

III-046 - A TEMPERATURA COMO FATOR INFLUENTE NA DEGRADAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)

Flaviano de Souza Alves⁽¹⁾

Geógrafo/UEPB, Especialista em Novas Tecnologias/UEPB, Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental/UFCCG.

Elaine Patrícia Araujo

Doutoranda em Engenharia de Materiais/UFCCG

Leonardo José Silva de Souza

Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental – UFCCG

Cláudio Luis de Araújo Neto

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental – UEPB

Rômulo de Medeiro Caribé

Graduando em Química Industrial - UEPB

Endereço⁽¹⁾: Rua Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário – Campina Grande - Paraíba - CEP: 58429-140 - Brasil - Tel: +55 (83) 2101-1069 - Fax: +55 (83) 2101-1000 - e-mail:flavianoeng@hotmail.com.

RESUMO

A temperatura é um fator de grande importância para os processos biodegradativos, além de estabelecer correlações entre o ambiente interno e externo e a massa de resíduos, já que a disposição final dos resíduos sólidos urbanos é um dos graves problemas de saneamento ambiental, pois a maioria dos municípios brasileiros joga seus resíduos a céu aberto o que compromete a fauna e a flora do meio ambiente. O aterro sanitário, atualmente, é considerado a forma mais adequada de disposição dos resíduos sólidos. Este trabalho teve como objetivo estudar a influência da temperatura na decomposição dos resíduos sólidos urbanos em uma escala experimental (lisímetro) localizado na Universidade Federal de Campina Grande - PB. Foram realizadas diversas medições e monitoramento da temperatura através de sensores de temperatura (termopares) conectados a um termômetro digital, o que permitiu observar que a temperatura é um fator primordial para o desenvolvimento de diversos microorganismos responsáveis pela biodegradação, embora apresentasse algumas oscilações e instabilidade em alguns níveis, mostrando-se como resultado satisfatório para o processo de biodegradativo dos resíduos sólidos.

PALAVRAS-CHAVE: Lisímetro, Ambientes interno e externo, Temperatura.

INTRODUÇÃO

As condições meteorológicas representam um dos fatores determinantes que influenciam no comportamento de aterros de resíduos sólidos urbanos, sendo indispensáveis de serem considerados para se compreender os parâmetros que regem o comportamento de aterros sanitários.

Vários fatores são influenciados pelas condições meteorológicas locais nos aterros de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) como: geração e tratamento de percolado, taxa de produção e qualidade do lixiviado, propriedades físicas, químicas e biológicas dos resíduos, geração de gases, recalques e temperatura dos resíduos(ALVES,2012).

Um dos principais fatores é a temperatura, segundo Alves (2012) representa um dos parâmetros que desempenha um dos papéis mais importantes dentre os fatores que condicionam o ambiente e a sobrevivência dos seres vivos. De maneira geral, existe uma faixa de temperatura ótima para que cada organismo possa crescer e desenvolver-se dentro do padrão da normalidade. Essa faixa situa-se dentro de outra mais ampla, chamada de faixa de tolerância, cujos limites superiores e inferiores são críticos.

Isso porque afeta na decomposição dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários sendo um processo complexo e para que ocorra o crescimento das bactérias de forma satisfatória, todos os microrganismos

necessitam de condições mínimas para sobrevivência e posterior reprodução. A temperatura é uma destas condições (MELO, 2003).

Segundo Vianello (1991) a temperatura é uma medida do grau de agitação das moléculas do gás; a energia cinética média de cada molécula do gás variando com uma temperatura absoluta ou poderá ser um indicador do estado energético de uma ou qualquer substância que sofre variações térmicas de acordo com o ambiente. Na medição da temperatura, as escalas termométricas mais comuns que conhecemos são a Celsius, a Kelvin (a absoluta) e a Fahrenheit.

