

III-106 - RELAÇÃO ENTRE O TEOR DE UMIDADE E O COMPORTAMENTO DE BACTÉRIAS AERÓBIAS TOTAIS EM BIORRETORES DE BANCADA

Elaine Patrícia Araújo ⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Estadual da Paraíba. Especialista em Gestão e Análise Ambiental na UEPB. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande. Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais na UFCG/DEMa. Doutoranda em Ciência e Engenharia de Materiais na UFCG/DEMa.

Cláudio Luis de Araújo Neto

Licenciatura em Ciências Agrárias pela Universidade Federal da Paraíba. Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental na UFCG.

Alessandra dos Santos Silva

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental na UFCG. Doutoranda em Ciência e Engenharia de Materiais UFCG/DEMa.

Libânia da Silva Ribeiro

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental na UFCG. Doutoranda em Ciência e Engenharia de Materiais UFCG/DEMa.

William de Paiva

Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba. Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Doutor em Geotecnia pela Universidade Federal de Pernambuco.

Endereço⁽¹⁾: Rua Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário – Campina Grande - PB - CEP: 58429-900 - Brasil - Tel: (83) 2101-1000- e-mail: elainepatriciararaujo@yahoo.com.br

RESUMO

A preocupação com a problemática dos resíduos vem crescendo no mundo e isso gera a necessidade de desenvolver e aprimorar técnicas de disposição desses resíduos cada vez mais práticas, econômicas e ambientalmente corretas. Diante desse contexto, é importante o estudo de alternativas que busquem solucionar esta problemática, como os aterros sanitários, que são obras de engenharia dotados de sistemas de drenagem de líquidos e gases, que evitam a contaminação do solo, da água e do ar. Através de estudos em aterros sanitários ou biorreatores que simulam aterros em escala real são obtidos parâmetros, físico-químicos e microbiológicos para entender o comportamento dos resíduos durante o seu processo degradativo. Estes dados poderão ser confrontados com dados em escala real de aterros de resíduos sólidos urbanos e de outros reatores podendo servir de base para dimensionamentos de aterros sanitários. O objetivo desta pesquisa foi estudar a relação entre o teor de umidade e o comportamento de bactérias aeróbias em biorreatores de bancada, um preenchido com resíduos sólidos gerais e o outro biorreator preenchido apenas com resíduos orgânicos provenientes da cidade de Campina Grande, Paraíba. Os biorreatores de bancada foram construídos em vidro de espessura 10.0mm, com diâmetro interno de 40 cm e altura 70 cm tendo um volume aproximado de 87.920 cm³ e formato de uma estrutura cilíndrica rígida com seção transversal circular. Os biorreatores foram dotados de sistemas de drenagens de líquidos, medidores de recalque superficiais e profundos e medidores de temperatura ao longo das profundidades. Não houve grandes variações em relação ao teor de umidade e o comportamento de bactérias aeróbias totais em ordem de grandeza nos estágios iniciais do monitoramento nos dois biorreatores de bancada preenchidos com matéria orgânica e com resíduos sólidos urbanos. Pôde-se concluir que o teor de umidade teve influência direta no comportamento das bactérias aeróbias, principalmente no biorreator preenchido com matéria orgânica, o que pode ter acelerado o processo de decomposição dos resíduos ao longo do tempo de monitoramento.

PALAVRAS-CHAVE: Teor de umidade, Bactérias aeróbias, Biorreator, Resíduos sólidos, Campina Grande-PB.

INTRODUÇÃO

O tratamento inadequado ao lixo acarreta danos ambientais e à saúde humana. A fração sólida do resíduo quando degradada é responsável pela produção de líquidos (lixiviados) que contaminam o lençol freático e gases tóxicos, como o metano, que é cerca de 21 vezes mais prejudicial que o dióxido de carbono quanto ao armazenamento de calor na atmosfera, contribuindo para o aumento do efeito estufa (MACIEL, 2003).

