ativado, o efluente sólido do decantador final representa a massa de substâncias semi-sólidas, constituída por todos os materiais decantáveis provenientes do tanque de aeração. Essa massa, como parte integrante do processo, é recirculada para o tanque de aeração, estabelecendo o fluxograma que caracteriza o processo de lodos ativados e suas variações, entre as quais, a de aeração prolongada (adotada no processo de valo de oxidação).

P₁₀ - efluente sólido do processo de secagem (lodo seco):

Após a redução de umidade preestabelecida para a remoção do lodo seco, ele é retirado e encaminhado para local ou uso criteriosamente selecionados pelo projetista e ratificados pela equipe de operação. Nessa ocasião, dependendo do destino do lodo, torna-se necessário determinar alguns parâmetros inerentes à avaliação de desempenho. As características físico-químicas e biológicas desse ponto, juntamente com aquelas do ponto P₈, deverão atender rigorosamente às exigências de qualidade estabelecidas pelos órgãos governamentais competentes.

Nota: Dependendo do interesse específico, ou não, da avaliação do desempenho de cada uma das unidades componentes do sistema "vale de oxidação", poderemos:

- a) acrescentar mais pontos de coleta, além dos citados;
- b) suprimir pontos de coleta, dentre os citados.

2.3 Controle de qualidade do corpo d'água receptor

A qualidade do corpo d'água receptor é controlada por órgãos públicos, criados para o controle de poluição. No entanto, é prudente que as empresas responsáveis pela implantação de sistemas de tratamento de esgotos também realizem pesquisas periódicas do corpo receptor dos efluentes daqueles sistemas, para possíveis confrontos com as exigências das entidades fiscalizadas e para a constatação do atendimento do grau de eficiência do sistema de tratamento selecionado.

É prática comum selecionarem-se três pontos de coleta, da seguinte maneira:

- nos rios e estuários:
 - C0 - no ponto de lançamento;
 - C1 - a montante do ponto de lançamento, distante aproximadamente 50 metros deste;
 - C2 - a jusante do ponto de lançamento, distante aproximadamente 100 metros deste.
- nas baías, lagoas e oceano:
 - C0 - no ponto de lançamento;
 - C1 e C2 - nas margens esquerda e direita, respectivamente, do ponto de lançamento.

2.4 Condições básicas para a seleção dos pontos de coleta

A seleção dos pontos de coleta deverá ser precedida de uma verificação criteriosa quanto ao atendimento das seguintes condições:

- a) os pontos deverão representar o material que se deseja caracterizar;
Obs.: Verificar a existência de contribuições não desejadas.
- b) os locais deverão ser de fácil acesso e preencher todas as exigências referentes à segurança e higiene do coletor da amostra;

- c) o material a ser coletado deverá ser de fácil remoção e dispensar qualquer dispositivo de difícil operação ou manobra pela equipe de coleta;
- d) quando a amostra é transportada manualmente, o ponto de coleta deverá estar suficientemente próximo do laboratório ou viatura para o seu transporte;
- e) os pontos de coleta deverão ser selecionados em locais cujo líquido ou material represente uma mistura homogênea, evitando-se coletas em pontos de "áreas mortas", a não ser quando este procedimento seja o objetivo da coleta.

3 COLETA DE AMOSTRA

As recomendações para a coleta de amostra são específicas para cada material que se deseja analisar e suas respectivas determinações. Genericamente, as coletas podem ser realizadas de acordo com o Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água, publicado pela CETESB.

3.1 Princípios gerais da coleta

Em harmonia com as recomendações do guia técnico acima citado e adaptando-as aos objetivos deste manual, sempre que aplicável é importante considerar os seguintes fatores:

- a) coletar a amostra em quantidade e qualidade representativas das características que se pretende determinar;
- b) o ponto de coleta deve ser fixado e caracterizado através de marcos de identificação;
- c) o número de pontos e da frequência de amostragem deve ser fixado em função da finalidade da pesquisa e ser suficiente para permitir um estudo estatístico da avaliação do desempenho da instalação;
- d) adotar as normas estabelecidas para a preservação das amostras compostas e para aquelas que as determinações de laboratório exigirem;
- e) as amostras coletadas devem ser acondicionadas, transportadas e manipuladas criteriosamente, de modo que não haja alteração de suas características;

f) além da caracterização do ponto de coleta, cada amostra deverá ser identificada por ficha de controle de coleta apropriada para registro de todos os fatores necessários à interpretação dos resultados finais de laboratório. Em condições normais, as fichas de coleta devem registrar as seguintes informações:

- código do ponto de coleta;
- número da coleta;
- data, hora da coleta e nome do responsável pela coleta;
- condições climáticas;
- anormalidades visuais em relação ao aspecto do material coletado;
- outras observações que possam auxiliar as equipes de laboratório e de operação.

