

## **II-078 – LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO TRATANDO EFLUENTES COM CARACTERÍSTICAS INDUSTRIAIS: OS PROBLEMAS, EFICIÊNCIAS E COMPORTAMENTO NICTEMERAL DE PARAMETROS OPERACIONAIS**

**Fátima Bezerra Barbosa de Medeiros<sup>(1)</sup>**

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Potiguar – UnP (2002). Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN (2005). Bióloga da CAERN – Companhia de água e Esgoto do Rio Grande do Norte.

**Pedro Alves da Silva Filho:** Engenheiro Civil e Sanitarista -UFRN (2000). Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2007). Doutorando em engenharia civil e saneamento ambiental – UFC. Professor assistente do curso de engenharia civil da UFRN.

**Ronaldo Stefanutti:** Engenheiro agrônomo. Doutorado em ciência pela Universidade de São Paulo – USP. Professor do curso de pós-graduação da Universidade Federal do Ceará-UFC.

**Wanessa Soares de Lima**

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2004); Mestre em Manejo de Solo e Água pela Universidade Federal da Paraíba (2008). Bióloga da CAERN – Companhia de água e Esgoto do Rio Grande do Norte.

**Odênia Alves de Lima e Silva**

Graduada em Tecnologia em Gestão Ambiental 2009; Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN (2011). Bióloga da CAERN – Companhia de água e Esgoto do Rio Grande do Norte.

**Endereço<sup>(1)</sup> :** Rua Voluntários da Pátria – 721 Bairro Cidade Alta – Natal – RN, CEP: 59025-530, Fones: (84) 3221 - 3183 - 4638, (84) 3232 - 5379. Fax: (84) 32324166. E-mail: fatimabbmedeiros@yahoo.com.br

### **RESUMO**

Este trabalho apresenta os resultados do monitoramento de um perfil de 24 horas para Temperatura, DBO<sub>5</sub>, DQO, Oxigênio Consumido, pH, Condutividade e sólidos sedimentáveis, na Estação de Tratamento de Esgotos Cemitério localizada na cidade de Santana do Seridó – RN (6° 46' 57" de latitude sul e 36° 43' 53" de longitude oeste), que é operada pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN. As lagoas apresentaram remoção de DBO foi de 82,07%, apresentando uma boa eficiência, quanto a DQO a remoção obtida foi de 62,12%. O valor médio de oxigênio dissolvido nas lagoas facultativa de maturação primária e secundária foi 1,40 mg/L, 1,50 mg/L e 13,4 mg/L, respectivamente. Os níveis de oxigênio dissolvidos foram altos na lagoa de maturação II. A variável pH também apresentou valores elevados entre 9,0 – 9,8 na lagoa de maturação II que também apresentaram elevados indicando maior intensidade no processo fotossintético.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lagoas de Estabilização, eficiência, problemas operacionais.

### **INTRODUÇÃO**

Lagoa de estabilização é um método de tratamento de esgotos aplicado principalmente nas regiões tropicais semiáridas, devido as condições locais apresentar elevada temperatura e intensa radiação solar, além de ser sistemas simples onde os esgotos são tratados biologicamente por processos naturais que envolvem principalmente algas e bactérias. Suas principais vantagens são a elevada eficiência na remoção de matéria orgânica e microorganismos patogênicos, capacidade de suportar cargas orgânicas e hidráulicas de choque, simplicidade na operação e manutenção, não necessitando de energia elétrica, além do baixo custo de construção. A necessidade de grandes áreas para implantação é sua maior desvantagem.

O sistema mais utilizado para tratamento de esgotamento sanitário no estado do Rio Grande do Norte é lagoa de estabilização. Atualmente a CAERN opera 75 ETEs composta por lagoas de estabilização, deste total 60% tem a configuração lagoa facultativa primária seguida por maturação (SILVA FILHO *et al*, 2006). Diante desta situação espera-se que este estudo venha contribuir para uma melhor compreensão do desempenho e eficiência deste tipo de sistema, nas condições ambientais do estado.