Pode-se afirmar que a origem e as características dos resíduos sólidos estão condicionadas a uma série de fatores, desde as condições climáticas da região, que influenciam diretamente a qualidade e a quantidade dos resíduos sólidos, até a densidade populacional e suas condições sociais e econômicas (LEITE, 1998).

Esses resíduos, denominados vulgarmente de lixo e que se constituem numa mistura heterogênea de materiais sólidos que podem ser parcialmente reciclados e/ou reutilizados, vem se constituindo em um dos maiores problemas da sociedade moderna (ALCÂNTARA, 2007).

São várias as formas de disposição e tratamento destes resíduos que são comumente escolhidas em função de custo, da área disponível e da necessidade do município. Um aterro caracterizado apenas sob o ponto de vista sanitário vem sendo substituído por um projeto global envolvendo também aspectos geotécnicos e ambientais. De acordo com Simões (2000) a grande heterogeneidade e o comportamento dependente do tempo desses materiais tornam indispensável o monitoramento de sistemas de disposição reais para estudos, a associação de ensaios de laboratório e de campo, e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de projetos mais seguros e econômicos.

De acordo com Vazoller (2001), a utilização de microrganismos no saneamento básico e ambiental é prática comum desde os primórdios do desenvolvimento dos processos biológicos de tratamento de águas residuárias e resíduos sólidos. É evidente, que a capacidade microbiana de metabolizar diferentes compostos orgânicos e inorgânicos, naturais ou sintéticos, extraindo-se desses compostos fontes nutricionais e energéticas, é o que possibilitou o emprego desses agentes biológicos pela engenharia sanitária, como solução nos problemas gerados pelos rejeitos lançados no meio ambiente.

Também, segundo Vazoller (2001), os seres vivos, especialmente os microrganismos, possuem estruturas protéicas que são responsáveis pela transformação/quebra de uma substância em outra (metabolismo), as quais são denominadas enzimas. Os microrganismos possuem um sistema enzimático notável, que consegue degradar uma enorme variedade de substâncias naturais de diferentes origens. Conforme a mesma autora salienta, as células microbianas possuem “arsenais” enzimáticos que são também capazes de atuar sobre substâncias químicas sintéticas, oriundas das atividades antropogênicas.

As condições ambientais de temperatura, umidade e pH são os principais fatores que afetam a sobrevivência e o crescimento dos microrganismos no interior da massa de resíduos. De acordo com Monteiro 2003, o teor de umidade pode variar de acordo com vários fatores como: a composição do lixo, as condições climáticas, as práticas de coletas e composição de RSU. Os componentes orgânicos dos RSU geralmente concentram a maior parcela de umidade. Alguns autores sugerem que o teor de umidade e o teor de matéria orgânica presentes no lixo fornecem os pré-requisitos necessários à fase inicial do crescimento bacteriano. Entretanto, grande quantidade de água infiltrada pode prejudicar a degradação. A faixa ótima de umidade para a degradação biológica deverá ser entre 20-40%, segundo Palmizano & Barlaz (1996). Valores de umidade fora desta faixa prejudicam a atividade metabólica dos diferentes grupos de microrganismos, podendo, inclusive, desestabilizar a célula de lixo.

Esta pesquisa foi desenvolvida com resíduos sólidos provenientes do município de Campina Grande, que está localizada na mesorregião agreste do Estado da Paraíba, possui uma área de 621 km² e dista 120 km da capital do Estado tem uma população de acordo com o IBGE (2010) de aproximadamente 400.000 habitantes com o propósito de estudar a relação entre o teor de umidade e o comportamento de bactérias aeróbias totais na degradação desses resíduos. Devido ao seu grande desenvolvimento na geração de resíduos, pensando na deposição e tratamento adequados destes resíduos, a Universidade Federal de Campina Grande e a Universidade Estadual da Paraíba estão estudando o comportamento dos resíduos sólidos gerados na cidade, com o objetivo de obter parâmetros para serem utilizados na construção e monitoramento de aterro sanitário.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os biorreatores de bancada foram construídos em vidro de espessura 10.0mm, com diâmetro interno de 40 cm e altura 70 cm tendo um volume aproximado de 87.920 cm³ e formato de uma estrutura cilíndrica rígida com seção transversal circular (Figura 1). Os biorreatores foram dotados de sistemas de drenagens de líquidos, medidores de recalque superficiais e profundos e medidores de temperatura ao longo das profundidades. O sistema de drenagem de lixiviados foi constituído por um tubo de plástico. Nas camadas de base e de cobertura foi escolhido um solo com características de baixa permeabilidade para a simulação de um aterro real.



