

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental***

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

II-124 – DESEMPENHO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO RASAS NO PÓS-TRATAMENTO DE SGOTO DOMÉSTICO.

Valderi Duarte Leite⁽¹⁾

Engenheiro Químico – DEQ/CCT/UFPB. Mestre em Engenharia Civil – DEC/CCT/UFPB. Doutor em Engenharia Civil – EESC/USP. Prof do DQ/CCT/UEPB.

Salomão Anselmo Silva.

Engenheiro Civil – DEC/CCT/UFPB Mestre em Engenharia Civil – DEC/CCT/UFPB. PhD University of Dundee., UK. Prof. do DEC/CCT/UFCG

José Tavares de Sousa.

Engenheiro Químico – DEQ/CCT/UFPB. Mestre em Engenharia Civil – DEC/CCT/UFPB. Doutor em Engenharia Civil – EESC/USP. Prof do DQ/CCT/UEPB.

Emerson Barboza Bezerra

Graduando em Química industrial – DQ/CCT/UEPB. Bolsista de IC/CNPq/UEPB

João Batista de Oliveira

Graduando em Química industrial – DQ/CCT/UEPB. Bolsista de IC/CNPq/UEPB

Endereço⁽¹⁾: Rua Vigário Calixto, 1475 - Catolé – Campina Grande - PB - CEP: 58104 480 - Brasil - Tel: (83) 337-3316

valderileited@uol.com.br

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% corresponde às águas superficiais (Souza & 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.

Sistemas de tratamento de esgotos criteriosamente projetados e monitorados removem de maneira satisfatória, constituintes indesejáveis, tais como matéria orgânica biodegradável, sólidos em suspensão e organismos patogênicos. O tratamento de águas residuárias é possível graças a processos físicos, químicos e biológicos existentes para produzir

água com padrões de qualidade desejável para uma disposição adequada ou para reuso, pois têm como base processos físicos, químicos e biológicos que reproduzem em curto tempo e espaço reduzido as etapas que ocorrem nos sistemas naturais de autodepuração nos ecossistemas aquáticos. Os microrganismos decompõem os esgotos em componentes químicos tais como: gás carbônico, sais de nitrogênio e de fósforo que, geralmente, são reutilizados pelos vegetais.

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 (Arthur, 1983). Pesquisas realizadas por (Silva, 1982) denotam o alto grau de polimento alcançado pelo efluente de lagoas de estabilização, tanto em termos de matéria orgânica como de microrganismos patogênicos.

A idéia do reuso tem evoluído para se tornar um fator integrante da preservação e do uso racional dos recursos hídricos, além de ser uma prática importante para regiões áridas e semi-áridas como a do nordeste brasileiro, representando uma forma de suprimento de água para irrigação e fontes de nutrientes minerais e compostos orgânicos.

OBJETIVOS.

Avaliar o desempenho de lagoas de estabilização com profundidade em torno de 50cm, no processo de pós-tratamento de efluente de reator UASB tratando esgoto doméstico.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada nas dependências da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES) localizada no Bairro do Tambor na cidade de Campina Grande – PB

O sistema experimental é constituído por um reator UASB e uma série de lagoas de estabilização e demais dispositivos complementares.

Na Tabela 1 são apresentados os principais parâmetros físicos e operacionais do reator UASB.

Tabela 1 – Características físicas e operacionais do reator UASB.

Características	Magnitude
Volume (L)	39,0
Diâmetro (m)	0,2
Altura (m)	1,3
Tempo de Detenção Hidráulico (horas)	10
Inoculo	Lodo Anaeróbio

