

MONITORAMENTO DE LIXIVIADO GERADO EM ATERRO SANITÁRIO COM BASE EM PARÂMETROS QUÍMICOS

Valéria Erika Arruda Lopes (*), Naiara Ângelo Gomes 2, Márbara Vilar de Araújo Almeida 3, Elba Magda de Souza 4, William de Paiva 5

* Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, valerierikalopes@gmail.com.

RESUMO

O lixiviado gerado em aterro sanitário é um líquido altamente contaminante, devido possuir em sua composição diversos poluentes. Dessa forma, apresenta-se componentes tóxicos pelos quais destacam-se: Alcalinidade Total (AT) e Nitrogênio Amoniacal Total (NAT), que em elevadas concentrações é preocupante do ponto de vista ambiental. O NAT é um dos compostos tóxicos de maior relevância, quando em excesso no solo ou em corpos d'água, pode causar diversos problemas, pois ao atingir os corpos receptores, especialmente reservatórios hídricos, tal elemento pode ocasionar a morte de espécies aquáticas, indicando ser uma fonte potencial de contaminação, como também risco para a saúde humana. As concentrações de nitrogênio variam, no lixiviado, de acordo com o potencial hidrogeniônico (pH) do meio. Dessa forma a determinação do parâmetro pH em lixiviados de aterros sanitários, apresenta-se como de fundamental importância na análise da toxicidade do NAT, como também da AT, visto que interfere diretamente no seu potencial tóxico, assim como na definição das fases de biodegradação anaeróbia dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) aterrados no interior das células de aterros sanitários. Enquanto que o parâmetro AT consiste na capacidade de neutralizar ácidos, a presença de elevadas concentrações de AT tornam o meio mais alcalino, favorecendo o aumento do potencial tóxico da amônia. Diante disso, objetivou-se neste trabalho analisar o comportamento dos parâmetros pH, AT e NAT no lixiviado gerado do Aterro Sanitário em Campina Grande (ASCG), Paraíba. O experimento consistiu em coletar amostras de lixiviado mensalmente entre os meses de julho a dezembro de 2017. Após as coletas, o efluente *in natura* foi encaminhado ao laboratório de Geotecnia Ambiental, para a realização dos ensaios de pH, Alcalinidade Total e Nitrogênio Amoniacal Total. O pH no período de monitoramento variou na faixa de 7,06 a 8,62, encontrando-se na fase metanogênica de degradação dos RSU aterrados. Em relação ao NAT, praticamente todo o nitrogênio amoniacal encontra-se na forma de NH_4^+ , ou seja, sua forma não tóxica. Enquanto a AT, não foi observado um comportamento bem definido ao longo do monitoramento, porém nota-se a presença de teores acentuados, no qual variou entre 4.375 e 10.625 $\text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$. Estas altas concentrações de AT no lixiviado, são decorrentes das quantidades significativas de bicarbonato de amônio gerados pela decomposição bioquímica da fração orgânica presente na massa de RSU aterrada.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos, Aterro Sanitário, Parâmetro Químico, Lixiviado, Toxicidade.

ABSTRACT

The leachate generated in landfill is a highly contaminating liquid, due to its composition of various pollutants. In this way, toxic components are presented, such as: Total Alkalinity (AT) and Total Ammoniacal Nitrogen (NAT), which at high concentrations is of concern from an environmental point of view. NAT is one of the toxic compounds of major relevance, when in excess in the soil or in water bodies, can cause several problems, because when reaching the receiving bodies, especially water reservoirs, this element can cause the death of aquatic species, indicating be a potential source of contamination, but also a risk to human health. The concentrations of nitrogen vary in the leachate according to the pH of the medium. Thus, the determination of the pH parameter in leachate from sanitary landfills is of fundamental importance in the analysis of the toxicity of the NAT as well as the AT, as it directly interferes with its toxic potential, as well as in the definition of the phases of anaerobic biodegradation of Urban Solid Waste (RSU) grounded inside sanitary landfill cells. While the AT parameter consists of the ability to neutralize acids, the presence of high concentrations of AT makes the medium more alkaline, favoring an increase in the toxic potential of ammonia. Therefore, the objective of this work was to analyze the behavior of the parameters pH, AT and NAT in the leachate generated from the Landfill in Campina Grande (ASCG), Paraíba. The experiment consisted in collecting samples of leachate monthly from July to December 2017. After the collection, the effluent *in natura* was sent to the Environmental Geotechnics laboratory, to perform the pH, Total Alkalinity and Total Ammoniacal Nitrogen tests. The pH in the monitoring period varied in the range of 7.06 to 8.62, being in the methanogenic phase of degradation of the grounded RSU. Regarding NAT, practically all the ammoniacal nitrogen is in the form of NH_4^+ , that is, its non-toxic form. While the AT, a well-defined behavior was not observed during the monitoring, in which it varied between 4.375 and 10.625 $\text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$. These high concentrations of AT in the leachate are due to the significant amounts of ammonium bicarbonate generated by the biochemical decomposition of the organic fraction present in the grounded RSU mass.