O objetivo da pesquisa é identificar a eficiência da técnica de tratamento de esgoto por meio de lagoas de estabilização, operando em situação extrema (falta de operação/manutenção e tratando efluentes com características industriais), durante um perfil de 24 horas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na ETE Cemitério que é composta de uma lagoa facultativa primária – LFP, seguida de duas lagoas de maturação (em escala real), sendo o efluente final lançado no Rio São Bento, o referido sistema trata esgotos domésticos, mas com características industriais, no município Santana do Seridó – RN. O sistema e suas características físicas e operacionais estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1: Características físicas e operacionais da ETE Cemitério – Santana do Seridó/RN.**

Dados/Tipo	Facultativa Primária	Maturação Primária	Maturação Secundária
Área (m <sup>2</sup> )	1.375,0	450,0	450,0
Volume (m <sup>3</sup> )	2.883,0	4830,	483,0
Profundidade ( m )	1,50	1,50	1,50
Largura (m)	31,0	15,0	15,0
Comprimento (m)	62,0	30,0	30,0
$\lambda$ s (KgDBO5/ha.dia)	350,0	35,7	35,7
Tempo de detenção ( dia )	15,87	3,5	3,5

## ETE CEMITÉRIO

A Estação de Tratamento de Esgoto do Cemitério está localizada no município Santana do Seridó – RN (6° 46' 57" de latitude sul e 36° 43' 53" de longitude oeste). O efluente final é lançado no Rio São Bento. O sistema de tratamento recebe esgoto bruto doméstico proveniente de quatro bacias B1, B2, B3 e B4. A ETE foi projetada para atender uma população total máxima de 2.035 habitantes, com uma contribuição afluente média de 2,24 l/s ou 193,0 m<sup>3</sup> / dia em fase final de projeto considerando uma carga orgânica per capita de 40g/hab.dia.

## MONITORAMENTO DA ETE DURANTE O PERFIL DE 24 HORAS

O perfil de 24 horas foi realizado nos dias 29/10/11 à 30/10/11 com coletas realizadas a cada 4 horas nos seguintes horários: 07h; 11h; 15h; 19h; 23h e 03h. Foram analisadas as variáveis: Condutividade; pH; temperatura; Oxigênio dissolvido; Sólidos Sedimentáveis; Demanda Bioquímica de Oxigênio; Demanda Química de Oxigênio . Segue os resultados do perfil na Tabela 2.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados na Tabela 2. A Tabela 3 mostra os resultados do perfil de 24 horas com as médias aritméticas e, a Figura 1 detalha o comportamento dos parâmetros estudados ao longo do perfil. A temperatura no esgoto bruto apresentou uma média de 28,2°C, enquanto que nos efluentes das lagoas facultativa e maturação I as médias obtidas foram de, 25°C, e na lagoa de maturação II a média foi de 27°C . A lagoa de maturação II obteve uma temperatura máxima de 33°C, e mínima de 23°. De acordo com a literatura para ocorrer boa atuação dos mecanismos de degradação biológica em sistema de lagoas de estabilização em série a temperatura a mínima deve ser 15°C, os valores apresentados foram superiores a este, sendo, portanto, fator positivo a biodegradação e ao decaimento de microrganismos patogênicos.

No esgoto bruto a DBO obteve valor máximo de 735 mg/L, de acordo com a literatura o esgoto doméstico apresenta em torno de 400 a 450 mg/L, dessa forma caracterizou um esgoto forte, ficando acima do previsto. Após o tratamento, a DBO<sub>5</sub> foi reduzida em 82% (886 mg/L – 159,0 mg/L), de acordo com Mara e Pearson, 1986) o sistema indicou um bom funcionamento. Quanto a variável DQO a remoção foi de aproximadamente 62,12% (1.442,0 mg/L – 546,1 mg/L). A interferência nictemeral para os parâmetros de DBO e DQO foram irrelevantes, todavia só apresentou um aumento nos horários de picos, o que poderá ser reportado ao uso de aparelhos hidrossanitários nesses horários.

