

III-286 – ESTUDO DA DEGRADABILIDADE DE RSU EM UMA CÉLULA EXPERIMENTAL ATRAVÉS DAS ANÁLISES DE DBO E DQO

Raliny Mota de Souza Farias⁽¹⁾

Estudante do Curso de Engenharia Civil, na Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil, Campina Grande, PB.

Libânia da Silva Ribeiro

Mestranda do Curso de Engenharia Civil, na Universidade Federal de Campina Grande, UFCG-CTRN-UAEC. Engenheira Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. Campina Grande, PB.

Flaviano de Souza Alves

Mestrando do Curso de Engenharia Civil, na Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil, Campina Grande, PB.

Lorena Rayssa Cunha França

Estudante do Curso de Engenharia Civil, na Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil, Campina Grande, PB.

Hosana Emília Abrantes Sarmento Leite

Doutoranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande. Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba.

Endereço⁽¹⁾: Rua Aprigio Veloso, 882 – Bairro Universitário – Campina Grande - PB - CEP: 58429-140 - Brasil - Tel: (83) 2101-1000 – e-mail: raliny.mota@gmail.com

RESUMO

A produção de resíduos sólidos urbanos (RSU) é um fenômeno inevitável que ocorre diariamente, e é gerada a partir das atividades humanas e industriais de uma sociedade. Ela tem ocasionando prejuízos muitas vezes irreversíveis ao meio ambiente. A preocupação para com os resíduos é universal e vem sendo discutida há algumas décadas nas esferas nacionais e internacionais. Na tentativa de solucionar este problema, procura-se alcançar a otimização do tratamento de RSU em aterros através do desenvolvimento de alternativas tecnológicas que permitam uma maior eficiência dos processos biodegradativos, os lisímetros (biorreatores em escala experimental) também conhecidos por célula experimental são exemplos dessas alternativas. O presente trabalho tem como objetivo analisar parâmetros de resíduos sólidos urbanos, avaliando seu comportamento e seu processo de decomposição ao longo do tempo, com enfoque nas análises de Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), através de uma célula experimental na cidade de Campina Grande – PB. A metodologia da pesquisa consistiu em coletas periódicas de RSU, em três diferentes níveis de profundidade de célula experimental, que simula as condições de um aterro sanitário, para realização de análises laboratoriais e obtenção da DBO e DQO. Os resultados demonstraram que os RSU encontram-se em estágio de degradação compatível com a idade dos resíduos, passando pelo período de transição da fase hidrólise/acidogênica até início da fase metanogênica.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos, Célula Experimental, DQO e DBO.

INTRODUÇÃO

O aumento populacional e o consumo excessivo de produtos industrializados têm acrescido a produção de RSU no âmbito nacional e internacional. A disposição inadequada de resíduos pode ocasionar proliferação de agentes patogênicos, poluição do solo, ar e de águas subterrâneas através da infiltração dos percolados e de gases produzidos através do processo de biodegradação da matéria orgânica.

Nos grandes centros brasileiros, segundo Valério Filho (2004), os resíduos domésticos produzidos estão em torno de 0,8kg per capita. Isto indica a crescente necessidade, no país, de programas que tratem os resíduos gerados de forma adequada, e que possam, além de combater a poluição, gerar riquezas, investimentos e empregos. A carência na gestão desses resíduos é preocupante e pode acarretar consequências à saúde e meio ambiente. Atualmente, a gestão dos resíduos sólidos está se tornando um ponto chave para a solução desses problemas e cada vez mais o poder público está fiscalizando e punindo más administrações nos três níveis governamentais.

A preocupação com a problemática dos resíduos vem crescendo no mundo e isso gera a necessidade de desenvolver e aprimorar técnicas de disposição dos resíduos que sejam práticas, econômicas e ambientalmente corretas (MONTEIRO, 2003). São várias as formas de disposição e tratamento de RSU 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. Dentro desse contexto, o estudo do comportamento de RSU vem sendo intensificado. Segundo Simões (2000) a grande heterogeneidade e o comportamento dependente do tempo desses materiais no interior do aterro tornam indispensável o monitoramento de sistemas de disposição reais para estudos ligados a associação de ensaios de laboratório e de campo, e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de projetos mais seguros e econômicos.

