

## AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DO ÍON CLORETO NO PROCESSO DE BIODEGRADAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

**Daniela Lima Machado da Silva (\*), Wlysses Wagner Medeiros Lins Costa, Vitória Régia Araújo Ribeiro, Diva Guedes de Araújo Neta, Veruschka Escarião Dessoles Monteiro**

\* Universidade Federal de Campina Grande, danielamachado33@gmail.com.

### RESUMO

Com o aumento da produção de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) a sua disposição final tornou-se um desafio. Dentre as alternativas de destinação final os aterros sanitários constituem uma dos métodos mais adequados e seguros para o acondicionamento desses materiais, devido à sua praticidade e baixo custo, quando comparados com outras tecnologias. Com a finalidade de se conhecer os processos biodegradativos, que ocorrem nas células de aterros sanitários, estudos em biorreatores (células experimentais) tornam-se bastante interessantes. Os cloretos são indicadores da evolução da degradação biológica e dos processos físico-químicos que ocorrem no interior do aterro. O objetivo desse estudo é avaliar a evolução temporal dos íons cloretos no processo de biodegradação dos resíduos sólidos urbanos no interior de um biorreator localizado na cidade de Campina Grande-PB. As amostras de resíduos foram coletadas na célula experimental localizado na Universidade Federal de Campina Grande e conduzidas ao Laboratório de Geotecnia Ambiental para as realização das análises de cloretos. As concentrações de íons cloretos encontram-se na faixa observada para esse indicador em aterros sanitários, assim como apresentam comportamento semelhante aos apresentados na literatura técnica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biorreatores, Biodegradação, Íons Cloretos

### ABSTRACT

With the increased production of Urban Solid Waste (RSU) its final disposal has become a challenge. Among the final disposal alternatives, landfills are one of the most adequate and safe methods for the packaging of these materials, due to their practicality and low cost, when compared with other technologies. In order to know the biodegradation processes that occur in the cells of landfills, studies in bioreactors (experimental cells) become quite interesting. Chlorides are indicators of the evolution of biological degradation and physical chemical processes occurring within the landfill. The objective of this study is to evaluate the temporal evolution of chloride ions in the biodegradation process of solid urban waste in a bioreactor located in the city of Campina Grande-PB. The samples of residues were collected in the experimental cell located at the Federal University of Campina Grande and conducted to the Environmental Geotechnics Laboratory for the performance of the chlorides analysis. The concentrations of chloride ions are in the range observed for this indicator in sanitary landfills, as well as present similar behavior to those presented in the technical literature.

**KEY WORDS:** Bioreactors, Biodegradation, Chloride Ions

### INTRODUÇÃO

O processo de urbanização, o crescimento populacional, a industrialização e o consumismo desordenado contribuíram, significativamente, para o aumento da geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Ao longo dos anos a constituição dos RSU tornou-se complexa e ainda mais contaminante e tóxica ao meio ambiente.

Dentre as alternativas de destinação final desses resíduos, os aterros sanitários constituem uma das alternativas mais adequadas e seguras para o acondicionamento desses materiais, devido ao seu baixo custo, quando comparados com outros processos. Porém, com o intuito de melhor conhecer o comportamento de um aterro sanitário, estudos com biorreatores (células experimentais) tornam-se muito interessantes, pois possibilitam avaliar o processo de biodegradação dos resíduos sob condições controladas RIBEIRO (2016 *apud* BORGLIN et al., 2004).

Os biorreatores têm a finalidade de simular o funcionamento de aterros de resíduos sólidos, pois possibilitam realizar uma caracterização mais detalhada dos RSU, além de permitir avaliar o monitoramento de variação de massa existente no seu interior, contribuindo, assim, para uma melhor compreensão do metabolismo de biodegradação RIBEIRO (2016 *apud* YUCAI et al., 2002).

Os cloretos são íons orgânicos que apresentam-se em altas concentrações em RSU indicando a evolução da degradação biológica e dos processos físico-químicos que ocorrem no interior do aterro. Além disso, indica a presença de sais minerais nos resíduos depositados, tanto de origem doméstica quanto associados a outras atividades (CATAPRETA & SIMÕES, 2008).

