



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

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

II-122 – AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS OPERACIONAIS E MICROBIOLÓGICOS EM UM SISTEMA DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO TRATANDO ESGOTOS DOMÉSTICOS.

Emerson Barboza Bezerra(1)

Graduando do Curso de Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba.

João Batista de Oliveira

Graduando do Curso de Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba.

Valderi Duarte Leite

Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC / USP. Professor do Departamento de Química / Universidade Estadual da Paraíba.

Josiane Silva de Oliveira

Graduanda do Curso de Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba.

Marcos Aparecido de Sousa

Graduando do Curso de Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba.

Sueli Farias de Souza

Graduanda do Curso de Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba.

Endereço⁽¹⁾: Rua Santo Antônio, 252 – Santo Antônio – Campina Grande – PB – CEP: 58103-355 – Brasil – Tel: (83) 342-2281 -



emerson@vinalva.com.br

RESUMO

Os recursos hídricos existentes desde o início da humanidade, mantêm-se praticamente constante. No entanto podem representar um aspecto crítico com relação ao crescimento real da população, considerando que a água é uma substância necessária à vida e as atividades humanas atuais, à medida que ocorre o aumento populacional e os hábitos de consumir água, aumentando conseqüentemente a demanda e a produção de águas residuárias. O tratamento de esgotos sanitários é tido como uma forma de prevenir a contaminação do meio ambiente, haja vista que estes dejetos quando lançados na natureza sem os devidos tratamentos podem provocar diversos danos à população. Sistemas de lagoas de estabilização em série, quando criteriosamente projetados e monitorados, tornam-se uma alternativa compensadora no tratamento de esgotos sanitários, uma vez que ocorre a bioestabilização da matéria orgânica e a remoção de organismos patogênicos.

Introdução

Aproximadamente 70,8%, da superfície da terra, é coberta por água. No entanto, do total da água existente no planeta, cerca de 97,21%, corresponde à água salgada. Dos 2,79% restantes, cerca de 2,15% encontram-se sob a forma de gelo nas regiões polares. Portanto, cerca de 0,64% corresponde à água doce. Dessa pequena fração de água doce existente no planeta, cerca de 97% são águas subterrâneas e apenas 3% correspondem às águas superficiais (Souza e Leite, 2002). Todavia, as águas superficiais estão sendo poluídas e contaminadas, acarretando escassez acentuada de água

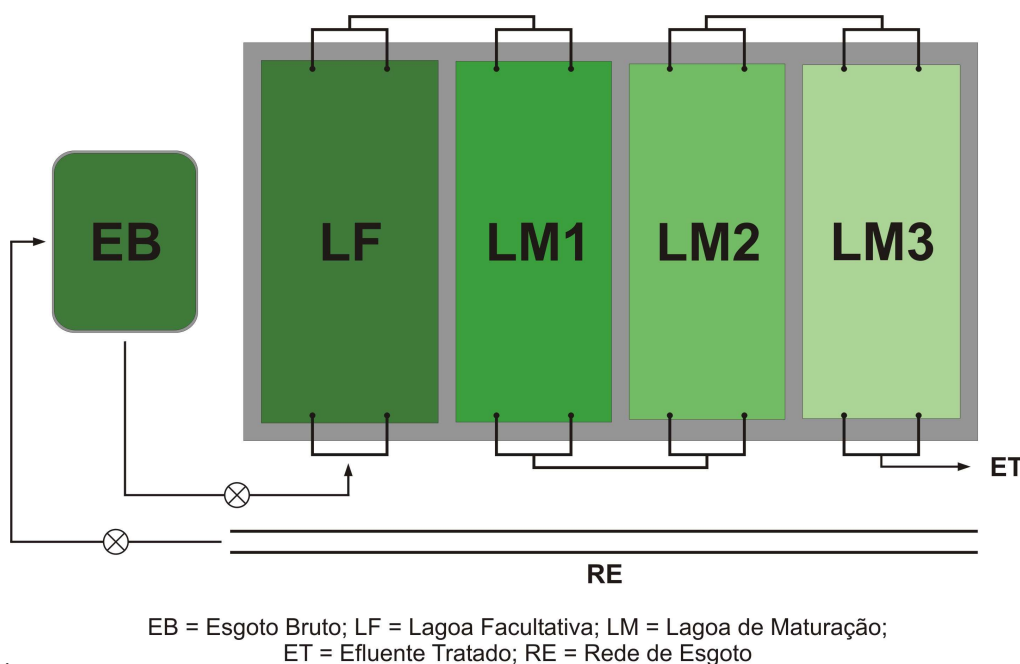
própria para o abastecimento público. São frequentes os problemas causados pela disposição inadequada de resíduos, quer sejam sólidos ou líquidos, de origem doméstica, agrícola e industrial gerados nos aglomerados urbanos de países em desenvolvimento, sendo os principais deles a poluição do meio ambiente e a disseminação de doenças infecciosas. Esses dados ressaltam a importância de se preservar os recursos hídricos, através do gerenciamento das bacias hidrográficas. Além disso, torna-se imprescindível encontrar alternativas visando substituir o uso da água potável pela utilização de águas com qualidade inferior em certas atividades, entre as quais se destacam: irrigação, criação de peixes, dessedentação de animais, caldeiras, construção civil, lagos ornamentais, descarga de vasos sanitários, geração de energia hidroelétrica, etc. Lagoas de estabilização constituem uma tecnologia já bastante consolidada para o tratamento de águas residuárias, sendo considerada pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 1989) como a forma de tratamento de esgotos mais apropriada quando da consideração do reuso dos efluentes na agricultura, especialmente em países em desenvolvimento, em virtude dos seus reduzidos custos de implantação, manutenção e operação. Pesquisas realizadas por (Silva *Apud* Carvalho, 2002) denotam o alto grau de polimento alcançado pelo efluente de lagoas de estabilização, tanto em termos de matéria orgânica como de microorganismos patogênicos. Os sistemas de lagoas são muito eficientes na remoção de material orgânico e organismos patogênicos sendo considerados um dos principais métodos utilizados pelo homem para acelerar os processos de degradação e purificação de águas residuárias. Lagoas têm-se constituído numa excelente alternativa de projeto para tratar uma grande variedade de águas servidas de pequenas e grandes comunidades, devido não somente ao seu bom rendimento na remoção de material orgânico e microrganismos patogênicos, mas também ao seu baixo custo de projeto, manutenção e operação. Este trabalho, portanto, teve como objetivo avaliar o desempenho de um sistema de lagoas de estabilização no tratamento de esgotos sanitários, verificando o comportamento do pH, alcalinidade total e remoção de coliformes fecais.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nas dependências da Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgoto Sanitário (EXTRABES), localizada na cidade de Campina Grande – PB. O sistema experimental compreendeu de um sistema em escala piloto de quatro lagoas de estabilização em série, sendo a primeira facultativa e as demais de maturação. O sistema foi monitorado por um período de 73 dias, analisando semanalmente os parâmetros de pH, alcalinidade total e coliformes fecais. Os mesmos seguiram recomendações de APHA et al (1992).

