

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental***

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

III-023 - CARACTERIZAÇÃO DO CHORUME PRODUZIDO NO ATERRO DA MURIBECA-PE

Roberta Falcão de Cerqueira Paes ⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba/2001. Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande/2003. Engenheira da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF.

José Fernando Thomé Jucá

Professor do Departamento de Engenharia Civil da UFPE. Doutor pela Universidad Politécnica de Madrid. Coordenador do Grupo de Resíduos Sólidos – GRS (UFPE). Coordenador do Programa de Monitoramento do Aterro da Muribeca. Membro da equipe executora do Projeto Desenvolvimento Sustentável do Município do Rio Formoso – UNICAP/AVINA/UFPE. Coordenador Técnico – Projeto: Diagnóstico de Resíduos Sólidos no Estado de Pernambuco, Convênio SECTMA/FADE/UFPE/MMA.

Beatriz Suzana Ovruski de Ceballos

Doutora em Microbiologia Ambiental (USP-SP). Mestre em Microbiologia (EPM-SP). Bioquímica (Universidad Nacional de Tucumán – Argentina). Professora do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande/DEC/CCT – UFCG. Coordenadora do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Chefe do Laboratório de Saneamento Ambiental (AESA/DEC/CCT/UFCG).

Endereço⁽¹⁾: Rua Antônio Valdevino da Costa, 94, apto. 503, Bloco B - Cordeiro - Recife - PE - CEP: 50640-060 - Brasil - Tel: (81) 3229-1313

EMAIL: rfcpaes@chesf.gov.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo caracterizar o chorume produzido no Aterro da Muribeca, em células com resíduos aterrados há aproximadamente 16 anos – C1 e C2 e em células mais novas, com resíduos aterrados há aproximadamente 4 anos – C3 e C4. Este aterro está localizado na Região Metropolitana do Recife, no Município de Jaboatão dos Guararapes, no Estado de Pernambuco.

Foram utilizados dados coletados entre março de 1996 e maio de 2001 dos seguintes parâmetros físicos e químicos: pH, alcalinidade, sólidos voláteis totais, DBO₅, DQO e cloretos. Para a coleta do chorume nas células, foram instalados piezômetros (poços de coleta) a partir de furos de sondagem (SPT) em diferentes profundidades (C1: 5, 15 e 18m; C2: 15m; C3 e C4: 10m).

Os resultados foram analisados associados com a precipitação pluviométrica e foi comparado o efeito da profundidade de coleta sobre esses parâmetros, assim como o efeito da idade da célula

PALAVRAS-CHAVE: Chorume, Caracterização, Parâmetros físicos e químicos

INTRODUÇÃO

Um dos maiores contaminantes do solo, das águas superficiais e subterrâneas – o chorume – também denominado de líquido percolado, é o resultado da ação enzimática dos microrganismos e dos produtos resultantes da degradação dos resíduos e da infiltração de água nos aterros sanitários. O desenvolvimento da atividade microbiana no interior das células de aterramento, associada a fatores ambientais, é capaz de promover a percolação de quantidade significativa de chorume. Em função da elevada concentração de matéria orgânica e outros materiais inorgânicos, o chorume constitui-se como um poluente extremamente agressivo ao ambiente, necessitando de tratamento anterior ao seu

lançamento no corpo receptor (PIRES, 2002).

A caracterização da composição do chorume no aterro constitui uma ferramenta essencial para o gerenciamento dos seus impactos. A análise dos principais parâmetros físicos e químicos do chorume (pH, DBO₅, DQO, cloretos, entre outros), fornece não só informações sobre o desenvolvimento dos processos biológicos dentro do aterro, como indica os principais poluentes que podem ser removidos no seu tratamento. Também pode sugerir qual tratamento, seja biológico, físico-químico ou a combinação desses processos, será provavelmente o mais eficiente.