Os estudos em aterros podem ser realizados em escala experimental com objetivo de obter condições mais específicas dos RSU que podem ser controladas e que favoreçam estudos de parâmetros para entender o comportamento dos resíduos depositados, daí a importância dos estudos realizados em células experimentais que envolvem a busca de alternativas tecnológicas que poderão ser adaptadas não apenas para grandes aterros, mas também para aterros de pequeno e médio porte. Até porque estes aterros devem ser projetados com base em tecnologias apropriadas que associem a simplicidade operacional, baseada em procedimentos científicos, à flexibilidade necessária para compatibilizar o projeto, a operação, os requisitos ambientais e as potencialidades locais.

Em diversos locais do mundo e do Brasil há pesquisas sendo desenvolvidas em células experimentais para se estudar o comportamento dos resíduos depositados, porém levando em consideração que cada localidade tem a suas peculiaridades. A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) é um exemplo de estudos bem sucedidos em células experimentais (ALCÂNTARA, 2007; ALVES, 2008; MONTEIRO *et.al.*, 2006). No município de Campina Grande-PB pesquisas também estão sendo feitas em células experimentais a fim de melhorar o tratamento de RSU (PEREIRA *et. al.*, 2010; ARAÚJO *et.al.*, 2010; MEIRA, 2009; LEITE, 2008 e GARCEZ, 2009). Estes estudos consistem num método eficiente que representa uma técnica interessante, favorável financeiramente e que pode contribuir para uma melhor compreensão de rotas metabólicas da degradação de produtos orgânicos e para obtenção de parâmetros essenciais para os estudos dos resíduos como a Demanda Bioquímica de Oxigênio e a Demanda Química de Oxigênio.

Diante deste contexto, este trabalho teve como objetivo analisar parâmetros de resíduos sólidos urbanos, avaliando seu comportamento e seu processo de decomposição ao longo do tempo, com enfoque nas análises de Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), através de uma célula experimental na cidade de Campina Grande – PB.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado a partir da pesquisa desenvolvida em uma célula experimental de RSU localizada na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). As análises de laboratório foram realizadas no Núcleo de Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB (EXTRABES) localizado em terreno pertencente à Companhia de Água e Esgoto do Estado da Paraíba – CAGEPA, em cooperação com a Universidade Federal de Campina Grande, envolvendo uma equipe multidisciplinar.

A pesquisa conta com várias etapas para realização e execução dos trabalhos de acordo com a seqüência a seguir:

- Construção do lisímetro em uma área cedida pela UFCG;
- Planejamento experimental para determinação dos locais de amostragem dos resíduos e a frequência das amostras a serem analisadas;
- Caracterização do solo para camadas de base e cobertura e Instrumentação do lisímetro: drenos de líquidos e gases, piezômetros, medidores de temperatura, instalação de placas de recalque;
- Caracterização dos resíduos através de determinação da composição gravimétrica e volumétrica conforme Rocha & Lang (2003) e recomendações da CETESB (1990);
- Enchimento do lisímetro;
- Realização de ensaios físico-químicos, microbiológicos e mecânicos para determinação das características iniciais dos resíduos que irão ser depositados no lisímetro e ao longo do tempo e profundidade;
- Monitoramento de sólidos e líquidos através de medições “*in situ*”, realização de ensaios laboratoriais com amostras coletadas na célula experimental e obtenção de dados das condições meteorológicas locais;

A parte experimental do projeto de pesquisa compreendeu a construção da célula experimental de resíduos (lisímetro ou biorreator) para a obtenção de parâmetros sob condições conhecidas e/ou controladas. O lisímetro foi construído na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em alvenaria de tijolos manuais, com 2,0m de diâmetro interno e 3,0m de altura, com volume aproximado de 9m³ (Figura 1).



Figura 1: Construção, instrumentação e estrutura do lisímetro, localizado na UFCG.

