



### III-003 - MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE LIXIVIADOS DO ATERRO CONTROLADO DE AGUAZINHA/OLINDA-PE

#### **Etienne Elayne Meireles da Rocha**

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal do Pará em 2005. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco em 2008. Especialista em Resíduos Sólidos Tratamento de Lixiviados de Aterros de Resíduos Sólidos. Atualmente é Doutoranda do Programa de Engenharia Civil da UFPE, na área de Geotecnia Ambiental. Membro do Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco-PE.

#### **Jose Fernando Thomé Jucá**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (1977), mestre em Geotecnia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1981) e Doutor pela Universidad Politécnica de Madrid (1990). No período de 1995 a 1998 foi o Presidente do Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco. Posteriormente coordenou o Grupo de Resíduos Sólidos Urbanos da Universidade Federal de Pernambuco, onde desenvolveu vários projetos de pesquisa financiados pelo PRONEX/CNPq, CT-ENERG /FINEP, P&D CHESF/ANEEL PROSAB/FINEP, nas áreas de biogás e geotecnia ambiental. Atualmente é Diretor do CETENE-Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste, vinculado ao Instituto Nacional de Tecnologia e ao Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil, atuando nas áreas de biotecnologia e nanotecnologia. É Professor Associado 1 da Universidade Federal de Pernambuco, Pesquisador 1 do CNPq. Publicou 140 artigos entre periódicos especializados e trabalhos completos em congressos nacionais e internacionais, 3 livros editados e 5 capítulos de livros. Pertence ao Comitê Editorial da Revista Portuguesa Geotecnia, além de ser revisor das revistas Solos e Rochas (Brasil), Resíduos (Espanha), Engenharia Sanitária e Ambiental (Brasil), Waste Management & Research (Austrália).

#### **Maurício da Motta<sup>(1)</sup>**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Católica de Pernambuco (1992), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (1995) e doutorado em Engenharia de Processos pelo Institut National Polytechnique de Lorraine (2001). Atualmente é professor adjunto do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco. Pesquisador 2 do CNPq. Revisor das revistas Water Research, Journal of Chemometrics e Bioprocess and Bisystems Engineering, Brazilian Journal of Chemical Engineering e Ambiente e Água entre outras.. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Tratamento de Água e de Efluentes, atuando principalmente nos seguintes temas: tratamento de efluentes, análise de imagem, adsorção, lodo ativado e resíduos sólidos. Publicou 26 artigos completos em revistas, 119 comunicações completas e 36 resumidas em eventos nacionais e internacionais e 5 capítulos de livros.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** UFPE – Departamento de Engenharia Química – Rua Professor Arthur de Sá, s/n – Cidade Universitária – Recife – PE – CEP: 50.740-521 – Brasil – Tel.: (81) 2126-7268 – Fax (81) 21267278 – e-mail: [mottas@ufpe.br](mailto:mottas@ufpe.br).

#### **RESUMO**

A presente pesquisa aborda o estudo do monitoramento físico-químico e microbiológico dos lixiviados produzidos a partir de duas células de disposição de resíduos sólidos do Aterro Controlado de Aguazinha, localizado no município de Olinda-PE. O estudo apresenta uma abordagem sobre o monitoramento dos lixiviados e sua contribuição como subsídio ao projeto de dimensionamento de sistemas de tratamentos futuros de lixiviados do aterro. Este trabalho foi desenvolvido com experimentos em campo e laboratório com o apoio do Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco (GRS/UFPE). Realizou-se o monitoramento, através da caracterização dos lixiviados provenientes da degradação de resíduos antigos (>10 anos de disposição) e resíduos novos (<2 anos de disposição) e, avaliação dos parâmetros analisados como subsídio ao dimensionamento de sistemas de tratamentos futuros de lixiviados do aterro. Os resultados obtidos no monitoramento apresentaram-se coerentes com as fases de degradação biológica: transição, acidogênica e metanogênica e, a avaliação dos parâmetros, mostrou-se conveniente haja vista que, a quantificação e qualificação destes parâmetros, poderão contribuir significativamente para a execução dos cálculos nos projetos de sistemas de tratamentos a serem implantados. Todavia, o sistema de tratamento de lixiviados, atualmente em construção no aterro, mostrou-se conveniente para remoção de matéria orgânica e possível remoção de nitrogênio amoniacal, principalmente, se associado a um tratamento complementar.