Nesse contexto, foi caracterizado o chorume do Aterro da Muribeca, este aterro possui uma área de 60 ha, recebe diariamente 2.800 toneladas de resíduos domésticos e industriais, corresponde ao maior aterro do Estado de Pernambuco em operação, atendendo aos Municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes. Sua operação teve início em 1985 e funcionou, até 1994, como um depósito de resíduos a céu aberto. Nesse ano, começou o processo de biorremediação da área, que consistiu na transformação do lixão em um aterro sanitário. Para isso, foram construídas 9 células (cada uma com 200x200m), conforme ilustra a Figura 1, com espessura da camada de lixo entre 20 e 30m.

O Aterro da Muribeca produz, diariamente, entre 1 e 5 l/s de líquidos percolados, dependendo da precipitação pluviométrica diária. Até setembro de 2002, todo o chorume produzido era lançado no Rio Muribequinha, e o percurso do chorume desde as células até o rio era realizado através do Riacho de Chorume (Figura 1). Após Outubro de 2002, o chorume produzido no Aterro passou a ser drenado e encaminhado para tratamento na Estação de Tratamento de Chorume (ETC) localizada no próprio Aterro. A ETC consta de uma lagoa anaeróbia e três facultativas seguidas por um sistema bio-químico para pós-tratamento do chorume.

