

II-334 - TRATAMENTO BIOLÓGICO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO EM LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO

Elaine Gurjão de Oliveira⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Doutoranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba.

Valderi Duarte Leite

Engenheiro Químico pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professor do DESA/CCT/UEPB.

Mariah de Sordi

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba.

Raquel Lima Fernandes

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba.

José Tavares de Sousa

Engenheiro Químico pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba. Doutor em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professor do DESA/CCT/UEPB.

Endereço⁽¹⁾: Universidade Estadual da Paraíba, Av. das Baraúnas, 351 - Bodocongó - Campina Grande - Paraíba - CEP: 58109-753 - Brasil - e-mail: elaine_gurjao@hotmail.com.

RESUMO

O tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto sanitário é uma alternativa para o tratamento de lixiviados de aterro sanitário. Consiste na diluição do lixiviado no esgoto, reduzindo sua carga poluidora, possibilitando seu tratamento biológico. O presente trabalho objetivou avaliar o desempenho de lagoas de estabilização rasas no processo de tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico, com concentrações de lixiviado de 1% e 2% (v/v). O sistema experimental foi projetado, construído e monitorado nas dependências físicas da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES), na cidade de Campina Grande (PB), Brasil, constituindo-se de quatro lagoas de estabilização rasas em série, sendo uma lagoa facultativa, seguida de três lagoas de maturação. A eficiência média de remoção de DQO_{Total} , $DQO_{Solúvel}$, $N-NH_4^+$ para 1% de lixiviado foram de 48,7%, 44% e 83%, e para 2% foram de 48,2%, 45% e 85% respectivamente. Constatou-se ainda que os parâmetros de pH e $N-NH_4^+$, se enquadraram aos padrões estabelecidos pelo CONAMA 430/2011, para descarte de efluentes de sistema de tratamento de esgoto sanitário em corpos aquáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento Conjugado, Lixiviado, Aterro Sanitário, Esgoto Sanitário, Lagoas de Estabilização.

INTRODUÇÃO

O lixiviado de aterro sanitário é um líquido, de composição variada, resultante da interação entre o processo de biodegradação da fração orgânica presente nos resíduos e da infiltração de águas pluviais na massa de resíduo. Em geral, apresenta como características altas concentrações de nitrogênio amoniacal, de matéria orgânica e de compostos de difícil degradação, como substâncias húmicas e fúlvicas (Felici *et al.*, 2013).

Devido ao seu alto poder de contaminação, o lixiviado de aterro sanitário requer tratamento que reduza sua carga poluidora, antes do seu lançamento em corpos hídricos. O tratamento combinado com esgotos sanitários surge como alternativa de tratamento. Consiste na diluição do lixiviado em esgoto sanitário, possibilitando seu tratamento biológico.

As lagoas de estabilização são consideradas a primeira escolha para o tratamento de águas residuárias em muitas partes do mundo (Keffala *et al.*, 2012), por serem processos simples, de baixo custo e manutenção (Mozaheb *et al.*, 2010).

Estudo realizado por Santos (2010) avaliou o tratamento combinado de lixiviado dos aterros sanitários com esgotos domésticos em lagoas de estabilização, com percentuais variando entre 0.2% e 2% (v/v). O sistema constituído de lagoa aerada seguida de lagoa de sedimentação, obteve resultados satisfatórios com diluição de lixiviado de até 0.5% (v/v), apresentando concentração média efluente de DBO menor que 40 mg/L e de DQO menor que 100 mg/L, além de uma boa remoção de amônia.

Posteriormente, Campos (2012), utilizando lagoas de estabilização rasas em série, com 1% de lixiviado de aterro sanitário e 99% de esgoto sanitário, verificou que o tratamento combinado apresentou eficiências de remoção de DQO Total, DQO Filtrada, DBO₅ e N-NH₄⁺ de 49%, 48%, 69% e 86%, respectivamente. Desse modo, o presente trabalho de pesquisa objetiva avaliar o desempenho de lagoas de estabilização rasas no processo de tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico na região nordeste do Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema experimental foi projetado, construído e monitorado nas dependências físicas da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES), na cidade de Campina Grande (PB), Brasil, constituindo-se de quatro lagoas de estabilização rasas em série, construídas em alvenaria com interconexões de tubos de PVC, que permitem a passagem do efluente de uma lagoa para outra, sendo uma lagoa facultativa (LF), seguida de três lagoas de maturação (LM1, LM2 e LM3).

