

III-025 – AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE AERAÇÃO NA REMOÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIAICAL EM UMA UNIDADE PILOTO DE TRATAMENTO DE LIXIVIADO

Derovil Antonio dos Santos Filho⁽¹⁾

Engenheiro Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Mestrando em Engenharia Civil, Geotecnia Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco.

Laís Roberta Galdino de Oliveira

Engenheira Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Mestranda em Engenharia Civil, Geotecnia Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco.

Grazielle Barbosa do Vale

Atualmente é aluna do curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco. É aluna de IC no projeto de Tratamento de Lixiviados por Coagulação / Floculação. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Tratamentos e Aproveitamento de Rejeitos.

José Fernando Tomé Jucá

Engenheiro Civil pela UFPE (1977), mestre em Geotecnia pela UFRJ (1981), Doutor pela Universidade Politécnica de Madrid (1990) e Pós Doutor pela Universidade de São Paulo (2011). Professor da UFPE (UFPE) desde 1981 e Pesquisador do CNPq desde 1991, com bolsa 1B desde 2005. Coordena vários projetos de pesquisa financiados por agências de fomento Estadual, Federal e Municipal, dentre eles PRONEX, P&D CHESF/ANEEL, PROSAB/FINEP e BNDES, este com a participação de 62 consultores do Brasil e exterior.

Maurício Alves da Motta Sobrinho

Possui graduação em Engenharia Química pela UNICAP (1992), mestrado em Engenharia Química pela UFCG (1995), doutorado em Engenharia de Processos pelo Institut National Polytechnique de Lorraine (2001) e Pós-Doutorado na UFPE (2005) e na Universidade do Minho (Portugal) (2013). Atualmente é professor Adjunto do DEQ-UFPE e dos PPG em Eng. Química (do qual é vice-coordenador) e em Eng. Civil da UFPE. Pesquisador 2 do CNPq desde 2004. Avaliador Institucional e de Cursos para o INEP/MEC.

Endereço⁽¹⁾: Rua Ernesto Nazareth 224, Apt 206 Estância - Recife - PE - CEP: 50860-260 - Brasil - Tel: (81) 88363423 - e-mail: derovilsantos@gmail.com

RESUMO

O crescimento populacional juntamente com o aumento do poder aquisitivo é diretamente proporcional ao aumento da geração de resíduos, com isso, levanta-se a problemática da destinação final desses resíduos. Atualmente a destinação mais utilizada para esses resíduos tem sido os Aterros sanitários, onde os mesmos geram produtos (lixiviados e biogás) que são altamente poluidores ao ambiente. O lixiviado por ter altas concentrações de nitrogênio amoniacal, onde se torna um efluente de difícil tratamento para sistema biológico, desta forma, é de suma importância remover o nitrogênio amoniacal para obter uma maior biodegradabilidade. No presente trabalho foram realizados quatro experimentos, dois de cada tipo de aeradores. A unidade piloto foi alimentada com lixiviado oriundo da Lagoa de Decantação da estação de tratamento de lixiviado, utilizando-se de uma bomba centrífuga, com uma vazão de 350 L/h. Ao entrar no tanque de coagulação (primeiro tanque da unidade piloto), é adicionado o leite de cal (solução de cal na concentração de 170 g/L) com vazões de 40 L/h. Ao sair deste tanque o efluente (lixiviado) vai para o decantador, seguido do reator de *stripping* (agitação superficial e *air stripping*). Os resultados obtidos nos experimentos com agitação superficial tiveram uma remoção média de cor, DQO e nitrogênio amoniacal por volta de 90, 50 e 43%, respectivamente. Já no segundo sistema, o de borbulhamento ou *air stripping* obteve-se em média a remoção de 91, 56 e 58%, respectivamente. Desta forma, pode-se considerar que houve uma diferença significativa, entre os tratamentos, apenas na remoção da DQO e, principalmente, do nitrogênio amoniacal.

PALAVRAS-CHAVE: Lixiviado de Resíduo Sólidos Urbanos, Tratamento de lixiviado, *Stripping* de amônia, Nitrogênio Amoniacal, Aeração.

INTRODUÇÃO

Elevadas concentrações de nitrogênio amoniacal no lixiviado são encontrados em aterros antigos e são gerados em consequência da degradação biológica anaeróbia de aminoácidos e outros compostos orgânicos nitrogenados, durante a fase acetogênica, podendo ocorrer elevadas concentrações de amônia (OLIVEIRA & MOTA, 1998).