De formato cilíndrico e seção transversal circular para facilitar a distribuição e compactação dos resíduos em seu interior, o lisímetro conta com um sistema de drenagem de percolados e os sistemas de impermeabilização de fundo e topo de uma célula de aterro sanitário. Este sistema de impermeabilização foi reproduzido através de camada de solo com características adequadas para tal, incluindo baixa permeabilidade e alta compressibilidade, para isso, uma das etapas iniciais deste trabalho foi a caracterização e escolha do solo que apresentava essas propriedades (VIEIRA NETO, 2007).

No lisímetro foram acondicionados resíduos sólidos provenientes de bairros da cidade de Campina Grande representando as diferentes classes sociais. Os bairros foram: Mirante (classe alta), Catolé (classe média) e Sandra Cavalcanti (classe baixa), obtendo-se assim uma amostra que representasse os resíduos produzidos na cidade (Figura 2). A coleta foi realizada por um caminhão compactador, a homogeneização desses resíduos foi feita com o auxílio de uma enchedeira, com isso a amostra foi quarteada, utilizando-se aleatoriamente apenas duas partes do quadrante, formando assim uma única pilha resultante. Após o processo de homogeneização e quarteamento dos RSU provenientes da rota selecionada para este trabalho, foi obtida a amostra final de resíduos, de onde foram retiradas as parcelas para preenchimento do lisímetro e caracterização física, química e microbiológica dos resíduos (Meira, 2009).