A carga superficial aplicada (durante o monitoramento foi de 450 kgDQO/ha.dia, com Tempo de Detenção Hidráulico (TDH) de 12,7 dias. Quanto ao substrato utilizado para alimentar o sistema, sua composição variou em duas fases: uma primeira fase, na qual é constituído por 99% de esgoto sanitário mais 1% de lixiviado de aterro sanitário (percentagem em volume) e uma segunda fase, com 98% de esgoto mais 2% de lixiviado de aterro sanitário.

Os parâmetros semanalmente monitorados foram: pH, alcalinidade total, ácidos graxos voláteis, nitrogênio amoniacal, DQO total e filtrada, fósforo total e ortofosfato, utilizando-se para tal os métodos analíticos preconizado por APHA (2005).

O esgoto sanitário utilizado para preparação do substrato foi coletado no emissário leste do sistema de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande (PB), que atravessa no sentido longitudinal o Laboratório de Saneamento Ambiental da EXTRABES. O lixiviado foi proveniente do aterro sanitário metropolitano da cidade de João Pessoa - PB, localizado no Engenho de Mussurú no Distrito Industrial.

Na Figura 1 apresenta-se a planta baixa do sistema experimental e na Tabela 1 são apresentados os parâmetros físicos das lagoas de estabilização.

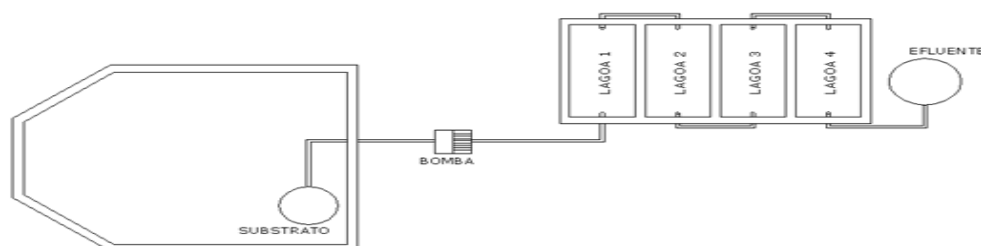


Figura 1: Planta baixa do sistema experimental.

Tabela 1: Dados dos parâmetros físicos das quatro lagoas de estabilização rasas.

Lagoas	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
LF	2,05	1,00	0,56	2,05	1,148
LM1	2,05	1,00	0,55	2,05	1,127
LM2	2,05	1,00	0,54	2,05	1,107
LM3	2,05	1,00	0,53	2,05	1,086

RESULTADOS

Na Figura 2, apresenta-se a evolução temporal do pH do substrato e dos efluentes da série de lagoas de estabilização.

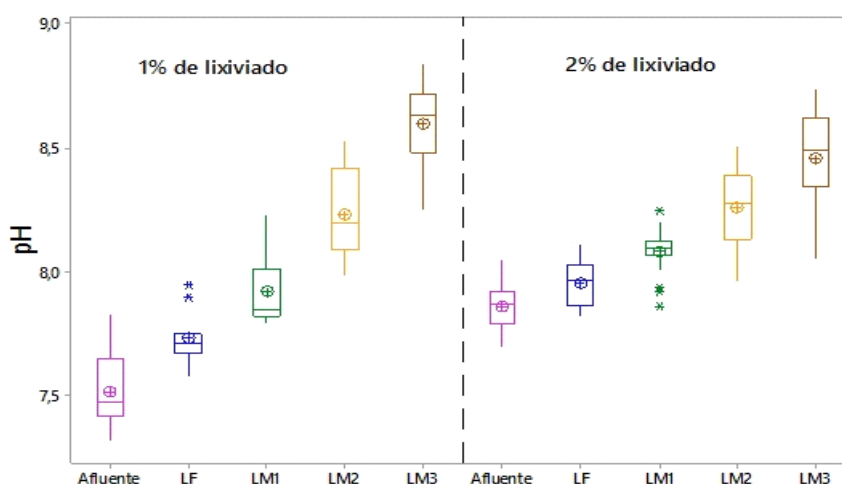


Figura 2: Comportamento da variação temporal do pH na série de lagoas de estabilização.