**PALAVRAS-CHAVE:** Aterro Sanitário, Resíduos Sólidos, Monitoramento, Olinda, Tratamento, Lixiviado.

## INTRODUÇÃO

Segundo JUNIOR (2006), começa-se em nosso país, felizmente, a projetar, implantar e operar aterros sanitários. Surge daí a necessidade do tratamento dos lixiviados, que são efluentes com altíssimas concentrações de matéria orgânica, cerca de 60 vezes superior às encontradas nos esgotos domésticos, e com tratabilidade muito distinta da dos esgotos.

Um dos grandes problemas encontrados no gerenciamento destes aterros diz respeito à produção e ao tratamento dos líquidos lixiviados gerados a partir dos processos microbianos. Especialmente nos casos onde o aterro controlado está situado em áreas com uma alta pluviosidade, onde a produção de lixiviado é abundante, conseqüentemente, o risco de contaminação do solo, de lençóis freáticos e de leitos de rios é relativamente alto, podendo gerar um forte impacto ambiental na área de disposição. Segundo REICHERT & COTRIN (2000), o volume e concentração dos lixiviados variam ao longo da vida de um aterro. De forma geral, nos aterros controlados, o destino desses efluentes têm sido frequentemente, rios e lagos às proximidades dos mesmos, ou fontes de abastecimento de água da população local, acarretando sérios problemas de poluição ambiental e de saúde pública. Haja vista, que essas fontes poluidoras em sua maioria, são lançadas em corpos d'água receptores acima dos padrões de lançamentos exigidos pelos órgãos de fiscalização ambiental.

Do ponto de vista ambiental, a preocupação está principalmente, no gerenciamento dos efluentes líquidos, seja na forma de lixiviados ou de águas do escoamento superficial. Quanto aos lixiviados, a maioria dos aterros de resíduos sólidos urbanos não dispõe de um sistema efetivo de drenagem e tratamento (HAMADA, 2003). Esta pesquisa foi motivada pela necessidade de monitorar o lixiviado produzido no Aterro Controlado de Aguazinha-PE, no intuito de quantificar, qualificar e compreender sua composição e seus possíveis impactos ao meio ambiente e a sociedade local e ainda, avaliar o projeto do sistema de tratamento de lixiviados no aterro, objetivando verificar e complementar medidas de viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo estudar e avaliar os lixiviados gerados, a partir de duas células de diferentes idades no Aterro Controlado de Aguazinha localizado no município de Olinda-PE, procurando conhecer e compreender a composição e características físico-químicas e microbiológicas do mesmo, no intuito de buscar alternativas economicamente viáveis, eficientes e eficazes para o tratamento do mesmo e avaliar o projeto do sistema de tratamento de lixiviados do aterro.

O objetivo principal desta comunicação foi monitorar físico-química e microbiologicamente o lixiviado de duas células no aterro controlado de Aguazinha e avaliar os dados como subsídio ao projeto de dimensionamento de sistemas de tratamentos futuros de lixiviado do aterro

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Aterro controlado de Aguazinha-PE

O Aterro Controlado de Aguazinha (Figura 1), situa-se à Avenida Senador Nilo Coelho, entre Avenida Presidente Kennedy e Avenida Antônio da Costa Azevedo, e de acordo com dados da SEMA (2003), o mesmo pertence à uma área de Zona de Morros, inclusa no grupo I – Morros situados a oeste do município, compreendendo 09 (nove) bairros, sendo estes: Alto do Sol Nascente, Alto da Conquista, Alto da Bondade, Águas Compridas, Passarinho, Caixa d'Água, Sapucaia, Aguazinha e São Benedito, com 80.978 habitantes, encontrando-se nesta Zona, o maior número de pontos de riscos.



