

II-238 - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UMA ETE POR LODOS ATIVADOS EM UMA MINERADORA DE GRANDE PORTE (ESTUDO DE CASO)

Vanessa Maria Neves Alves⁽¹⁾

Engenheira Ambiental e de Segurança do Trabalho. Especialista em Saneamento e Meio Ambiente (UFMG).

Athos Moisés Lopes Silva

Engenheiro Ambiental e de Segurança do Trabalho. Mestrando em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG).

Rafles Anselmo da Mata

Engenheiro Ambiental. Mestrando em Engenharia Civil (UFV).

Renato de Carli Almeida Couto

Engenheiro Ambiental e de Segurança do Trabalho. Mestrando em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG).

Endereço⁽¹⁾: Av. Ipiranga, 1112 - Novo Amazonas - Itabira - MG - CEP: 35900-351 - Brasil - Tel.: (31) 9961-3838 - e-mail: vc Alves@oi.com.br.

RESUMO

O presente trabalho apresenta os resultados obtidos pelo monitoramento da qualidade dos efluentes sanitários após tratamento numa estação que emprega o processo de lodos ativados, operando em regime intermitente. O sistema de tratamento encontra-se situado na Mina CA, no município de Itabira em Minas Gerais, e trata os efluentes sanitários provenientes das áreas administrativas e industriais de uma mineradora de ferro de grande porte. A ETE CA teve sua partida em março de 2011, em substituição aos antigos sistemas de tratamentos por fossas sépticas que se encontravam subdimensionadas e ineficientes. Tal estação possui capacidade para tratar 5L/s de esgoto sanitário, sendo tratados atualmente aproximadamente 1L/s, por se encontrar na vazão de início de projeto. As análises realizadas semanalmente, no período englobado pelos meses de março de 2011 a janeiro de 2012, comprovaram uma média de remoção de DQO e de DBO de 81,1% e 81,7%, respectivamente. Os efluentes da ETE CA se enquadraram, em 96% dos resultados, aos padrões de lançamento estabelecidos nas legislações ambientais, Resolução CONAMA nº 430/2011 - âmbito federal -, e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008 - âmbito estadual -, para os parâmetros que comprovam a remoção de matéria orgânica - DBO e DQO. O tratamento de efluentes sanitários pelo processo de lodos ativos de fluxo intermitente mostrou-se bastante eficiente conforme descrito na literatura especializada.

PALAVRAS-CHAVE: Estação de Tratamento de Efluentes, Lodos Ativados, Monitoramento.

INTRODUÇÃO

A atividade de mineração gera efluentes líquidos industriais e sanitários oriundos de diversas fontes, como banheiros sanitários, restaurantes, lavagens de pisos, peças e veículos, bem como da manutenção de equipamentos. Os efluentes gerados nestas fontes necessitam de prévio tratamento para posterior lançamento nos corpos hídricos receptores.

Apesar da maior parte dos efluentes líquidos das atividades de mineração ser gerados nas áreas industriais, em detrimento ao tratamento da matéria-prima, da manutenção e lavagem dos equipamentos, há uma considerável geração de efluentes sanitários, das áreas administrativas.

A fim de que estes efluentes líquidos sanitários se enquadrem aos padrões legais estabelecidos nas legislações ambientais vigentes, tanto na esfera federal quanto estadual, a técnica escolhida para a realização do tratamento destes efluentes deve ser determinada de forma a atingir o mínimo permitido para seu lançamento nos corpos d'água, sem que venha a lhe causar prejuízos.

Esta escolha deve ser feita cuidadosamente, levando em consideração diversos critérios, tais como: característica do esgoto bruto, população contribuinte, disponibilidade de área e de mão-de-obra, custos de implantação, operação e manutenção, além dos gastos com energia elétrica e produtos químicos.

Após a implantação e início de operação do sistema de tratamento escolhido, deve-se providenciar a realização de monitoramentos periódicos que atestarão a eficiência e o desempenho global da Estação de Tratamento de Efluente (ETE).