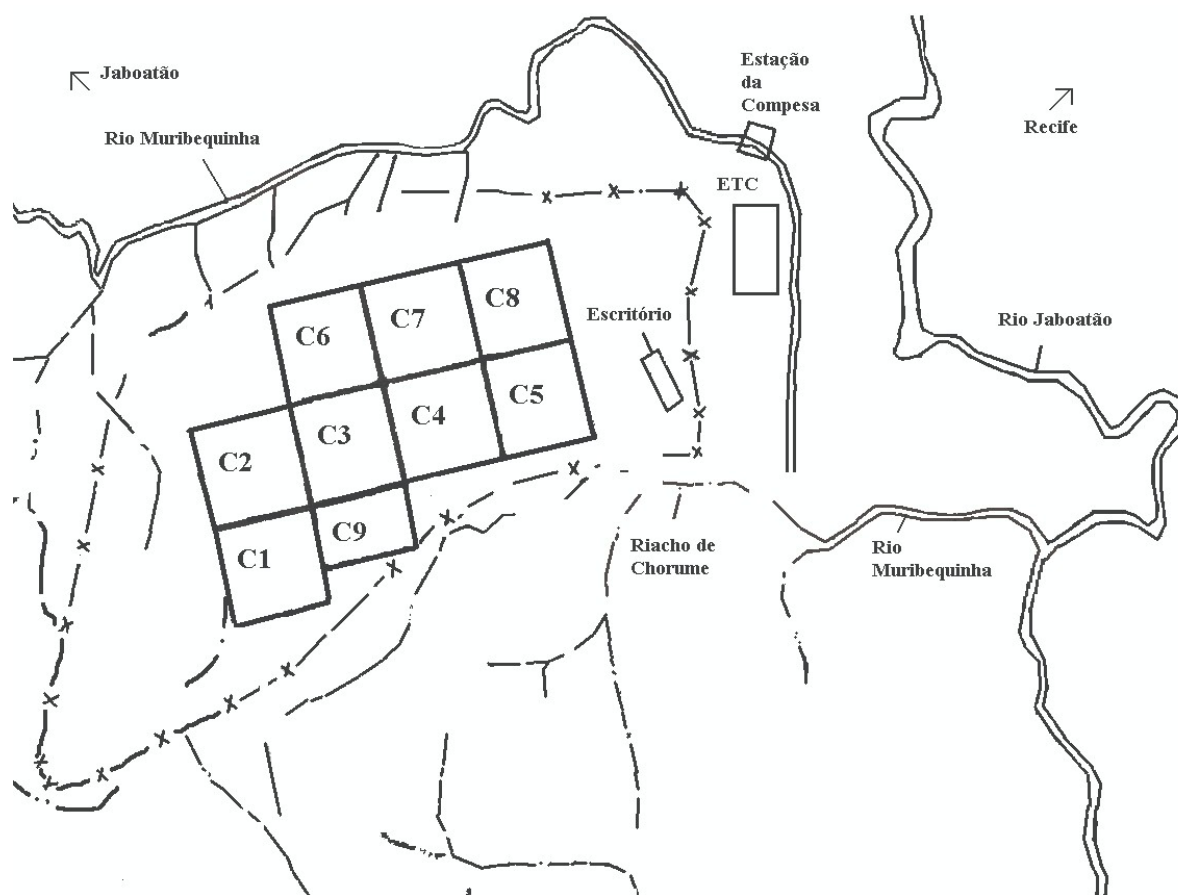


Figura 1 – Visualização das células do Aterro da Muribeca utilizadas para a caracterização do chorume, bem como o Riacho de Chorume e Rio Muribequinha

OBJETIVOS

São objetivos deste estudo analisar o efeito da profundidade de coleta sobre a qualidade do chorume, bem como avaliar o efeito da idade das células sobre os parâmetros.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para esta pesquisa, foram monitoradas as células C1, C2, C3 e C4. As células C1 e C2 possuem resíduos aterrados há mais de 16 anos; já as células C3 e C4 são compostas de resíduos mais recentes (4 anos). Para a coleta do chorume nestas células, foram instalados piezômetros (poços de coleta). Na C1, foram instalados 3 piezômetros a diferentes profundidades: Pz-9 (5m de profundidade); Pz-5 (15m de profundidade) e Pz-6 (18m de profundidade). A Célula 2 possui apenas um piezômetro (Pz-8) instalado a 15m de profundidade. As Células 3 (Pz-1) e 4 (Pz-1) possuem, cada uma, um piezômetro instalado a 10m de profundidade.

A Tabela 1 resume as informações sobre os pontos de amostragem, bem como os períodos de amostragem.

Tabela 1 – Identificação dos pontos de amostragem utilizados na caracterização do chorume no Aterro da Muribeca-PE, identificando-os de acordo com as células, idades dos resíduos sólidos e período de amostragem.

Pontos de Amostragem	Profundidade de Coleta	Localização	Idade dos Resíduos Sólidos	Período de Coleta
Pz-9	5m	Célula 1	> 16 anos	mar/1996 a ago/2000
Pz-5	15m			mar/1999 a mai/2000
Pz-6	18m			mar/1999 a mai/2000
Pz-8	15m	Célula 2	> 16 anos	abr/1999 a mai/2001
Pz-1	10m	Célula 3	> 4 anos	mai/1999 a mai/2001
Pz-1	10m	Célula 4	> 4 anos	jul/1999 a mai/2001

Para a coleta de chorume em diferentes profundidades das células foi necessário a instalação de piezômetros, tipo "Casagrande". Os mesmos foram instalados a partir de furos de sondagem (SPT).

Para a realização desses furos de sondagem foram observadas as prescrições das normas NBR-8036 (Normas Gerais de Sondagem e Reconhecimento para Fundações de Edifícios), NBR-6484 (Método de Execução de Sondagem) e NBR-6502 (Terminologia de Rochas e Solos) da ABNT. As sondagens foram do tipo contínua à percussão, sem lavagem e com o auxílio de um revestimento de 6,35cm (2 ½") de diâmetro interno ao longo de toda profundidade. Após concluído o furo de sondagem, foi instalado o piezômetro. À medida que o mesmo era inserido, era retirado o revestimento.

Os piezômetros foram confeccionados com tubos de PVC rosqueáveis com $\phi = 2"$, possuindo um pré-filtro de areia. Apresentam a extremidade inferior perfurada numa extensão de 60 cm. O selamento externo ao piezômetro foi executado com cimento-bentonita e a superfície foi selada com argila. Para a coleta do chorume no interior dos piezômetros foi utilizado um coletor tipo caneca.

RESULTADOS

EFEITO DA PROFUNDIDADE NOS PARÂMETROS ANALISADOS

A Tabela 2 apresenta as médias e as faixas de variação (máximos e mínimos) para os parâmetros avaliados ao longo do período estudado na células C1. Nesta célula será analisada o efeito da profundidade, já que foram coletadas amostras em três diferentes profundidades (5, 15 e 18m).