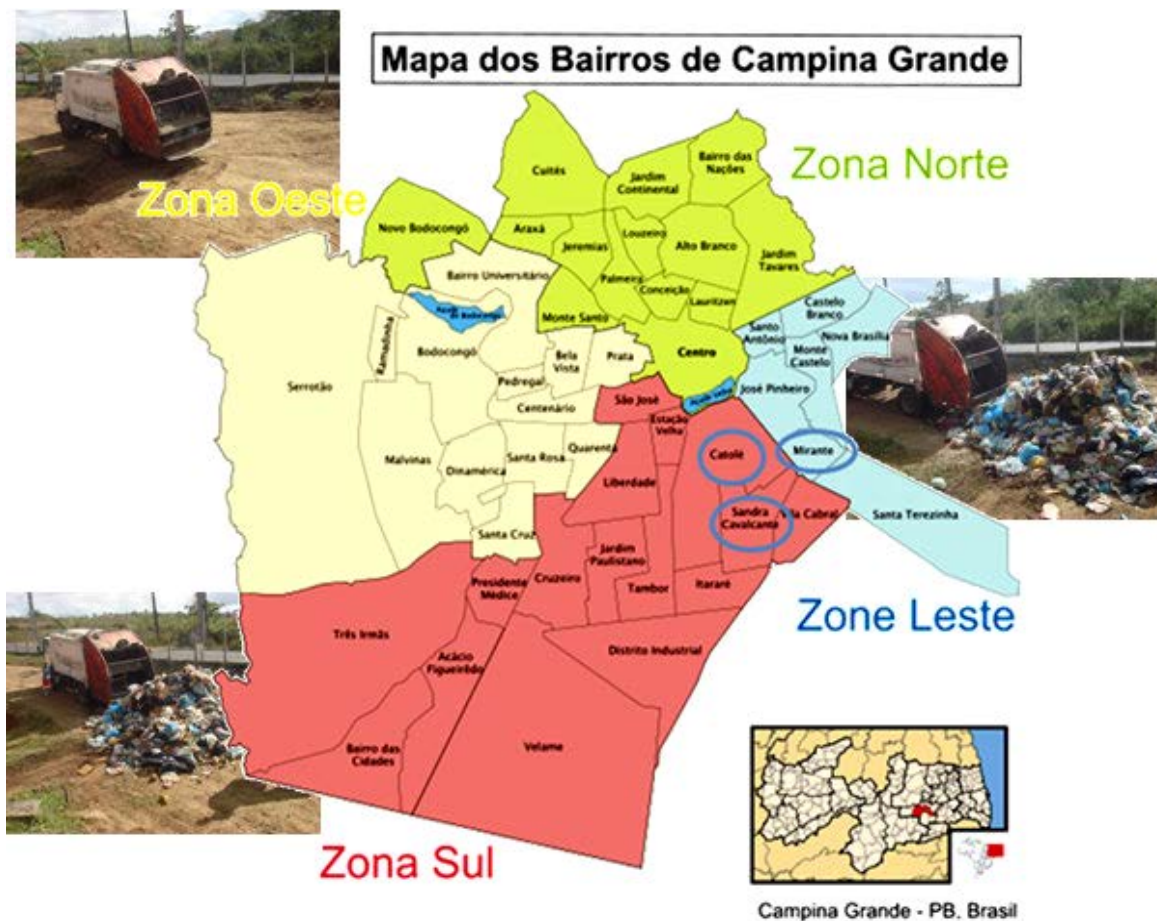


Figura 2: Bairros da cidade de Campina Grande - PB.

Para a realização do monitoramento são feitas coletas com frequência mensal, e as amostras são levadas ao laboratório para realização das análises, onde aproximadamente 500g de resíduo é retirado de três profundidades diferentes no lisímetro (Pontos de coleta de RSU, Figura 1): uma amostra na parte superior, intermediária e inferior, para serem picotadas e imersas em 1 litro de água destilada por um tempo igual a 30 minutos, e por fim passadas por uma peneira com malha de aproximadamente 1,2mm, obtendo assim o extrato líquido utilizado nas determinações físico-químicas.

De todas as análises de laboratório previstas nessa pesquisa utilizou-se a metodologia de distribuí-las para a realização entre os membros do grupo de pesquisa que trabalham com análises específicas. No caso deste trabalho foram analisados, os seguintes parâmetros dos resíduos; Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO).

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio foi determinada utilizando-se o Método sem sementeira do *Standard Methods* (AWWA/APHA/WEF, 1998).

Inicialmente dilui-se a amostra em uma proporção de 1:10. Dispôs-se de dois frascos apropriados para cada amostra e em cada um foram colocados 5 ml da amostra diluída. Adicionou-se a água de diluição até completar o volume do frasco. A água de diluição foi preparada adicionando 1mL de tampão fosfato, sulfato de magnésio, cloreto de cálcio e cloreto férrico para cada litro de água destilada armazenada a 20 °C em incubadora (Figura 3). Com o oximêtro, devidamente calibrado, mediu-se o nível de oxigênio inicial em um dos frascos de cada amostra. O outro frasco foi selado hidricamente e levado a incubadora por 5 dias. A cada dia completou-se o selo (feixe) hídrico e ao quinto dia o processo de aferição do oxigênio dissolvido foi repetido, medindo-se o oxigênio dissolvido após os 5 dias de incubação. A DBO é encontrada através da

diferença inicial e final das leituras de oxigênio dissolvido. Portanto a DBO é calculada através da Equação (1).

$$DBO_5(mgO_2/L) = (OD_i - OD_5) \times \left(\frac{VF}{VA} \right) \quad (1)$$

Onde: DBO₅ = demanda bioquímica de oxigênio (mgO₂/l);
 OD_i = oxigênio dissolvido inicial;
 OD₅ = oxigênio dissolvido após 5 dias;
 VF = volume do frasco;
 VA = volume da amostra.



Figura 3 – Determinação da DBO.

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A Demanda Química de Oxigênio foi determinada utilizando-se o Método Titulométrico – Refluxo Fechado do *Standard Methods* (AWWA/APHA/WEF, 1998). Em um tubo são colocados 1,5 mL da solução digestora, 2,5 mL da amostra e 3,5 mL da solução catalisadora. A mistura é levada a um bloco de digestão a 150°C por 2 horas ao final deste processo as amostras são retiradas e submetidas a resfriamento.