3.2 Tipos de coleta

Em função dos objetivos da amostragem e da técnica de análise, as coletas podem ser simples ou compostas.

As coletas simples são aquelas realizadas isoladamente (uma única coleta) e os resultados de suas análises representam as condições, ou características, instantâneas do líquido coletado.

Com fins reais de representatividade, tomam-se amostras (coletas) compostas, ou seja, coletas simples ao longo de um período preestabelecido.

A coleta simples, quando criteriosamente programada, é satisfatória para avaliar o desempenho das unidades de tratamento que compõem o sistema proposto.

Em tais casos, recomenda-se a coleta simples nos períodos de vazões máximas e mínimas.

As coletas mais comuns são realizadas sem necessidade de técnicas ou equipamentos especiais. Esses tipos de coletas são aplicados na determinação dos parâmetros não afetados pelos processos convencionais de coleta. Geralmente são realizadas com recipientes simples (vidro, plástico, etc.) e volume aproximado de dois litros. Em casos especiais, o volume deverá atender aos tipos e quantidades de determinações. As coletas especiais empregam técnicas e aparelhagem adequadas à determinação que se pretende realizar. Em alguns casos, estes tipos de coletas exigem o emprego de dispositivos padronizados e específicos para cada tipo de análise, como ocorre com as determinações de oxigênio dissolvido, sulfetos, temperatura, gases, plâncton e outros.

3.3 Freqüência de coleta

O estabelecimento da freqüência de coleta é também função da

necessidade de se obterem resultados representativos do material coletado.

Em função do processo de tratamento, são estabelecidos o número de análises e os períodos entre cada coleta, de modo a permitir estudos estatísticos necessários à avaliação do desempenho de cada unidade e do sistema de tratamento.

4 METODOS PARA EXAMES E ANÁLISES

Com a finalidade de padronizar e confrontar os resultados obtidos nos exames e análises do material coletado com os parâmetros estabelecidos, deverão ser utilizadas as Normas Técnicas CETESB e, na sua falta, as recomendações propostas na mais recente edição do "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater", publicado pela American Water Works Association (AWWA) e pela Water Pollution Control Federation (WPCF).

Nota: Ver relação de Normas Técnicas CETESB no Anexo A.

Caso haja conveniência de se utilizar qualquer outro método, ele deverá ser criteriosamente selecionado e plenamente justificado para os objetivos do controle que se pretende implantar.

5 DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS E PARÂMETROS DE CONTROLE

As determinações analíticas recomendadas para a avaliação de desempenho de um sistema de tratamento por valo de oxidação são definidas em função das fases e estado de funcionamento de cada unidade ou de todo o conjunto que caracteriza o sistema. Dessa maneira, pode-se considerar as seguintes condições de funcionamento:

- início de funcionamento;
- funcionamento normal;
- funcionamento irregular (total ou parcial).

5.1 Início de funcionamento

No início de funcionamento das instalações de tratamento, é conveniente que as equipes de operação e controle obtenham o máximo de observações e dados de exames e análises. Este procedimento permitirá às equipes responsáveis pelo funcionamento do sistema aferir e estabelecer o equilíbrio hidráulico e biológico previsto na elaboração do projeto.

Em função da importância do ponto de coleta, na avaliação do desempenho é recomendável determinar as características:

- físicas:
 - . temperatura;
- químicas:
 - . residuo total;
 - . residuo em suspensão (fixo e volátil);
 - . residuo sedimentável;
 - . residuo sedimentável fixo;
 - . demanda química de oxigênio (DQO);
 - . demanda bioquímica de oxigênio (DBO);
 - . óleos e graxas;
 - . pH;
 - . nitrogênio amoniacal;
 - . nitrogênio orgânico;

Nota: No caso de contribuições significativas de despejos industriais, devem ser determinados: fósforo orgânico e fósforo inorgânico.