O parâmetro oxigênio dissolvido apresentou valores médios nas lagoas facultativa de maturação primária e secundária de 1,40 mg/L, 1,50 mg/L e 13,4 mg/L, respectivamente. No perfil verifica para a lagoa de maturação II obteve valor máximo de 35,7, ocorrendo um aumento na concentração de OD e, isso decorre da alta intensidade de luz que acelera o processo de fotossíntese por alguns tipos de algas, apresentando uma situação de boa mistura vertical, decorrente de situações climatológicas locais: vento, ausência de precipitação, radiação solar, profundidade de 20 cm. O comportamento nictemeral foi maior nas lagoas de maturação, isto no período diurno, à noite a produção foi menor.

Quanto a variável pH Os valores médios obtidos no esgoto bruto, lagoa facultativa, lagoas de maturação primária e secundária durante o monitoramento de 24 horas foi de 7,5; 7,7; 7,8 e 8,5, respectivamente. O valor encontrado na lagoa de maturação secundária indicou maior intensidade no processo fotossintético. De acordo com a literatura valores superior 9,2 de pH inibi o crescimento de *E. coli*. A ação inibidora esta associada a ionização da membrana celular e a alterações do pH intracelular dificulta ou anula o metabolismo bacteriano (PEARSON, 1987). Quanto ao aspecto nictemeral dos reatores a elevação do pH foi maior no período da noite.

Os Sólidos Sedimentáveis apresentaram na maioria dos resultados nos efluentes das lagoas concentrações (< 1,0 ml/L) que atende o exigido pelo CONAMA 357/05. As médias obtidas da referida variável foram de: 2,17 mg/L esgoto bruto; 0,35 mg/L lagoa facultativa; 0,58 mg/L e 0,73 mg/L nas lagoas de maturação primária e secundária. O comportamento nictemeral foi quase imperceptível nas demais séries de lagoas, a jusante do esgoto bruto, mostrando uma pequena elevação na primeira medição.

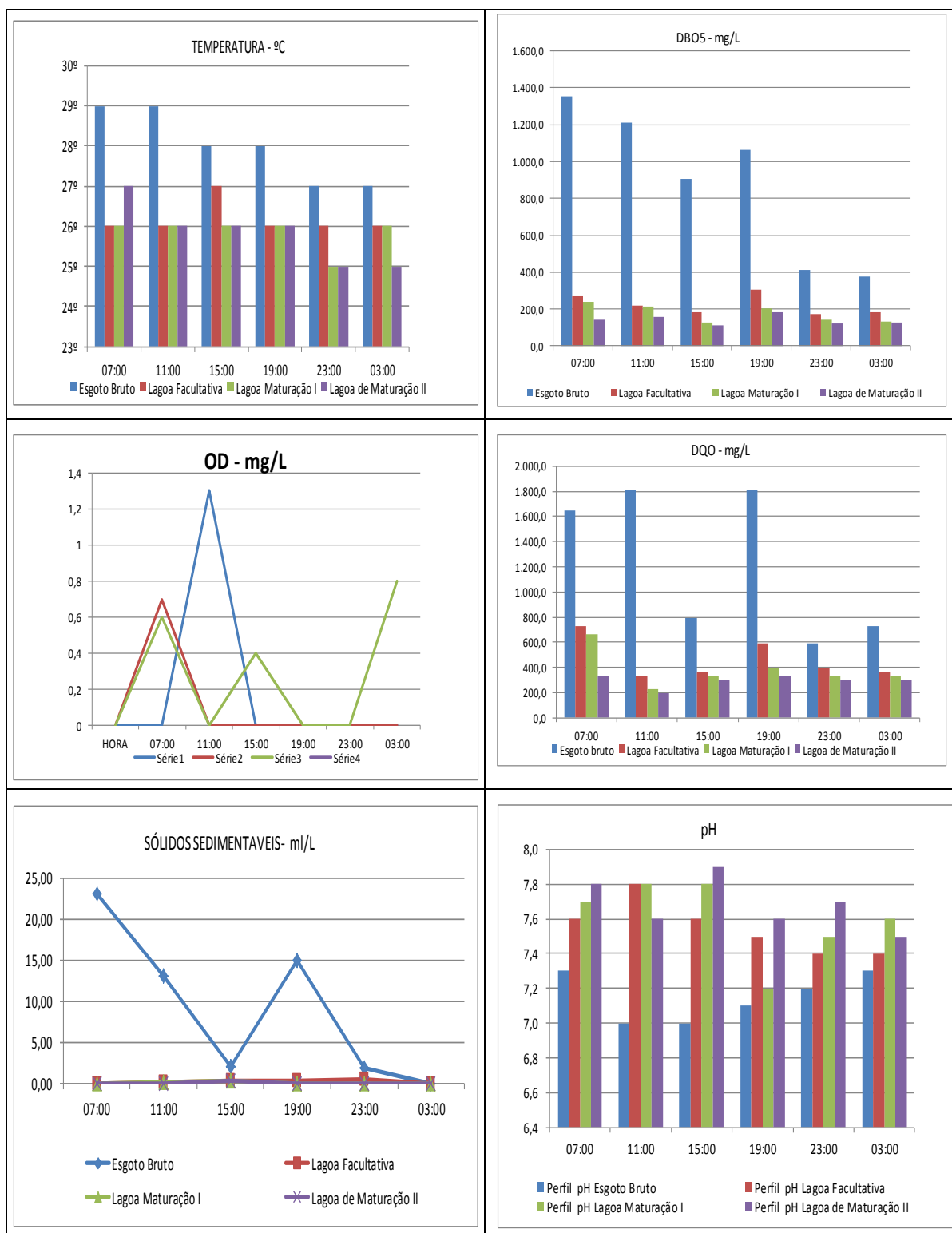
Quanto a condutividade elétrica, a ETE apresentou valores oscilando de 2.316,00 µS/cm a 937µS/cm, bem característico de efluentes com características industriais. Como a ETE trata efluentes predominantemente domésticos, esse aumento no parâmetro, deve-se a alguma contribuição clandestina de esgoto industrial, uma vez que a cidade tem concentrações de diversas fábricas de curtumes e tingimentos.