O lixiviado apresenta nitrogênio amoniacal em concentrações de 500 a 1000mg/L, juntamente com valores da DQO acima de 2000mg/L e alta alcalinidade, sendo considerado como de difícil tratamento por processo biológico, nesse caso a alta toxicidade do nitrogênio. Por esta razão, aconselha-se a remoção prévia da amônia (CLEMENT & MERLIN, 1995).

O *stripping* de amônia é apontado como alternativa eficaz e economicamente viável na remoção desta substância, presente em águas residuárias, dentre elas o lixiviado (MARTTINEN et al., 2002; OZTURK, 2003; RENO et al., 2008;). Estando fundamentado nos conceitos de transferência de massa, permitindo que compostos indesejáveis como amônia, ácidos sulfídricos ou compostos orgânicos voláteis em contato com gás de arraste, sendo geralmente ar, sejam removidos (METCALF e EDDY, 2003).

Marttinen et al. (2002) avaliaram o *stripping* de amônia em colunas recheadas com 40 centímetros de altura e volume útil de 1,1 litros, em regime de batelada, com vazão de recirculação de 10L/h. O ar foi borbulhado com vazão entre 2 e 10L/h. Foram feitos testes com elevação do pH para 11 e sem elevação do pH. As eficiências de remoção foram de até 89% atingidas nas bateladas alcalinizadas, ao passo que nas sem controle de pH o máximo obtido foi de 44%, sempre após 24 horas de operação, antes do pH atingir esse valor, não se observou remoção de amônia.

Moravia (2007) avaliou o *stripping* de amônia em amostras de 1 litro de lixiviado, com e sem ajuste de pH para 11,5 submetidas à aeração ou agitação por até 48 horas em equipamento de *jar test*. Os resultados revelaram não haver diferenças de eficiência de remoção de amônia entre as amostras que foram submetidas à agitação e as que foram submetidas à aeração. Os tratamentos sem correção de pH tiveram eficiência média de 78%, e os com correção de pH tiveram eficiência média de 98%.

Utilizando, apenas nas etapas de Precipitação Química e *Stripping* de amônia com agitação superficial, desta mesma unidade piloto empregada nesse estudo, Lins (2011), obteve uma remoção média de 26,1% de nitrogênio amoniacal, 54,3% de DQO e 93,8% de cor.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito do sistema de aeração (agitação mecânica e injeção de ar) na remoção de nitrogênio amoniacal e redução da carga orgânica de lixiviados, em uma unidade piloto por coagulação/floculação/decantação, seguido de *stripping*.

MATERIAIS E MÉTODOS

A unidade piloto de tratamento de lixiviados utilizada nesse estudo foi projetada e confeccionada por Lins (2011) e está instalada na Estação de Tratamento de Lixiviado (ETL) do Aterro da Muribeca. Esta unidade possui sete caixas acrílicas com as seguintes etapas de tratamento: precipitação química, decantação, *stripping* com agitação superficial, equalização redução do pH com ácido clorídrico, barreira com carvão ativado, e por fim as caixas de mistura de leite de cal, e ácido e água (Figura 1).



Figura 1. Vista do sistema completo: (A) Precipitação química, (B) Decantação, (C) Stripping de amônia com agitação superficial, (D) Correção do pH, (E) Barreira reativa, (F) Caixa de mistura do leite de cal, (G) Caixa de mistura para ácido e água. FONTE: Lins (2011)

Objetivando avaliar especificamente a remoção de amônia, para esse estudo utilizou-se as apenas seguintes etapas de tratamento da unidade piloto: precipitação química, decantação, *stripping* com agitação superficial e caixa de mistura de leite de cal. Para complementar o estudo, removeu-se a hélice de rotação (120 rpm) e adicionaram-se difusores de ar ($22,19 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$) na caixa de *stripping*, do projeto original, transformando o tratamento para *air stripping*.

Vale salientar que, para este estudo, a unidade piloto foi testado com os dois tipos *stripping* citados acima, para comparação dos sistemas, em termos de remoção nitrogênio amoniacal, além de cor e DQO (Figura 2).

