



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

II-035 - LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO COM CHICANAS NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO EM ÁREA DE CERRADO

Marcos Roberto Shoit Takeuti⁽¹⁾

Engenheiro Civil, pela Faculdade de Presidente Prudente - UNOESTE. Mestre em Engenharia Civil - Recursos Hídricos e Tecnologia Ambiental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Universidade Estadual Paulista - Campus de Ilha Solteira.

Tsunao Matsumoto⁽²⁾

Engenheiro Civil, Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento.

Professor Assistente Doutor do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Estadual Paulista - Campus de Ilha Solteira.

Endereço⁽²⁾ Alameda Bahia 550 - CEP15385-000 – Ilha Solteira – SP

Fone - (18) 3743-1125.

 tsunao@dec.feis.unesp.br

RESUMO

Este trabalho se refere à pesquisa que foi desenvolvida na Estação de Tratamento de Esgoto de Santa Fé do Sul, localizada a noroeste do Estado de São Paulo, objetivando o estudo da eficiência de remoção da carga orgânica e bacteriológica no tratamento do esgoto doméstico utilizando lagoas com divisores de fluxo (chicanas). Nesta ETE são tratados 60% dos esgotos domésticos gerados na cidade.

O monitoramento abordado abrangeu o período compreendido entre novembro 2000 a junho de 2003. Onde o monitoramento foi dividido em duas etapas: a primeira compreendida de novembro de 2000 a junho de 2002 e a segunda etapa, compreendeu de março a junho de 2003, sendo analisados DBO, DQO, Coliformes Fecais e Totais, Sólidos Totais e Suspensos, os resultados desta avaliação são apresentados neste trabalho.

Pelos resultados obtidos na pesquisa, a eficiência de remoção da DBO está em torno dos 96%, DQO mas é possível notar variações nos pontos de coletas, indicando possíveis problemas de operação ou sobrecarga.

Entretanto, até o momento a ETE tem apresentado boa eficiência de remoção ocorrida durante o período de análise.

PALAVRAS-CHAVE: Lagoa de Estabilização, Chicana, Eficiência de Tratamento, Esgoto Doméstico.

INTRODUÇÃO

O tratamento de esgoto doméstico consiste, basicamente, na modificação de suas características físico-químicas e biológicas de tal forma que eles possam ser lançados em corpos receptores dentro dos padrões exigidos pelos órgãos de controle de poluição ambiental, ou reutilizados.

A maior parte dos processos de tratamento de águas residuárias inclui a depuração biológica da matéria orgânica, promovida especialmente por bactérias e algas, em produtos mais simples e estáveis como sais minerais, gás carbônico e água (Branco, 1986 apud Silva, 1999). Dos mais variados métodos e sistemas de tratamento existentes, as lagoas de estabilização constituem uma das alternativas mais importantes no tratamento de águas residuárias domésticas.

Disponibilidade de espaço físico, custo de implantação e manutenção e condições ambientais propício, são fatores e

condições fundamentais para a escolha do sistema de tratamento de águas residuárias.

As condições fundamentais para a escolha por lagoas de estabilização no tratamento de águas residuárias na região do cerrado (noroeste do estado de São Paulo), são que estas representam a forma mais simples para o tratamento de esgoto, e as condições ambientais (temperatura elevada, radiação solar) favorecem a implantação das mesmas. Também se pode mencionar que as cidades na sua maioria são de pequeno e médio porte, nas quais o custo da implantação e operação da estação é decisivo na escolha.

Apesar das lagoas de estabilização serem utilizadas em grande número na região do cerrado, as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) em estudo diferenciam-se da maioria dos sistemas de lagoas de estabilização múltipla implantados, devido às lagoas de estabilização facultativa e de maturação utilizarem divisórias de fluxo (chicanas) nas mesmas, induzindo um escoamento mais pistonado ao fluxo, impedindo de ser de mistura completa tornando menos difusa aproximando mais ao fluxo pistão.