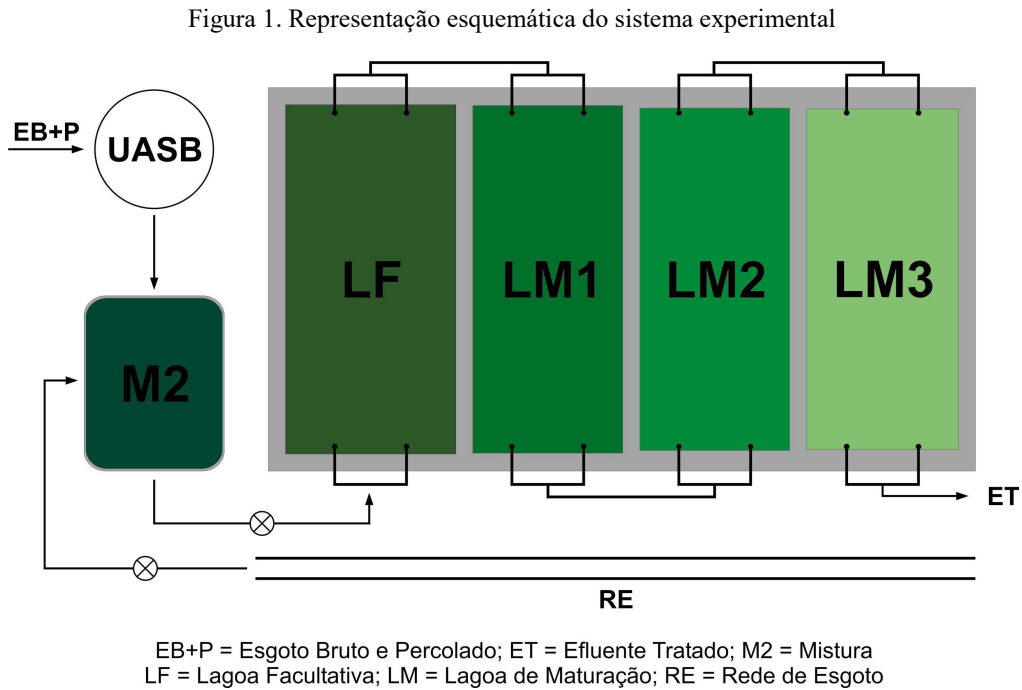
Os principais parâmetros físicos e operacionais da série de lagoas de estabilização são apresentados na Tabela 2. A série de lagoas de estabilização é constituída por uma lagoa facultativa (LF) seguida por três lagoas de maturação.

Tabela 2. Parâmetros físicos e operacionais da série de lagoas de estabilização

	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	2,8
LM ₁	0,88	2,04	0,53	1,79	0,95	2,5
LM ₂	0,88	2,01	0,48	1,76	0,84	2,4
LM ₃	0,89	2,00	0,44	1,78	0,78	2,3

Neste trabalho os parâmetros monitorados foram: pH; OD; DBO₅; T; Clorofila "a", Coliformes Fecais; SS, SSV, AT e AV.

Na Figura 1 apresenta-se o esquema geral do sistema experimental que foi utilizado para realização da parte experimental do trabalho.



RESULTADOS

O sistema experimental foi monitorado por um período de aproximadamente 150 dias, tendo sido realizado uma série de 18 análises dos parâmetros físico e químicos e microbiológicos já anteriormente enumerados.

Na Tabela 3 são apresentados os valores dos dados advindos da monitoração do substrato afluente a série de lagoas de estabilização.

Tabela 3. Dados da caracterização físico-química e microbiológica do substrato.

Parâmetro	Unidade	n	V _{mínimo}	V _{máximo}	Média
pH	-	18,0	7,7	8,5	8,0
AT	mgCaCO ₃ .L ⁻¹	18,0	264,0	392,0	329,1
AV	mgH _{AC} .L ⁻¹	18,0	7,0	56,0	24,9
DBO ₅	mg.L ⁻¹	18,0	13,4	73,1	44,6
DQO	mg.L ⁻¹	18,0	42,0	203,0	149,4
ST	mg.L ⁻¹	14,0	614,0	767,0	708,3
STV	mg.L ⁻¹	14,0	50,0	137,0	92,4
SS	mg.L ⁻¹	14,0	41,0	106,0	68,9
SSV	mg.L ⁻¹	14,0	34,0	88,0	57,4
Amônia	mg.L ⁻¹	18,0	14,3	73,3	41,7
Fósforo total	mg.L ⁻¹	16,0	1,1	10,2	5,0
Ortofosfato	mg.L ⁻¹	16,0	3,1	4,8	3,8
Coliformes fecais	UFC.100ml ⁻¹	18,0	6,0. 10 ⁴	7,5.10 ⁶	2,2.10 ⁶

n: número de amostras; AT: alcalinidade total; AV: ácidos voláteis.

Analizando os dados da Tabela 3, constata-se que no reator UASB foi removida significativa parcela do material carbonáceo expresso neste caso específico em termos de DQO e DBO₅. O substrato apresentava elevada concentração de sólidos totais e coliformes fecais, o que pode ser considerado normal em se tratando de efluente de reator UASB. Na Tabela 4 são apresentados os dados do efluente da lagoa facultativa, monitorada com tempo de detenção hidráulica de 2,8 dias.

Tabela 4. Dados quantitativos dos parâmetros do efluente da lagoa facultativa.