Segundo Alves (2012) a temperatura apresenta-se como fator determinante na atividade biológica, ou seja, a atividade enzimática dos microrganismos, pois, dependem de uma faixa ótima de temperatura para sobrevivência. Como é o caso das bactérias mesofílicas e as bactérias termofílicas.

No intuito de conhecer melhor o funcionamento de aterros de RSU e entender como eles sofrem perda de massa e recalque devido à decomposição dos resíduos, esforços mecânicos e processos químicos devem ser levados em conta. As células experimentais representam uma técnica bastante interessante, estas células experimentais auxiliam na obtenção dos parâmetros para projetos, dimensionamento, construção e monitoramento de aterros.

Uma célula experimental é um sistema que permite uma aceleração induzida do processo de decomposição dos resíduos de maneira controlada. Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da temperatura na decomposição dos resíduos sólidos urbanos em uma escala experimental (lisímetro) localizado na Universidade Federal de Campina Grande - PB

MATERIAIS E MÉTODOS

Campo experimental: A pesquisa foi desenvolvida através da construção e monitoramento de uma célula experimental (lisímetro), simulando uma célula de aterro sanitário em escala real. O lisímetro Figura 1 foi construído na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).



Figura 1 – Lisímetro de RSU localizado na UFCG - PB.

Construção do biorreator (lisímetro): O lisímetro foi construído em alvenaria e possui 3,0 m de altura, 2,00 m de diâmetro interno e um volume total de aproximadamente 9 m³, sendo dotado de três orifícios para coleta de resíduos, em níveis de profundidade denominados superior, intermediário e inferior. Objetivando uma amostra representativa dos RSU da cidade de Campina Grande -PB, foram utilizados para o preenchimento do lisímetro resíduos provenientes de três bairros de diferentes classes sociais da cidade.

Esses resíduos foram devidamente homogeneizados e após a pesagem, colocados e compactados no lisímetro. Para definir a quantidade de matéria orgânica presente na célula, foi realizado o ensaio de Composição Gravimétrica, segundo a metodologia de Rocha (2003). A estrutura do lisímetro foi constituída de um sistema de drenagem que constou de um tubo de PVC apoiado sobre o solo compactado e sobre uma camada de pedra britada utilizada para promover a drenagem de toda a célula experimental.

Foi dotado de uma instrumentação como sistema de drenagem de líquidos e gases, piezômetro para medição do nível de líquidos, placas circulares para medição de recalques superficiais e em profundidade e termopares para medição de temperatura em profundidade, Figura 2 um croqui do lisímetro.

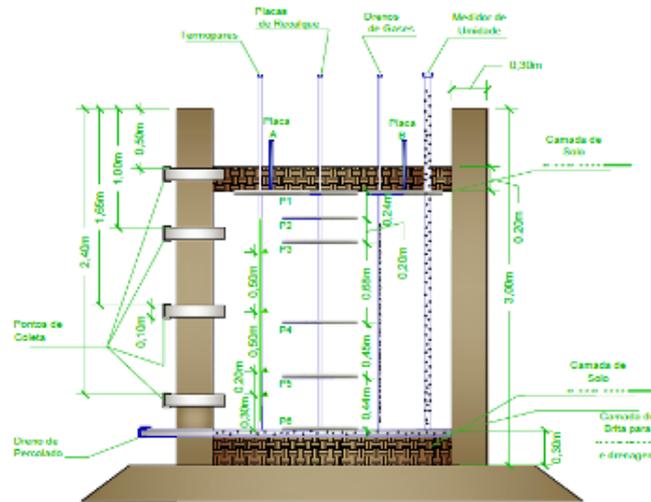


Figura 2: Croqui do lisímetro.

Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU): Objetivando uma amostra representativa dos RSU da cidade de Campina Grande Figura 3, foram utilizados para o preenchimento do lisímetro resíduos provenientes de três bairros. Esses resíduos foram devidamente homogeneizados e após a pesagem, lançados no lisímetro em camadas de 0,10m e compactado manualmente. Juntamente com a colocação dos resíduos a instalação da instrumentação necessária ao monitoramento do lisímetro.



