

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO NITROGÊNIO AMONIAAL PRODUZIDO EM UM ATERRO EXPERIMENTAL

Naiara Angelo Gomes (*), Libânia da Silva Ribeiro, Márbara Vilar de Araújo Almeida, Gisele Lira Gomes, Veruschka Escarião Dessoles Monteiro

*Universidade Federal de Campina Grande, naiaraangelocz@hotmail.com

RESUMO

Quimicamente o nitrogênio amoniacal é constituído pelo íon amônio (NH_4^+) e a amônia livre ou gasosa (NH_3) e, formado a partir da degradação de resíduos orgânicos. Nesse sentido, esta pesquisa teve por objetivo analisar o comportamento do nitrogênio amoniacal em uma célula experimental preenchida com resíduos sólidos urbanos. O monitoramento dos resíduos sólidos urbanos depositados na célula experimental ocorreu durante um período 10 meses, em que mensalmente foram coletadas amostras de resíduos dos diferentes níveis de profundidade do sistema experimental e transportadas ao laboratório de geotécnica ambiental. Estas amostras foram diluídas em água destilada na proporção de 1:2 (500g de resíduos:1000mL de água destilada) e o extrato resultante foi utilizado para a realização dos ensaios de nitrogênio amoniacal e pH. Os resultados indicaram que o nível superior foi o que apresentou as maiores concentrações de nitrogênio amoniacal durante o período de monitoramento, enquanto que os níveis intermediário e inferior foram os que melhores representaram a formação no nitrogênio amoniacal na célula experimental. Com relação à inferência do pH no comportamento no nitrogênio amoniacal produzido na célula, constatou-se que de acordo com os valores obtidos houve uma maior predominância do nitrogênio na sua forma não tóxica, ou seja, na forma de íon amônio. Portanto, este composto não apresentou potencial tóxico para o ambiente interno da célula experimental, não interferindo assim, o processo biodegradativo dos resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Célula experimental, Resíduos sólidos urbanos, Biodegradação, Toxicidade.

INTRODUÇÃO

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) quando dispostos em aterro sanitário sofrem processos físicos, químicos e microbiológicos (FRANCHETTI e MARCONATO, 2006), produzindo assim alguns subprodutos. Um dos subprodutos gerados a partir da decomposição dos resíduos orgânicos é o nitrogênio amoniacal.

O nitrogênio é um dos grandes problemas relacionados ao tratamento de efluentes, pois ele contribui diretamente para a poluição dos corpos hídricos. Em lixiviados de aterros de RSU, na grande maioria dos casos, a forma predominante de nitrogênio é a amoniacal, na forma de bicarbonato de amônio e amônia livre (CAMPOS et al., 2010).

O nitrogênio amoniacal apresenta-se nas formas ionizada (NH_4^+) e não ionizada ou livre (NH_3), as quais conjuntamente formam a amônia total (SILVA, 2012).

A amônia é um elemento muito perigoso para os organismos aquáticos, e a sua toxicidade depende da temperatura, do pH e da salinidade da água (AVILA et al. 2010).

Os efeitos tóxicos da amônia, quando esta apresenta-se em altos níveis podem ser: a morte de animais, pássaros, peixes e morte ou baixa taxa de crescimento nas plantas. Já os efeitos a longo prazo podem incluir: tempo de vida encurtado, problemas reprodutivos, baixa fertilidade, e mudanças na aparência ou no comportamento (SILVA, 2012).

Diante disso, a realização de estudos em escala experimental é fundamental, para que assim, sejam quantificadas as concentrações de nitrogênio amoniacal produzido no processo biodegradativo dos RSU, com a finalidade de atribuir um tratamento adequado para o resíduo analisado, bem como para o lixiviado produzido.

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo analisar o comportamento no nitrogênio amoniacal na massa de RSU depositada em um aterro experimental, verificando sua interferência no processo biodegradativo dos RSU.