Atualmente existe pouca literatura abordando diretamente o comportamento de tratamento em sistemas equivalentes, podendo destacar os trabalhos realizados por SILVA et al (1993, 1997 e 2000) com lagoas ligadas em série e lagoas com chicanas, que apresentaram resultados satisfatórios quanto à remoção de cargas orgânicas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A ETE de Santa Fé do Sul compõem-se de uma lagoa anaeróbia seguida de uma lagoa facultativa com chicanas tendo três divisores de fluxos paralelos feitos de placas de concreto sustentadas por colunas de concreto, formando assim quatro canais paralelos dentro da mesma, e por fim, uma lagoa de maturação com um divisor de fluxo (chicanas) formando dois canais paralelos, construído pelo mesmo material da lagoa facultativa, como mostra a Figura 1.

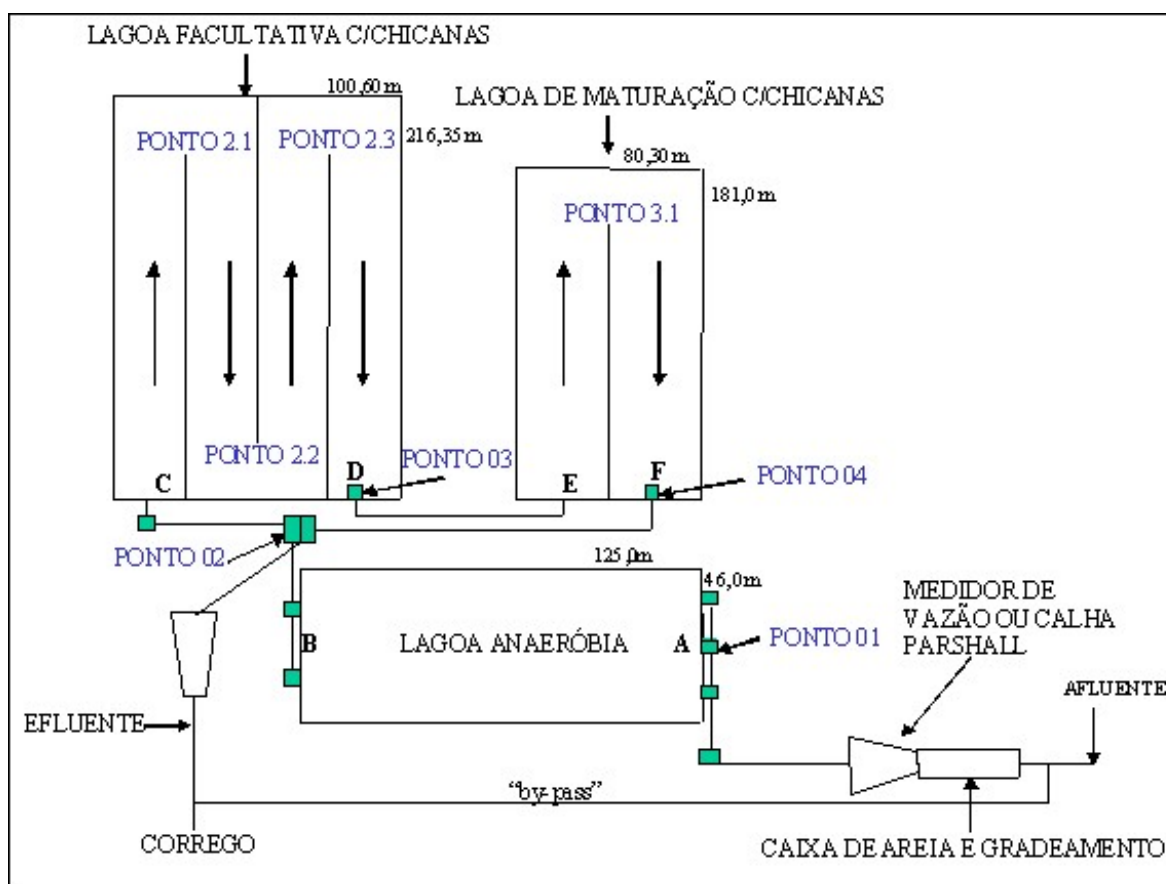


Figura 1 – Esquema da ETE de Santa Fé do Sul

DESCRIÇÃO DAS LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO DA ETE

A ETE de Santa Fé do Sul estudada é composta por:

- Gradeamento com grade de barras;
- Caixa de areia de duas câmaras;
- Medidor de vazão tipo Parshall de nove polegadas de garganta;
- Lagoa Anaeróbia com dimensões de 46,00m de largura, 125,00m de comprimento e 3,50m de profundidade, alimentada por três entradas afogadas e duas saídas;
- Lagoa Facultativa com dimensões de 100,60m de largura, 216,35m de comprimento e 2,20m de profundidade. Dividido por três divisores de fluxo (chicanas) feitas de placas de concreto e sustentadas por colunas de concreto. Equidistante uma da outra no sentido longitudinal formando um longo canal com largura de 25,15m e 865,40m de comprimento;
- Lagoa de maturação de 80,30m de largura, 181,00m de comprimento 1,20m de profundidade na primeira célula e de 0,80m na segunda célula, dividido por um divisor de fluxo (chicana) no sentido longitudinal, feita do mesmo material que as da lagoa facultativa, transformando numa lagoa com 40,15m de largura e 362,00m de comprimento.

LOCAL E DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DAS AMOSTRAS

Os pontos para coleta de amostras foram:

- Ponto 01 localizado na caixa do meio das três caixas de distribuição e passagem na entrada da lagoa anaeróbia;
- Ponto 02 está localizado na caixa de distribuição múltipla aonde chega a efluente da lagoa anaeróbia;
- Ponto 03 na saída da lagoa facultativa chicanada;
- Ponto 04, localizado na saída da lagoa de maturação.

Além destes pontos foram escolhidos mais quatro pontos intermediários, localizados nas curvas formadas pelas divisórias colocados nas lagoas facultativas e de maturação. Denominados de ponto 2.1, 2.2, e 2.3 na lagoa facultativa e 3.1 na lagoa de maturação, como se pode observar na Figura 1.

Na fase inicial verificou-se a estabilidade de funcionamento das mesmas. Esta fase foi verificada através da análise de remoção da carga orgânica pelos ensaios de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Além de alguns acertos operacionais adotados para evitar transbordamento e entupimento dos sistemas de distribuição de esgoto, estancamento de infiltração nos taludes de fechamento das lagoas e desvio da vazão de água de chuva através de regulagem de stop-logs para "by pass". Na segunda fase da pesquisa, os parâmetros investigados foram: DBO, DQO, sólidos totais e suspensos, coliformes fecais e totais.

O desempenho da ETE com as chicanas foi avaliado através dos parâmetros: DBO, Coliformes Fecais e Totais, Sólidos Totais e Suspensos segundo o método de análise do *"Standard Methods for Examination of Water and Wastewater"* (APHA, AWWA & WPCF, 1998).

RESULTADOS

Os dados amostrais de cada lagoa foram obtidos durante a monitoração através de estudo de distribuição ao longo do tempo e os resultados aqui apresentados, são do período de Março a Junho de 2003.

Observando a curva de variação da DBO da figura 2, pode se notar que no período de 13-03-2003 a 04-06-2003 houve uma grande variação no ponto de entrada entre o mínimo e máximo valor (323 mg/L e 720 mg/L). Neste período os pontos investigados apresentaram valores médios de: 456 mg/L no ponto 01 (entrada da lagoa anaeróbia), 149 mg/L no

ponto 02 (saída da lagoa anaeróbia), 38 mg/L no ponto 03 (saída da lagoa facultativa) e 18 mg/L no ponto 04 (saída da lagoa de maturação).