Figura 1- Biorreatores de bancada, UFCG.

Antes dos resíduos serem colocados nos biorreatores de bancada foi realizada a sua caracterização. Foram executadas as etapas de levantamento de dados, plano de amostragem, coleta e determinação da composição gravimétrica dos resíduos, segundo Rocha & Lang (2003).

Para a realização da coleta e amostragem foi utilizado o procedimento recomendado pela norma NBR 10007 (ABNT, 2004) - Amostragem de Resíduos, e para obter a composição gravimétrica será utilizado a metodologia segundo a REMECOM descrita no Caderno Técnico Lipor (2000) para a triagem dos resíduos.

Para determinação do teor de umidade foi utilizado a metodologia segundo Manassero *et al.* (1996), da qual o teor de umidade foi determinado pelo método da base úmida, o mais comumente utilizado em resíduos sólidos. Uma quantidade representativa da amostra dos resíduos sólidos foi pesada e em seguida foi levada a estufa a 60°C por 24 horas; depois desse período realizou-se a pesagem do material seco em balança digital e então determinada a umidade da amostra de resíduos. Desta forma a água contida na amostra foi dada pelo peso perdido durante o processo.

Para as análises de bactérias aeróbias totais foi utilizada a metodologia (APHA, 2005). Para a determinação destas análises, utilizou-se tubos de ensaio com 9mL do tampão fosfato (T.F), onde foram autoclavados por 15min a 121°C.

As amostras de resíduos sólidos urbanos picotados foram diluídas em tampão fosfato- diluições de 10⁻² até 10⁻⁶. Das diluições 10⁻³ a 10⁻⁶ foi retirado 0,1ml da amostra e com o auxílio de uma alça de Drigalski esta amostra foi espalhada em toda a superfície da placa (três repetições para cada tubo selecionado) com meio “Plate Count Agar (PCA)”. Após este procedimento as placas foram colocadas em estufa a 36,5°C, durante 48 horas. Em seguida foi realizada a contagem do número de colônias (Unidade Formadora Colônia).

Após o período de 48 horas descrito anteriormente, verifica-se em qual diluição foi possível fazer a melhor contagem de bactérias em placas (triplicatas). Posteriormente, na diluição escolhida, faz-se o cálculo efetuando-se a média do número de colônias das três placas multiplicando pela diluição correspondente. O

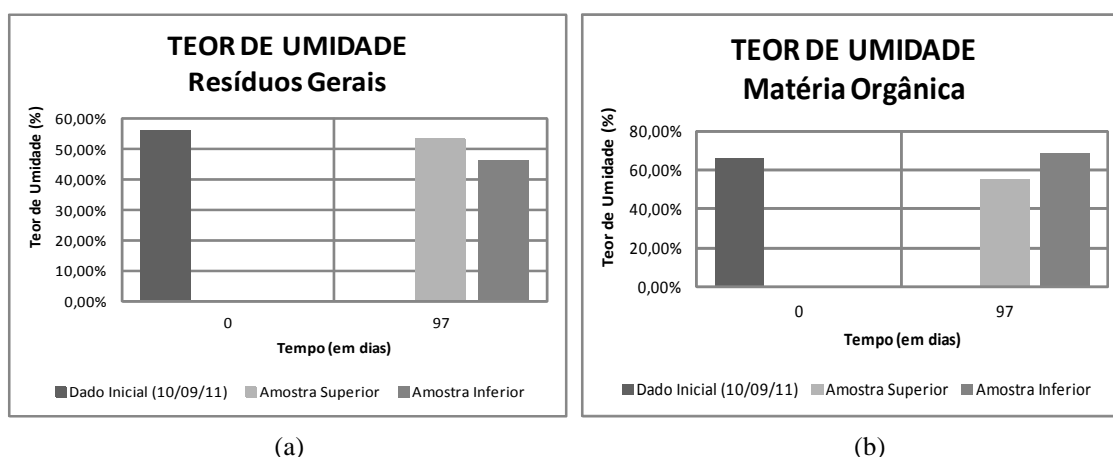
método de contagem em placa é a técnica mais utilizada na determinação do tamanho de uma população bacteriana e tem a vantagem das colônias de bactérias serem quantificadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de umidade encontrado nos biorreatores nas diferentes camadas e no decorrer do tempo, praticamente, não variou, com exceção da amostra superior que devido ao contato com o ar atmosférico, houve a troca de umidade, calor e energia com o meio externo (Figuras 2 a e b).