KEY WORDS: Urban Solid Waste, Landfill, Chemical Parameter, Leachate, Toxicity.



1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

GRAMADO-RS

12 a 14 de junho de 2018

INTRODUÇÃO

O aterro sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é a técnica de disposição de resíduos no solo, visando à minimização dos impactos ambientais, como também os riscos para a segurança e saúde pública. Método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, NBR 8419 (ABNT, 1992). Contudo, devido à complexidade do processo de biodegradação dos resíduos que ocorre no interior de um aterro, surge a geração de subprodutos, a exemplo do lixiviado, que é um líquido escuro de composição físico-química e microbiológica variada, além de apresentar compostos orgânicos polares, apolares e metais pesados que podem contaminar o meio ambiente. A composição do lixiviado é bastante variável, complexa e sempre difere de um aterro para outro, apresentando, na maioria das vezes, compostos tóxicos como é o caso da Alcalinidade Total (AT) e Nitrogênio Amoniacal Total (NAT) que pode está presente em elevadas concentrações, sendo preocupante do ponto de vista ambiental.

Quimicamente o NAT é representado pelo íon amônio (NH_4^+), que é a forma não tóxica, e pela amônia gasosa ou livre (NH_3), a qual é sua forma tóxica (SILVA et al., 2015). E representa um dos compostos tóxicos de maior relevância, quando em excesso no solo ou em corpos d'água, pode causar diversos problemas, entre os quais: a contaminação e poluição da água; mortandade da fauna e flora presentes no solo e nos recursos hídricos. As concentrações destas formas de nitrogênio variam no lixiviado de acordo com o potencial hidrogeniônico (pH) do meio. A determinação e a análise do parâmetro pH em lixiviados de aterros sanitários, apresenta-se como de fundamental importância na análise da toxicidade do NAT, visto que interfere diretamente no seu potencial tóxico, como também na definição das fases de biodegradação anaeróbia dos RSU aterrados no interior das células de aterros sanitários (SILVA, 2015). Pelo qual, mede as atividades dos íons hidrogênio (H^+) em meio líquido, indicando condições de acidez, neutralidade ou basicidade (VON SPERLING, 2005).

A Alcalinidade Total (AT) de um líquido consiste na capacidade de neutralizar ácidos, composto pela resultante do somatório de hidróxidos (OH^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e bicarbonatos (HCO_3^-) LIBÂNIO (2003). De acordo com Speece (1981), a Alcalinidade Total em aterros, forma-se da degradação de proteínas. Devido a este processo, ocorre a liberação da amônia gasosa (NH_3), ou seja, a forma tóxica do NAT, que em solução aquosa e na presença de gás carbônico gera o bicarbonato de amônio. Neste caso, a AT dos lixiviados gerados em aterros sanitários está diretamente ligada às concentrações de nitrogênio amoniacal total, pois, nesses resíduos líquidos, a amônia surge na forma de bicarbonato de amônio (CONTRERA, 2014). O Nitrogênio Amoniacal Total e a alcalinidade total são fatores importantes para a toxicidade do lixiviado, pois altas concentrações de AT tornam o meio mais alcalino, favorecendo o aumento do potencial tóxico da amônia.

OBJETIVO

O presente trabalho teve por objetivo analisar o comportamento dos parâmetros pH, Alcalinidade Total e Nitrogênio Amoniacal Total do lixiviado gerado no Aterro Sanitário em Campina Grande, Paraíba. E verificar os possíveis níveis de toxicidade do lixiviado gerado e também as fases de degradação dos resíduos sólidos urbanos aterrados.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

O campo experimental para o desenvolvimento deste trabalho foi o Aterro Sanitário em Campina Grande (ASCG), Paraíba, o qual encontra-se situado nas seguintes coordenadas UTM 829172 e 9194834, localizado no Distrito de Catolé de Boa Vista, Campina Grande – PB (Figura 1).