- biológicas:
 - . colimetria.
- índices e parâmetros de controle:
 - . índice de lodo;
 - . idade do lodo;
 - . taxa de aplicação superficial;
 - . período de detenção;
 - . velocidade e vazão do fluxo;
 - . produção de lodo;
 - . consumo de oxigênio.

5.2 Funcionamento normal

Após a aferição e o estabelecimento do equilíbrio hidráulico e biológico preconizado para o processo, as determinações e observações de avaliação do desempenho são reduzidas àquelas mais simples e de fácil identificação de anormalidades no funcionamento. Para essa fase, o controle poderá ser feito com os seguintes exames e análises:

- físico:
 - . temperatura;
- químico:
 - . pH;

- . demanda química de oxigênio (DQO);
 - . demanda bioquímica de oxigênio (DBO);
 - . resíduos totais;
 - . resíduos em suspensão;
- biológico:
 - . colimetria;
 - índices e parâmetros:
 - . índice de lodo;
 - . produção de lodo;
 - . vazão afluente;

5.3 Funcionamento irregular

O funcionamento irregular pode ocorrer isoladamente em uma unidade de tratamento ou em toda a instalação. No primeiro caso, deverão ser avaliados somente os parâmetros inerentes à avaliação do desempenho da unidade em observação.

A irregularidade no desempenho total da instalação exigirá a seleção de um número maior de pontos de coleta e as determinações específicas dos problemas apresentados na operação.

Neste caso, a listagem dos exames e análises deverá ser estabelecida pela equipe de operação ou por pessoal especializado na identificação e conseqüente correção dos problemas inerentes ao processo de tratamento adotado.

5.4 Plano de avaliação do desempenho

Com a finalidade de resumir os procedimentos recomendados para a avaliação do desempenho, foram elaboradas as seguintes tabelas:

- Tabela 1 - Plano para a determinação das características operacionais - Início de funcionamento
- Tabela 2 - Plano para a determinação das características operacionais - Funcionamento normal

5.5 Cálculos das eficiências

O cálculo das eficiências das unidades ou do sistema de tratamento é efetuado pela relação entre a redução de um parâmetro de controle e o seu valor absoluto, quando da entrada da unidade ou sistema:

$$\text{Eficiência (\%)} = \frac{\text{Valor Afluente} - \text{Valor Efluente}}{\text{Valor Afluente}} \times 100$$

Exemplificando, a eficiência em termo de DBO do sistema de tratamento será:

TABELA 1 - Plano para a determinação das características operacionais - Início de funcionamento

PARÂMETROS	UNIDADE	PONTOS DE COLETA E FREQUÊNCIAS											
		1	3	4	5	6	7	8	9	10	C ₀	C ₁	C ₂
Temperatura	°C	d	-	-	d	-	-	d	-	-	s	s	s
Resíduo total	mg/L	d	d	d	d	d	d	-	d	e	-	-	-
Resíduo em suspensão total	mg/L	d	d	d	d	d	d	-	d	-	-	-	-
Resíduo em suspensão volátil	mg/L	d	-	d	d	-	-	-	d	-	-	-	-
Resíduo fixo total	mg/L	d	-	d	-	-	-	-	d	-	-	-	-
Resíduo sedimentável	mL/L	d	d	d	d	d	d	d	d	-	s	s	s
Óleos e graxas	mg/L	s	-	s	-	-	-	s	-	-	s	s	s
DBO	mg/L	d	s	d	-	s	d	d	-	-	s	s	s
DQO	mg/L	d	s	d	-	s	d	d	-	-	s	s	s
Oxigênio dissolvido	mg/L	-	-	-	d	-	-	-	-	-	s	s	s
pH		d	-	d	d	-	d	d	-	-	s	s	s
Nitrogênio orgânico	mg/L	s	-	s	-	-	s	-	-	-	-	-	-
Nitrogênio amoniacal	mg/L	s	-	s	-	-	s	-	-	-	-	-	-
Nitrogênio nitrito	mg/L	s	-	s	-	-	s	-	-	-	-	-	-
Nitrogênio nitrato	mg/L	s	-	s	-	-	s	-	-	-	-	-	-
Fósforo orgânico (*)	mg/L	s	-	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo inorgânico (*)	mg/L	s	-	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colimetria	Coli/100 mL	s	-	-	-	-	s	s	-	-	s	s	s
Índice de lodo	mL/g	-	-	-	d	-	-	-	-	-	-	-	-
Idade do lodo	dia	-	-	-	d	-	-	-	-	-	-	-	-
Produção do lodo	kg/dia	-	-	-	d	-	-	-	-	-	-	-	-
Umidade do lodo	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) No caso de contribuições significativas de despejos industriais.