Figura 3 – Amostra dos resíduos sólidos de Campina Grande –PB

Análises da Temperatura: As medições de temperatura interna na massa dos resíduos foram feita “*in situ*” com o auxílio de um termômetro digital Figura 4 conectado aos termopares Figura 5 que são dispositivos elétricos com larga aplicação para medição de temperatura.

Os termopares do tipo K são assim chamados devido se conectarem com termoelementos positivos (KP): Ni90% Cr10% (Cromel) e negativos(KN): Ni95% Mn2% Si1% Al2% (Alumel) e cobrem temperaturas entre os -200 e os 1200 °C instalados em quatro níveis 0,5 e 1,0(nível superior), 1,5(nível intermediário), 2,0(nível inferior).

No início o monitoramento era realizado semanalmente depois devido a repetição de leituras passou a ser quinzenalmente, o período de monitoramento através das medições foi de outubro de 2009 a outubro de 2010 contabilizando 430 dias.



Figura 4: Termômetro digital



Figura 5: Termopares para medições internas

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A temperatura é um parâmetro físico que interfere nos processos biológicos, nas reações químicas e bioquímicas como foi observado de acordo com Meira (2009); Alves (2012) temperaturas muito elevadas diminuem a concentração de oxigênio dissolvido interferindo na velocidade de degradação e elevando a atividade dos microrganismos anaeróbios, enquanto que, temperaturas muito baixas podem retardar o processo de digestão, o que foi verificado durante o período de monitoramento da temperatura no lisímetro.

Junqueira (2000) e Pereira (2011) tratam as temperaturas no interior da massa dos resíduos como sendo de grande importância, principalmente no que se refere à atividade de microrganismos que promovem a degradação dos diversos componentes do lixo.

As temperaturas em aterros geralmente apresentam oscilações, com valores mais elevados na fase inicial aeróbia, devido à atividade exotérmica das bactérias aeróbias que se utilizam do grau de oxigênio disponível no início do processo de aterramento, liberando calor durante a degradação da matéria orgânica, assemelhando-se ao lisímetro estudado.

Com o avanço da atividade aeróbia o nível de oxigênio decaía propiciando o desenvolvimento de bactérias anaeróbias e conseqüentemente, possíveis quedas nas temperaturas internas, esse processo ocorre em faixas de temperaturas diferentes (mínima, ótima e máxima).

Na temperatura ótima as enzimas bacterianas estão na forma mais ativa, nas temperaturas mínimas as enzimas trabalham com menor eficiência, tornando desta forma o processo de conversão da matéria orgânica em metabólito mais demorado, nas temperaturas máximas, ocorre a desnaturação das proteínas causando a morte celular. Nisso boa parte das bactérias paralisa suas atividades metabólicas em temperaturas abaixo do ponto de congelamento da água.

A Figura 6 mostra a variação da temperatura registrada nos quatro termopares no interior do lisímetro, “*in situ*”, no decorrer do período de monitoramento a temperatura interna da célula experimental mostrou-se dentro de uma faixa 30° a 38°C, estas faixas de temperaturas influenciaram na atividade microbiológica e de maneira bastante específica para cada tipo de grupo microbiano.

Vale salientar que ocorreram faixas ótimas de degradação para cada grupo de microrganismos o que pode ser destacado algumas comunidades microbianas.

