



III-371 – ANÁLISE ESTATÍSTICA DO COMPORTAMENTO MICROBIOLÓGICO E NÍVEIS TÓXICOS PRESENTES NOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE – PB, EM ESCALA EXPERIMENTAL

Roberta Raphaela Fraga de Oliveira⁽¹⁾

Graduanda em Enfermagem pela Universidade Estadual da Paraíba. Monitora da disciplina Semiologia e Semiotécnica da Enfermagem.

William de Paiva⁽²⁾

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. Professor titular da Universidade Estadual da Paraíba, do Departamento de Matemática, Estatística e Computação.

Roberta Costa Meira⁽³⁾

Mestra em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande. Engenheira Civil pela Universidade Federal de Campina Grande.

Veruschka Escario Dessoles Monteiro⁽⁴⁾

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. Professora da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande.

Lilyanne Rocha Garcez⁽⁵⁾

Mestra em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande. Pós-graduada em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas. Engenheira Civil pela Universidade Federal do Amazonas.

Endereço⁽¹⁾: Rua Raimundo Alves da Silva, 370 - Centro – Campina Grande - PB - CEP: 58400042 - Brasil - Tel: (83) 88417167 - e-mail: beta.fraga@yahoo.com.br

RESUMO

O presente trabalho trata-se do relato de uma pesquisa realizada em um biorreator de resíduos sólidos urbanos da cidade de Campina Grande, a fase experimental do trabalho constou da coleta do lixo, quarteamento, composição gravimétrica e enchimento do biorreator, sendo este devidamente instrumentado e compactado. Em seguida foram realizadas sucessivas análises laboratoriais, nas quais foram analisadas a população inicial de microrganismos presente na massa de lixo, seu crescimento e desenvolvimento subsequente no interior do biorreator, as análises incluíram a pesquisa de microrganismos do grupo coliformes totais, termotolerantes, fungos totais e aeróbios totais, sendo ainda realizado o estudo dos níveis tóxicos por meio dos ensaios de fitotoxicidade. Após a obtenção dos valores experimentais foi realizado um estudo estatístico, o qual constou de um teste de normalidade, para as variáveis da microbiologia e da fitotoxicidade, em seguida seguiu-se uma análise de variância com um fator (ANOVA) e uma análise em componentes principais (ACP). Os resultados obtidos mostram que o comportamento das variáveis: tempo, toxidez e crescimento microbiano não ficaram muito bem relacionados devido ao pouco tempo de maturação dos resíduos, exceção feita ao grupo fungos totais, na amostra coletada na porção superior do biorreator.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos, Biorreator, Análise Microbiológica, Análise Estatística.

INTRODUÇÃO

O crescimento e desenvolvimento da sociedade, no que diz respeito à produção, consumo e tecnologia, traz consigo um agravante, no que diz respeito à produção e destino final de resíduos sólidos. Muitas vezes estes resíduos não recebem um tratamento e descarte adequados, as suas características físicas, químicas e biológicas, podem desencadear contaminação do solo, ar, água e alimentos.

A composição variada destes insumos possibilita em grandes proporções a presença de agentes biológicos patogênicos ou resíduos químicos tóxicos, os quais podem reproduzir danos à saúde humana e ambiental, seja este de modo direto ou indireto. A transmissão de patologias por vias indiretas ocorre principalmente por meio de vetores, representados por sua vez, pelos insetos e roedores, onde são capazes de contaminar ambientes e indivíduos, desencadeando doenças como a febre tifóide, leptospirose, salmonelose, disenterias entre outras infecções; o controle e eliminação destes vetores devem ser realizados por meio de práticas que incluam a higiene ambiental, principalmente nas práticas de acondicionamento, coleta e destino final do lixo.



Uma das possibilidades economicamente viáveis e ecologicamente corretas para descarte dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é a sua disposição em aterros sanitários, uma vez que oferecem vantagens relacionadas a baixo custo, vida útil extensa, possibilidade de reuso da área inicialmente utilizada, controle da contaminação dos recursos hídricos devido à camada de base e drenagem do lixiviado para tratamento.