Segundo Chiang et al. (1997) cloretos podem reagir com metais pesados para formar cloretos metálicos mais voláteis durante a incineração de resíduos. Destacando-se assim a relevância da investigação do comportamento dos cloretos associados aos RSU.

## OBJETIVO

O objetivo desse estudo é avaliar a evolução temporal dos íons cloretos no processo de biodegradação dos resíduos sólidos urbanos no interior de um biorreator localizado na cidade de Campina Grande-PB.

## METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Geotecnia Ambiental (LGA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

### Construção do biorreator

Inicialmente foi construído um biorreator, que simula o comportamento de um aterro sanitário. Sua construção foi realizada em alvenaria de tijolo manual, com capacidade de 11 m<sup>3</sup> e possui ao longo da espessura de resíduos 03 (três) orifícios, os quais permitem a coleta de diferentes níveis de profundidade, denominados superior, intermediário e inferior. O biorreator conta com um sistema de impermeabilização de base e cobertura, utilizando um solo com características geotécnicas apropriadas para esta finalidade. Além de um sistema de drenagem de líquidos e gases, medidores de nível de líquidos por meio de um piezômetro, medidores de recalque superficiais e em profundidade (placas de recalques) e medidores de temperatura a partir de termopares, ao longo das camadas de resíduos, esta instrumentação pode ser observada no croqui da Figura 1.

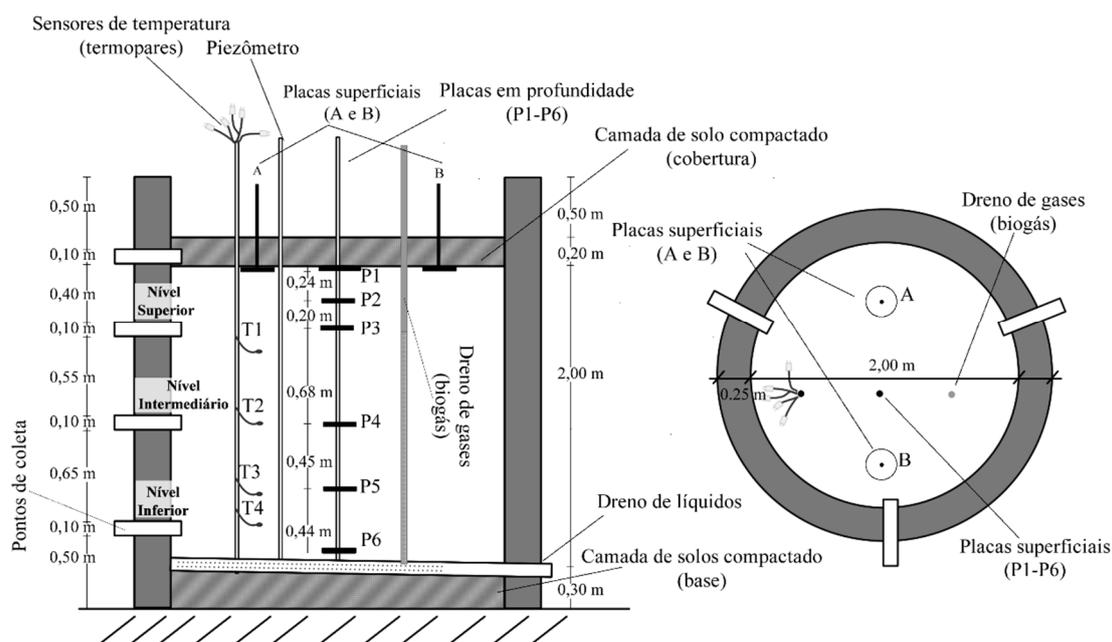


Figura 1: Croqui do biorreator

## Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos

Com intuito de obter uma amostra representativa dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Campina Grande – PB, foi realizado um planejamento estatístico, que baseou-se nas informações obtidas junto à Diretoria de Limpeza Urbana (DLU) e ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), utilizando os dados do censo populacional e da geração per capita de resíduos de acordo com o IBGE, (2010).