O esgoto bruto era coletado da rede de distribuição e aduzido através de uma bomba sapo até uma caixa coletora. Posteriormente, esse líquido era transferido para o sistema de lagoas por uma bomba peristáltica, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Esquema em planta do sistema experimental



Na Tabela 1 são apresentadas as características físicas e operacionais do sistema de lagoas de estabilização.

Tabela 1 – Características físicas e operacionais do sistema experimental.

	Largura (m)	Comprimento (m)	Profundidade (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)	TDH (dias)
LF	1,00	2,05	0,57	2,05	1,17	3,1
LM1	0,88	2,04	0,53	1,79	0,95	2,5
LM2	0,88	2,01	0,48	1,76	0,84	2,3
LM3	0,89	2,00	0,44	1,78	0,78	2,1

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados obtidos durante o monitoramento de rotina para avaliar a eficiência do sistema experimental foram baseados na análise semanal do material afluente e dos efluentes das lagoas LF, LM1, LM2 e LM3, coletados durante todo o período experimental.

4.1 Caracterização do substrato e DOS EFLUENTES das lagoas DE ESTABILIZAÇÃO.

Na Tabela 2 encontram-se dispostos os resultados das análises físico e químicas do material afluente a série de lagoas de estabilização, enquanto que nas Tabelas 3, 4, 5 e 6 estão dispostos do material efluente de cada lagoa de estabilização.

Tabela 2. Magnitude dos parâmetros determinados no material afluente (EB)^{*} à lagoa facultativa LF

Parâmetros	Unidade	Tamanho Amostral (n)	Faixa de Variação		Média
			Mínima	Máxima	
AT	mgCaCO ₃ /L	10	264	342	310
pH	pH	10	7,30	8,30	7,67
Colif. Fecais	UFC/100mL	10	1,05 x 10 ⁵	6,25 x 10 ⁶	2,26 x 10 ⁶

(^{*}) Esgoto Bruto

Tabela 3. Magnitude dos parâmetros determinados no material efluente da lagoa facultativa

Parâmetros	Unidade	Tamanho Amostral (n)	Faixa de Variação		Média
			Mínima	Máxima	
AT	mgCaCO ₃ /L	10	260	604	392
pH	pH	10	7,32	8,55	7,99
Colif. Fecais	UFC/100mL	10	1,80 x 10 ³	1,34 x 10 ⁶	5,77 x 10 ⁵

Tabela 4 . Magnitude dos parâmetros determinados no material efluente da lagoa de maturação LM1

Parâmetros	Unidade	Tamanho Amostral (n)	Faixa de Variação		Média
			Mínima	Máxima	
AT	mgCaCO ₃ /L	10	216	564	356
pH	pH	10	7,72	9,02	8,48
Colif. Fecais	UFC/100mL	10	1,03 x 10 ³	6,00 x 10 ⁵	1,87 x 10 ⁵

Tabela 5. Magnitude dos parâmetros determinados no material efluente da lagoa de maturação LM2.