d = diário

s = semanal

e = eventual

TABELA 2 - Plano para determinação das características operacionais - Funcionamento normal

PARÂMETROS	UNIDADE	PONTOS DE COLETA E FREQUÊNCIAS									
		1	4	5	7	8	9	10	C ₀	C ₁	C ₂
Temperatura	°C	d	-	-	-	d	-	-	m	m	m
Resíduo total	mg/L	s	s	s	-	-	s	e	-	-	-
Resíduo em suspensão total	mg/L	s	s	s	-	-	s	-	-	-	-
Resíduo em suspensão volátil	mg/L	s	-	s	-	-	-	-	-	-	-
Resíduo fixo total	mg/L	s	s	-	-	-	s	-	-	-	-
Resíduo sedimentável	mL/L	d	d	d	d	d	d	-	m	m	m
Óleos e graxas	mg/L	m	m	-	-	m	-	-	m	m	m
DBO	mg/L	s	s	-	-	s	-	-	m	m	m
DQO	mg/L	s	s	-	-	s	-	-	m	m	m
Oxigênio dissolvido	mg/L	-	-	d	-	-	-	-	m	m	m
pH		d	-	d	-	d	-	-	m	m	m
Nitrogênio orgânico	mg/L	m	m	-	m	-	-	-	-	-	-
Nitrogênio amoniacal	mg/L	m	m	-	m	-	-	-	-	-	-
Nitrogênio nitrito	mg/L	m	m	-	m	-	-	-	-	-	-
Nitrogênio nitrato	mg/L	m	m	-	m	-	-	-	-	-	-
Fósforo orgânico (*)	mg/L	m	m	-	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo inorgânico (*)	mg/L	m	m	-	-	-	-	-	-	-	-
Índice de lodo	mg/L	-	-	s	-	-	-	-	-	-	-
Idade do lodo	dia	-	-	s	-	-	-	-	-	-	-
Produção de lodo	kg/dia	-	-	s	-	-	-	-	-	-	-
Umidade do lodo	%	-	-	-	-	-	-	e	-	-	-
Colimetria	Coli/100mL	-	-	-	-	-	-	-	m	m	m

(*) No caso de contribuições significativas de despejos industriais.

d = diário

s = semanal

m = mensal

e = eventual

$$\text{Eficiência (\%)} = \frac{\text{DBO (Ponto 1)} - \text{DBO (Ponto 8)}}{\text{DBO (Ponto 1)}} \times 100$$

Quando a quantidade de dados obtidos for suficiente e for de qualidade satisfatória para uma análise estatística, essa deverá ser realizada de acordo com o objetivo que se pretende. Os métodos mais comumente adotados são:

- curva normal de frequência;
- gráfico probabilístico;
- média aritmética.

Para qualquer método, torna-se indispensável uma seleção prévia dos dados disponíveis.

Nota: Na impossibilidade de a amostragem poder levar em consideração as variações diárias do esgoto afluente e do tempo de detenção (nas unidades ou sistema), a amostragem composta seria a mais representativa para o cálculo das eficiências.

5.6 Parâmetros de controle

Além do cálculo da eficiência, a avaliação do desempenho deverá atender aos níveis de parâmetros e índices adotados na elaboração do projeto, recomendados para o processo e exigidos para os corpos d'água receptores. Entre outros, convém salientar os seguintes:

- índice de lodo;
- idade do lodo;
- cargas hidráulicas aplicadas;
- cargas orgânicas admitidas;
- velocidade nas unidades de tratamento e nas canalizações de interligações;
- quantidade de material removido (grosseiro, areia e lodo seco);
- produção de lodo (ativado e em excesso);
- taxas de aplicação por unidade de superfície (caixa de areia e decantador);
- fator de carga (tanque de aeração);
- densidade de potência (W/m³);
- colimetria do corpo d'água receptor;
- período de detenção.