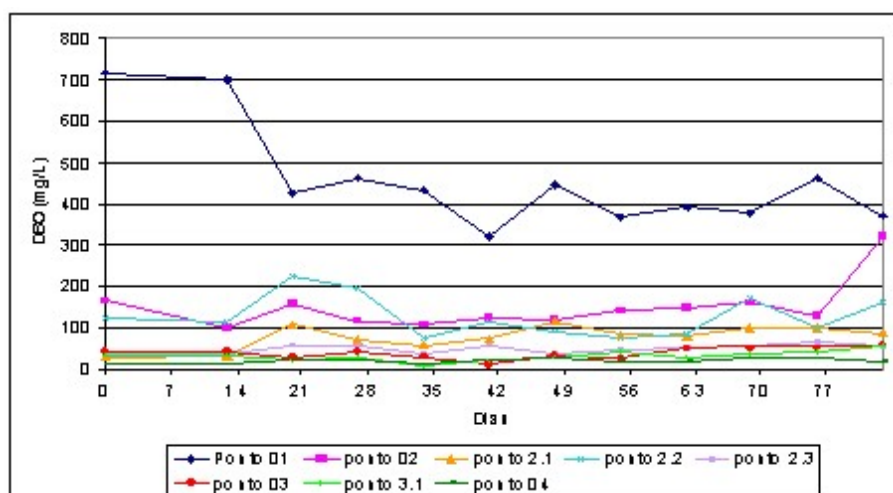


Figura 2- DBO (Demanda Biológica de Oxigênio)

As concentrações da DBO evidenciaram neste período a eficiência de redução em cada unidade de tratamento de 67% na lagoa anaeróbia, 74.% na lagoa facultativa e 52% na lagoa de maturação, com 96% de eficiência de remoção total na ETE.

Na Figura 3 é apresentado o resultado do parâmetro DQO, onde se nota também uma grande variação no ponto de entrada, apresentando valores de mínimo e máximo de 615 mg/L e 1088 mg/L respectivamente. No período os pontos investigados apresentaram valores médios de 928 mg/L no ponto 01 (entrada da lagoa anaeróbia), 319 mg/L no ponto 02 (saída da lagoa anaeróbia), 173 mg/L no ponto 03 (saída da lagoa facultativa) e 151 mg/L no ponto 04 (saída da lagoa de maturação).

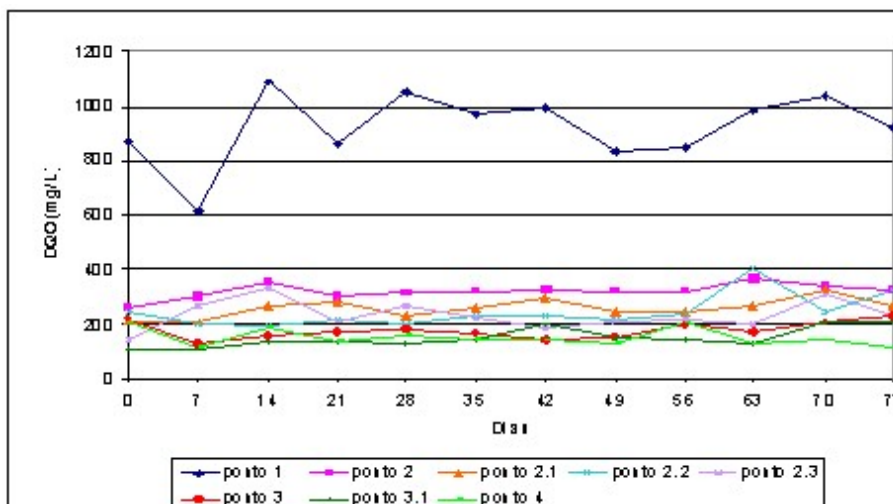


Figura 3- DQO (Demanda Química de Oxigênio)

As concentrações da DQO evidenciaram neste período a eficiência de redução em cada unidade de tratamento de 65% na lagoa anaeróbia, 46.% na lagoa facultativa e 12% na lagoa de maturação, com 84% de eficiência de remoção total na ETE.