METODOLOGIA

- Descrição do local de estudo

O estudo foi desenvolvido a partir do monitoramento de uma célula experimental preenchida com Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) da cidade de Campina Grande- PB. Esta célula simula um aterro sanitário e encontra-se localizada nas dependências da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus I, situando-se nas seguintes coordenadas geográficas 7°12'58,67" S e 35°54'35,71" W.

A célula experimental possui um formato circular com dimensões de 3,5 metros de altura, 2,0 metros de diâmetro interno e 11 m³ de volume, sendo dotada de 12 pontos de coleta, distribuídos nos seguintes níveis de profundidades: superficial, superior, intermediário e inferior. Estes níveis são distanciados, entre si, em 0,7 metros no sentido vertical. Além disso, esta célula possui uma camada de 0,30 metros de solo compactado com permeabilidade de 10⁻⁷m.s na base e de 0,20 metros deste mesmo solo na camada de cobertura, para assim, evitar a percolação de líquidos e gases para o ambiente externo. Na Figura 1 é ilustrado um desenho esquemático da célula experimental estudada.

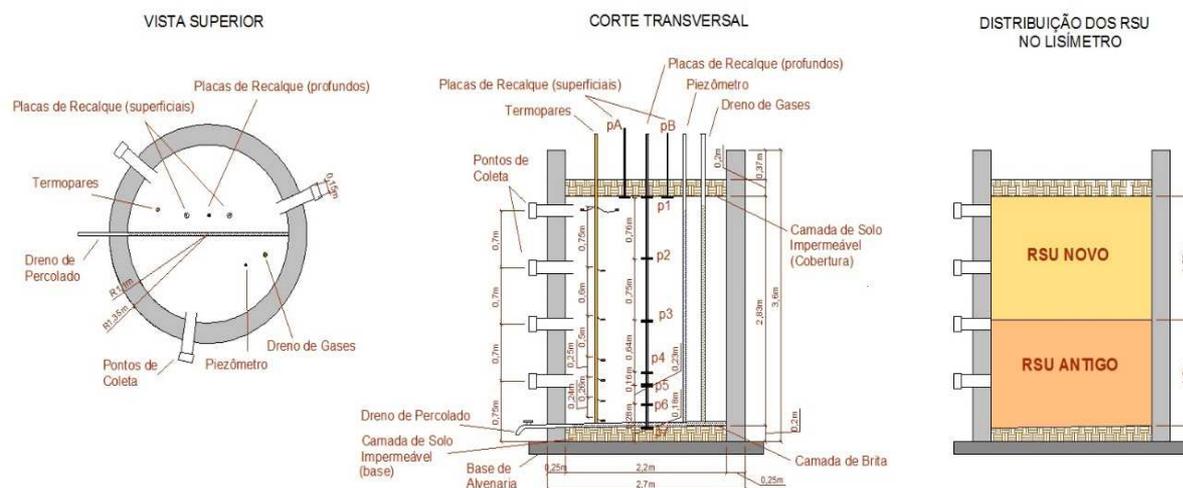


Figura 1: Célula experimental estudada. Fonte: Grupo de Geotecnia Ambiental – GGA (2015).

A célula é dotada ainda de um conjunto de instrumentos tais como: medidores de temperatura (termopares), medidores de líquidos no interior da célula (piezômetros), um sistema de drenagem de gases e um sistema de drenagem de lixiviado, além de placas de recalque em superfície e em profundidade, como observados na Figura 1. Este conjunto de instrumentos instalados na célula, tem por finalidade complementar o monitoramento físico-químico e microbiológico dos RSU que encontram-se aterrados neste sistema experimental.

A distribuição dos resíduos na célula experimental consiste de resíduos antigos e novos (Figura 1). Os resíduos antigos correspondem ao enchimento realizado em outubro de 2011, e devido a ocorrência de recalques primários e secundários associados ao processo biodegradativo dos RSU, ocorreu uma redução na massa de RSU disposto na célula, inviabilizando dessa forma, o monitoramento deste sistema experimental. Por esse motivo, houve então, a necessidade da inserção de uma nova camada de resíduos sólidos urbanos à célula experimental. Este processo de preenchimento foi denominado de retroalimentação, o qual foi realizado em abril de 2015.