**Figura 1 - Aterro Controlado de Aguazinha-PE (Fonte: EMLURB/DLU, Recife/PE, 2007)**

O aterro recebe diariamente, cerca de 360 toneladas de sólidos regulares (resíduos domiciliares), sólidos volumosos (entulhos, varrição e limpeza pública) e resíduos de poda, chegando ao total de 11.000 toneladas/mês. Possui uma área de 19 hectares com distância média de 8Km do centro da massa urbana e funcionou como depósito de lixo à céu aberto entre 1988 e 1998.

A primeira etapa no processo de transformação da área do lixão em aterro controlado consistiu na construção de 4 células, com altura de lixo variando de 4,0 m a 18,50 m, sendo iniciado em 1998. Em 2001, o projeto foi modificado com o objetivo de aumentar a vida útil do aterro, o qual consistiu na união das quatro células anteriormente projetadas em uma única, chamada Célula 1.

Os resíduos inicialmente foram dispostos na respectiva área do aterro, Figura 2, onde neste período, a área funcionava como depósito de lixo a céu aberto, totalizando um período de 10 anos.



**Figura 2 Depósito de Lixo à Céu Aberto entre 1988 e 1998, (Fonte: Prefeitura de Olinda/PE).**

O aterro recebia, neste período, resíduos provenientes de indústrias e domicílios. A partir de 1998, iniciou-se o processo de transformação da área em aterro controlado com a requalificação geométrica da massa de lixo em 4 células.

Os lixiviados produzidos pela decomposição natural dos resíduos são direcionados ao corpo hídrico Riacho Lava Tripa classificado pela Agência Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos como muito poluído, Figura 3.



**Figura 3 - Representação Gráfica dos Corpos d'água do Grupo de Bacias de Pequeno Rios Litorâneos (Fonte: CONDEPE, 1996).**

### Coleta

Foram realizadas 9 coletas mensais consecutivas, no período de agosto/2007 a abril/2008, em poços de monitoramento no aterro Controlado de Aguazinha/Olinda-PE, considerando duas células de disposição dos resíduos, célula 1 (lixiviado antigo) e célula 2 (Lixiviado novo).

### Parâmetros Avaliados

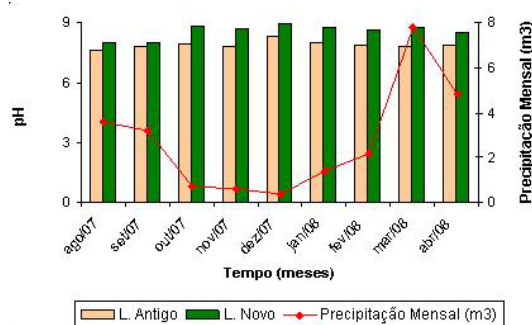
A concentração de cada parâmetro foi avaliada de acordo com as seguintes metodologias: pH: Método eletrométrico utilizando potenciômetro modelo DM 22 (Digimed); Alcalinidade (mg/L): Método eletrométrico (PROSAB/APHA, 1992); Cor (mg/L): Sistema fotométrico, utilizando espectrofotômetro, modelo Spectroquant Nova 60 (MERCK); Bateria de Sólidos(mg/L): Método gravimétrico (APHA, 1995); DQO(mg O<sub>2</sub>/L): Método da oxidação química com dicromato de potássio (APHA, 1998), empregando-se reator de DQO compacto, banho seco para 8 tubos, modelo ECO 8 thermoreactor; DBO(mg O<sub>2</sub>/L): Método de Winkler, adaptado de SMEWW 5210; Nitrogênio Amoniacal(mg/L): Método eletrométrico, utilizando eletrodo de íon seletivo – Orion, Modelo 720 SMEWW 4500 - NH<sub>3</sub> D; Sulfato(mg/L): Sistema fotométrico, utilizando espectrofotômetro, modelo Spectroquant Nova 60; Metais: Sistema fotométrico, utilizando espectrofotômetro, modelo Spectroquant Nova 60; Coliformes Totais(CT)(NMP/100mL), Termotolerantes(CTT)(NMP/100mL) e Pseudomonas aeruginosa (NMP/100mL): Técnicas dos tubos múltiplos (APHA, 1998).