O teor de umidade interfere diretamente no processo de decomposição dos resíduos, pois a umidade estabelece boas condições, ou não, para a biodegradação. Em geral, observou-se valores semelhantes à faixa considerada ideal para a decomposição, que segundo Quezado (2010) é de 40 a 60%. Oscilações maiores ocorrem no biorreator composto de matéria orgânica podendo ser justificadas pelas características do material coletado que apresentam maior capacidade de retenção de líquidos como pode ser observado na Figura 1b.

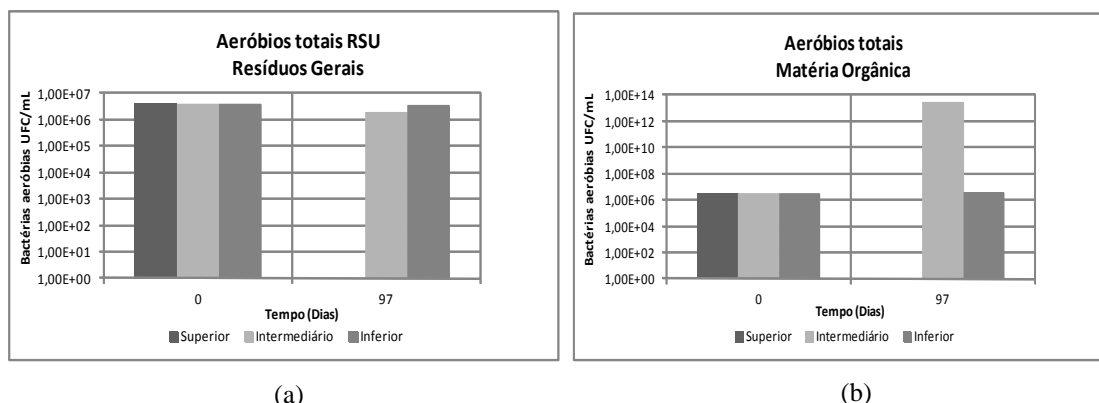
É importante conhecer o teor de umidade, pois a partir deste parâmetro pode-se estimar tanto a geração de biogás quanto a capacidade de biodegradação dos resíduos, uma vez que, a presença de água no meio é um fator de extrema importância para a atividade microbiana. Segundo Lima (2004) o teor de umidade, representa a quantidade de água contida na massa de resíduos. É um dado importante para a escolha do sistema de tratamento e aquisição de equipamentos de coleta.



Figuras 2- a) Percentual do teor de umidade do biorreator com resíduos gerais e b) Percentual do teor de umidade do biorreator com matéria orgânica.

Nas Figuras 3 a e b estão apresentados a variação do comportamento de bactérias aeróbias totais nos diferentes níveis de profundidade (superior, intermediário e inferior) e ao longo do tempo de monitoramento nos biorreatores de bancada com resíduos gerais e com matéria orgânica. Observou-se variações semelhantes durante o estágio inicial (tempo 0) em que os resíduos foram acondicionados nos biorreatores, com variações em ordem de grandeza de 106 para 107. Passados cerca de 100 dias de monitoramento, observou-se uma elevada variação no comportamento das bactérias aeróbias no biorreator com matéria orgânica em relação ao biorreator com resíduos sólidos gerais, principalmente na camada intermediária. Esse fato pode estar relacionado com a elevada presença de matéria orgânica e a ausência de materiais tóxicos para as bactérias aeróbias (LEITE, 2008).