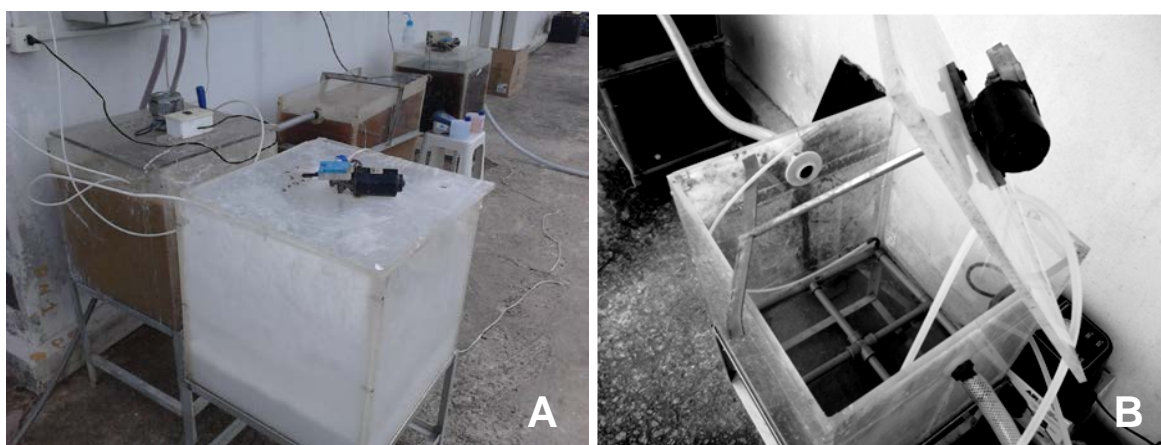


Figura .2 (A) Vista do sistema completo, (B) Sistemas de Stripping de amônia com agitação superficial e air Stripping.

Foram realizados quatro experimentos, dois de cada tipo de aeradores, todos realizados no mesmo dia, buscando-se minimizar os efeitos da variação da composição do lixiviado.

A unidade piloto foi alimentada com lixiviado oriundo da Lagoa de Decantação da ETL do referido Aterro, utilizando-se de uma bomba centrífuga, com uma vazão de 350L/h. Ao entrar no tanque de coagulação (primeiro tanque da unidade piloto), é adicionado o leite de cal (solução de cal na concentração de 170 g/L) com vazões de 40 L/h. Ao sair deste tanque o efluente (lixiviado) vai para decantador, seguido do reator de *stripping* (agitação superficial e *air stripping*).

A dosagem de cal utilizada, nesse estudo, foi selecionada após a realização de ensaios em laboratório, no equipamento *jar test*, que teve como objetivo a determinar a concentração ideal de leite de cal, ou seja, a que aumentasse o pH do lixiviado para próximo de 12, de forma que ocorra volatilização da amônia.

O lixiviado bruto que entrava na unidade piloto foi coletado, e após 80 minutos (tempo de detenção hidráulico), realizaram-se coletas de amostras na saída do sistema, nas quais foram realizadas a determinação dos seguintes parâmetros: pH, condutividade, cor, DQO e nitrogênio amoniacal. Os métodos utilizados na determinação dos parâmetros citados foram do *Standard Methods for Water and Wastewater Examination* (APHA, 1998).

RESULTADOS

As Tabelas 1 e 2 contêm as características do lixiviado bruto e após o tratamento na unidade piloto com *stripping* por agitação superficial, além da remoção percentual de alguns parâmetros.

Tabela 1: Caracterização do lixiviado na entrada e na saída da unidade de tratamento com *stripping* por agitação superficial, experimento 1.

| | Entrada | Saída | Remoção (%) |
|-----------------------------|---------|--------|-------------|
| pH | 8,38 | 11,97 | |
| CE (mS/cm) | 13,047 | 10,862 | |
| Cor (Hz) | 6140 | 570 | 90,71 |
| DQO (mg/L) | 3979,2 | 1914,6 | 51,88 |
| Nitrogênio Amoniacal (mg/L) | 726,26 | 396,14 | 45,45 |

Tabela 2: Caracterização simplificada do lixiviado na entrada e na saída da unidade de tratamento com *stripping* por agitação superficial, experimento 2.

| | Entrada | Saída | Remoção (%) |
|---------------------------|---------|--------|-------------|
| pH | 8,41 | 12,20 | |
| CE (mS/cm) | 13,015 | 11,969 | |
| Cor (Hz) | 6110 | 645 | 89,49 |
| DQO (mg/L) | 3042,7 | 1606,8 | 47,19 |
| Nitrogênio Amoniacal mg/L | 850,39 | 501,78 | 40,99 |

As Tabelas 3 e 4 contêm as características do lixiviado bruto e após o tratamento na unidade piloto com *air stripping*, além da remoção percentual de alguns parâmetros.