Parâmetro	Unidade	n	V _{mínimo}	V _{máximo}	Média
pH	-	18,0	7,9	8,6	8,2
AT	mgCaCO ₃ .L ⁻¹	18,0	260,0	364,0	313,6
AV	mgH _{AC} .L ⁻¹	18,0	12,0	39,0	18,8
DBO ₅	mg.L ⁻¹	18,0	23,8	58,4	37,4
DQO	mg.L ⁻¹	18,0	66,0	310,0	181,7
ST	mg.L ⁻¹	14,0	655,0	848,0	745,4
STV	mg.L ⁻¹	14,0	53,0	354,0	139,0
SS	mg.L ⁻¹	14,0	34,0	139,0	70,4
SSV	mg.L ⁻¹	14,0	27,0	126,0	62,5
Amônia	mg.L ⁻¹	18,0	17,4	70,0	33,6
Fósforo total	mg.L ⁻¹	16,0	2,2	7,6	5,5
Ortofosfato	mg.L ⁻¹	16,0	1,8	5,2	3,7
Coliformes fecais	UFC.100ml ⁻¹	18,0	1,8.10 ³	7,2.10 ⁵	1,2.10 ⁵
<i>Clorofila a</i>	µg.L ⁻¹	17,0	63,7	1385,0	587,8

A lagoa facultativa com profundidade média de 57 cm e tendo sido monitorado com tempo de detenção hidráulica de 2,8 dias, proporcionou decaimento da ordem de uma casa decimal em relação aos coliformes fecais. Nos demais parâmetros monitorados não foi observado variação significativa quando se compara os dados do efluente da lagoa facultativa com o substrato.. No caso do material sólido e em especial dos sólidos totais, em que provavelmente poderia ocorrer uma mais expressiva redução, proporcionada pelo fenômeno da sedimentação, na série temporal de 14 amostragens realizadas, a variação da concentração foi de 655,0 a 848,0mg.L⁻¹, superando os valores apresentados pelo substrato. Isto pode ser justificado pela presença de material mineral com reduzida dimensão no substrato o que dificulta a sedimentação para o tempo de retenção hidráulica estabelecido, além da formação de massa de algas na

massa líquida da lagoa. Na Tabela 5 são apresentados os dados dos parâmetros analisados no efluente da primeira lagoa de maturação (LM1).

Tabela 5. Dados quantitativos dos parâmetros analisados na lagoa LM1

Parâmetro	Unidade	N	V _{mínimo}	V _{máximo}	Média
pH	-	18,0	8,0	9,0	8,5
AT	mgCaCO ₃ .L ⁻¹	18,0	216,0	348,0	277,3
AV	mgH _{AC} .L ⁻¹	18,0	11,0	20,0	15,7
DBO ₅	mg.L ⁻¹	18,0	14,0	39,4	26,9
DQO	mg.L ⁻¹	18,0	34,0	190,0	134,4
ST	mg.L ⁻¹	14,0	642,0	845,5	730,4
SS	mg.L ⁻¹	14,0	16,0	100,0	59,9
SSV	mg.L ⁻¹	14,0	12,0	95,0	52,6
Amônia	mg.L ⁻¹	18,0	8,3	29,1	20,6
Fósforo total	mg.L ⁻¹	16,0	1,8	11,3	5,1
Ortofosfato	mg.L ⁻¹	16,0	1,7	5,8	3,6
Coliformes fecais	UFC.100ml ⁻¹	18,0	325,0	9,0.10 ⁴	1,6.10 ⁴
<i>Clorofila a</i>	µg.L ⁻¹	17,0	225,7	1.707,2	495,0

Analisando os dados da Tabela 5 observa-se que ocorreu um acréscimo no valor do pH da massa líquida da lagoa, o que pode contribuir para redução da concentração de amônia, favorecendo a utilização agrícola deste tipo de efluente. Em algumas análises realizadas dentro da série temporal de dados foi encontrada concentração de coliformes fecais inferior a 500UFC.100mL⁻¹, o que já representa um avanço significativo da relação custo/benefício em si tratando de projeto em escala real. No geral a média da concentração de coliformes fecais foi de 104UFC.mL⁻¹, valores estes influenciado pela período inicial de monitoração do sistema experimental, quando não tinha sido ainda estabelecido o equilíbrio normal dos mecanismos da série de lagoas de estabilização. Na Tabela 6 são apresentados os dados advindos da monitoração da lagoa de maturação LM2.