Os microrganismos dependem de um meio aquoso para se desenvolverem. De acordo com Monteiro (2003), a água dilui nutrientes requeridos pelos microrganismos, além de possibilitar sua rápida percolação/lixiviação no meio sólido. Esta também possibilita o transporte de enzimas e outros metabólitos importantes no processo de decomposição. Alguns autores sugerem que o teor de umidade e o teor de matéria orgânica constantes dos resíduos fornecem os pré-requisitos necessários à fase inicial do crescimento bacteriano.



Figuras 3- Comportamento das bactérias aeróbias a) no biorreator preenchido com resíduos gerais e b) no biorreator preenchido com matéria orgânica.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Não houve grandes variações em relação ao teor de umidade e o comportamento de bactérias aeróbias totais em ordem de grandeza nos estágios iniciais do monitoramento nos dois biorreatores de bancada preenchidos com matéria orgânica e com resíduos sólidos urbanos.

Com o passar do tempo foi observado uma elevada variação em ordem de grandeza nas bactérias presentes no biorreator preenchido com matéria orgânica quando comparado com o biorreator preenchido com resíduos sólidos.

Foi observada uma pequena variação no teor de umidade passados cerca de 100 dias de monitoramento, o que pode ter favorecido o crescimento das bactérias aeróbias neste estágio.

Através desta pesquisa pôde-se concluir que o teor de umidade teve influência direta no comportamento das bactérias aeróbias, principalmente no biorreator preenchido com matéria orgânica, o que pode ter acelerado o processo de decomposição dos resíduos ao longo do tempo de monitoramento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- _____. NBR 10007: Resíduos Sólidos – amostragem de Resíduos. Rio de Janeiro, 2004. 21p.
- ALCÂNTARA, P.B. Avaliação da Influência da Composição de Resíduos Sólidos Urbanos no Comportamento de Aterros Simulados. Tese de Doutorado. UFPE. 2007.
- APHA; AWWA; WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 th edition. Washington: APHA, 2005. 1203p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem Populacional. 2007.
- LEITE, H. E. A. S. Estudo do comportamento de aterros de RSU em um biorreator em escala experimental na cidade de Campina Grande-PB. 220p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.
- LIMA, L. M. Q. Tratamento e Biorremediação. 3 ed. São Paulo: Hemus Livraria, 265p. 2004.
- LIPOR. Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto. Caderno Técnico. 2000.
- MACIEL, F. P. Estudo da geração, percolação e emissão de gases no aterro de resíduos sólidos da Muribeca. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
- MANASSERO, M.; VAN IMPE, W.F.; BOUAZZA, A. Waste disposal and containment. pp. 1425–1474. Proc. 2nd International Congress on Environmental Geotechnics, Osaka, Japão. Balkema, v. 3. 1996.



10. MONTEIRO, V.E.D. “Interações físicas, químicas e biológicas na análise do comportamento do aterro de resíduos sólidos da Muribeca”, Tese de Doutorado (em andamento), Universidade Federal de Pernambuco,(2003), Recife, PE.
11. PALMISANO, A. C.; BARLAZ, M.A. Microbiology of Solid Waste. 1996. pp.1-224. In Anna C. Palmisano, Morton A. Barlaz (eds).
12. QUEZADO, L. H. N. Avaliação de tecnologias para aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos. 48p, Monografia (Curso de Engenharia Química), Centro de Tecnologia, Departamento de engenharia Química. Universidade Federa do Cerá, Fortaleza, 2010.
13. ROCHA, G. H. T. & LANG, L. C. Determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares - ênfase nos resíduos domésticos potencialmente perigosos. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville-SC. (2003).
14. VAZOLLER, R. F. Biodiversidade: perspectivas e oportunidades tecnológicas. (2001). Microbiologia e Saneamento Ambiental. USP. São Paulo.