## RESULTADOS

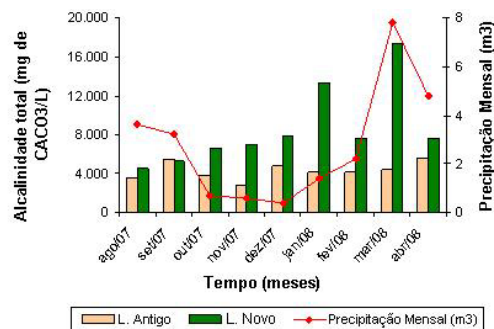
De acordo com os resultados obtidos, os lixiviados de ambas as células (1 e 2), apresentaram no período de amostragem, uma variação significativa com relação aos parâmetros analisados. Exceção ocorreu para o parâmetro pH (Figura 4), cujos valores apresentaram-se praticamente constantes durante todo o período. Isto deve-se aos valores elevados de alcalinidade, em ambos os lixiviados, proporcionando o tamponamento do pH, evitando ocorrência de ácidos orgânicos voláteis, os quais são provenientes da queda do mesmo.

Os valores de alcalinidade (Figura 5) demonstram que há predominância de bicarbonatos (lixiviado antigo) e carbonatos e bicarbonatos (lixiviado novo), explicitando a neutralização de ácidos ou absorção de íons hidrogênio sem mudança significativa do pH, comportamento típico de fase metanogênica.





**Figura 4 - Variação do pH e da precipitação mensal em função do tempo**

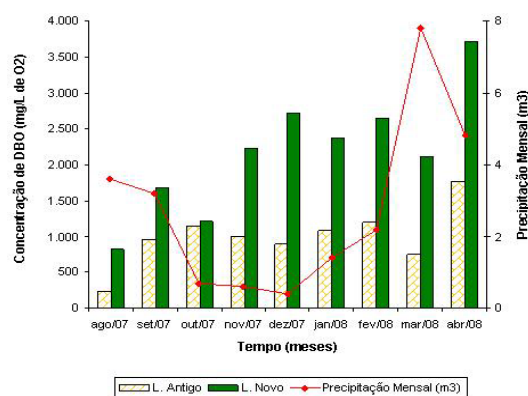


**Figura 5 - Variação da alcalinidade total e da precipitação mensal em função do tempo**

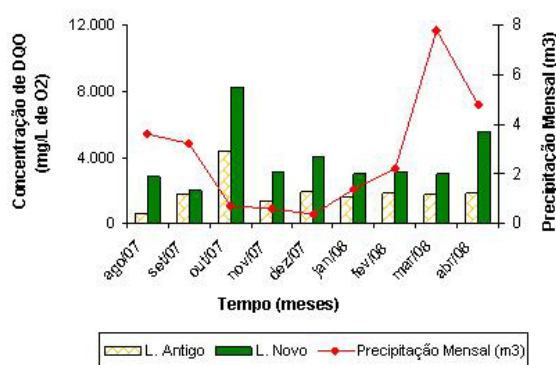
Para o pH, ambos os lixiviados apresentaram-se na fase metanogênica considerando estudos realizados por NOPHARATANA *et al.* (2007 *apud* ALCÂNTARA, 2007). Ocorrendo um equilíbrio da população de bactérias arqueas metanogênicas que atuam na conversão dos ácidos orgânicos à metano, gás carbônico e água, confirmando desta forma, a elevação do pH acima de 7,0 (CHRISTENSEN *et al.*, 2001).

Os valores de DBO (Figura 6) e DQO (Figura 7) encontrados, indicaram que ambos os lixiviados do aterro, são de boa degradabilidade (SANTOS, 2003), porém, há indícios de compostos recalcitrantes no meio, pelo lento processo de degradação observado.