Nesta Célula, nas três diferentes profundidades não se verificou acentuadas variações de pH. No Pz-9, instalado a 5m de profundidade, este parâmetro apresentou pequenas variações, desde valores próximos a neutralidade até alcalinos (valores entre 7,17 e 8,24), mantendo-se estável na faixa básica, com um valor médio de 7,7. Para as amostras do Pz-5, instalado a 15 metros de profundidade, o pH apresentou valores entre 7,31 e 8,19 e muito próximos aos encontrados no Pz-9, indicando que os resíduos estariam em fase avançada de degradação da matéria orgânica – metanogênese. Da mesma forma é o Pz-6, com valores entre 7,29 e 8,39 e valor médio de 7,9. O Pz-6 instalado a 18m de profundidade foi o que apresentou os maiores valores, ou seja, os mais alcalinos. O chorume coletado neste piezômetro representa os

resíduos aterrados a mais tempo nesta célula, porém devido ao processo de lixiviação recebe contribuição do chorume formado a partir de resíduos aterrados mais recentemente.

Tabela 2 – Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros analisados para o chorume da Célula 1 no Aterro da Muribeca

Parâmetros	C1		
	Pz-9 (5m)	Pz-5 (15m)	Pz-6 (18m)
pH	7,70 (7,17-8,24)	7,81 (7,31-8,19)	7,91 (7,29-8,39)
Alcalinidade (mg/l)	4.493 (1.200-8.575)	4.768 (492-6.874)	6.931 (4.221-7.869)
Sólidos Voláteis Totais (mg/l)	2.630 (788-5.853)	3.199 (1.999-7.058)	6.178 (2.092-12.048)
DBO ₅ (mg/l)	838 (59-2.673)	969 (387-1.621)	1.023 (241-2.165)
DQO (mg/l)	2.010 (679-6.565)	2.303 (767-3.365)	5.247 (2.516-12.071)
Cloretos (mg/l)	2.219 (1.056-3.700)	2.663 (158-5.441)	3.823 (3.222-4.595)

A alcalinidade no Pz-9 variou entre 1.200 e 8.575mg/l, com valor médio de 4.768mg/l, no Pz-5 variou entre 492 e 6.874mg/l, com valor médio de 4.768 mg/l. A alcalinidade das amostras coletadas a 18m no Pz-6 variou entre 4.221 e 7.869 mg/l, com valor médio de 6.931 mg/l. O Pz-9 (5m) apresentou os maiores valores de alcalinidade, enquanto que o Pz-6 (18m) teve os maiores. A alcalinidade tem se mostrado em aumento com a profundidade.

O Pz-9 (18m) teve valor médio de 2.630mg/l para os sólidos totais voláteis, já o Pz-5 de 3.199mg/l e o Pz-6 de 6.178mg/l. O Pz-6 teve os maiores valores de sólidos voláteis totais, explica-se isso pela lixiviação que ocorre dentro da célula que carrega para as maiores profundidades a matéria orgânica dos líquidos percolados. Verificou-se que o Pz-9 e o Pz-5 apresentaram valores bem próximos para sólidos voláteis totais.

Os Pz-9, Pz-5 e Pz-6 apresentaram, respectivamente, valores médios de DBO₅ de 838, 969 e 1.023 mg/l. Observa-se que, quanto mais profundo, maior a quantidade de matéria orgânica, assim como para os sólidos voláteis. Isto se explica pela lixiviação da matéria orgânica para a parte inferior da célula através do fluxo de umidade, a igual do que foi observado para sólidos voláteis totais.

A DQO no Pz-9 apresentou valor médio de 2.010mg/l e variou entre 679 e 6.565mg/l. No Pz-5, variou entre 767 e 3.365mg/l, com valor médio de 2.303mg/l, no Pz-6 observaram-se variações entre 2.516 e 12.071mg/l. O Pz-6 teve valores mais elevados para a DQO que os Pz-9 e Pz-5. Devido ao maior tempo de aterramento que tem os resíduos a 18m e ao processo de lixiviação, verificou-se que o chorume coletado no Pz-6 tinha maior quantidade de matéria orgânica.