Com relação ao potencial hidrogeniônico (pH), observa-se elevação crescente ao longo da série de lagoas de estabilização. Tal fenômeno está associado à atividade das algas que, através do processo fotossintético, consomem o CO₂ presente no meio líquido, propiciando a liberação de radicais OH⁻ e a consequente elevação do pH do meio líquido. O valor médio do pH do afluente obtido corresponde a 7,5 e 7,9, elevando-se para 8,6 e 8,5 no efluente do sistema, para as respectivas concentrações de 1% e 2% de lixiviado.

Na Figura 3 apresenta-se o comportamento do perfil da concentração de alcalinidade total na série de lagoas de estabilização.

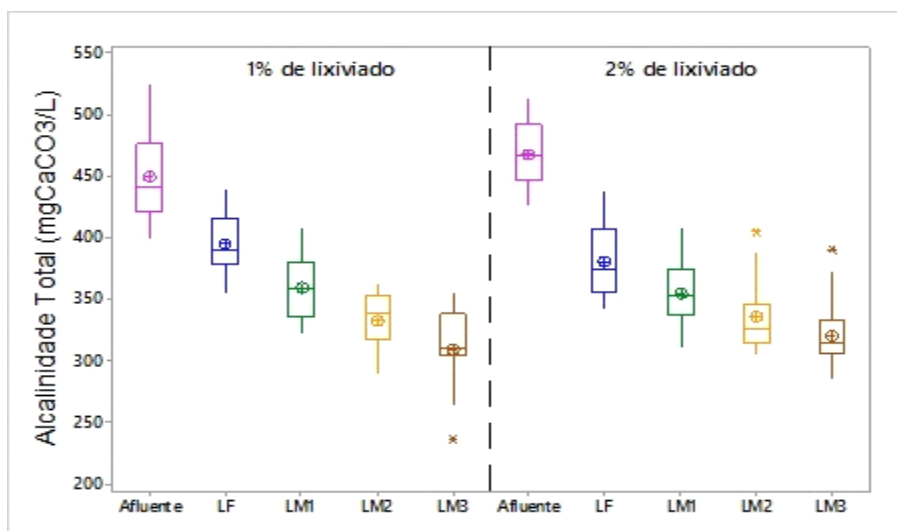


Figura 3: Perfil da concentração da alcalinidade total na série de lagoas de estabilização.

A alcalinidade total está relacionada com a capacidade de tamponamento do meio, evitando variações bruscas do pH. Geralmente as espécies químicas responsáveis pelo tamponamento em águas residuárias são os íons HCO_3^- , carbonatos (CO_3^{2-}) e OH^- . A concentração média da alcalinidade total no substrato era de $450 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ e $468 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ sendo reduzida para a $309 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ e $320 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$, para a concentração 1 e 2% de lixiviado. Propiciando as eficiências médias de consumo de 31,3% e 31,6%. Segundo Lima (2010), ao utilizar um sistema de lagoas de estabilização rasas, constituída por uma lagoa facultativa e três lagoas de maturação, para tratar o substrato advindo da mistura de 1 % lixiviado de aterro sanitário mais 99% de esgoto doméstico, foi constatado consumo de alcalinidade em torno de 45%.

O comportamento do perfil da concentração de ácidos graxos voláteis na série de lagoas de estabilização monitorada é apresentada na Figura 4.