Os valores médios obtidos da relação DBO<sub>5</sub>/DQO para ambos os lixiviados, apresentaram-se coerentes com a faixa de 0,4-0,6 (SANTOS, 2003), indicando boa degradabilidade, fato importante para a escolha do tratamento mais adequado aos resíduos dispostos no aterro. Estes valores indicam que tanto na fase acidogênica quanto na fase metanogênica ocorre a bioestabilização dos compostos mais complexos em compostos mais estáveis, com prováveis áreas de menor e maior estabilização dos resíduos



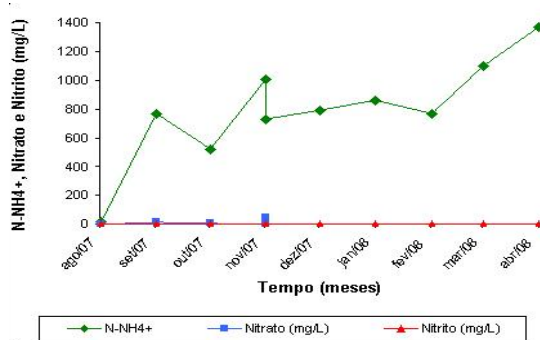
**Figura 6 Variação da concentração de DBO e da precipitação mensal em função do tempo**



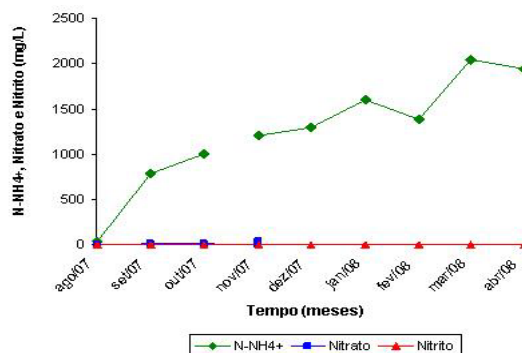
**Figura 7 Variação da concentração de DQO e da precipitação mensal em função do tempo**

Para os valores de sólidos totais, observa-se predominância dos sólidos dissolvidos totais em detrimento dos sólidos suspensos totais, características típicas nos estudos de lixiviados; A cor no lixiviado novo apresentou-se negra e no lixiviado antigo, mostrou-se marrom, isto deve-se ao consumo do substrato orgânico mais facilmente assimilável pelos microrganismos decompositores, restando os compostos recalcitrantes, de difícil degradação bioquímica, como os ácidos fúlvicos e húmicos, resultantes da decomposição de tecido vegetal morto, que contribuem significativamente para a coloração escura do lixiviado (IPT/CEMPRE, 2000).

Os valores elevados de sulfatos, indicam boas condições para as atividades das bactérias metanogênicas e incentivo à capacidade anaeróbia do meio. Os valores encontrados para Nitrogênio Amoniacal (Figuras 5 e 6), apresentaram-se acima dos valores máximos admissíveis pelo CONAMA 357/05.



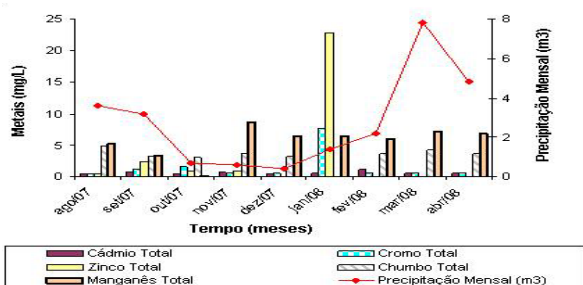
**Figura 8** Valores de  $\text{N-NH}_4^+$ , Nitrato e Nitrito para o lixiviado antigo



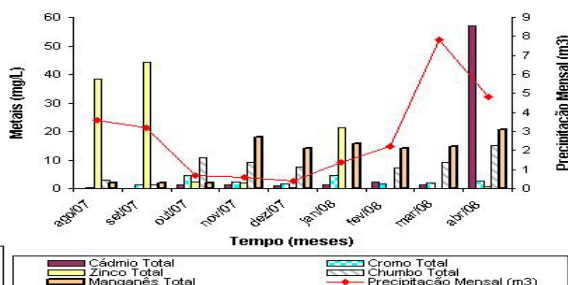
**Figura 9** Valores de  $\text{N-NH}_4^+$ , Nitrato e Nitrito para o lixiviado antigo (Lixiviado Novo)