No efluente da lagoa de maturação LM2 a concentração média de coliformes fecais foi de 2,7.10³ UFC.100mL⁻¹, chegando a atingir concentração de até 10²UFC.100mL⁻¹ em vários dias compreendendo na série temporal da monitoração. Já apresentava efluente com baixa concentração de DBO₅ e DQO, demonstrando desempenho satisfatório tanto em relação a remoção de matéria orgânica, como em relação a coliformes fecais. Quanto aos sólidos

Tabela 6. Dados quantitativos dos parâmetros do efluente da lagoa LM2

Parâmetro	Unidade	n	V _{mínimo}	V _{máximo}	Média
pH	-	18,0	8,1	9,0	8,5
AT	mgCaCO ₃ .L ⁻¹	18,0	212,0	316,0	256,4
AV	mgH _{AC} .L ⁻¹	18,0	8,0	20,0	14,6
DBO ₅	mg.L ⁻¹	18,0	6,0	37,0	19,4
DQO	mg.L ⁻¹	18,0	57,0	267,0	134,7
ST	mg.L ⁻¹	14,0	646,0	799,0	727,6
SS	mg.L ⁻¹	14,0	26,0	128,0	47,5
SSV	mg.L ⁻¹	14,0	17,0	117,0	41,6
Amônia	mg.L ⁻¹	18,0	5,9	30,2	14,2
Fósforo total	mg.L ⁻¹	16,0	1,7	8,1	4,6
Ortofosfato	mg.L ⁻¹	16,0	1,5	10,4	3,9
Coliformes fecais	UFC.100ml ⁻¹	18,0	109,0	2,6.10 ⁴	2,7.10 ³
<i>Clorofila a</i>	µg.L ⁻¹	17,0	116,5	1.199,4	334,4

totais, foi constatada ainda uma elevada concentração, haja vista, a presença de determinados tipos de resíduos que flotavam na superfície da massa líquida da lagoa, chegando a ser escoado no efluente da lagoa. Uma provável alternativa para resolver tal problema é propiciar a limpeza constante da superfície da massa líquida da lagoa, além da instalação de dispositivo na saída do efluente da lagoa, que possa evitar a entrada de material grosseiro, interferindo nos resultados dos sólidos totais e provavelmente demais outros parâmetros de acompanhamento normal do processo. Na Tabela 7 são apresentados os dados quantitativos dos parâmetros físico/químicos e de coliformes fecais da última lagoa de maturação (LM3).

Em uma análise pontual dos dados da lagoa de maturação LM3, pode ser constatada uma eficiência ainda bastante significativa na remoção de material carbonáceo e de coliformes fecais. A lagoa LM3 produziu efluente final com DQO média de 120mg.L⁻¹ e DBO₅ de 15mg.L⁻¹, enquanto a concentração média de coliformes fecais foi de 375,2UFC.100mL⁻¹, o que expressa um efluente de excelente qualidade. Quanto aos nutrientes, a concentração média de amônia foi de 7,3mgNH₄.L⁻¹, a de fósforo total de 4,6mg.L⁻¹ e a de ortofosfato de 3,8mg.L⁻¹.

Tabela 7. Dados quantitativos dos parâmetros da lagoa LM3

Parâmetro	Unidade	n	V _{mínimo}	V _{máximo}	Média
pH	-	18,0	8,1	9,3	8,7
AT	mgCaCO ₃ .L ⁻¹	18,0	194,0	284,0	237,0
AV	mgH _{AC} .L ⁻¹	18,0	8,0	20,0	13,8
DBO ₅	mg.L ⁻¹	18,0	3,0	27,2	14,4
DQO	mg.L ⁻¹	18,0	15,0	285,0	120,0
ST	mg.L ⁻¹	14,0	636,0	777,0	713,4
SS	mg.L ⁻¹	14,0	12,0	74,0	37,8
SSV	mg.L ⁻¹	14,0	11,0	69,0	32,1
Amônia	mg.L ⁻¹	18,0	2,6	15,0	7,3
Fósforo total	mg.L ⁻¹	16,0	1,1	7,5	4,6
Ortofosfato	mg.L ⁻¹	16,0	1,4	7,2	3,8
Coliformes fecais	UFC.100ml ⁻¹	18,0	22,5	3,1.10 ³	375,2
<i>Clorofila a</i>	µg.L ⁻¹	17,0	74,6	1.215,8	271,0

CONCLUSÃO

A série de lagoas de estabilização com profundidade média de 50 centímetros e tempo de detenção hidráulica de 10

dias, proporcionou excelente remoção de coliformes fecais e de material carbonáceo, produzindo efluente com características físico/química e bacteriológica dentro dos padrões recomendados para utilização em irrigação irrestrita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, AWWA & WEF (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18th edition. Public Health Association Inc., New York.

ARTHUR, J.P. (1983). *Notes on the design and operation of waste stabilization ponds in warm climates of developing countries*. Technical paper No 7. Washington DC: The World Bank.

SILVA, S. A. (1982). On the treatment of domestic sewage in waste stabilization ponds *In Northeast Brazil*. Tese de doutorado. University of Dundee, Scotland.

SOUSA, J. T. e LEITE, V.D. (2002). Tratamento e Utilização de Esgotos Domésticos na Agricultura. EDUEPB. Campina Grande, PB.

WHO (1989). Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. Technical report series N. 778. Geneva: World