Na figura 4 observa-se uma variação de concentração no ponto de entrada entre o mínimo e máximo valor dos sólidos totais (458 mg/L e 999 mg/L). E neste período apresentaram valores médios de 814 mg/L no ponto 01 (entrada da lagoa anaeróbia), 431 mg/L no ponto 02 (saída da lagoa anaeróbia), 360 mg/L no ponto 03 (saída da lagoa facultativa) e 337 mg/L no ponto 04 (saída da lagoa de maturação).

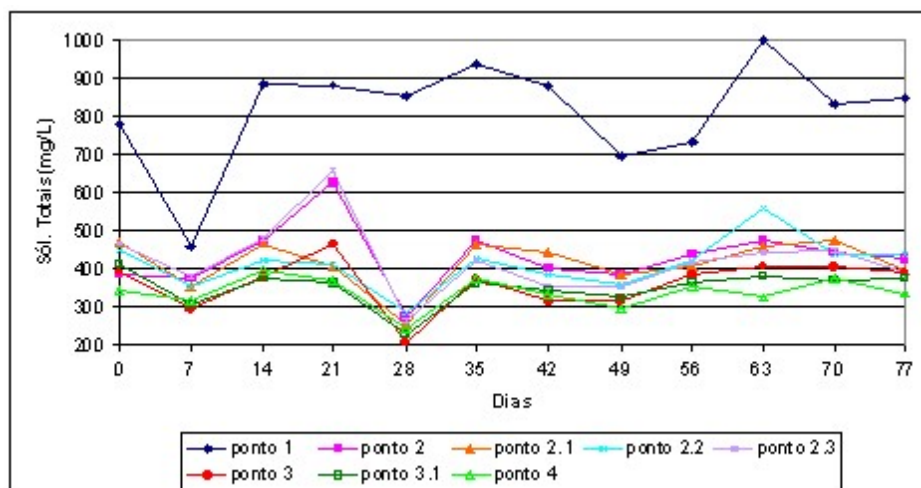


Figura 4- Sólidos Totais

Neste mesmo período a eficiência de redução de Sólidos Totais na ETE em cada unidade de tratamento foi de 49% na lagoa anaeróbia, 16% na lagoa facultativa e 6% na lagoa de maturação. E eficiência de remoção total na ETE de 60%.

Na figura 5 é apresentado o resultado do parâmetro sólido suspenso total, onde o valor de mínimo e máximo foi de 243 mg/L e 454 mg/L respectivamente. E no período de investigação foram apresentados os seguintes valores médios: 336 mg/L no ponto 01 (entrada da lagoa anaeróbia), 88 mg/L no ponto 02 (saída da lagoa anaeróbia), 82 mg/L no ponto 03 (saída da lagoa facultativa) e 67 mg/L no ponto 04 (saída da lagoa de maturação).