Este parâmetro apresentou altos valores de tanto no lixiviado antigo (Figura 8) quanto no lixiviado novo (Figura 9), isto deve-se ao baixo potencial de oxirredução, comportamento característico de fase metanogênica e neste estudo, comprovada pelos baixos valores de nitrato PAUL & CLARK (1989 *apud* ALCÂNTARA, 2007). Porém, quando comparados os valores de nitritos com os de nitratos, observa-se uma pequena transformação dos primeiros aos segundos, o que pode ser devido à volatilização ou ao processo de stripping de uma parcela de N-amoniaco presente no meio líquido sob forma de amônia livre ( $\text{NH}_3$ ).

Para os metais (Figura 10 e 11), observou-se que os resultados obtidos não apresentaram estabilidade em seus valores durante o período de amostragem, isto deve-se provavelmente à idade do aterro, o qual opera a mais de 10 anos, inicialmente como depósito de lixo a céu aberto, entre 1988-1998, produzindo diariamente, lixiviados de novos resíduos dispostos e provenientes de diversas fontes e, à operação da célula nova, a qual funciona a menos de 2 anos no aterro, atualmente em operação. Acredita-se que as concentrações desses metais encontrados, possam exercer influência nas atividades microbianas, devido ao seu difícil descarte e por serem tóxicos aos microrganismos presentes no mesmo, assim como todos os microrganismos que se utilizam do material existente e disponível no aterro para suas atividades.



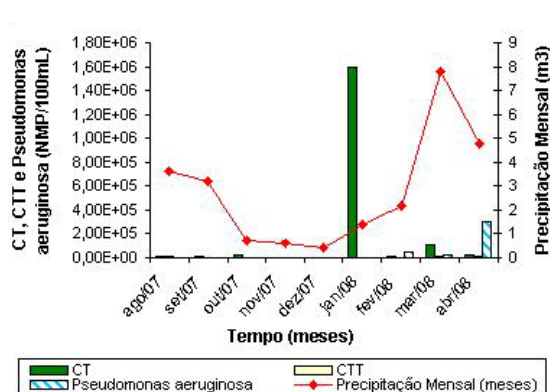
**Figura 10** Variação de metais pesados e da precipitação mensal em função do tempo- Lixiviado Antigo



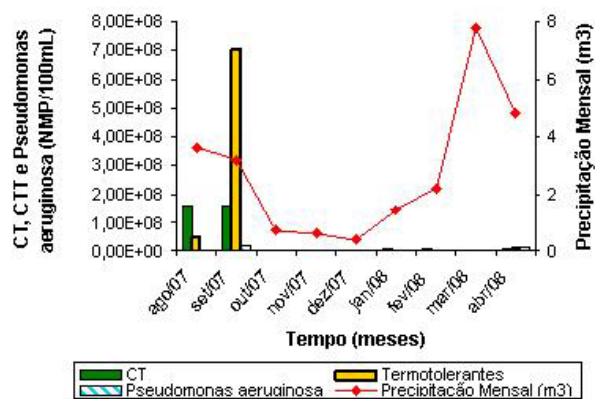
**Figura 11** Variação de metais pesados e da precipitação mensal em função do tempo- Lixiviado Novo

ORTH (1981 *apud* ROCHA, 2005), comparando lixiviados de três aterros diferentes no Estado de São Paulo, obteve os seguintes resultados: Aterro Vila Albertina, variação da ordem de  $10^4$  a  $10^8$  para os coliformes totais e ordem de  $10^4$  a  $10^7$  para os termotolerantes; o Aterro Pedreira Cit, com variação da ordem de  $10^5$  a  $10^7$  para os coliformes totais e da ordem de  $10^4$  a  $10^7$  para os termotolerantes; o Aterro Raposo Tavares variando na ordem de  $10^3$  a  $10^6$  par os coliformes totais e termo tolerantes variando na orden de  $10^4$  a  $10^5$ .