Com a finalidade de avaliar a eficiência do tratamento dos efluentes sanitários provenientes das áreas administrativas e industriais de uma mineradora de ferro no estado de Minas Gerais, tratados numa ETE de lodos ativados por fluxo intermitente, foi proposto um monitoramento semanal em um período englobado pelos meses de março de 2011 a janeiro de 2012.

Por meio desta avaliação foi possível verificar a eficiência deste sistema de tratamento na remoção de matéria orgânica, seu desempenho global, e o enquadramento dos resultados dos parâmetros analisados conforme estabelecido nas legislações ambientais, além de confrontar os resultados do tratamento por lodos ativados com o reportado pelas literaturas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de pesquisa compreende uma estação de tratamento de efluentes sanitários do tipo lodos ativados em regime intermitente, localizada numa empresa de mineração de ferro de grande porte no município de Itabira/MG. Esta ETE foi construída a fim de atender aos restritivos padrões legais de lançamentos de efluentes líquidos nos corpos receptores, conforme estabelecidos pelas legislações ambientais vigentes, em substituição às diversas fossas sépticas existentes na empresa que se encontravam subdimensionadas e ineficientes.

A ETE em questão tem capacidade de projeto para 5L/s e foi instalada para realizar o tratamento dos efluentes dos banheiros sanitários dos escritórios e das áreas industriais, bem como das águas residuárias provenientes do restaurante industrial. A ETE é responsável por receber e tratar o esgoto bruto de aproximadamente 4.300 pessoas, trabalhadores diretos e indiretos da mineradora. Seu *start up* deu-se no mês de março/2011, com o início da operação do sistema efetuado por uma empresa especializada.

A vazão média de esgoto bruto proveniente desta ETE é de aproximadamente 1L/s. Observou-se que o sistema encontra-se superdimensionado, porém foi considerado um percentual de crescimento de 100%, com uma projeção para 15 anos, em razão da vazão de início de projeto considerar um contingente bem menor a ser atendido.

O monitoramento proposto pela pesquisa para a caracterização das condições de remoção de matéria orgânica pela ETE de lodos ativados é composto por dois pontos de amostragens, um na entrada do sistema (efluente bruto) e o outro na saída do sistema (efluente tratado).

O esgoto chega à ETE por bombeamento e passa por grade manual, onde são removidos os sólidos grosseiros; após a grade o efluente passa por uma calha *Parshall*, onde é registrada a vazão de entrada do efluente no sistema; após a medição da vazão, o efluente entra em uma das caixas de areia - quando uma das caixas de areia está trabalhando, a outra está em processo de limpeza. Assim, os efluentes livres de sólidos grosseiros e areia seguem para a elevatória, que através das bombas submersíveis é conduzido para o tratamento biológico.

O efluente sanitário é então enviado para os tanques de reação por batelada - 2 aeradores flutuantes tipo superficial de alta rotação, com potência de 30cv - onde ocorrerá o tratamento biológico. Os aeradores dos tanques fornecem oxigênio e homogeneização para a mistura água-lodo de cada tanque. Os tanques funcionam com fluxo intermitente e os ciclos são compostos por cinco etapas, sendo a primeira: alimentação (com aeração), com duração de 6,0 horas; a segunda: alimentação (sem aeração), com duração de 2,0 horas; a terceira: sedimentação, com duração de 1,0 hora; a quarta: descarga do esgoto tratado, com duração de 2,0 horas; e por último (quinta etapa): repouso, com duração de 1,0 hora. Assim, o tempo de duração de um ciclo é

cerca de 12 horas, porém os ciclos e os tempos das etapas podem ser alterados e controlados, conforme características do efluente bruto.

O efluente tratado biologicamente segue para a câmara de contato, onde é dosado hipoclorito de sódio (NaClO). A mistura do produto químico com o efluente é feita através das chicanas existentes ao longo da câmara de contato. É injetado, através de bomba dosadora, cerca de 40 litros de NaClO de 2 em 2 dias. Após a desinfecção, o efluente é encaminhado ao tanque de regularização da vazão, onde é acumulado o efluente para controle de descarte no corpo receptor a fim de atender as exigências ambientais. A amostragem do efluente tratado para análise é realizada neste ponto, após a desinfecção. A figura 1 apresenta o fluxograma do sistema de tratamento de esgotos desta ETE.