TABELA 3 - Valores médios para condições normais de operação

PARAMETROS	UNIDADE	VALORES MÉDIOS
Remoção de DBO	%	92 - 95
Remoção de SS (sólidos suspensos)	%	95 - 98
Remoção de nitrogênio	%	60 - 75
Remoção de coliforme (c/ cloração)	%	98 - 99
OD (tanque de aeração)	mg/L	0.5 - 1.5
Período de aeração	dia	0.5 - 3.0
SSTA (tanque de aeração)	Kg/m ³	3.0 - 4.0
Densidade de potência	W/m ³	10
Fator de carga (DBO/SSTA dia)	Kg/Kg dia	0.05 - 0.10
Índice de lodo	mL/g	50 - 100
Idade do lodo	dia	≥ 10
pH (nas unidades)	-	6.8 - 7.2
OD (zona de desnitrificação)	mg/L	zero
Resíduo sedimentável final (efluente)	mL/L	zero
Unidade de lodo removido	%	70
pH (lodo seco)	-	7

5.7 Valores médios dos parâmetros de controle

Os valores médios dos parâmetros de controle variam com as características do afluente determinadas na concepção do projeto. No entanto, em condições normais, a operação poderá tomar como base para avaliação do desempenho os valores constantes da Tabela 3. Além disso, considerando-se que a vazão e as características do afluente variam ao longo do tempo, torna-se necessária a aferição periódica daqueles parâmetros em função das diretrizes operacionais do sistema.

REVOGGADA

ANEXOS

ANEXO A - RELAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS CETESB SOBRE MÉTODOS DE EXAMES
E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BIOLÓGICAS

- L5.102 - Determinação de alcalinidade em águas.
- L5.117 - Determinação de cor em águas.
- L5.120 - Determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) - Método da diluição e incubação (20°C, 5 dias).
- L5.128 - Determinação de fósforo em águas.
- L5.136 - Determinação de nitrogênio amoniacal em águas - Método de Nesslerização com destilação prévia.
- L5.137 - Determinação de nitrato em águas.
- L5.138 - Determinação de nitrito em águas.
- L5.139 - Determinação de nitrogênio orgânico e nitrogênio total Kjeldahl em águas - Método da determinação de nitrogênio na forma de amônia.
- L5.142 - Determinação de óleos e graxas em águas - Método de extração por solvente.
- L5.143 - Água - Determinação de oxigênio consumido - Método do permanganato de potássio.
- L5.145 - Determinação de pH em águas.
- L5.148 - Determinação de resíduo sedimentável em águas - Método do Cone Imhoff.
- L5.149 - Determinação de resíduos em águas - Métodos gravimétricos.
- L5.156 - Determinação de turbidez em águas.
- L5.169 - Determinação de oxigênio dissolvido em águas - Método de Winkler modificado pela azida sódica.
- L5.202 - Coliformes totais e fecais - Determinação do número mais provável pela técnica de tubos múltiplos.
- L5.214 - Coliformes totais - Determinação pela técnica de membrana filtrante.
- L5.309 - Determinação de bentos de água doce - Microinvertebrados.

ANEXO B - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, NB-570, Projeto de estações de tratamento de esgotos sanitários.
- AERATION in wastewater treatment; manual of practice No. 5. J.Wat. Pollut. Contr. Fed. Washington, 41 (11): 1863-78, Nov. 1969.
- AFINI Jr., B. Estudos preliminares do projeto do valo de oxidação da Fundação "Parque Zoológico de São Paulo Capital". Rev. DAE, São Paulo, 32 (86): 98-111, ago. 1972.
- AQUA - AEROBIC SYSTEMS INC. Engineering manual, 111, Rockford, 1972.
- ARCEIVALA, S.I. Simple Waste Treatment Methods, Ankara (Turkia), 1973.
- ASHCROFT, L.G. & EDWARDS, M.B. Split channel Pasveer oxidation ditches. Separata da Surveyor, May. 1969.
- AZEVEDO NETTO, J.M. & HESS, M.L. Tratamento em lagoas de estabilização. Valos de oxidação. In: Tratamento de águas residuárias. São Paulo, DAE. 1970. p. 80-6 (Separata da Rev. DAE).
- BOTELHO, M.H.C. Assistência à operação de um valo de oxidação de esgotos sanitários. In: 7º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, Salvador, 1973 (mimeogr.).
- BRANCO, S.M. Depuração biológica das águas residuárias. In: Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária, São Paulo, CETESB, 1971, V. III p. 825-975.
- BRANCO, S.M. Princípios biológicos em valos de oxidação e lagoas aeradas. São Paulo, CETESB Div. Treinamento e Assistência, 1971 (mimeogr.).
- BURCHINAL, J.C. A detailed study of the oxidation ditch as a method of wastewater treatment at Cameron. West Virginia. Morgantown, Department of Civil Engineering, College of Engineering, West Virginia University, 1967.
- CAPRI, G.M. & MARAIS, G.V.R. The activated sludge process treating raw unsettled domestic sewage. Cape Town, Department of Civil Engineering. University of Cape Town, 1974.
- DERISIO, J.C. et alii - Teste de reoxigenação em um valo de oxidação. Rev. DAE. São Paulo, 34 (95): 26-35. Jun. 1974.