Parâmetros	Unidade	Tamanho Amostral (n)	Faixa de Variação		Média
			Mínima	Máxima	
AT	mgCaCO ₃ /L	10	212	592	352
pH	pH	10	8,13	9,11	8,50
Colif. Fecais	UFC/100mL	10	70	1,55 x 10 ⁵	5,50 x 10 ⁴

Tabela 6. Magnitude dos parâmetros determinados no material efluente da lagoa de maturação LM3.

Parâmetros	Unidade	Tamanho Amostral (n)	Faixa de Variação		Média
			Mínima	Máxima	
AT	mgCaCO ₃ /L	10	122	552	325
PH	pH	10	8,07	8,88	8,50
Colif. Fecais	UFC/100mL	10	10	1,68 x 10 ⁴	6,23 x 10 ³

Analisando o comportamento da Figura 2, observa-se que o pH do material afluente ao sistema de lagoas de estabilização se manteve em torno de 7,5 durante todo o período de monitoramento do sistema. Ao longo da série de lagoas o pH apresentou valores crescentes, chegando ao final do sistema em torno de 8,5. A elevação do pH está associada à melhoria gradual da qualidade da massa líquida da lagoa no decorrer do sistema e ao aumento da população de algas e cianobactérias, particularmente na camada mais superficial que, por conseguinte, contribui para o acréscimo das atividades fotossintéticas, elevando assim o valor do pH da massa líquida. Na Figura 2 apresenta-se o comportamento do pH do material efluente (esgoto doméstico) e do material efluente de cada lagoa de estabilização

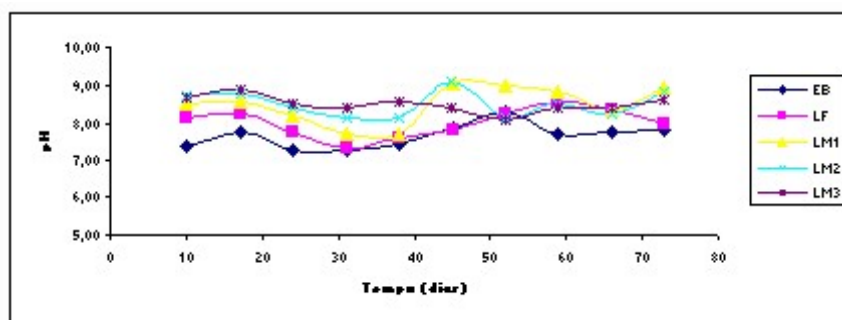


Figura 2. Comportamento do pH do material afluente (EB) e efluente de cada lagoa de estabilização.

Com relação à alcalinidade total (Figura 3), a concentração média afluente foi de 310mgCaCO₃/L, essa alcalinidade média passou para 392mgCaCO₃/L na lagoa LF. Com relação aos efluentes das lagoas de estabilização (LM1, LM2 e LM3) o efluente destas lagoas apresentaram concentrações da alcalinidade total de similar magnitude, com valores médios de 356, 352 e 325mgCaCO₃/L, respectivamente.

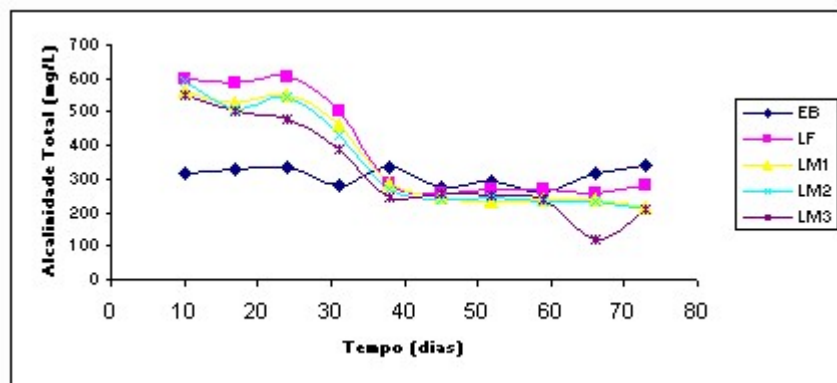


Figura 3. Comportamento da alcalinidade total do material afluente(EB) e efluente de cada lagoa de estabilização.