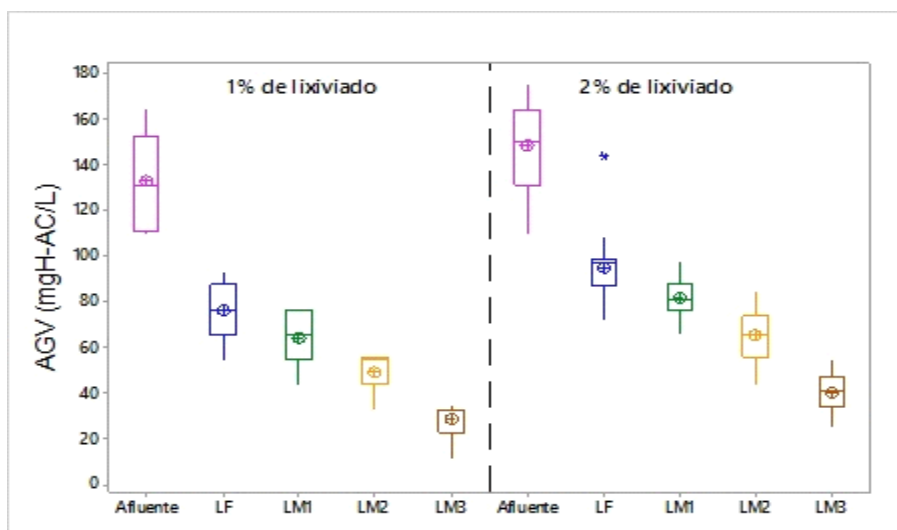


Figura 4: Perfil da concentração dos ácidos graxos voláteis na série de lagoas de estabilização.

No substrato contendo 1% de lixiviado, a concentração média de ácidos graxos voláteis era de $132 \text{ mgHAc} \cdot \text{L}^{-1}$ sendo reduzida no efluente da última lagoa para $28 \text{ mgHAc} \cdot \text{L}^{-1}$, com eficiência de remoção de 79%. Com relação ao substrato preparado com 2% de lixiviado, observou-se um pequeno aumento na concentração média de ácidos graxos voláteis, apresentando $149 \text{ mgHAc} \cdot \text{L}^{-1}$, produzindo efluente com $40 \text{ mgHAc} \cdot \text{L}^{-1}$, havendo assim uma eficiência de 73%.

Os dados da concentração da DQO total do substrato e dos efluentes de cada lagoa de estabilização da série monitorada são apresentados na Figura 5.

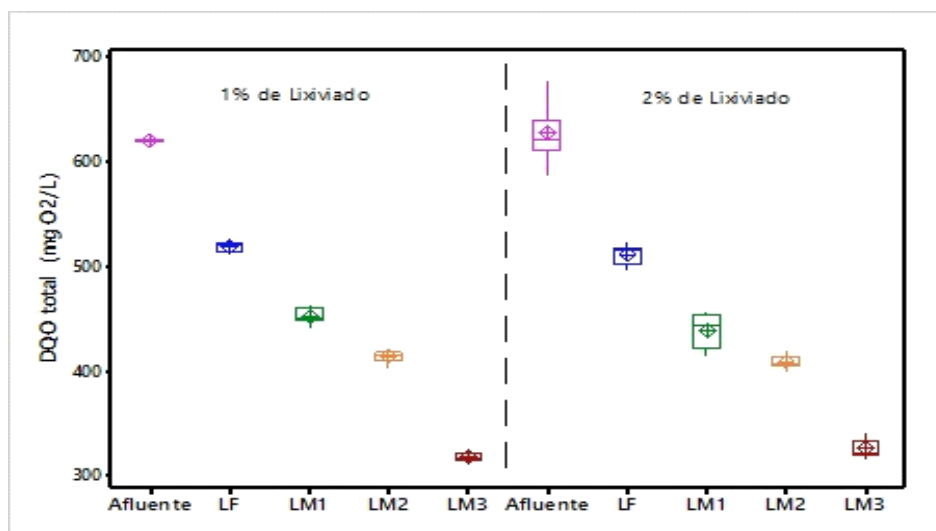


Figura 5: Perfil da concentração da DQO total na série de lagoas de estabilização.