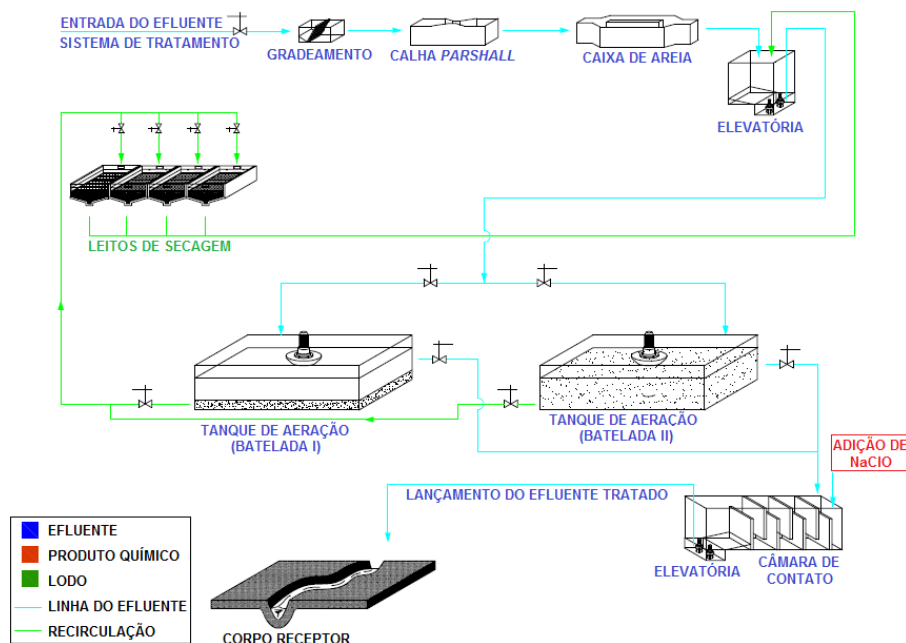


Figura 1: Fluxograma.

Com a finalidade de garantir a representatividade das amostras, as coletas dos parâmetros analisados em laboratório contratado seguiram procedimentos, normas e cuidados na amostragem dos efluentes, conforme procedimentos sugeridos pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2005) e ABNT NBR 9898, que dispõe sobre os procedimentos de amostragem, preservação e análise físico-química de efluentes líquidos e corpos receptores.

Para a verificação da eficiência de remoção de matéria orgânica, foram monitorados os parâmetros DBO e DQO na entrada e saída do tratamento, com periodicidade de amostragem semanal e com alíquotas ao longo de 8 horas. No período de março de 2011 a janeiro de 2012, foram realizadas 45 amostragens nos pontos ITA 72 - Entrada da ETE e ITA 73 - Saída da ETE.

Para análise dos dados foi realizado o tratamento estatístico descritivo dos dados obtidos em campo, e interpretação dos resultados analíticos através do auxílio de gráficos que descreverão sucintamente os resultados obtidos; revisão da literatura pertinente; amostragens dos afluentes e efluentes da ETE; e a análise da legislação aplicável ao estado de Minas Gerais em comparação com os dados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de concentrações afluentes (ITA 72) e efluentes (ITA 73) da ETE foram tratados estatisticamente e apresentados na tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Série histórica de dados de qualidade dos efluentes da ETE.

Ponto	Parâmetros	Nº de dados	Mín ¹	Máx ²	MG ³	Med ⁴	MA ⁵	DP ⁶
ITA 72 (Afluente)	DQO (mg/L)	45	29	2020	504	537	584	312
ITA 73 (Efluente)	DQO (mg/L)	45	16	381	75	90	99	79
ITA 72 (Afluente)	DBO (mg/L)	45	18	1226	277	288	318	178
ITA 73 (Efluente)	DBO (mg/L)	45	10	196	40	46	51	40

¹Valor Mínimo; ²Valor Máximo; ³Média Geométrica; ⁴Mediana; ⁵Média Aritmética; ⁶Desvio Padrão.