Na Figura 4 são apresentados os comportamentos das variações temporais das concentrações de coliformes fecais no material afluente e no material efluente de cada lagoa de estabilização. Frente a instabilidade do sistema no início da operação, a concentração efluente de coliformes fecais na última lagoa apresentou valores elevados. Após 52 dias de monitoramento o sistema apresentou-se de maneira bastante estável, ocorrendo desse modo, satisfatória remoção de coliformes fecais. A concentração média de coliforme fecais na entrada das lagoas durante todo o período de operação do sistema foi de $2,26 \times 10^6$ UFC/100mL. Essa concentração foi reduzida ao longo do sistema chegando na última lagoa a uma média de $6,23 \times 10^3$ UFC/100mL. Isto significa uma eficiência média na remoção de coliformes na ordem de 99,72%. Levando-se em consideração a média dos pontos amostrais coletados a partir de 52 dias de monitoramento do sistema, onde estes se apresentavam praticamente estáveis, a concentração afluente foi de $9,41 \times 10^5$ UFC/100mL e a efluente ficou em torno de 17,5 UFC/100mL, acarretando uma eficiência média de remoção em torno de 99,998%, o que demonstra o satisfatório desempenho do sistema, haja vista que esse valor está de acordo com as recomendações da Organização Mundial de Saúde (WHO, 1989), para utilização do efluente na irrigação. Oliveira (1993), utilizando tempo de detenção hidráulica de 19 dias obteve valores em torno de 248 UFC/100mL. Isto enfatiza o poder de remoção de coliformes fecais desse sistema, trabalhando com um tempo de detenção hidráulica bastante reduzido (10 dias). Segundo Van Haandel e Lettinga (1994), os fatores associados à profundidade da lagoa, como a temperatura, elevado pH, elevada concentração de oxigênio dissolvido, baixos índices de CO_2 , presença de predadores e o tempo de detenção influenciam diretamente na remoção de coliformes fecais.

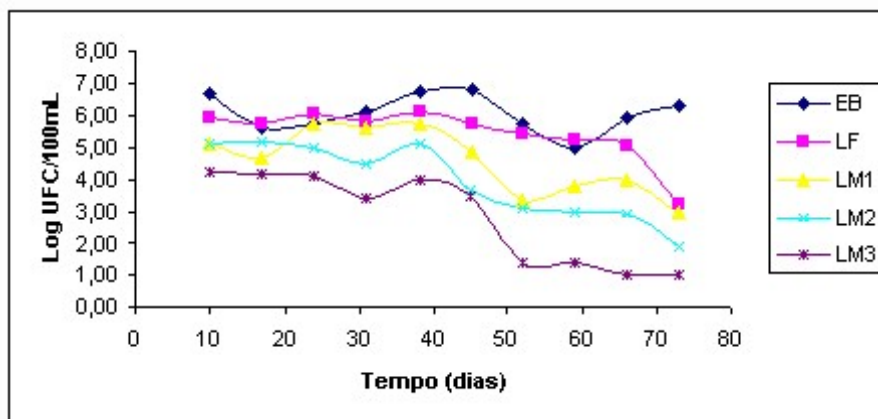


Figura 4. Comportamento dos coliformes fecais no material afluente (EB)e no material efluente de cada lagoa de estabilização

CONCLUSÕES

Analisando os dados deste trabalho, pode-se concluir que:

- Os valores obtidos de alcalinidade total foram suficientes para manter o sistema tamponado, uma vez que os valores de pH em cada lagoa se mantiveram praticamente estáveis durante todo o período de monitoramento;
- Tratar esgotos em lagoas de estabilização é uma alternativa viável e econômica visto que a eficiência de remoção de coliformes fecais apresentou um resultado bastante significativo (99,998%). Além disso, a implantação e o monitoramento desse tipo de sistema não requer grande investimento;
- O sistema de lagoas de estabilização constituído por 01 lagoa facultativa e 03 lagoas de maturação tratando esgoto doméstico e com tempo de detenção hidráulica de 10 dias, produz efluente com baixa concentração de material orgânico de coliformes fecais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, AWWA e WEF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 18th edition. Public Health Association Inc., New York, 1992.

CARVALHO, C. M. e LEITE, V. D. *Tratamento conjugado de percolado e águas residuárias domésticas em lagoas de estabilização*. Relatório parcial CNPq/PIBIC/UEPB. Campina Grande – PB, 2002.

SOUSA, J. T. e LEITE, V. D. *Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura*. Campina Grande – PB, EDUEP, 2002.

VAN HAANDEL, A. C. e LETTINGA, G. *Tratamento anaeróbio de esgotos: Um manual para regiões de clima quente*. Eptgraf. Campina Grande – PB, 1994.

WHO. *Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture*. Technical report series No 778. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 1989.