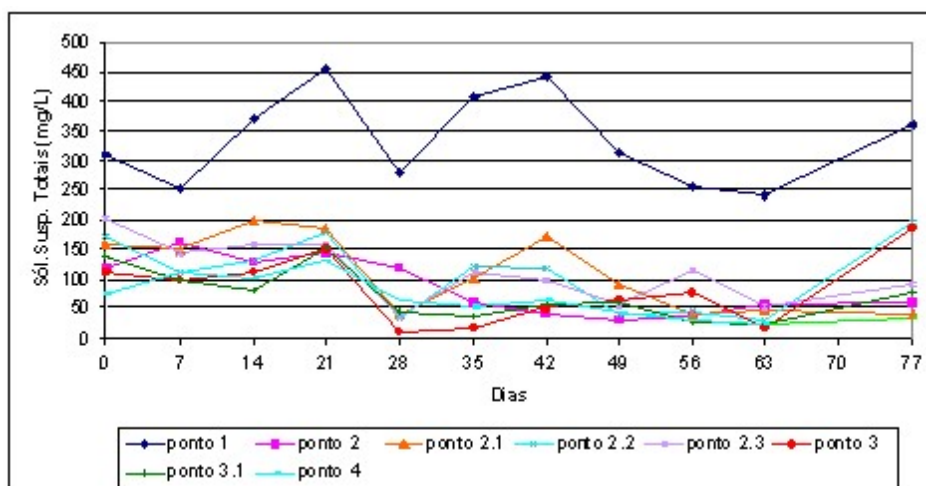


Figura 5- Sólidos Suspensos Totais

No mesmo período a eficiência de redução de Sólidos Suspensos Totais na ETE em cada unidade de tratamento foi de 74% na lagoa anaeróbia, 7% na lagoa facultativa e 19% na lagoa de maturação. E eficiência de remoção total na ETE de 80%.

A figura 6 apresenta os valores de Coliformes Totais no período de Abril a Junho de 2003. Neste período apresentaram valores médios de $1,80 \times 10^7$ NMP/100 ml no ponto 01 (entrada da lagoa anaeróbia), $1,98 \times 10^6$ NMP/100 ml no ponto 02 (saída da lagoa anaeróbia), $3,95 \times 10^4$ NMP/100 ml no ponto 03 (saída da lagoa facultativa) e $3,02 \times 10^4$ NMP/100 ml no ponto 04 (saída da lagoa de maturação).

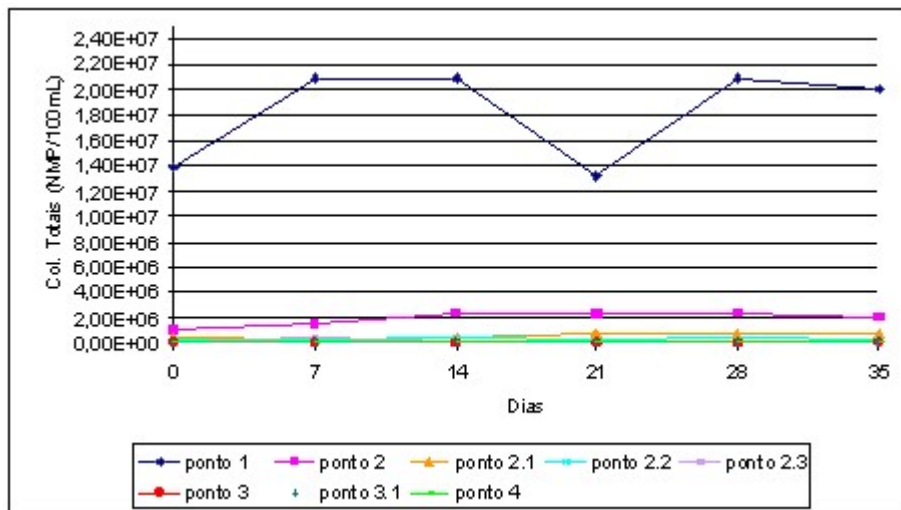


Figura 6- Coliformes Totais

A figura 7 apresenta valores de Coliformes Fecais no período de Abril a Junho de 2003, neste período apresentaram valores médios de $1,16 \times 10^7$ NMP/100 ml no ponto 01 (entrada da lagoa anaeróbia), $1,12 \times 10^6$ NMP/100 ml no ponto 02 (saída da lagoa anaeróbia), $1,03 \times 10^4$ NMP/100 ml no ponto 03 (saída da lagoa facultativa) e 250 NMP/100 ml no ponto 04 (saída da lagoa de maturação).

A eficiência de redução de Coliformes Totais na ETE em cada unidade de tratamento foi de 89,15% na lagoa anaeróbia, 98,00% na lagoa facultativa e 23,63% na lagoa de maturação e eficiência de remoção total na ETE de 99,84%.