Figura 1: Localização do Aterro Sanitário em Campina Grande – PB.

O ASCG é uma iniciativa privada que atende aos municípios de Campina Grande, Lagoa Seca, Montadas, Puxinanã, Boa Vista, Areia, Barra de Santana, Esperança, Gado Bravo, Itatuba, Santa Cecília e Alcantil todos pertencentes ao estado da Paraíba. Foi implantado em uma área de 64 ha, dos quais 40 ha são destinados à construção de células para a disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU). Além do mais, no ASCG foram construídas quatro células para a disposição de RSU denominadas de Células 1 (C1), 2 (C2), 3 (C3) e 4 (C4). Tais células já encontram-se com o aterramento dos resíduos encerrado e, atualmente, com frente de operação tem-se um trecho que visa unificar a C2 com a C4.

MONITORAMENTO DO LIXIVIADO GERADO

Para realização do monitoramento do lixiviado, realizaram-se coletas de lixiviado *in natura* em um poço de visita conforme a Figura 2, confeccionado em concreto pré-moldado, que recebia todo o líquido afluyente gerado em função da biodegradação dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) aterrados no ASCG. Tais coletas tiveram uma periodicidade mensal e ocorreram entre os meses de julho a dezembro de 2017.



Figura 2: Poço de visita que recebe o lixiviado das células do ASCG.
Fonte: Grupo de pesquisa (2018).

Os procedimentos quanto à coleta, preservação e transporte das amostras de lixiviado foram efetuados conforme as recomendações da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2011). Logo após as coletas, as amostras de lixiviado *in natura* foram transportadas ao Laboratório de Geotecnia Ambiental (LGA), pertencente à Universidade Federal de Campina Grade (UFCG), *Campus I*, onde foram realizadas as análises de pH, Alcalinidade Total (AT) e de Nitrogênio Amoniacal Total (NAT), conforme a metodologia preconizada por APHA (2012).

RESULTADOS

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

A variação do pH para o lixiviado gerado no ASCG, ao longo do período de monitoramento, encontra-se apresentada na Figura 3.

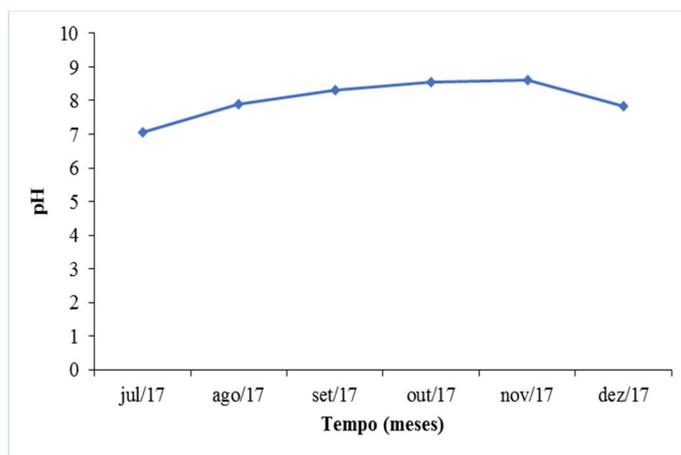


Figura 3: Comportamento do pH ao longo do tempo
Fonte: Dados de pesquisa (2017).

Com base na Figura 3, verifica-se que o pH do lixiviado variou na faixa de 7,06 a 8,62 durante o período investigado, indicando, segundo Tchobanoglous Thiensen e Vigil. (1993), que os RSU depositados nas Células do ASCG, de modo geral, encontravam-se na fase metanogênica de degradação. Esta fase, conforme Ribeiro (2016), ocorreu devido às *archeas* metanogênicas terem consumido os ácidos produzidos no início do processo biodegradativo dos RSU, elevando naturalmente o pH na massa de resíduos e no líquido lixiviado gerado. Ressalta-se ainda que os valores obtidos para o pH, apresentam-se dentro da faixa de pH (5,7 – 8,6) encontrada por Souto e Povinelli (2007) para aterros sanitários brasileiros.

ALCALINIDADE TOTAL (AT)

A evolução das concentrações de Alcalinidade Total (AT) para o lixiviado gerado pela biodegradação dos RSU depositados nas células do ASCG, no decorrer do tempo, encontra-se ilustrada na Figura 4. Verifica-se nesta Figura, que as concentrações de AT variaram numa faixa entre 4.375 e 10.625 mgCaCO₃.L⁻¹, ao longo do monitoramento.