Em avaliação aos dados expressos na tabela 1, tem-se que os valores mínimos de DBO efluente registrados no período de março/2011 a janeiro/2012 foi de 10mg/L e máximo de 196mg/L, com uma média de 51mg/L. Quando se faz esta mesma avaliação para o parâmetro DQO no efluente, percebe-se que os valores são bem mais elevados, a concentração mínima registrada foi de 16mg/L, a máxima foi de 381mg/L e a média de 99mg/L. Não se percebeu uma variação expressiva na relação DQO/DBO₅ nas concentrações médias afluentes e efluentes, porém elas ficaram bem próximas do esperado, conforme reportado na literatura específica.

Com a finalidade de avaliar a eficiência do sistema de tratamento da ETE e consequentemente o enquadramento legal, conforme legislação estadual DN Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008, apresentou-se os dados em forma gráfica (figuras 2 e 3). Nesta análise serão considerados os padrões para lançamento quanto à eficiência mínima de remoção ou a concentração máxima (em mg/L) de DBO e DQO. Visto que os limites da legislação estadual são mais restritivos e a legislação federal não faz referência a limites de concentrações ou eficiência mínima de remoção de DQO. Nas figuras 2 e 3, fez-se o comparativo apenas com os limites estabelecidos na DN Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008.

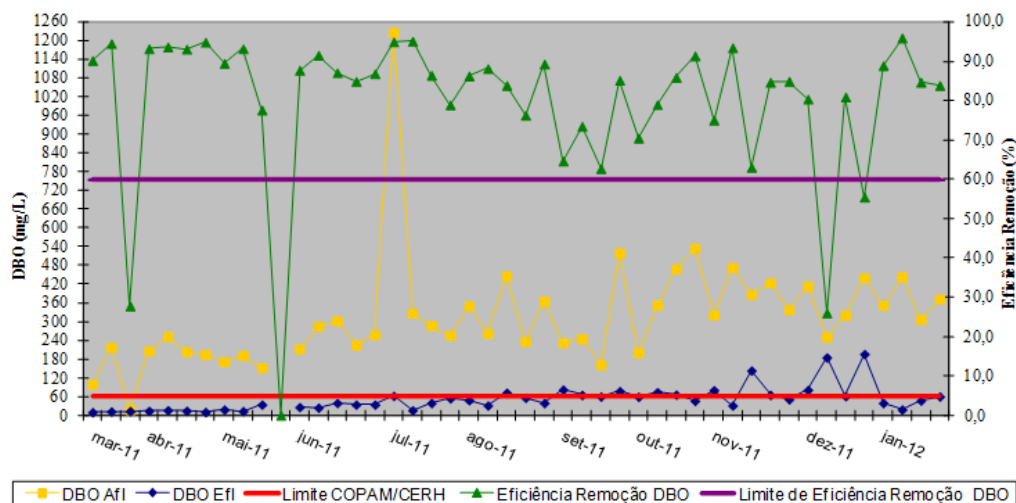


Figura 2: DBO afluente e efluente x Eficiência de remoção de DBO, em relação ao período do ano.

Analisando a figura 2, observou-se que, a maioria dos resultados de DBO mostrou-se enquadrados conforme limites legais estabelecidos para lançamento de efluentes nos corpos receptores. Notou-se que três resultados, tiveram eficiências mínimas de remoção abaixo do estabelecido e um resultado teve eficiência zero. Os meses onde não foi atingida a eficiência mínima de remoção esperada foram abril/2011 (1 registro) e dezembro/2011 (2 registros). Porém, em abril, apesar do percentual de remoção mínima de DBO ter ficado aquém do esperado, a concentração máxima de DBO atendeu ao padrão para lançamento de efluente, conforme requisitos legais. A eficiência de zero na figura 2 corresponde ao dia que não houve coleta (25/05/2011).

Em observação a figura 3, notou-se nitidamente o aumento da precipitação no mês de dezembro, bastante característico do período chuvoso da região, e consequentemente a elevação do aporte de afluentes à ETE, o que provavelmente pode ter acarretado no menor desempenho da estação de tratamento.