Tabela 3: Caracterização simplificada do lixiviado na entrada e na saída da unidade de tratamento com *air stripping*, experimento 3.

| | Entrada | Saída | Remoção (%) |
|---------------------------|---------|--------|-------------|
| pH | 8,34 | 12,29 | |
| CE (mS/cm) | 13,178 | 11,114 | |
| Cor (Hz) | 6550 | 480 | 92,67 |
| DQO (mg/L) | 3384,4 | 1403,0 | 58,54 |
| Nitrogênio Amoniacal mg/L | 787,01 | 322,20 | 59,06 |

Tabela 4: Caracterização simplificada do lixiviado na entrada e na saída da unidade de tratamento com air stripping, experimento 4.

| | Entrada | Saída | Remoção (%) |
|---------------------------|---------|--------|-------------|
| pH | 8,24 | 12,30 | |
| CE (mS/cm) | 13,155 | 11,132 | |
| Cor (Hz) | 6490 | 630 | 90,29 |
| DQO (mg/L) | 3049,3 | 1429,3 | 53,12 |
| Nitrogênio Amoniacal mg/L | 792,29 | 338,04 | 57,33 |

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostram a relação entre pH e amônia, o que reforça as condições adequadas para o processo de *stripping*, pois quando os valores de pH são elevados, a amônia livre é facilmente volatilizada.

Os resultados obtidos nos experimentos com agitação superficial tiveram uma remoção média de cor, DQO e nitrogênio amoniacal por volta de 90, 50 e 43%, respectivamente. Já no segundo sistema, o de borbulhamento ou *air stripping* obteve-se em média remoção de 91, 56 e 58%, respectivamente. Desta forma, pode-se considerar que houve uma diferença significativa, entre os tratamentos, apenas na remoção da DQO e, principalmente, do nitrogênio amoniacal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20. ed. Washington: American Public Health Association. 1220 p. 1998.
2. CLÉMENT, B.; MERLIN, G. The contribution of ammonia and alkalinity to landfill leachate toxicity to duckweed. The Science of the Total Environment, v. 170, p. 71-79. 1995.
3. LINS, E. A. M. Proposição e avaliação de um sistema experimental de processos físicos e químicos para tratamento de lixiviado. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco. 2011
4. MARTTINEN, S.K.; KETTUNEN, R.H.; SORMUNEN, K.M.; SOIMASUO, R.M.; RINTALA, J.A. Screening of physical-chemical methods for removal of organic material, nitrogen and toxicity from low strength landfill leachates. Chemosphere, v. 46, p. 851–858. 2002.
5. METCALF E EDDY. Waste engineering: Treatment and reuse. 4. ed. Boston: McGraw-Hill. 18 19 p. 2003.
6. MORAVIA, V.G.; AMARAL, M. C. S.; LANGE, C.S. Avaliação das Condições Operacionais de Processos Físico-Químicos para Tratamento de Lixiviados de Aterro Sanitário com Ênfase na Remoção de Cor. In: XIII Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belém-PA, 2007.
7. OLIVEIRA, M.; MOTA, S. Caracterização do percolado do lixão do Jangurussu, Fortaleza, Ceará, Revista Limpeza Pública, v. 48, p. 21–24. 1998.
8. OZTURK, I.; ALTINBAS, M.; KOYUNCU, I.; ARIKAN, O.; GOMEZ-YANGIN, C. Advanced physico-chemical treatment experiences on young municipal landfill leachates. Waste Management, v. 23, p. 441-446. 2003.
9. RENOU, S.; POULAIN, S.; GIVAUDAN, J.G.; MOULIN, P. Treatment process adapted to stabilized leachates: Lime precipitation – prefiltration – reverse osmosis. Journal of Membrane Science, v. 313, p. 9-22. 2008.