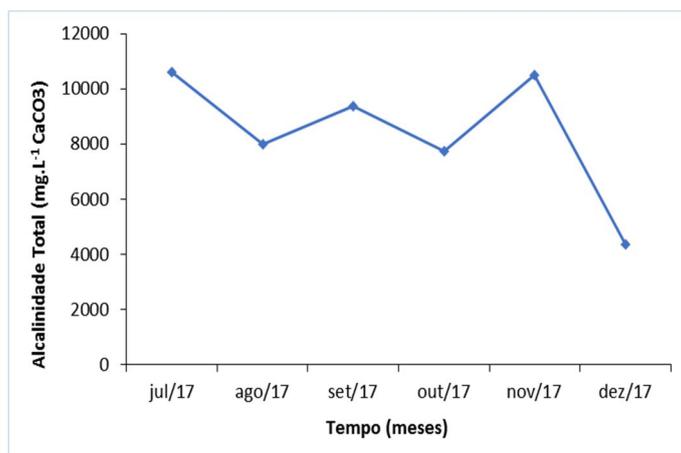


Figura 4: Comportamento da alcalinidade total no decorrer do tempo
Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Ainda observando a Figura 4, nota-se que as concentrações de AT obtidas para o lixiviado, durante todo o período de monitoramento, encontram-se na faixa de teores determinados em aterros sanitários brasileiros (750 a 11.400 mgCaCO₃.L⁻¹), de acordo com Souto e Povinelli (2007).

Segundo Libânio (2016), a alcalinidade é resultante da presença de hidróxidos (OH⁻), carbonatos (CO₃²⁻) e bicarbonatos (HCO₃⁻), variando em função do pH do meio. Diante disso, quando o pH apresenta-se na faixa entre 4,4 a 8,3 ocorre uma predominância da alcalinidade apenas a bicarbonatos; enquanto que, em pH entre 8,3 e 9,4 a alcalinidade predominante é referente a presença de bicarbonatos e carbonatos; e quando o pH encontra-se acima de 9,4 a alcalinidade é devido a presença de hidróxidos e carbonatos. Dessa forma, pode-se inferir que as concentrações de AT predominantes durante o período deste estudo, foram em virtudes dos bicarbonatos e carbonatos.

De modo geral, a AT não teve um comportamento bem definido ao longo do monitoramento (Figura 4), porém nota-se a presença de teores acentuados. Estas altas concentrações de AT no lixiviado, são decorrentes das quantidades significativas de bicarbonato de amônio gerados pela decomposição bioquímica da fração orgânica presente na massa de RSU aterrada. Segundo Monteiro (2003) o processo de geração do bicarbonato de amônio em aterros sanitários acontece da seguinte forma: as proteínas ao serem hidrolisadas, liberam o gás NH₃ que, em solução aquosa e na presença de gás carbônico, produz o bicarbonato de amônio, o qual contribui significativamente para a elevação da AT em lixiviados.

NITROGÊNIO AMONIAICAL TOTAL (NAT)

Na Figura 5, observam-se as concentrações de Nitrogênio Amoniacal Total (NAT), durante o período de monitoramento, para o lixiviado gerado no ASCG.

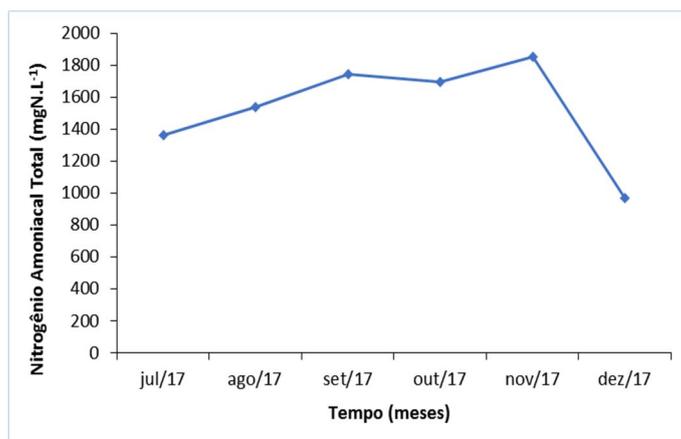


Figura 5: Comportamento do nitrogênio amoniacal total durante o período de monitoramento.
Fonte: Dados da pesquisa (2017).