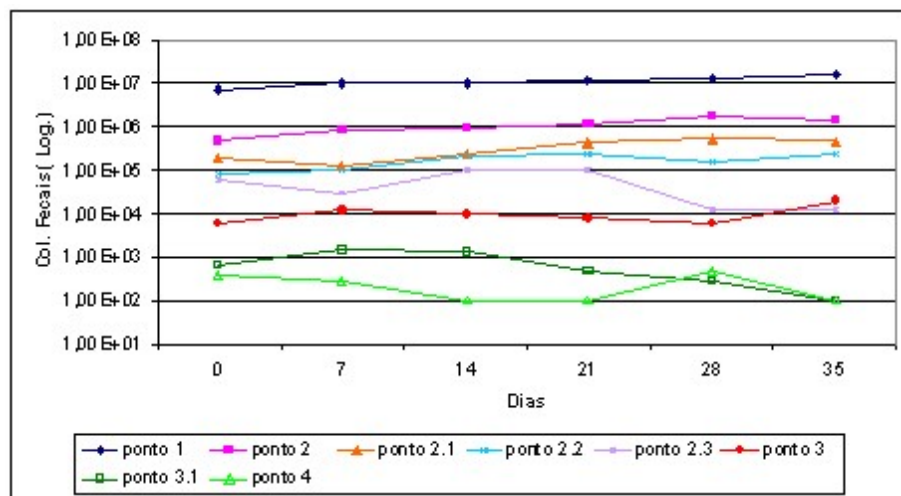


Figura 7- Coliformes Fecais

Neste período a eficiência de redução para Coliformes Fecais na ETE em cada unidade de tratamento foi de 90,41% na lagoa anaeróbia, 99,07% na lagoa facultativa e de 97,58% na lagoa de maturação, com eficiência de remoção total de 99,9978% na ETE.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, pode-se concluir que:

Quanto à remoção da DBO, o valor da eficiência obtido de 96% está acima do citado pela literatura (von Sperling, 1996) sendo o valor preconizado de 70 a 90%.

O valor obtido para eficiência de remoção de coliformes ficou dentro do valor esperado para tratamentos por lagoas de estabilização, em torno de 99%.

Os valores elevados nas saídas das lagoas facultativa (360mg/L) e maturação (337mg/L)

Algumas variações nas concentrações de Sólidos Suspensos Totais, assim como do parâmetro Sólidos Totais pode ter sido causado pela produção elevada de algas nestas lagoas.de Sólidos Totais, provavelmente causadas por infiltrações de águas pluviais na rede coletora de esgoto. Devido a este fato, o esgoto pode ter sido diluído até a chegada no ponto 01(entrada da lagoa anaeróbia).

Por ora, a ETE vem operando dentro dos padrões de lançamento exigidos pela portaria CONAMA 20/86 em relação ao parâmetro DBO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA & WPCF. "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater". 18th ed. Public Health Association Inc. New York, 1998.
2. SILVA, S. A., de OLIVEIRA, R., MARA, D. D. & PEARSON, H. W. . Monitoração de uma série Longa de Lagoas de Estabilização, em Escala Piloto, Tratando Esgoto Doméstico no Nordeste do Brasil. Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, vol. II, Tomo I,1993, pp. 809-826.
3. SILVA, S. A., ATHAIDE JUNIOR, G. B., de OLIVEIRA, R., ARAUJO, A. L. C., SILVA, S. T. A & PEARSON, H. W. Efeito e Características Físicas e Operacionais na Cinética de Remoção de Coliformes Fecais em Lagoas Facultativas Secundárias e de Maturação. Anais do 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, I-076,1997, pp. 475-479.
4. SILVA, S. A., de OLIVEIRA R., DINIZ, M. J. L., ATHAIDE JUNIOR, G. B., Estudo da Influência de Chicanas no Desempenho Operacional de Lagoas Facultativas Primárias Profundas Tratando Esgotos Domésticos. IX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, SILUBESA, III-052, 2000, pp. 933-940.
5. Von SPERLING, M. Lagoas de Estabilização. Princípios do tratamento Biológico de Águas Residuárias,v.3. Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental de Minas Gerais, 1996.