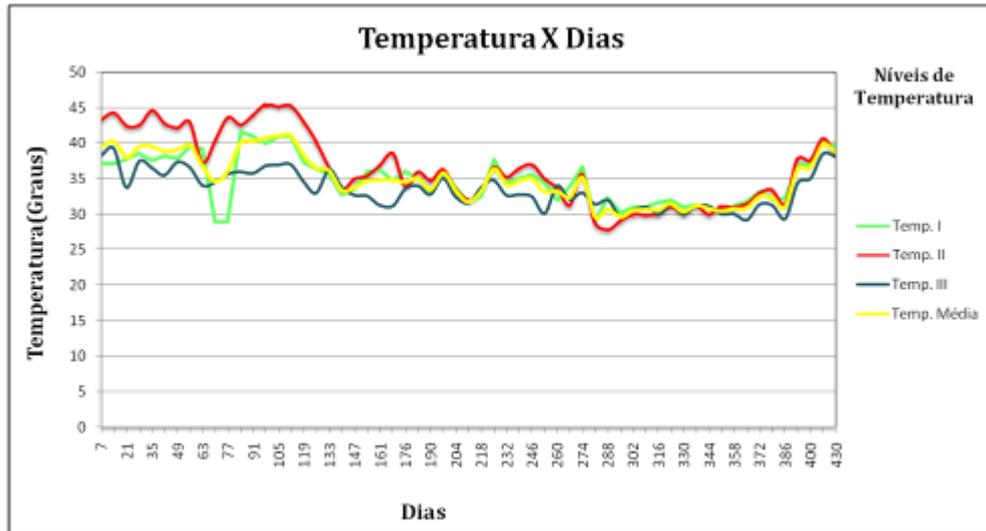


Figura 6 – Variação da temperatura no interior do lisímetro em função dos dias de monitoramento.

A Figura 6 mostra diversas oscilações dentro do lisímetro o que favoreceu a evolução dos recalques da massa de resíduos que chegou ao total máximo (580mm) no centro da célula experimental. Nos 119 primeiros dias de monitoramento da célula experimental a temperatura em todas as profundidades esteve mais elevada que a temperatura externa (ambiente) à célula, o que pode-se encontrar em aterros sanitários ou até mesmo em células experimentais temperaturas internas em grandes profundidades que podem atingir mais de 60°C e podem ser ambientes anaeróbios.

Observou-se também que a temperatura apresentou pequenas oscilações nos níveis intermediário e inferior como podemos notar na Figura 7 abaixo no gráfico de temperatura em relação à profundidade. Apresentando temperaturas elevadas no centro do lisímetro, devido a maior quantidade de matéria orgânica e espessura dos resíduos, como uma maior atividade microbiana, o que segundo a literatura técnica assemelha-se a aterros sanitários em escala real.

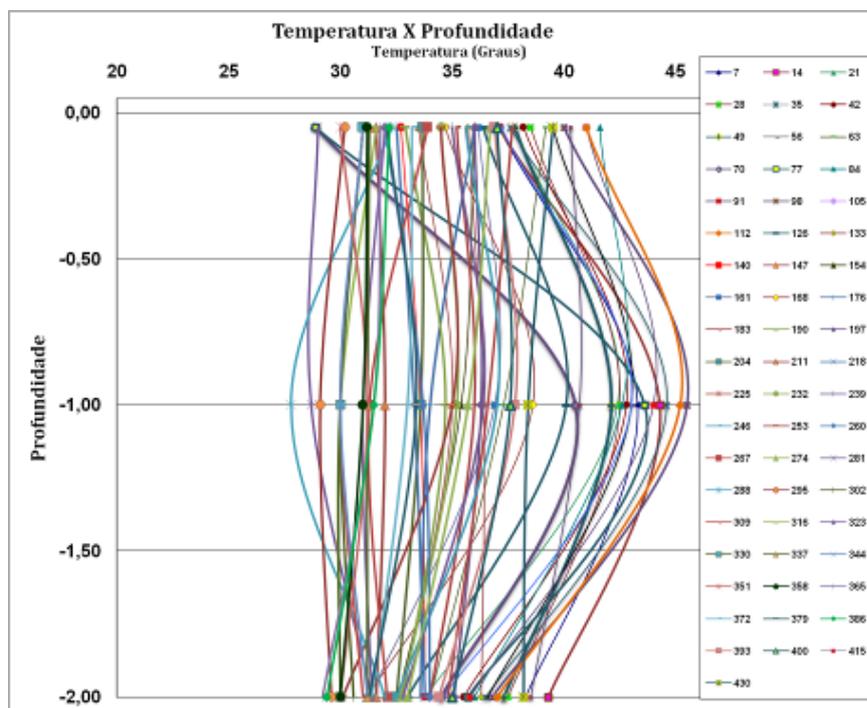


Figura 7 – Gráfico de temperatura interna em diferentes profundidades no lisímetro.