Em seguida, a mistura é transferida para um erlenmeyer de 100 mL e a esta é adicionada uma gota de solução indicadora de ferroína, e titulada com Sulfato Ferroso Amoniacal (SFA) em solução, até que atinja o ponto de viragem em que é percebida a cor castanho. A prova padrão foi preparada utilizando-se 3,5 mL de ácido sulfúrico (VPA), com agitação contínua, até esfriar. Em seguida titulou-a com a solução de sulfato ferroso amoniacal conforme a Figura 4. Logo, com a diferença de volume dessas amostras determina-se a DQO, de acordo com a Equação 2.

$$DQO(mgO_2/l) = \frac{(VPB - VPA) \times 1000}{VP} \quad (2)$$

Onde:

DQO = demanda química de oxigênio (mgO₂/l);
 VPB = volume da solução de sulfato ferroso amoniacal gasto para titular a prova em branco (ml);
 VPA = volume de solução de sulfato ferroso amoniacal gasto na amostra (ml);
 VP = volume de solução de sulfato ferroso amoniacal gasto na prova padrão (ml).



Figura 4 – Determinação da DQO.

RESULTADOS E DISCURSSÕES

Serão discutidos os resultados segundo os objetivos apresentados na introdução. Sendo focados os aspectos físico-químicos dos resíduos para, então, abordar a influência da matéria orgânica na degradabilidade dos RSU no interior da célula experimental. Através da interpretação dos dados obtidos pela DBO, DQO e DBO/DQO.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO em solução aquosa é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar matéria orgânica pela decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. Os resultados da DBO apresentados, na Figura 5, apresentam valores iniciais em torno de 4.000 mg/l, e pode-se dizer que a partir do 133º dia a biodegradação já estava na fase metanogênica devido aos valores decrescentes de DBO e DQO. A fermentação metanogênica caracteriza-se por valores de pH mais elevados e DBO. Nessa fase existe a decomposição dos produtos da fermentação ácida, sendo convertidos em metano (CH₄), substâncias húmicas e água. Embora não tenha sido possível medir os gases emanados da célula experimental monitorada este pode ser indiretamente estimados pelo decrescimento nos valores de DQO e DBO.

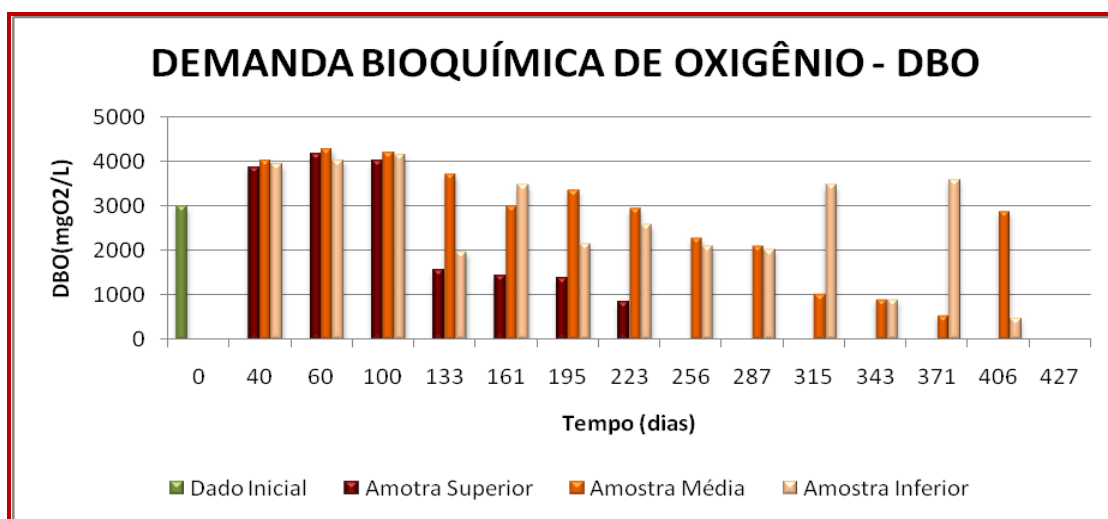


Figura 5 – Evolução da DBO ao longo do tempo.