Apesar da cidade de Campina Grande – PB não existirem aterros para a disposição dos RSU, o presente trabalho analisou os processos de biodegradação que ocorrem dentro dos aterros, por meio de um biorreator em escala experimental, possibilitando desta maneira desenvolver estudos em relação ao comportamento dos resíduos durante o processo de degradação, bem como avaliar durante este processo o grau de toxidez presente no lixo aterrado, por meio do crescimento e germinação da raiz da semente de tomate com população microbiana.

Através de um estudo estatístico de Análise de Variância (ANOVA), com um único fator, será verificado se a média dos níveis tóxicos dos resíduos estudados diferem estatisticamente ao longo do período em que as coletas foram realizadas. Caso a análise de variância aponte uma diferença entre as médias, será utilizado o teste Tukey para definir a ordem crescente dos níveis tóxicos em função do tempo para as amostras ensaiadas.

Para o estudo das varias variáveis juntas foi utilizado a análise em componentes principais (ACP), com o objetivo de selecionar os grupos que apresentarem variâncias semelhantes, mostrando assim comportamentos que se assemelham no processo de degradação dos resíduos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais e métodos da pesquisa dividiu-se em duas etapas que estão descritas a seguir:

PRIMEIRA ETAPA: ANÁLISE EM LABORATÓRIO

Objetivando uma amostra representativa dos RSU da cidade de Campina Grande, foi utilizado para o preenchimento do lisímetro resíduos provenientes de três bairros de classes sociais distintas, incluídos em uma mesma rota de coleta definida pelo departamento de limpeza urbana do município, sendo estes bairros: Mirante (classe alta), Catolé (classe média) e Conjunto Argemiro Figueredo situado no bairro Sandra Cavalcanti (classe baixa).

Os resíduos após serem coletados foram dispostos na EXTRABES (Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários), instituição pertencente a Companhia de Água e Esgoto do Estado da Paraíba, onde foram homogêneos, pesados e encaminhados para preenchimento do biorreator, enquanto outra porção foi selecionada para composição gravimétrica e realização de análises microbiológicas, físicas, químicas e físico-químicas.

Após o preenchimento do biorreator o monitoramento foi feito pela realização de coletas em dois orifícios, em diferentes profundidades, onde a amostra superior tinha profundidade de 1,48m em relação à base do lisímetro e amostra inferior, profundidade 0,8m em relação à base.

A amostra coletada para realizar os ensaios de fitotoxicidade e microbiologia foi diluída obedecendo à proporção de 10% de resíduo para 90% de água destilada.

Depois de pesada, a amostra foi diluída em água destilada em um Erlenmeyer, agitada por um período de quinze minutos, realizando-se em seguida sucessivas diluições nas ordens de grandeza de 10^{-1} a 10^{-8} .

As análises de fitotoxicidade são realizadas com a finalidade de determinar o grau de toxidez do resíduo estudado, por meio do cultivo de sementes de tomate em diluições mais significativas, onde se observou a Germinação Relativa da Semente e o Crescimento Relativo da Raiz de sementes de tomate (*Lycopersicon lyco-persicum*), de acordo com a metodologia de ensaios propostas para esta análise por Tiquia (1996), sendo esta adaptada para análises em resíduos sólidos por Melo (2003).



Foram realizados ensaios para determinar a presença de grupos de microrganismo (Fungos Totais, Aeróbio Totais, Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes), sendo possível avaliar o desenvolvimento destes de modo quantitativo, seguindo a metodologia para cada uma destas análises de acordo com a FUNASA e APHA, (1992).

SEGUNDA ETAPA: ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizado um estudo por meio da estatística descritiva para verificação do comportamento das variáveis ensaiadas, com a utilização do software STATISTIC FOR WINDOWS 6.0 e após esta etapa verificou-se que os dados se ajustam a distribuição normal, com uso do teste de Kolmogorov-Smirnov. Desta forma, pode-se utilizar os testes para média, como por exemplo ANOVA. Para testar se existe variação entre as médias das análises de fitotoxicidade no decorrer do tempo de monitoramento, caso a diferença estatística for significativa nas análises verificadas seguirá um teste Tukey na determinação da ordem de contaminação do maior para o menor valor.

A relação entre os resultados das análises de fitotoxicidade (Germinação Relativa da Semente e Crescimento Relativo da Raiz) e das análises microbiológicas (coliformes totais, termotolerantes, fungos totais e aeróbios totais) foi testada por meio da Análise em Componentes Principais (ACP), onde se verificará se estas variáveis possuem comportamento semelhante entre si, formando grupos.