A eficiência de remoção da DQO total para as concentrações de 1% e 2% foram respectivamente de 48,7% e 48,2%, para a carga superficial aplicada de 450 kgDBO₅/ha.dia. Isto significa que o efluente final ainda apresenta concentrações de DQO total de 318 mgO₂.L⁻¹ e de 326 mgO₂.L⁻¹, que é considerada relativamente alta. Tais resultados encontram-se em conformidade com outros trabalhos desenvolvidos na literatura. Lima (2010) e Torquato (2010), trabalhando com substrato e reatores com características similares ao deste trabalho, obtiveram remoções de DQO total em torno de 50%.

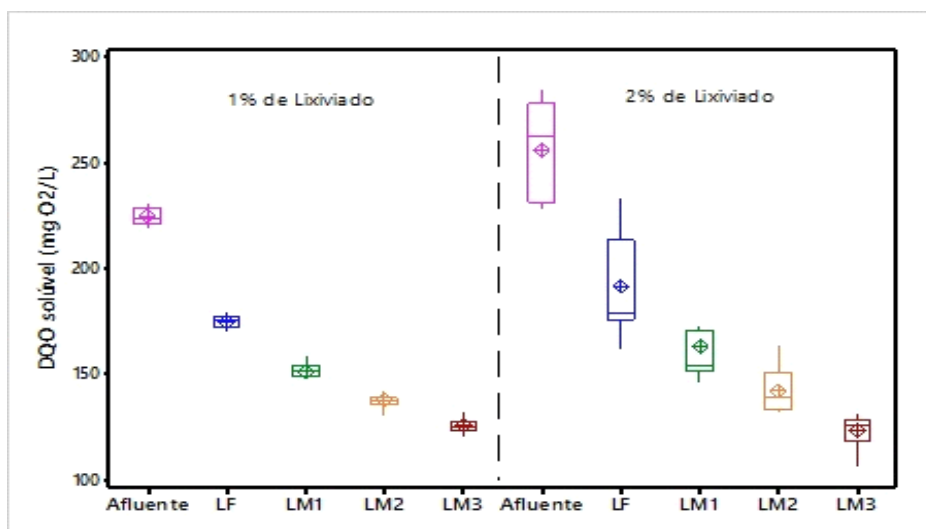


Figura 6: Perfil da concentração da DQO solúvel na série de lagoas de estabilização.

Analisando os dados de DQO solúvel (Figura 6) observa-se que, apesar da mudança na concentração de lixiviado presente no substrato, a eficiência do sistema manteve-se praticamente constante, removendo 44% da DQO para o substrato com 1% de lixiviado, e 45% para o substrato com 2% de lixiviado.

O perfil da concentração de nitrogênio amoniacal na série de lagoas de estabilização é apresentado na Figura 7.

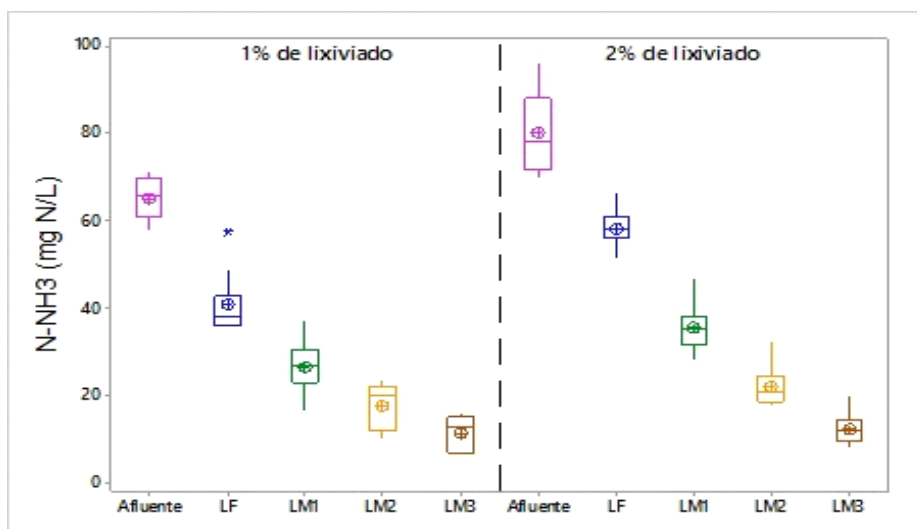


Figura 7: Perfil da concentração de nitrogênio amoniacal na série de lagoas de estabilização.