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A Demanda Química de Oxigênio é uma medida da quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica, ela é uma estimativa da quantidade de material orgânico e redutor presente em meio líquido. Segundo Lima & Nunes (1994) a variação da DQO em função do tempo de aterramento

expressa, de forma indireta, o rendimento da atividade microbiana ativa. Assim, analisar a DQO ao longo do tempo significa aferir, indiretamente, a atividade microbiana existente.

Sobre os valores da DQO, a Figura 6 demonstra que houve uma variação de 35000 a 19820mgO₂/L no nível intermediário e de 35000 a 16216mgO₂/L no nível inferior. Estes dados mostram que houve uma diminuição de matéria orgânica em ambos os níveis. Estes dados concordam com a afirmação de que a degradabilidade do material orgânico presente no interior da célula experimental tem tendência, mesmo que leve, de diminuir ao longo do tempo

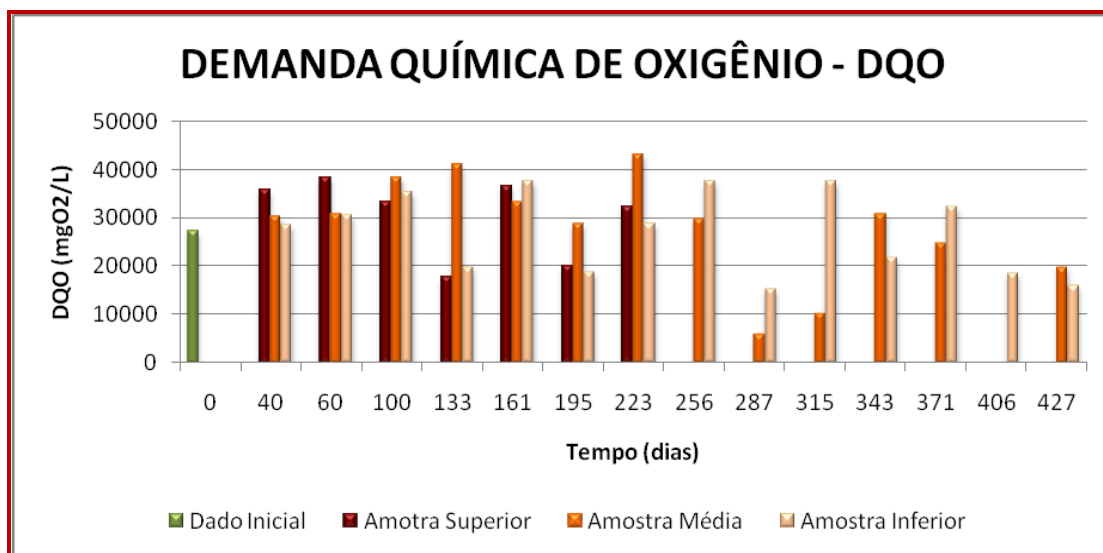


Figura 6 – Evolução da DQO ao longo do tempo.

Relação entre DBO e DQO

A relação de DBO/DQO mostrou valores em decaimento (Figura 7), embora alguns picos sejam observados, isto decorre, provavelmente, devido à heterogeneidade do material depositado. Este padrão também foi observado nos trabalhos de Meira (2009), Alcântara (2007) e Lins (2005) estudando células experimentais e em escala real.

A razão DBO/DQO reflete o grau de degradação em aterro. Os processos de reações bioquímicas da fermentação ácida (fase aeróbia) são caracterizados por valores superiores a 0,4 da razão entre DBO/DQO, indicando que uma grande parte da carga orgânica pode decompor-se bioquimicamente de forma facilitada. Entretanto, os valores máximos encontrados foram de 0,14. Estes valores encontrados na célula experimental são típicos de fermentação metanogênica e indicam dificuldades para continuar a degradação. Segundo vários autores, valores inferiores a 0,1 para razão entre DBO e DQO, indicam baixas concentrações de matéria orgânica. Entretanto os valores observados, no caso da célula experimental monitorada, indicam para uma bioestabilização da matéria orgânica.