Pode-se considerar neste trabalho, oscilações na mesma ordem de grandeza de variação dos Aterros do Estado de São Paulo, principalmente, com o aterro Pedreira Cit. Estes resultados podem ser verificados nas Figura 12 (lixiviado antigo) e Figura 13 (lixiviado novo), respectivamente.



**Figura 12** Variação de coliformes totais, coliformes termotolerantes e pseudomonas aeruginosa e da precipitação em função do tempo (Lixiviado Antigo)



**Figura 13** Variação de coliformes totais, coliformes termotolerantes e pseudomonas aeruginosa e da precipitação em função do tempo (Lixiviado Novo)

Diante dos resultados encontrados e analisados, observou-se que para ambos os lixiviados, as atividades microbiológicas apresentam-se coerentes com as fases III (acidogênese) e na fase IV (metanogênica) de acordo com REINHART & AL-YOUSFI, 1996. Para o lixiviado antigo, há predominância da fase metanogênica, tendendo à fase de maturação. Para o lixiviado novo, observa-se estágio mais avançado da fase de acidogênese.

## CONCLUSÕES

O pH em ambos os lixiviados apresentou-se coerente com a fase metanogênica, indicando equilíbrio da população de bactérias arqueas metanogênicas que atuam na conversão dos ácidos orgânicos à metano, gás carbônico e água, ocorrendo desta forma, uma elevação do pH acima de 7,0; A alcalinidade total é devida a apenas bicarbonatos no lixiviado antigo e a carbonatos e bicarbonatos no lixiviado novo; A cor em ambos os lixiviados indicou consumo do substrato orgânico mais facilmente assimilável pelos microrganismos decompositores, restando os compostos recalcitrantes, de difícil degradação bioquímica, como os ácidos fúlvicos e húmicos, resultantes da decomposição de tecido vegetal morto, que contribuem significativamente para a coloração escura do lixiviado;

Para DBO e DQO, em ambos os lixiviados, os resultados apresentam-se entre as fases acidogênese e metanogênica de ocorrendo de forma simultânea; A relação DBO5/DQO (0,4-0,6) em ambos os lixiviados, indicou boa degradabilidade, indicando que tanto na fase acidogênica quanto na fase metanogênica ocorre a bioestabilização dos compostos mais complexos em compostos mais estáveis, com prováveis áreas de menor e maior estabilização dos resíduos; Os sólidos dissolvidos correspondem a 93,99% e 87,57%, para o lixiviado antigo e lixiviado novo, respectivamente. Comprovando que há pouco arraste de material particulado no aterro, o que pode estar atrelado à boa impermeabilização da camada de base das células que podem estar funcionando como um filtro;

Os altos valores de sulfatos propiciam boas condições metanogênicas, incentivando a capacidade anaeróbia do meio, porém acima dos padrões de lançamento exigidos pelo CONAMA 357/05; Para os metais, em ambos os lixiviados, a maioria dos parâmetros apresentaram-se fora dos padrões estabelecidos pelo CONAMA 357/05; Os altos valores de nitrogênio amoniacal em ambos os lixiviados, devem-se ao baixo potencial de oxirredução, comportamento característico de fase metanogênica comprovado pelos baixos valores de nitrato.

Para a maioria dos resultados observa-se uma relação inversa com a precipitação, sendo os maiores valores encontrados, nos períodos de menor precipitação mensal, em ambos os lixiviados; Os valores encontrados para os coliformes totais, coliformes termotolerantes e pseudomonas aeruginosa, apresentaram-se coerentes com a fase de fermentação metanogênica, confirmada pela elevação do pH, na faixa entre 6,0 e 8,0.