RESULTADOS OBTIDOS

Os dados analisados dos ensaios de fitotoxicidade, que se referem à GRS e ao CRR, verifica-se que seguem uma distribuição Normal (Figuras 1 e 2), fato que permitiu fazer uso da ANOVA. Este teste comprovou que ocorreu diferença estatística entre as médias estudadas em função do tempo, ou seja, com o passar do tempo ocorreram aumento ou redução na GRS e no CRR, o que indica que o fator tempo influencia no fator toxidez.

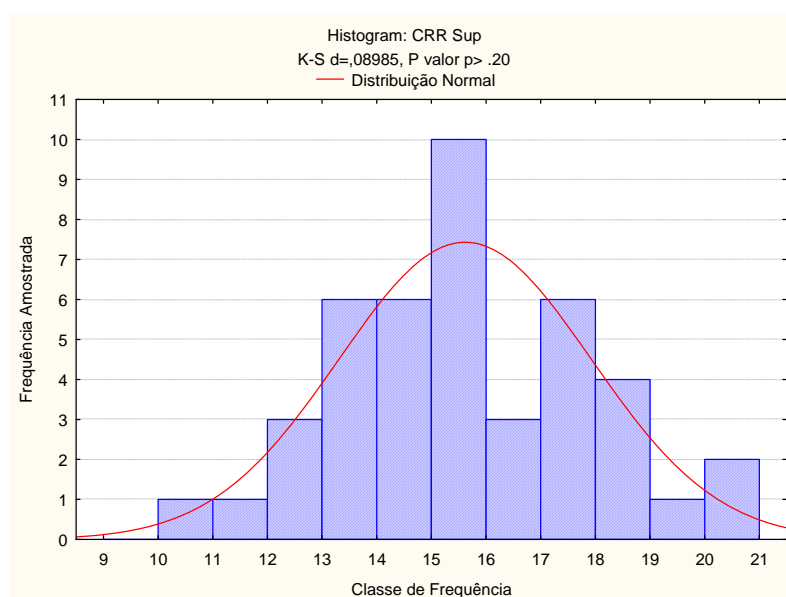


Figura 1: Histograma da Distribuição Normal, CRR amostra superior.

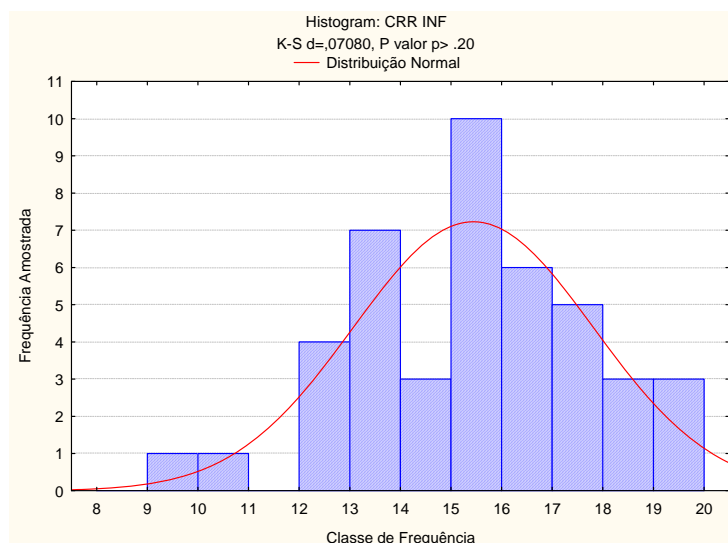


Figura 2: Histograma da Distribuição Normal, CRR amostra inferior.

Ao se aplicar o teste Tukey, classificando os dados em ordem crescente, verificou-se que as variáveis tempo e toxidez não se comportavam de modo diretamente proporcional. O que pode ser atribuído ao tempo insuficiente para que todas as reações de decomposição dos resíduos sólidos urbanos, acondicionados no biorreator estudado, ocorressem de modo satisfatório.

Contudo é possível afirmar que a metodologia empregada é capaz de oferecer dados mais precisos com maior tempo decorrido das análises, possibilitando a visualização da transição dos estágios de maturação dos resíduos estudados, bem como uma variação dos níveis tóxicos mais precisa.