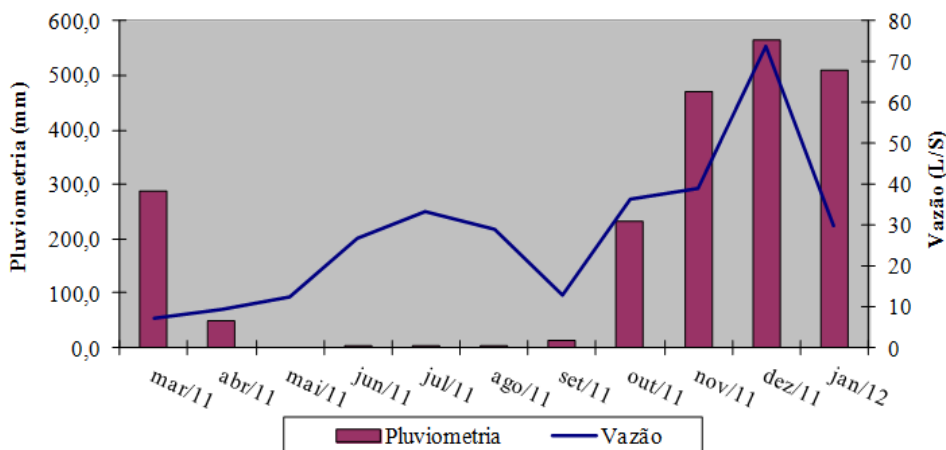


Figura 3: Vazão média mensal afluente da ETE x Precipitação média mensal, em relação ao período do ano.

A figura 4 demonstra que os picos de vazão se coincidem com a incidência de precipitação, na maioria dos dias. No dia 15 de dezembro, a ETE - que tem vazão de projeto de 5L/s -, recebeu uma vazão de entrada superior a 8,0L/s.

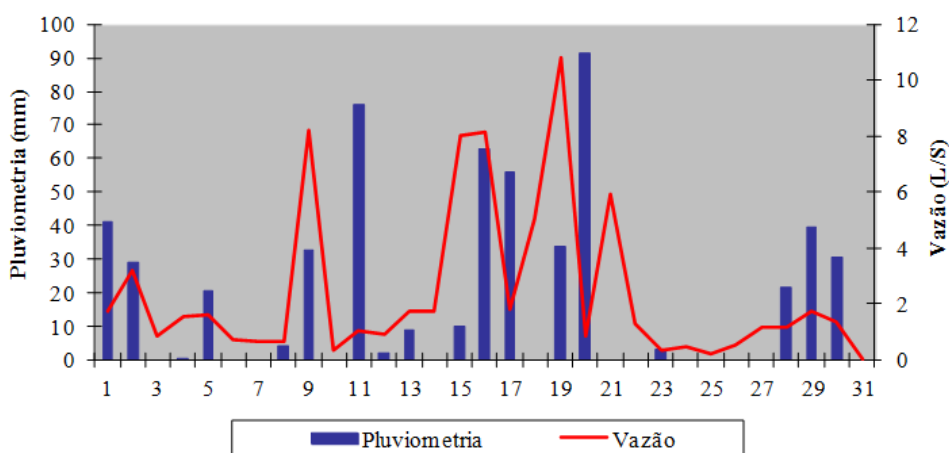


Figura 4: Vazão média diária afluente da ETE x Precipitação média diária, em relação ao dia do mês.

Conforme demonstrado na figura 5, as eficiências de remoção de DQO na ETE mostraram-se elevadas. Assim como para o parâmetro DBO, somente três resultados não obtiveram a eficiência mínima de remoção conforme preconizado pela legislação, um registrado no mês de abril e os outros dois no mês de dezembro.