As condições de temperatura interna da célula influenciaram nos tipos de bactérias predominantes e o nível de produção de biogás, as máximas temperaturas foram alcançadas depois dos 49 dias após a disposição dos resíduos como um resultado da atividade aeróbia microbiológica.

Essas elevadas temperaturas promoveram a degradação dos diversos componentes dos resíduos na fase inicial aeróbia devido à atividade exotérmica das bactérias que se utilizaram do grau de oxigênio disponível no início do processo de aterramento liberando calor durante a degradação da matéria orgânica.

Apresentou temperaturas mais elevadas no início das atividades microbiológicas e no centro da massa dos resíduos, ao final do período monitorado mostrou pequenas oscilações com quedas de temperaturas, com tendência a estabilização e desenvolvimento das anaeróbias no lisímetro com possível produção de biogás.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A temperatura é o resultado de um balanço energético; o que interferiu de maneira benéfica no processo natural de biodegradação dos resíduos sólidos urbanos depositados no lisímetro.

Com base nos dados obtidos, constatou-se que a temperatura torna-se fator primordial para a degradação dos resíduos sólidos urbanos.

De acordo com as medições realizadas a temperatura apresentou oscilações, níveis de instabilidade e elevações o que propiciou o desenvolvimento de diversas comunidades de microorganismos dentro da massa dos resíduos.

A média dos valores de temperatura apresentou-se, de acordo com a literatura técnica, dentro de uma faixa de limites aceitáveis para que a degradação microbiana dos resíduos ocorra normalmente, ficando a maioria dos valores dentro da faixa mesofílica e em alguns pontos dentro da faixa termofílica.

A temperatura interna no lisímetro assemelhou-se a aterros sanitários em escala real e as médias oscilaram dentro da faixa mesofílica, ressaltando que, estes valores estão dentro da variação considerada ótima para o processo de degradação;

A análise deste parâmetro, aliado ao uso de métodos executivos adequados, envolvendo boa compactação e cobertura dos resíduos com material adequado e também com análise laboratoriais, mostrou-se bastante favorável ao processo natural de decomposição microbiológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, F. S. Influência das condições meteorológicas na biodegradação dos resíduos sólidos urbanos em Campina Grande – PB. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande- PB. 146.p, 2012.
2. JUNQUEIRA, F. F. Análise do comportamento de resíduos urbanos e sistemas dreno filtrantes em diferentes escalas, com referência ao Aterro do Jôquei Clube-DF. Brasília, 2000. Tese de doutorado-Universidade de Brasília, 2000.
3. MEIRA, R. C. Estudo biodegradativo dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Campina Grande – PB em escala experimental. Campina Grande, 2009. Dissertação de mestrado-Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, 2009.
4. MELO, M. C. et al. 2006. Estudos de toxicidade em Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos. Revista Biotecnologia., v. 28, p. 48-52.
5. MELO, M.C., “Uma Análise de Recalques Associada à Biodegradação no Aterro de Resíduos Sólidos da Muribeca”, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Recife/PE, 2003.
6. PEREIRA, L. R. G. et al. 2011. – Estudo da Temperatura na Degradação de Resíduos Sólidos Urbanos em Escala Experimental. 2011. In: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre –RS.

7. 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.
8. VIANELLO, R.L., ALVES, A.R., Meteorologia básica e aplicações. Viçosa, UFV, 19 ed., 449p, Impr. Univ. 1991