No Pz-9, os cloretos variaram entre 1.056 e 3.700mg/l, com valor médio de 2.219mg/l. Para o Pz-5 a variação foi entre 158 e 5.441mg/l, com valor médio de 2.663mg/l e no Pz-6 variou entre 3.222 e 4.595mg/l, com valor médio de 3.823mg/l. Assim como para a DQO, o Pz-6 também apresentou os maiores valores de cloretos e o Pz-9 os menores. Provavelmente a lixiviação que deve ter ocorrido para a parte inferior do aterro, influenciou neste e nos outros parâmetros já analisados.

EFEITO DA IDADE NOS PARÂMETROS ANALISADOS

A Tabela 3 apresenta as médias e as faixas de variação (máximos e mínimos) para os parâmetros avaliados ao longo do período estudado, nas células C2, C3 e C4. Nestas células, assim como também na C1, será analisado o efeito da idade,

já que existem células com idades de 4 e 16 anos, aproximadamente.

Tabela 3 – Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros analisados para o chorume das Células 2, 3 e 4 no Aterro da Muribeca

Parâmetros	C2	C3	C4
	Pz-8 (15m)	Pz-1 (10m)	Pz-1 (10m)
pH	8,04 (7,45-8,36)	8,31 (8,15-8,44)	8,3 (8,05-8,62)
Alcalinidade (mg/l)	7.866 (2.874-12.590)	6.751 (3.718-11.617)	6.396 (3.940-10.593)
Sólidos Voláteis Totais (mg/l)	6.319 (611-19.725)	7.998 (5.300-13.163)	13.886 (8.144-31.351)
DBO ₅ (mg/l)	2.787 (469-6.683)	2.362 (147-4.552)	7.367 (2.680-18.850)
DQO (mg/l)	7.427 (3.975-16.500)	9.015 (6.694-16.100)	16.879 (6.250-37.900)
Cloretos (mg/l)	4.441 (1.690-7.501)	3.552 (2.945-4.226)	3.815 (2.430-5.792)

O pH nas amostras obtidas no Pz-8 (C2) variou entre 7,45 e 8,36, no Pz-1 (C3) entre 8,15 e 8,44 e no Pz-1 (C4) entre 8,05 e 8,62. Os maiores valores de pH foram encontrados nos Pz-1 (C3) e Pz-1 (C4), estas células possuem resíduos aterrados há aproximadamente 4 anos e são as amostras com maior atividade biológica.

A alcalinidade no Pz-6 (C2) variou entre 2.874 e 12.590mg/l, com valor médio de 7.866mg/l, foi a célula que apresentou os maiores valores para este parâmetro. Já o Pz-1 (C3) variou entre 3.718 e 11.617mg/l, com valor médio de 6.751mg/l e o Pz-1 (C4) variou entre 3.940 e 10.593mg/l, com valor médio de 6.396mg/l.

Os sólidos totais voláteis variaram entre 611 e 19.725mg/l no Pz-6 (C2), com valor médio de 6.319mg/l; no Pz-1 (C3) variou entre 5.300 e 13.163mg/l, com valor médio de 7.998mg/l e no Pz-1 (C4) variou entre 8.144 e 31.351mg/l, com valor médio de 13.886mg/l. As maiores concentrações de sólidos voláteis totais ocorreram no Pz-1 (C4) seguidos dos Pz-1 (C3) e Pz-8 (C2), as células mais recentes apresentaram valores mais altos provavelmente devido às concentrações, ainda existentes, de matéria orgânica. Como o piezômetro da Célula 2 está instalado a 15m de profundidade, e como o líquido percolado é lixiviado para as camadas inferiores, explica-se então altos valores de SVT em uma célula antiga. Ao comparar os valores de sólidos totais voláteis entre C1 e C2, percebe-se que Pz-6 (C1) e Pz-8 (C2) apresentaram valores bem próximos, de 6.178 e 6.319mg/l, respectivamente.