No planejamento estatístico dividiu-se a cidade em quatro diferentes zonas, a fim de selecionar os locais de coleta dos RSU amostrados, para isso, foi realizada uma rota contemplando 12 bairros. Em seguida foi realizada a coleta dos resíduos dos bairros amostrados, por meio de um caminhão basculante. Após o término da coleta, os resíduos foram dispostos na área de amostragem localizada ao lado do biorreator na UFCG, onde os resíduos foram homogeneizados, com auxílio de uma enchedeira, formando uma única pilha e, em seguida, os resíduos foram quarteados. Deste quarteamento foram descartadas duas pilhas localizadas em posição diametralmente oposta e as outras duas foram homogeneizadas novamente, formando uma única pilha resultante. Desta pilha foram retiradas amostras para a caracterização inicial dos RSU e, mensalmente, amostras de resíduos foram coletadas, com intuito de avaliar o comportamento biodegradativo, no interior do biorreator ao longo do tempo e da profundidade.

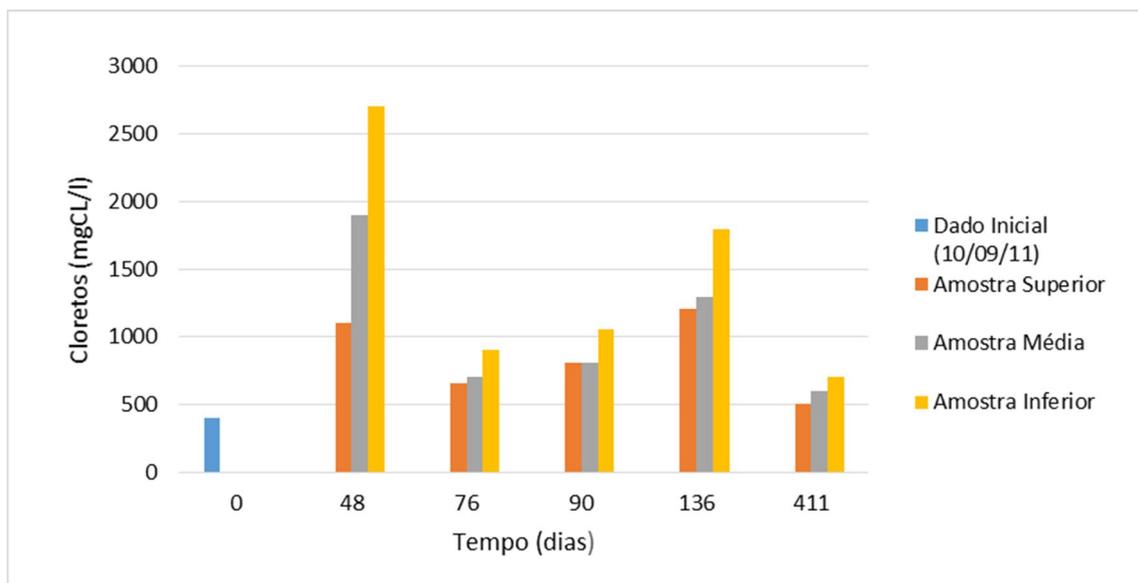
Em seguida estas amostras foram armazenadas seguindo a NBR 10007 (ABNT, 2004), e transportadas diretamente para LGA, onde as amostras foram picotadas e, posteriormente, imersas em água destilada a fim de se obter o extrato que simule o lixiviado e represente os resíduos coletados.

A análise dos íons cloretos seguiu a metodologia estabelecida no Standard Methods (APHA, 2012).

## RESULTADOS

As concentrações de íons cloreto presentes nos RSU são reflexos da presença de sais, de plásticos, tendo como destaque o PVC (Policloreto de Polivinila), e resíduos de cozinha, os quais estão associados a atividades domésticas, industriais e comerciais (MA et. al., 2010).

Dessa forma, os resultados obtidos na pesquisa permitiram a representação gráfica da evolução dos íons cloretos nos RSU do biorreator monitorado, como apresentado na Figura 2.



**Figura 2: Variação dos íons cloretos presentes RSU ao longo do tempo de monitoramento.**

É possível notar que na etapa inicial de monitoramento (0 - 48 dias) há uma fase de retenção de cloretos seguida do aumento das concentrações dos íons, conforme observado por Freyssinet et al. (2002). Pode-se considerar o início do processo de maturação em torno do 136º dia de monitoramento, visto que na maturação há percolação de cloretos, carbonatação e sulfatos, cujas concentrações aumentam com o tempo. Em seguida é observada uma queda nas concentrações desses íons, já esperada em virtude da dissolução dos íons a partir da lixiviação.