A concentração do N-NH_4^+ apresentou tendência de decaimento, tendo valor médio afluente de 65 mgN.L^{-1} e 80 mgN.L^{-1} passando a produzir efluente final com concentração de 11 mgN.L^{-1} e 12 mgN.L^{-1} com eficiência de remoção de 83% e 85% para as concentrações 1 e 2 respectivamente. Esta eficiência está associada ao processo de dessorção, haja vista a elevação do pH e a profundidade das lagoas. Quanto ao lançamento de efluente em corpos aquáticos, de acordo com o CONAMA 430/2011, o efluente da série de lagoas de estabilização com concentração de nitrogênio amoniacal de 12 mgN.L^{-1} , encontra-se abaixo do valor adotado como limite máximo estabelecido de nitrogênio amoniacal total que é de 20 mgN.L^{-1} .

O perfil da concentração de fósforo total na série de lagoas de estabilização é apresentado na Figura 8.

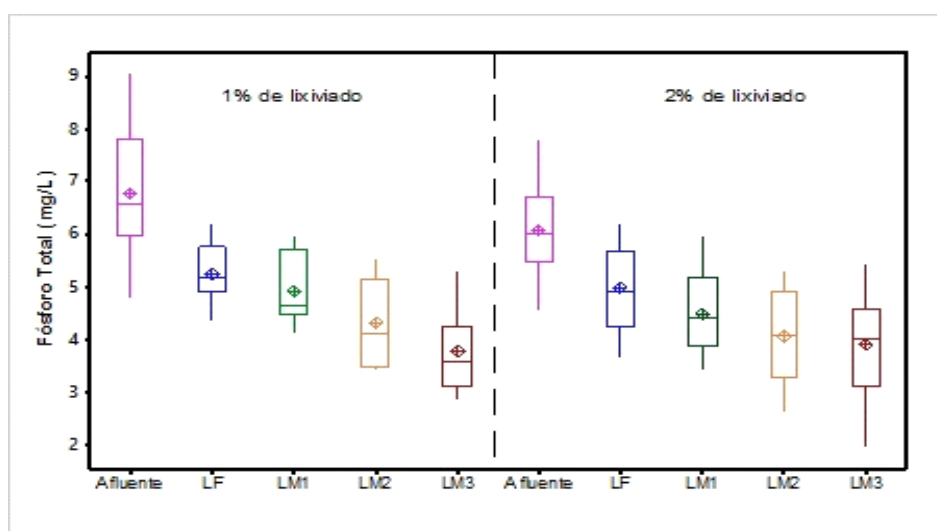


Figura 8: Perfil da concentração de fósforo total na série de lagoas de estabilização.

A concentração média de fósforo total no substrato foi de $6,7 \text{ mgPT.L}^{-1}$ e $6,0 \text{ mg PT.L}^{-1}$ passando a produzir efluente com concentração de fósforo total de $3,7 \text{ mg.L}^{-1}$ e $3,9 \text{ mg.L}^{-1}$ propiciando eficiência de remoção de 44,7% e 35%.

O perfil da concentração de ortofosfato na série de lagoas de estabilização é apresentado na Figura 9.