- Monitoramento dos RSU

O monitoramento dos RSU presentes no interior da célula experimental foi realizado por meio dos ensaios de pH e Nitrogênio amoniacal. Para a execução destes ensaios, coletou-se cerca de 1,0 Kg de resíduos em cada nível de profundidade (superficial, superior, intermediário e inferior) da célula. Em seguida, os resíduos coletados foram conduzidos ao Laboratório de Geotecnia Ambiental (LGA) pertencente à UFCG. Ao chegarem no LGA, os RSU foram picotados manualmente com auxílio de tesouras, pesados e posteriormente diluídos em água destilada.

Após a solução (água destilada + RSU) ficar em repouso por um período de tempo pré-determinado, cerca de 30 minutos, a fração sólida foi separada da fração líquida por peneiramento e o líquido resultante foi utilizado para a realização dos ensaios de pH e Nitrogênio amoniacal. A realização dos ensaios citados seguiu as recomendações de APHA (2012).

Cabe ressaltar que as coletas foram realizadas com uma periodicidade mensal, durante um período de 9 meses, com início em abril de 2015 e término em janeiro de 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Nitrogênio amoniacal

As concentrações de nitrogênio amoniacal mensuradas no decorrer do tempo e profundidade da célula experimental estudada, encontram-se ilustradas na Figura 2.

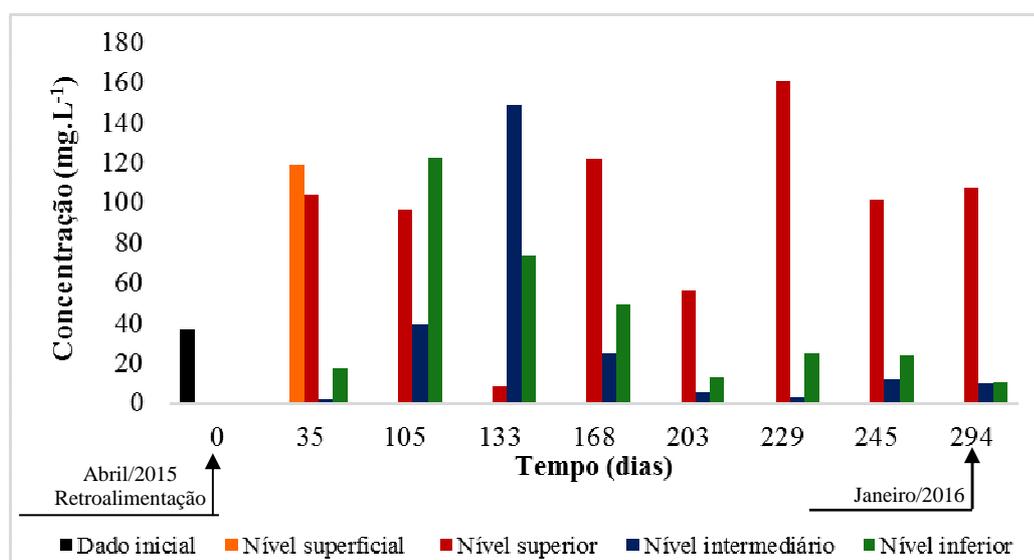


Figura 2: Comportamento do nitrogênio amoniacal no interior da célula experimental. Fonte: GGA (2016).

Ao analisar a Figura 2, observa-se que as concentrações de nitrogênio amoniacal ($\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$) obtidas variaram consideravelmente, no tempo e profundidade da célula experimental. Portanto, no início do monitoramento foi observado uma concentração de aproximadamente 37 mg.L^{-1} e com o passar do tempo essas concentrações tiveram uma variação entre $2,3$ a $160,9 \text{ mg.L}^{-1}$ nos diferentes níveis de profundidade analisados.