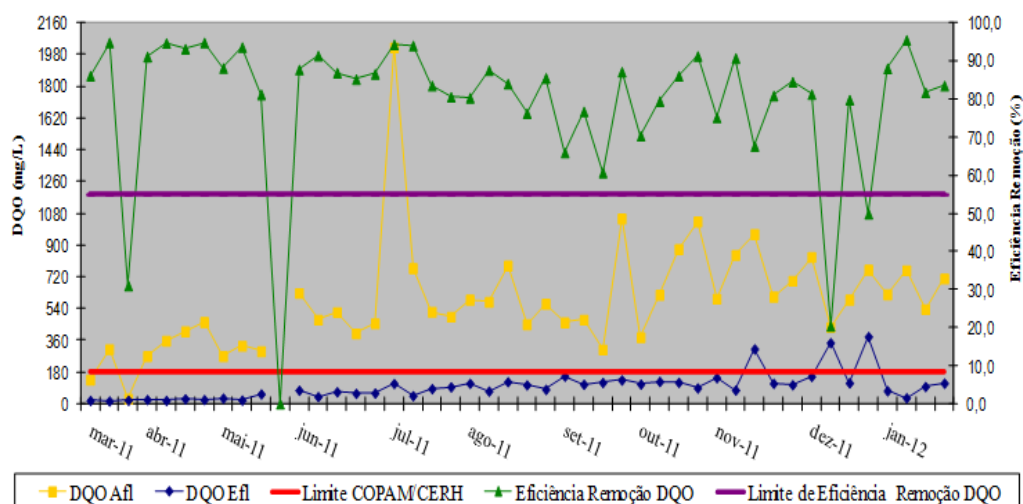


Figura 5: DQO afluente e efluente x Eficiência de remoção de DQO, em relação ao período do ano.

Observou-se, portanto, que os resultados mostraram-se satisfatórios, em sua maioria, com apenas dois episódios anômalos no mês de dezembro de 2011 (dias 15 e 28/12/2011) que acarretaram num menor desempenho da ETE, ocasionando em violação aos limites legais estabelecidos pela legislação estadual de Minas Gerais, nestes dois dias. Desta forma, dos 45 dados analisados, ao longo do período, 96% atingiram aos padrões legais preconizados pela DN Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados analisados, concluiu-se que houve atendimento ao disposto nas legislações estadual (Minas Gerais) e federal, tanto para o parâmetro DQO quanto para DBO, em 96% das medições, estando o efluente enquadrado, quer em função da concentração máxima, ou em função da eficiência de remoção mínima exigida.

Os resultados demonstraram que a estação de lodos ativados por fluxo intermitente implantada na mineradora atingiu cerca de 82% de remoção de DBO e 81% de DQO, mostrando-se o sistema bastante eficiente no que tange à remoção de matéria orgânica.

Conforme esperado, o alto índice de atendimento legal deve-se à técnica de tratamento escolhida, corroborando com os estudos publicados sobre a elevada eficiência do sistema de tratamento por lodos ativados. Porém, visto que não se fez uma investigação do desempenho da ETE, com a análise de parâmetros específicos de controle de desempenho (idade do lodo, relação alimento/microrganismo), bem como também não se procedeu a uma caracterização do lodo gerado, não é possível afirmar que a Estação tem seu desempenho otimizado, apenas que se mostra eficiente na remoção de DBO e DQO e cumpre com o papel para o qual foi implantada nesta indústria de grande porte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Public Health Association (APHA); American Water Works Association (AWWA); Water Environment Federation (WEF). Standard methods for the examination of water and wastewater. 20. ed. Washington: APHA, AWWA, WEF, 2005.
2. BRASIL. CONAMA. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de março de 2005.
3. _____. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes complementam e alteram a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial da União, Brasília, 16 de maio de 2011.

4. JORDÃO, P.E; PESSÔA, A.C, Tratamento de Esgotos Domésticos. 6 ed. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Ambiental e Sanitária - ABES, 2011.
5. MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1, de 5 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.
6. OLIVEIRA, S.C; VON SPERLING, M. Análise da Confiabilidade de Estações Tratamento de Esgotos. Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), v.12, n.4, p.389-398, out/dez.2007.
7. OLIVEIRA, S.S.; ARAUJO, C.V.M.; FERNANDES, J.G.S. Microbiologia de sistema de lodos ativados e sua relação com o tratamento de efluentes industriais: a experiência da Cetrel. Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), v.14, n.2, p.183-192, abr/jun.2009.
8. SPERLING, M. V. Introdução à Qualidade de Água e ao Tratamento de Esgotos. 3 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.