O Pz-1 (C4) apresentou as maiores concentrações de matéria orgânica, conforme Tabela 3, teve média de 7.367mg/l, seguido por Pz-8 (C2) e Pz-1 (C3), com médias de 2.787 e 2.362mg/l, respectivamente. O chorume da Célula 2 possui altos valores de DBO₅ devido à profundidade de coleta, já que o líquido percolado é lixiviado para a parte inferior da célula. As Células 3 e 4 são células mais recentes e ainda apresentam grandes concentrações de matéria orgânica. Os piezômetros instalados em C1 foram os que apresentaram os menores valores; Pz-9, Pz-5 e Pz-6 apresentaram médias de 838, 969 e 1.023mg/l, respectivamente.

A DQO apresentou as maiores concentrações no Pz-1 (C4), seguido dos Pz-1 (C3) e Pz-8 (C2), com médias de 16.879, 9.015 e 7.427mg/l, respectivamente. Da mesma forma que a DBO₅, a DQO também teve valores altos para a Célula 2, devido à profundidade de coleta.

O Pz-8 (C2) apresentou as maiores concentrações de cloretos, com média de 4.441mg/l conforme Tabela 3. Em seguida, os piezômetros Pz-6 (C1), Pz-1 (C4) e Pz-1 (C3) apresentaram médias de 3.823, 3.815 e 3.552mg/l,

respectivamente.

CONCLUSÕES

Este trabalho mostrou a existência de diferenças significativas nas características do chorume obtido de células de um mesmo aterro, devido as diferenças de profundidade e idade das amostras coletas para este estudo.

Observa-se que as células mais antigas (C1 e C2) apresentaram valores inferiores para a maioria dos parâmetros analisados comparado aos encontrados nas células mais recentes (C3 e C4). Isto se explica por estarem as primeiras em um processo avançado de degradação da matéria orgânica, visto que vários parâmetros de qualidade são influenciados pela idade dos resíduos aterrados.

A Célula 1 produziu um chorume que apresentou valores, para os diferentes parâmetros analisados, que indicaram que os resíduos estariam em fase avançada de degradação da matéria orgânica. Entre os três piezômetros de diferentes profundidades pertencentes a C1, pode-se perceber que o chorume coletado no Pz-6, com 18m de profundidade, foi o que apresentou os valores mais elevados devido ao processo de lixiviação que ocorreu dentro da massa de resíduos, carreando para o interior ou regiões mais profundas da massa, os líquidos percolados.

O chorume coletado na C2, assim como na C1, também indicou resíduos em fase avançada de degradação, com valores próximos aos encontrados nos Pz-5 e Pz-6, localizados na C1. Tal aproximação deve-se a semelhança na profundidade de coleta do chorume nos piezômetros instalados.

As Células 3 e 4, com a mesma idade, e com chorume coletado na mesma profundidade (10 metros), apresentaram um comportamento bem semelhante. De acordo com os resultados obtidos para os parâmetros analisados, pode-se perceber que a matéria orgânica encontra-se em um processo de degradação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. JUCÁ, J. F. T et al. Ground and Surface Water Contamination Due to Municipal Solid Waste in Recife, Brazil. Second International Congress on Environmental Geotechnics. Japan. 1996.
2. MELO, V. L. A. Estudos de Referência para Diagnóstico Ambiental em Aterros de Resíduos Sólidos. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife-PE, 2000.
3. PASCHOALATO, C. F. P. R. Caracterização dos Líquidos Percolados Gerados por Disposição de Lixo Urbano em Diferentes Sistemas de Aterramento. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos-USP. 97p. 2000.
4. PIRES, J. C. A. Projeto de Tratamento do Chorume Produzido no Aterro Metropolitano de Gramacho Através de "Wetland", Trabalho Final de Mestrado em Engenharia Ambiental – Modalidade: Projeto. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2002.