No que se refere aos extratos de resíduos a camada superior apresentou um decréscimo bastante rápido da relação DBO/DQO (0,1 a 0,022). Já para as amostras dos níveis inferiores e intermediários os resultados observados são ligeiramente maiores variando de 0,14 a 0,025. Os resultados obtidos são mais baixos que de aterros com mais de 20 anos de operação. Na Alemanha foram encontrados para aterros entre 20 e 30 anos de operação valores de 0,24 (KRUMPELBECK & EHRIG, 1999).

Como já comentado não se pôde verificar a fase de acidogênese e acetogênese, mas provavelmente elas ocorreram, pois a metanogênese é um processo que ocorre pelos produtos originados nas fases anteriores.

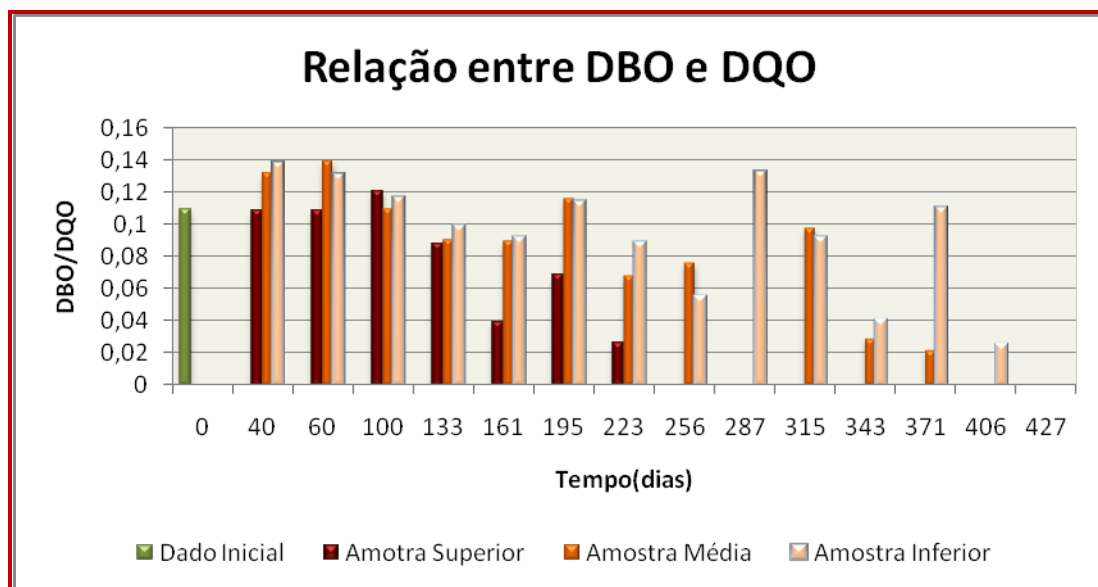


Figura 7 – Evolução da DBO/DQO ao longo do tempo.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Os resultados do monitoramento da célula experimental ao longo do tempo demonstram que houve inicialmente alto teor de fração orgânica presente nos resíduos estudados, verificados pelos valores elevados de DBO e DQO.

No monitoramento desses parâmetros observou-se, que eles decaíram com o tempo confirmando a biodegradação da matéria orgânica, em todas as fases de decomposição dos RSU.

Os parâmetros físico-químicos DQO e DBO obtidos demonstraram que os RSU encontram-se em estágio de degradação que passa pelo período de transição da fase hidrólise/acidogênica até início da fase metanogênica. Não havendo até o presente momento geração de líquidos percolados.

Os resultados também mostraram uma boa degradabilidade dos resíduos nas condições de clima e aterramento locais, o que viabiliza a disposição dos resíduos em aterros, mostrando um potencial para tratar esses resíduos de forma eficiente.