**Tabela 2: Resultado do perfil de 24 horas.**

<b>Esgoto bruto</b>							
<b>Hora</b>	<b>Temperatura</b>	<b>DBO</b>	<b>DQO</b>	<b>OD</b>	<b>pH</b>	<b>Condutividade</b>	<b>SS</b>
07:00	30°	675,0	1.280,0	-	7,8	1.256,0	1,5
11:00	29°	690,0	1.792,0	-	6,8	1.696,0	4,5
15:00	30°	735,0	1.536,0	-	7,2	1.620,0	3,5
19:00	29°	600,0	1.792,0	-	7,1	1.620,0	1,5
23:00	26°	330,0	1.792,0	-	8,6	2.316,0	1,0
03:00	25°	186,0	460,0	-	7,7	937,0	1,0
<b>Efluente da Lagoa Facultativa</b>							
<b>Hora</b>	<b>Temperatura</b>	<b>DBO</b>	<b>DQO</b>	<b>OD</b>	<b>pH</b>	<b>Condutividade</b>	<b>SS</b>
07:00	25°	264,0	1.024,0	2,5	7,5	1.478,0	0,0
11:00	27°	216,0	921,4	2,1	7,6	1.491,0	0,0
15:00	25°	264,0	921,4	0,6	7,5	1.521,0	0,0
19:00	26°	246,0	716,8	1,9	7,8	1.488,0	0,0
23:00	24°	210,0	819,2	0,7	7,8	1.462,0	0,1
03:00	24°	174,0	409,6	0,6	7,7	1.506,0	2,0
<b>Efluente da Lagoa Maturação I</b>							
<b>Hora</b>	<b>Temperatura</b>	<b>DBO</b>	<b>DQO</b>	<b>OD</b>	<b>pH</b>	<b>Condutividade</b>	<b>SS</b>
07:00	25°	240,0	716,8	4,7	7,5	1.502,0	0,3
11:00	27°	144,0	716,8	1,3	7,8	1.505,0	0,0
15:00	25°	252,0	716,8	1,8	7,9	1.485,0	0,0
19:00	26°	165,0	614,4	0,0	7,8	1.504,0	0,0
23:00	23°	168,0	716,8	1,3	7,8	1.490,0	0,2
03:00	23°	144,0	384,0	0,0	7,8	1.526,0	3,0
<b>Efluente da Lagoa Maturação II</b>							
<b>Hora</b>	<b>Temperatura</b>	<b>DBO</b>	<b>DQO</b>	<b>OD</b>	<b>pH</b>	<b>Condutividade</b>	<b>SS</b>
07:00	25°	216,0	614,4	15,3	7,7	1.495,0	0,4
11:00	31°	138,0	716,8	22,6	9,0	1.433,0	0,0
15:00	33°	168,0	716,8	35,7	9,8	1.414,0	0,0
19:00	26°	138,0	563,2	5,4	8,7	1.497,0	0,0
23:00	24°	156,0	307,2	1,1	7,9	1.527,0	0,0
03:00	23°	138,0	358,4	0,0	7,7	1.530,0	4,0