De acordo com Tchobanoglous et al. (1993) as concentrações de nitrogênio amoniacal devem ser mais elevadas nos primeiros dias de monitoramento (fase ácida), porque é nesta fase que o processo de degradação dos resíduos possui a maior quantidade de Nitrogênio (N) no meio, apresentando valores correspondentes a 80%. Como constatado na Figura 2, este fato não aconteceu na célula em estudo, possivelmente, devido a heterogeneidade dos resíduos, visto que o ambiente possuía condições favoráveis para a formação de tal composto.

Segundo Alcântara (2007), no processo de digestão anaeróbia existe uma tendência à redução do nitrogênio amoniacal ao longo do tempo, uma vez que, os valores máximos da amônia ocorrem na fase ácida e diminuem ao longo do processo de degradação, conforme a matéria orgânica é degradada. A diminuição do nitrogênio amoniacal ao longo do tempo em todos os níveis de profundidade da célula experimental não ocorreu, como observado na Figura 2, provavelmente devido aos diversos fatores intervenientes na formação desse elemento, como por exemplo, oxigenação, quantidade de matéria orgânica, alcalinidade total, entre outros.

A concentração de nitrogênio amoniacal para o nível superficial foi medida somente aos 35 dias de monitoramento por consequência do recalque ocorrido no sistema estudado, o qual foi influenciado, principalmente, pelo peso da camada de cobertura sobreposta a esse nível e também a decomposição dos RSU, especificamente, os resíduos orgânicos, o que inferiu a elevada concentração de nitrogênio amoniacal mensurado.

No nível superior, durante todo o período de monitoramento (0 a 294 dias) da célula experimental, exceto aos 133 dias, foi verificada as maiores concentrações de nitrogênio amoniacal (Figura 2). Esta ocorrência pode ser explicada pelo fato da inserção da nova camada de RSU frescos neste sistema experimental, o que contribuiu para a chegada de uma grande quantidade de matéria orgânica, bem como consideradas quantidades de oxigênio dissolvido (O_2). De acordo com SILVA (2012, p. 90) “a presença de O_2 na célula pode favorecer a formação do nitrogênio amoniacal, isso por que o processo de nitrificação intermediado por microrganismos acontece em condições aeróbias”. Outro ponto que deve ser levado em consideração é a proximidade desse nível com o ambiente externo, onde são separados apenas por uma camada de solo compactado de 0,20m de altura. Além do mais, esta camada de cobertura possui fissuras, permitindo assim, trocas de oxigênio com o ambiente externa (ALMEIDA, 2015), favorecendo dessa forma, uma maior formação de nitrogênio amoniacal nesse nível.

De modo geral, os níveis intermediário e inferior a partir dos 105 até os 294 dias de monitoramento, exceto aos 133 dias que supostamente deve ter ocorrido um erro laboratorial, foram os que melhores representaram a formação de nitrogênio amoniacal no processo de digestão anaeróbia conforme Alcântara (2007) e Silva (2012), pois a medida em que a matéria orgânica foi sendo degradada pelos diferentes grupos microrganismos que atuam na massa aterrada de resíduos, as concentrações de nitrogênio amoniacal tenderam a diminuir com o passar do tempo.

- Potencial Hidrogênionico (pH)

Na Figura 3, encontra-se ilustrado o comportamento do pH ao longo do tempo e profundidade na célula experimental estudada.