No nível superior do biorreator as concentrações de cloretos são reduzidas, em virtude da influência que esta camada possui com o ambiente externo, acarretando em interferências diretas das precipitações, bem como da umidade relativa do ar (CATAPRETA, 2008). Sendo assim, estes líquidos que infiltram na camada superior de resíduos podem seguir por



# 1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

GRAMADO-RS

12 a 14 de junho de 2018

caminhos preferenciais, percorrendo assim, para os demais níveis de profundidade, ou seja, em direção ao nível inferior, cujas concentrações de íons cloretos são maiores como é possível observar na Figura 2.

Pode-se notar concentrações máxima e mínima de 2.699,2 mgCl/L e 499,8 mgCl/L, respectivamente. Dessa forma, as concentrações situam-se dentro do intervalo descrito por Coelho (2005), onde as concentrações de cloretos em aterros sanitários encontram-se no intervalo de 30 a 5.000 mgCl/L.

## CONCLUSÕES

O estudo permitiu a análise do comportamento das concentrações de íons cloretos no processo de degradação dos RSU da cidade de Campina Grande-PB. As concentrações constatam-se no intervalo definido para aterros sanitários, assim como apresentam comportamento semelhante ao apresentado por outros autores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004c) NBR 10007: Resíduos Sólidos – amostragem de Resíduos. Rio de Janeiro. 21p.
2. APHA; AWWA; WEF. (2012) Standard methods for the examination of water and wastewater. 22th edition. Washington: APHA. 1203p.
3. BORGLIN, S.E.; HAZEN, T.C.; OLDENBURG, C.M.; ZAWISLANSKI, P.T. (2004) Comparison of Aerobic and Anaerobic Biotreatment of Municipal Solid Waste. *Journal of the Air & Waste Management Association*, v. 54.
4. CATAPRETA, C. A. A. Comportamento de um aterro sanitário experimental: avaliação da influência do projeto, construção e operação. Tese de doutorado apresentada a Escola de Engenharia da UFMG, Minas Gerais, 2008.
5. CATAPRETA, C.A.A. & SIMÕES, G.F. (2008) Evaluation of the Relation Between Precipitation and Leachate Flow in an Experimental Sanitary Landfill. In: Congresso Interamericano Aidis, 21. Anais... Santiago – Chile. Centro de Eventos Casa Piedra, 12–15 Octubre de 2008.
6. CHIANG, K. Y., WANG, K. S., LIN, F. L., & CHU, W. T. Chloride effects on the speciation and partitioning of heavy metal during the municipal solid waste incineration process. *Science of the total environment*, v. 203, n. 2, p. 129-140, 1997.
7. COELHO, H.M.G.; LANGE, L.C.; SIMÕES, G. F.; FERREIRA, C.F.A; VIANA, D.F. Avaliação do desempenho de camadas de cobertura intermediárias e finais em células experimentais de disposição de resíduos sólidos urbanos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23, 2005, Campo Grande. Rio de Janeiro: ABES, 2005.
8. FREYSSINET, P., PIANTONE, P., AZAROUAL, M., ITARD, Y., Clozel-Leloup, B., GUYONNET, D., & BAUBRON, J. Cl. Chemical changes and leachate mass balance of municipal solid waste bottom ash submitted to weathering. *Waste Management*, v. 22, n. 2, p. 159-172, 2002.
9. MA, W.; HOFFMANN, G.; SCHIRMER, M.; CHEN, G.; ROTTERB, V. S.. Chlorine characterization and thermal behavior in MSW and RDF. *Journal of Hazardous Materials*, v. 178, p. 489-498, 2010.
10. RIBEIRO, Libânia da Silva et al. **Monitoramento físico-químico de um biorreator com resíduos sólidos urbanos em escala piloto na cidade de Campina Grande (PB)**. *Eng. Sanit. Ambient.* [online]. 2016, vol.21, n.1, pp.1-9. ISSN 1413-4152. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41520201600100110157>.
11. YOUCAI, Z.; WANG, L.W.; HUA, R.H.; DIMIN, X.; GUOWEI, G. (2002) A comparison of refuse attenuation in laboratory and field scale lysimeters. *Waste Management*, v. 22, p. 29-35.