**Tabela 3: Valores das médias aritméticas das concentrações das variáveis DBO<sub>5</sub> e DQO e percentuais de remoção em relação ao esgoto bruto durante o perfil de 24 horas.**

<b>LAGOA</b>	<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>REMOÇÃO (%)</b>	<b>DQO</b>	<b>REMOÇÃO (%)</b>
Esgoto Bruto	886,8	-	1.442,0	-
L. Facultativa	229,0	74,17	802,1	44,37
L. de maturação 1	185,5	79,08	644,3	55,31
L. de maturação 2	159,0	82,07	546,1	62,12



**Figura 1: Comportamento dos parâmetros Temperatura, DBO, OD, DQO, SS e pH ao longo do perfil de 24 h realizado, na série de lagoas de estabilização da ETE São Bento – Santana do Seridó/RN.**

## CONCLUSÕES

Durante a pesquisa verificou que o sistema de lagoas apresentou um bom desempenho na remoção de matéria orgânica, expressa como DBO<sub>5</sub>, apesar de apresentar valores acima do projetado que foi 350mg/L.

A maior média encontrada para o OD foi de 13,4 mg/L perfil de 24 h. Entretanto, essa média alcançou esse alto valor, devido a diversos fatores condicionantes: a) intensa radiação solar, uma vez que durante o perfil, o tempo encontrava-se sem nuvens e precipitações durante todo o dia. Com radiação solar, ocorreu aumento na produção de oxigênio através da fotossíntese; b) temperatura média detectada durante o perfil foi de 29°C, sabemos que a atividade biológica decresce à medida que cai a temperatura e, isso mostra que a temperatura influi diretamente no predomínio de uma espécie de algas sobre outras e, conseqüentemente, no oxigênio fotossintético produzido. Para (UEHARA e VIDAL, 1989), os melhores rendimentos da lagoa de estabilização, ocorrem quando há condições para uma boa atividade de radiação solar, dia ensolarado, céu sem nuvens, ventos moderados e temperatura acima de 20°C.

Para o pH foram obtidas médias de 7,5 no esgoto bruto, 7,7 no efluente da lagoa facultativa e nas lagoas de maturação I e II foram de 7,8 e 8,5 respectivamente. Portanto foi observado que esses valores não alcançaram o indicado pela literatura que é aproximadamente 9 ou acima para ocorrer remoção satisfatória dos microrganismos.

Diante dos resultados recomendamos que seja realizado um monitoramento da vazão, para complementar às informações obtidas, dessa maneira podemos avaliar melhor a eficiência do sistema.

Para o comportamento nictemeral da ETE São Bento, os parâmetros mostraram pequenas divergências para uma análise diurna normal, isto as coletadas no período noturno.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MENDONÇA, Sérgio Rolim. Lagoas de estabilização e aerada mecanicamente: novos conceitos. João Pessoa: S.Rolim Mendonça, 1990. 388p.
2. PEARSON, H. W. **et al.** Physico-chemical parameters influencing faecal bacterial survival in waste stabilization ponds. **Wat. Sci. Tech.**, v. 19, n. 12, p. 145-152, 1987.
3. SILVA FILHO, P. A et al . Predominâncias de lagoas de estabilização tipo facultativa no nordeste brasileiro. III Seminário Internacional de Engenharia de Saúde Pública. Fortaleza/CE-Brasil, 2006.
4. UEHARA, Michele Yukie & VIDAL, Waldo Lima (org.). Operação e manutenção de lagoas anaeróbias e facultativas. São Paulo: CETESB, 1989. 91p.