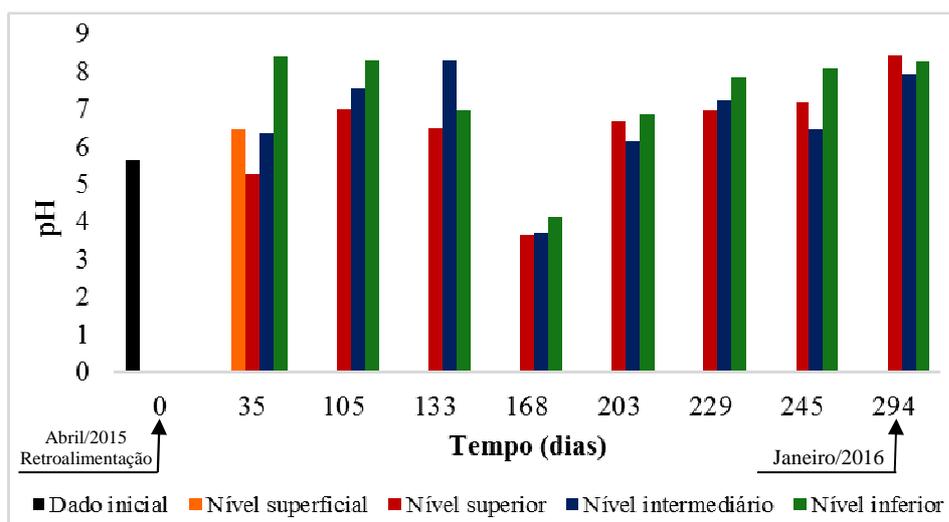


Figura 3 – Comportamento do pH dos RSU presentes no interior da célula experimental. Fonte: GGA (2016).

O pH da célula experimental variou numa faixa entre 5,6 a 8,4, o qual indica, de modo geral, que os RSU presentes no interior do sistema experimental encontram-se na fase matanogênica de degradação.

Conforme Von Sperling (2005) e Campos et al. (2010) quando o pH do meio apresenta-se em torno da neutralidade praticamente todo nitrogênio amoniacal encontra-se na forma ionizada (NH_4^+), enquanto que o pH em torno de 9,2, cerca de 50% do nitrogênio amoniacal está na forma de amônia livre (NH_3) e 50% na forma de íon amônio (NH_4^+). Em pH superior a 11, há uma predominância do nitrogênio amoniacal na forma livre (NH_3).

Com base no exposto, pode-se inferir que no interior da célula experimental predominou o nitrogênio amoniacal na forma de íon amônio (NH_4^+) que é a forma ionizada e não tóxica deste elemento. Assim, apesar das concentrações de nitrogênio amoniacal medidas variarem numa faixa de aproximadamente 50-161mg/L, cabe ressaltar que estas concentrações não foram tóxicas para o ambiente interno da célula experimental, ou seja, não apresentaram toxicidade para o processo biodegradativo dos RSU.

CONCLUSÕES

O nível superior foi o que apresentou as maiores concentrações de nitrogênio amoniacal, e isso aconteceu devido ao processo de retroalimentação ocorrido na célula experimental, o qual inseriu consideradas quantidades de matéria orgânica e oxigênio nesse nível.

Os níveis intermediário e inferior foram os que melhores representaram a formação de nitrogênio amoniacal no processo de digestão anaeróbia.

De acordo com o pH do meio, houve uma predominância do nitrogênio amoniacal na forma iônica, ou seja, a forma não tóxica deste elemento.

De modo geral, o nitrogênio amoniacal não apresentou toxicidade para o ambiente interno da célula experimental, bem como não foi tóxico para o processo biodegradativo dos RSU.

REFERÊNCIAS

1. ALCÂNTARA, P. B. **Avaliação da Influência da Composição de Resíduos Sólidos Urbanos no Comportamento de Aterros Simulados**. 2007. 366 fls. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.
2. ALMEIDA, M. V. A. **Identificação de fungos filamentosos presentes em um biorreator de resíduos sólidos urbanos**. 2015. 65 fls. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Centro de Tecnologia em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2015.
3. APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22 edition. Washington: APHA, 2012. 1496 p.
4. 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.
5. SILVA, A. S. **Avaliação do potencial tóxico dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Campina Grande-PB**. 2012. 139 fls. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Centro de Tecnologia em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, 2012.
6. TCHOBANOGLIOUS, G. et al. **Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues**. Part V. Closure, Restoration and Rehabilitation of Landfills. Ed. McGraw-Hill. 1993.
7. VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e tratamento de esgotos**. 3ª Ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p.