Os valores da relação DBO/DQO encontrados na célula experimental monitorada indicam que o pequeno volume de resíduo disposto está sendo rapidamente biodegradado. Esses valores sugerem que trabalhar com células de aterros de menores dimensões podem ser mais eficazes quanto à degradabilidade dos RSU.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALCÂNTARA, P.B. Avaliação da Influência da Composição de Resíduos Sólidos Urbanos no Comportamento de Aterros Simulados. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco. UFPE. Recife. 2007.
2. ALVES, I. R. F. S. Análise Experimental do Potencial de Geração de Biogás em Resíduos Sólidos Urbanos Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco. UFPE. Recife. .2008.
3. APHA – American Public Health Association. “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”. Arnold E. Greenberg et al., 18 ed. Supplement. p. 70, Washington, 1998.
4. ARAUJO, E. P. ; França, L. R. C. ; ARAUJO, M. V. ; Pereira, F. T. G. ; Melo, M.C. ; MONTEIRO, V. E. D. . Estudos sobre a oxidação aeróbia da matéria orgânica em uma célula experimental localizada na Universidade Federal de Campina Grande-PB. In: SINRES- 2 SIMPÓSIO NORDESTINO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2010, CAMPINA GRANDE. 2 SIMPÓSIO NORDESTINO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2010.

5. CETESB. Companhia de Tecnologia de saneamento Ambiental “Resíduos sólidos urbanos e limpeza pública”. São Paulo-SP. 1990.
6. GARCEZ, L. R. Estudo dos componentes tóxicos em um bioreator de resíduos sólidos urbanos da cidade de Campina Grande – PB. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.
7. KRUEMPELBECK, I. and EHRIG, H.-J., Long-term behavior of municipal solid waste landfills in Germany, in Sardinia 99, Seventh International Waste Management and Landfill Symposium, 4-8 October, S. Margherita di Pula, Cagliari, Proceedings vol. I, Christensen, T. H., Cossu, R., and Stegmann, R. Eds., CISA - Environmental Sanitary Engineering Centre, Cagliari, Italy, 1999.
8. LEITE, H.E.A.S. Estudo do comportamento de aterros de RSU em um bioreator em escala experimental na cidade de Campina Grande – Paraíba. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande – PB. 2008.
9. LIMA, L.M.Q. & NUNES, C.R. “Aterro Sanitário Celular” – 1994.
10. LINS, M.C.M. Avaliação Microbiológica e Fitotóxica do Chorume da Estação de Tratamento do Aterro da Muribeca – PE. Dissertação de Mestrado. UFPE. 2005.
11. MEIRA R. C. Estudo biodegradativo dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Campina Grande-PB em escala experimental. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. 2009.
12. MONTEIRO, V.E.D. Análises Físicas, Químicas e Biológicas no Estudo do Comportamento do Aterro da Muribeca. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife PE, pp. 1-232. 2003.
13. MONTEIRO, V. E. D. MELO, M.C., ALCÂNTARA, P.B., ARAÚJO, J.M., ALVES, I.R.F.S., JUCÁ, J.F.T., Estudo do comportamento de RSU em uma célula experimental e suas correlações com aspectos microbiológicos, físicos e químicos. [S.l.]: Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 2, nº 3. 2006.
14. PEREIRA, F. T. G. ; LEITE, H. E. A.; GARCEZ, L.R. ; ARAUJO, E. P. ; MELO, M. C. ; MONTEIRO, V. E. D. . Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de Campina Grande-PB. In: SINRES- 2º Simpósio Nordeste de Resíduos Sólidos. 2010.
15. ROCHA, G. H. T. & LANG, L. C. Determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares - ênfase nos resíduos domésticos potencialmente perigosos. 2003. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville – SC.
16. SIMÕES, G. F. Modelo para avaliação de recalques em aterros de disposição de resíduos sólidos urbanos. Tese (Doutorado). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2000.
17. VALÉRIO FILHO M. Geotecnia Aplicadas no Monitoramento do Crescimento Urbano em Áreas de Risco à Erosão. Anais eletrônicos do Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis. 2004.
18. VIEIRA NETO, J. de M. ; MONTEIRO, V. E. D. . Estudo do comportamento de aterros de resíduos sólidos urbanos com base em parâmetros físicos, químicos e biológicos a partir de células experimentais.. In: IV Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande - Aquecimento Global, 2007, Campina Grande-PB. CD-ROM: p. 1 11 (2.2), 2007.