Observa-se no lixiviado antigo predominância de características da fase metanogênica tendendo à fase de maturação e para o lixiviado novo, observa-se estágio mais avançado da fase acidogênica, comprovado pela faixa de pH entre 6 a 8;

A relação DBO5/DQO apresenta-se acima de 0,4, indicando que o tratamento biológico anaeróbico no aterro é conveniente para remoção de matéria orgânica e possível remoção de nitrogênio amoniacal, com tratamento complementar;

A utilização de filtros biológicos é importante por se constituir em uma tecnologia de baixo custo e sua utilização torna-se importante na aquisição de conhecimentos que possam difundir à utilização desta tecnologia que ainda é pouco empregada em nosso país. Na lagoa facultativa, objetiva-se, através da oxidação bacteriana converter a matéria orgânica em dióxido de carbono, amônia e fosfatos; A eficiência do sistema de tratamento de lixiviado do Aterro Controlado de Aguazinha-PE, não pôde ser avaliada, haja vista, que o mesmo não encontra-se atualmente em funcionamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALCÂNTARA, P. B. Avaliação da Influência da Composição de Resíduos Sólidos Urbanos no Comportamento de Aterros Simulados. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco/CTG. Engenharia Civil, 2007.
2. APHA – AWWA – WEF . (1995 e 1998), Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater. 19th edition. American Public Health association, American Water Works Association and Water Enviroment Federation
3. CHERNICHARO, C. A. L.; LIBÂNIO, P. A. C.; LEITE, V. D.; SOUZA, J. T.; Tratamento e Recirculação de Lixiviados. In.: Digestão de Resíduos Sólidos Orgânicos e Aproveitamento do Biogás. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico-PROSAB 3ABES, RIMA, R.J., 2003. 438 p.
4. CHRISTENSEN, T.; KJELDTSEN, P.; BJERG, P.; JENSEN, L.; CHRISTENSEN, B.; BAUN, A.; ALBRECHTSEN, H. J.; HERON, G. Biogeochemistry of landfill leachate plumes. Applied Geochemistry. V. 16, n. 7, p. 659-718, june 2001.
5. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, 2005.
6. HAMADA, J.; IWAI, Cristiano Kenji ; GIACHETI, Heraldo Luiz . Destinação do Chorume de Aterros Controlados. In: I Fórum das Universidades Públicas Paulistas de Ciência e Tecnologia em Resíduos, 2003, São Pedro. Anais do I Fórum das Universidades Públicas Paulistas de Ciência e Tecnologia em Resíduos. São Paulo : ICTR - Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos, 2003.
7. IPT/CEMPRE. Lixo Municipal. Manual de Gerenciamento Integrado/ Coordenação: Maria Luiza Otero D'Almeida, André Vilhena - 2. ed. São Paulo, 2000. 370 p.
8. JUNIOR, A. B. C.; LANGE, L. C.; COSTA, R. H. R.; MÁXIMO, V. A.; RODRIGUES, M. C.; ALVES, J. F. Principais Processos Físico-Químicos utilizados no Tratamento de Lixiviados de Aterros Sanitários. In: Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos com Ênfase na Proteção de Corpos D'Água: Prevenção, Geração e Tratamento de Lixiviados de Aterros Sanitários. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico-PROSAB 4. Florianópolis, SC, 2006.
9. REICHERT, G. A.; COTRIM, S. L. S., Tratamento de Lixiviado de Aterro Sanitário realizado em Filtro Anaeróbico em Leito de Brita Construído sob o Aterro: Concepção de Projeto. 27º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, 2000.
10. REINHART, D. R.; AL-YOUSFI, A. B. The Impact of Leachate Recirculation on municipal solid Waste Landfill Operating Characteristics. Waste Management & Research. V. 14, p. 337-346, 1996.
11. ROCHA, E. M. R. Desempenho de um Sistema de Lagoas de Estabilização na Redução da Carga Orgânica do Percolado Gerado no Aterro da Muribeca (PE). Dissertação de Mestrado, UFPE, 2005.
12. SANTOS, A. F. M. S. Avaliação da Biodegradabilidade Anaeróbia e do tratamento de Lixiviado através de Reator UASB em Escala experimental. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville – SC, 2003.