A análise em componentes principais (ACP) demonstrou que os microrganismos estudados ainda não apresentam comportamento semelhante entre si, em função do tempo e em relação aos resultados de fitotoxicidade, o que pode ser atribuído, como já citado, a pouca maturação do resíduo estudado. Conforme a figura 4 é possível observar a formação de grupos em que ocorre semelhança estatística entre si.

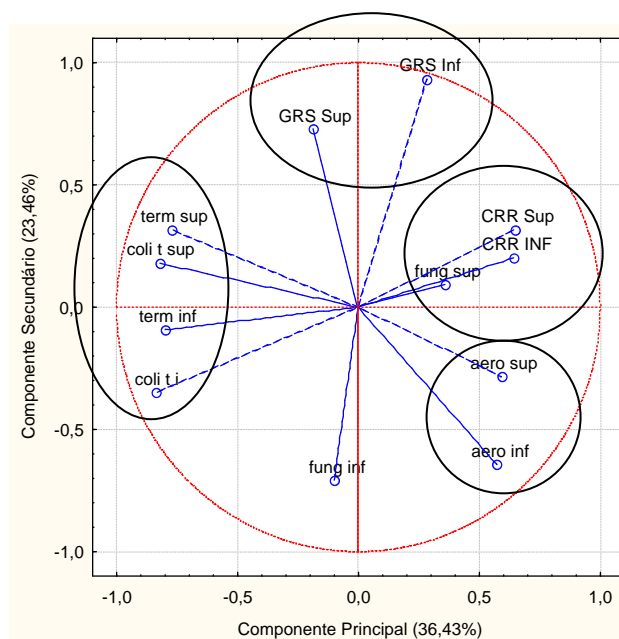


Figura 4: Análise em componentes principais, demonstrando formação de grupos semelhantes estatisticamente, em função do tempo.



O grupo 1: Coliformes totais e termotolerantes; grupo 2: aeróbios totais; grupo 3: CRR e fungos superior; grupo 4: GRS. Portanto, apenas os resultados referentes a fungos totais, amostra superior, seguem os mesmos padrões de comportamento em relação ao crescimento relativo da raiz, em função do tempo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos ao longo deste estudo afirmam a importância do destino final adequado dos resíduos sólidos urbanos, para que estes não ofereçam riscos à saúde da população e do meio ambiente, devido suas características tóxicas.

Os dados analisados ao longo dos 305 dias de análises não são tão consistentes, como esperado devido o curto período de “vida” do biorreator estudado, uma vez que os processos degradativos nestes ambientes passam por diversas fases de decomposição, podendo estas se estender por anos.

Portanto, no momento, para os dados resultantes das análises realizadas não se pode determinar um comportamento coerente entre os microrganismos estudados e os níveis de toxidez, com exceção do grupo representado pelos fungos totais, amostra superior; uma vez que se espera um crescimento e desenvolvimento dos microrganismos semelhantes aos resultados obtidos da germinação relativa da semente e do crescimento relativo da raiz; pois quanto mais tóxico o meio (resíduo) menor será o CRR, GRS e o crescimento microbiano.

Destaca-se neste caso a necessidade de prolongar os estudos realizados no biorreator em questão, para que seja possível fornecer informações mais seguras e corretas sobre o comportamento dos níveis tóxicos dos resíduos urbanos em estudo, além de possibilitar uma descrição do desenvolvimento dos microrganismos e estágio de degradação, o que proporciona informações capazes de evitar danos ambientais e a saúde pública, quando aplicadas a aterros sanitários, estimando sua vida útil e quando a área utilizada poderá ser reaproveitada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA - American Public Health Association. Standard Methods for the examinations of Water and Wastewater. Washington, DC, 1992.
2. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 1ª ed. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.
3. MELO, M. C. Uma análise de recalques associada a biodegradação no aterro de resíduos sólidos na Muribeca. Recife: O Autor, 2003.
4. TIQUIA S.M., TAM N.F.Y. HODGKISS I.J. Effects of Composting on Phytotoxicity of Spent Pig-Manure Sawdust Litter. Environmental Pollution. Vol. 93. pp. 249-256. Elsevier Science Ltd. Great Britain, 1996.