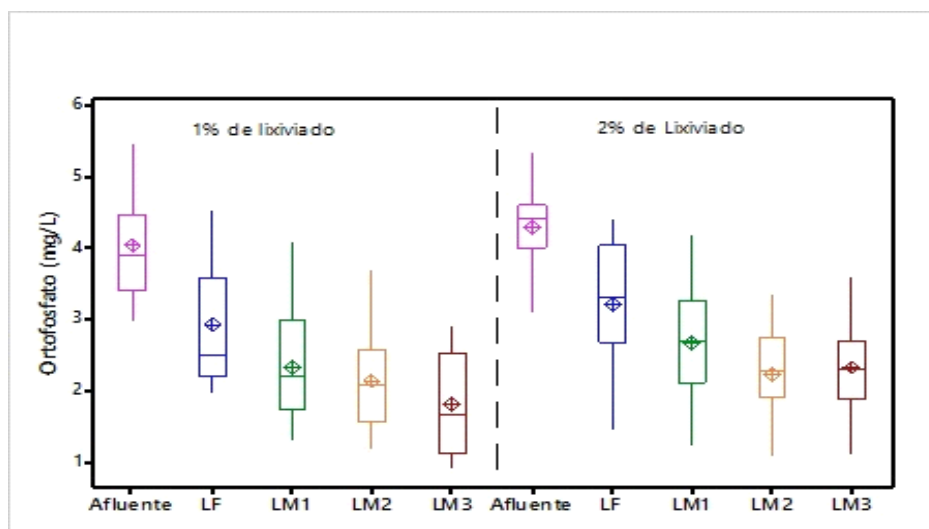


Figura 9: Perfil da concentração de ortofosfato na série de lagoas de estabilização.

Na Figura 9, observa-se que a concentração média de ortofosfato no afluente foi de 4,0 mg.L⁻¹ e 4,3 mg.L⁻¹ sendo reduzido para 1,8 mg.L⁻¹ e 2,3 mg.L⁻¹ propiciando eficiência de redução de ortofosfato da ordem de 55% e 46%.

CONCLUSÕES

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

1. As eficiências de remoções de material carbonáceo expressa em termos de DQO total e DQO solúvel foram de 48,7 e 44% para substrato com 1% de lixiviado de aterro sanitário e de 48,2% e 45% para substrato com 2% de lixiviado de aterro sanitário.
2. As eficiências de remoções de nutrientes expressa em termos de NH₄⁺, fósforo total e ortofosfato foram de 83, 44,7 e 55% para substrato com 1% de lixiviado de aterro sanitário e de 85, 35 e 46% para substrato com 2% de lixiviado de aterro sanitário respectivamente.
3. O tratamento biológico conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico em lagoas de estabilização, desponta como uma promissora alternativa tecnológico para tratamento de lixiviado de aterro sanitário, haja vista propiciar significativa eficiência de remoção.
4. Quanto ao lançamento de efluente em corpos aquáticos, de acordo com o CONAMA 430/2011, os valores médios de N-NH₄⁺ e pH do efluente da série de lagoas de estabilização encontram-se dentro das condições padrões estabelecidas pela norma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA - American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2005.
2. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 430, de 13 de maio de 2011. Ministério do Meio Ambiente. 2011.
3. CAMPOS, A. R. C. Tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto sanitário em lagoas de estabilização rasas. Campina Grande – PB. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, 2012.
4. FELICI, E. M., KURODA, E. K., YAMASHITA, F., SIVLA, S. M. C. P. Remoção de carga orgânica recalcitrante de lixiviado de resíduos sólidos urbanos pré-tratado biologicamente por coagulação química – floculação – sedimentação. Rev Eng Sanit Ambient, v. 8, n. 2, p. 177-184, 2013.

5. KEFFALA, C., HARERIMANA, C. E VASEL, J. L. A review of the sustainable value and disposal techniques, wastewater stabilization ponds sludge characteristics and accumulation. Environ Monit Assess, v. 185, n. 1, p. 45-58, 2012.
6. LIMA, D.F. Tratamento Conjugado de Águas Residuárias e Lixiviado de Aterro Sanitário em Lagoas de Estabilização Rasas. Campina Grande – PB. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, 2010.
7. MOZAHEB, S. A., GHANEIAN, M. T., GHANIZADEH, G. H., FALLAHZADEH, M.; Evaluation of the Stabilization Ponds Performance for Municipal Wastewater Treatment in Yazd –Iran, Middle-East Journal of Scientific Research, v.6, n. 1, p. 76 – 82, 2010.
8. SANTOS, A. S. P. Aspectos técnicos e econômicos do tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário com esgoto doméstico em lagoas de estabilização. Rio de Janeiro – RJ. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.
9. TORQUATO, S. C. Pós-Tratamento Conjugado de Águas residuárias Doméstico e Lixiviado em Lagoas de Estabilização. João Pessoa - PB. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal da Paraíba, 2010.