As concentrações de NAT obtidas para o lixiviado do ASCG oscilaram entre 966 a 1.855 mgN.L⁻¹, durante os meses de julho a dezembro de 2017. No período de monitoramento, os teores de NAT obtidos para o lixiviado, encontraram-se na faixa de concentrações máximas (0,4 a 3.000 mgN.L⁻¹) determinadas em lixiviados de aterros sanitários brasileiros, conforme Souto e Povinelli (2007).

De acordo com Von Sperling (2005) o NAT é formado pelo somatório de duas formas de amônia: a ionizada e não tóxica denominada de íon amônio (NH₄⁺) e a não ionizada e muito tóxica, conhecida por amônia gasosa ou livre (NH₃). As concentrações das formas de amônia que compõem o NAT variam em função, principalmente, do indicador pH. Dessa forma, quando o pH está em torno da neutralidade, praticamente todo o nitrogênio amoniacal encontra-se na forma de NH₄⁺, ou seja, sua forma não tóxica, enquanto que no pH em torno de 9,2, cerca de 50% do nitrogênio amoniacal apresenta-se na forma de NH₃ e 50% na forma de NH₄⁺. Em pH superior a 11, praticamente todo o nitrogênio amoniacal está na forma livre ou de amônia gasosa (CAMPOS et al., 2010).

Conforme a faixa de pH do lixiviado analisado (Figura 3) e segundo Campos (2010), a forma do nitrogênio amoniacal predominante no lixiviado do ASCG foi o íon amônio (NH₄⁺), ou seja, a amônia ionizada e não tóxica.



1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

GRAMADO-RS

12 a 14 de junho de 2018

CONCLUSÕES

Conforme os valores de pH obtidos para o lixiviado, pode-se constatar que os RSU depositados no ASCG estavam na fase metanogênica de degradação.

A alcalinidade total determinada no lixiviado gerado no ASCG, foi devido a predominância de bicarbonatos e carbonatos.

O lixiviado analisado apresentou uma predominância, conforme a faixa de pH, do nitrogênio na forma iônica, ou seja, a forma não tóxica desse elemento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA; AWWA; WEF. 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22 ed. Washington: Ed. APHA, 1496 p.
2. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 8919/1992. Estabelece Disponível em: <http://www.abnt.org.br/>. Acesso em 02 de maio de 2018.
3. CAMPOS, D. C. et al. Stripping de amônia de lixiviado de aterro sanitário em reatores de fluxo pistonado. TECNO-LÓGICA. Santa Cruz do Sul -RS -Brasil, v. 14, n. 2, p. 52-60, jul./dez. 2010.
4. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). 2011. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: Ed. CETESB, p. 327.
5. CONTRERA, R. C. et al. First-order kinetics of landfill leachate treatment in a pilot-scale anaerobic sequence batch biofilm reactor. Journal of environmental management, v. 145, p. 385-393, 2014.
6. LIBÂNIO, M. Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água. Campinas. SP: Editora átomo, 2016. 4ª ed., 55 p.
7. MONTEIRO, V. E. D. Análises física, químicas e biológicas no estudo do comportamento do Aterro da Muribeca. 2003. 232 fls. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
8. RIBEIRO, L. D. S.; SILVA, A. D. S.; ALVES, F. D. S.; MELO, M. C. D.; PAIVA, W. D.; MONTEIRO, V. E. D. Monitoramento físico-químico de um biorreator com resíduos sólidos urbanos em escala piloto na cidade de Campina Grande (PB). Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 21, n. 1, 2016, p. 1-9.
9. SILVA, A. S. et al. Avaliação do potencial tóxico dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Campina Grande –PB. Revista Matéria, v. 2, n. 4, p. 840-851, 2015.
10. SOUTO, G. D. B.; POVINELLI, J. 2007. Características do lixiviado de aterros sanitários no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. Anais. ABES, p. 1-7.
11. SPEECE, R. E. **Review:** environmental requires for anaerobic digestion of biomass. (Advances in Solar Energy – Na Anual Review Of Research and Development) Environmental Studies Institute, Drexel University – Philadelphia, 1981, 69 p.
12. TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. 1993. Integrated solid waste management: engineering principle and management issues. McGraw-Hill Science/Engineering/Math, p. 978.
13. VON SPERLING, M. 2005 Belo Horizonte: Ed. DESA/UFMG. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 3 ed., 452 p.