ECKENFELDER JR., J.W.W. Theory and practice of activated sludge process modifications. Water Sewage Works, Chicago, (Ref. No.): 340-5, Oct. 1961.

_____. Water quality engineering for practicing engineers. New York, Barnes & Noble, 1970.

GUILLAUME, F. Evaluation of oxidation ditch as a mean of wastewater treatment in Ontario. Ontario, Water Resources Commission, 1964. (Division of Research. Publ. 6).

HESS, M.L. Desenho de lagoas e valos de oxidação. In: Tratamento de recuperação de despejos industriais. Rio de Janeiro, Instituto de Engenharia Sanitária, SURSAM, 1971. Seção 2 p. 1-20.

KANESHIGH, H.M. Performance of the somerset Ohio, oxidation ditch. J. Wat. Pollut. Contr. Fed., Washington, 42 (6): 1370-8, Jul. 1970.

MARAIS, G.V.R. Course of activated sludge plants. São Paulo, CETESB, 1975 (anotações de aula).

OPERATION of wastewater treatment plants; manual of practice No. 11 Washington, Water Pollution Control Federation, 1961.

PARKER, H.W. Oxidation ditch sewage waste treatment process. Washington, Federal Highway Administration, 1972, v.6 (Water supply and waste disposal series).

PASVEER, A. New developments in the application of Kessener brushes (aeration rotors) in the activated sludge treatment of tradewaste waters. In: ISAAC, P.C.G. (ed.) Waste Treatment: proceedings of the second symposium on the treatment of wastewaters. Oxford, Pergamon Press, 1960. p. 126-55.

_____. Developments in activated sludge treatment in the Netherlands, 1960. In: Conference on Biological Waste Treatment, Manhattan College, April 20-22, 1960. (Report No. 34).

PERA, A.F. Comunicação preliminar sobre um funcionamento de um valo de oxidação com perspectiva de reaproveitamento da água. Rev. DAE, São Paulo, 26 (59), Dez. 1965.

PESSOA, C.A. Valo de oxidação. In: Curso livre por correspondência sobre processos simplificados de tratamento de esgotos. São Paulo, CETESB, Faculdade de Saúde Pública da USP, 1973.

PESSOA, C.A. & JORDÃO, E.P. Valo de oxidação. In: Tratamento de esgotos domésticos. São Paulo, CETESB, 1971. p. 297-314.

- _____. Oxidação total. In: Tratamento de esgotos domésticos. São Paulo, CETESB, 1971. p. 231-58.
- PORGES, R. et alii. Sewage treatment by extended aeration. J. Wat. Pollut. Contr. Fed., Washington, 33 (12): 1260-6, Dec. 1961.
- RIN, B.P. & NASCIMENTO, G.P.L. Método de dimensionamento de valos de oxidação para tratamento de esgotos domésticos. In: 8º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro, 1975 (mimeogr.).
- RIZZO, O. & LIMA, L.C. Utilização de valo de oxidação como tratamento de esgotos de pequenas comunidades. In: 7º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, Salvador, 1973 (mimeogr.).
- WALKER, P.G. Rotor aeration of oxidation ditches. Water Sewage Works, Chicago, 109 (6): 238-41, Jun. 1962.
- WHEELER, R.W. A cost survey of oxidation ditches in the United States and Canada. Morgantown, West Virginia, s.c.p. 1967. (Problem submitted in partial fulfillment of the requirements for degree of master of science in civil engineering to the Faculty of the Graduate School of West Virginia University).
- ZEPPER, J. Valos de oxidação de grandes tamanhos "Carrousel". Trad. Bento Afini Junior. Rev. DAE, São Paulo, 32 (87): 25-34, set.1972.
-