



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

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

III-024 - AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE MICRORGANISMOS INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL EM LÍQUIDOS LIXIVIADOS DE ATERROS SANITÁRIOS

Célia de Fátima Machado(1)

Bióloga. Mestranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos na Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (EE/UFGM).

Noil Amorim de Menezes Cussiol

Química. Mestre em Saneamento e Meio Ambiente pela UFGM. Doutoranda em Saneamento e Meio Ambiente na Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Tecnologista Sênior do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN.

Naiara Moreira Campos

Técnica em Biotecnologia. Graduanda em Ciências Biológicas na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC/MG).

Liséte Celina Lange

Química. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais – UFGM. Doutora em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Londres.

Endereço⁽¹⁾: Rua Geraldo Ferreira da Glória, 1350 - Jardim Vitória - Belo Horizonte - MG - CEP: 31970-520 Brasil - Tel: (31) 3493-1235

e-mail celiaflora@ig.com.br

RESUMO

Os líquidos lixiviados de aterro sanitário são gerados pela decomposição anaeróbia dos resíduos e água de precipitação. Além da carga poluente devida à alta concentração de DQO e DBO e a presença de metais pesados, estes líquidos podem veicular microrganismos patogênicos para o meio ambiente e, inclusive, contaminar águas subterrâneas através da infiltração dele no solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a presença de indicadores biológicos de contaminação ambiental em líquidos lixiviados provenientes de células do aterro sanitário de Belo Horizonte/MG. Para o isolamento dos microrganismos utilizou-se a técnica de tubos múltiplos, com meios de cultura seletivos e diferenciais e provas bioquímicas, conforme procedimentos do Standard Methods (APHA,1998). No período de jan. a abr./03, foram coletadas 25 amostras do líquido lixiviado da Célula Emergencial (disposição somente de resíduos sólidos urbanos) com operação encerrada em ago./97, e da Célula AC05 (co-disposição de resíduos sólidos urbanos e resíduos de serviços de saúde) em operação desde jan./01. Os valores máximos detectados foram $2,0 \times 10^4$ NMP/100mL para coliformes totais e coliformes termotolerantes, $2,5 \times 10^5$ NMP/100mL para Grupo Enterococos e $2,7 \times 10^4$ UFC/mL para *Clostridium perfringens*. De acordo com os resultados, há indicativos de que houve redução da concentração destes microrganismos em relação ao tempo de aterramento dos resíduos. Entretanto, o nível de contaminação ainda é elevado em ambas células.

PALAVRAS-CHAVE: Indicadores de Contaminação Ambiental, Líquidos Lixiviados, Aterro Sanitário, Contaminação Microbiológica, Chorume.

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) e o seu adequado gerenciamento é um dos maiores desafios enfrentados pela sociedade atual e pelas administrações públicas. Quanto a disposição final dos RSU, a forma predominante no Brasil é a céu aberto. Trata-se de uma forma inadequada de destinação dos resíduos que traz, como consequência, uma série de impactos negativos ambientais, sociais e econômicos.

Os resíduos sólidos urbanos, em seu processo natural de decomposição anaeróbia, geram o "chorume" que somado com a precipitação da chuva penetra e percola na massa de resíduos, produzindo o líquido lixiviado. Além da carga poluente devida à alta concentração de DQO e DBO e a presença de metais pesados, os líquidos lixiviados podem veicular microrganismos patogênicos para o meio ambiente, se destinados de forma inadequada.

Conforme PALMISANO & BARLAZ (1996), os componentes dos resíduos sólidos urbanos – RSU contêm uma variedade de microrganismos patogênicos que podem poluir as águas subterrâneas e superficiais. Grupos de novos patógenos têm sido descobertos os quais podem manifestar sobrevivência maior no meio ambiente ou potencialmente crescer nesses resíduos.

Considerando que a forma predominante de disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil é a céu aberto e que na composição destes resíduos há uma variedade de itens como, por exemplo, papéis e absorventes higiênicos, preservativos masculinos e fraldas descartáveis, contaminados com microrganismos que podem ser carreados pelos líquidos lixiviados e poluir as águas subterrâneas e superficiais, torna-se necessário pesquisar o potencial de contaminação desses líquidos no meio ambiente.

No que se refere aos parâmetros microbiológicos para lançamento de líquidos lixiviados, os mesmos baseiam-se nos indicadores microbiológicos da presença de material fecal no ambiente. Usualmente, o grau de contaminação fecal é avaliado com base na densidade de coliformes totais e termotolerantes – partindo-se do pressuposto de que há uma relação semi-quantitativa entre essas bactérias e a presença de patógenos (BASTOS et al., 2000).

Além do grupo dos coliformes, recomenda-se a detecção do gênero *Enterococcus* no sentido de definir tanto a poluição fecal quanto a possibilidade de sua origem (humana ou animal) e permitir uma correlação mais direta com a sobrevivência de vírus (CHARRIERRE et al., 1994, citado por CERQUEIRA, 1999) e, também, de *Clostridium perfringens* devido à sua capacidade de esporular e apresentar resistência às mais adversas condições do meio ambiente, indicando sobre contaminações fecais mais remotas que aquelas indicadas pela presença dos coliformes (INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2000; PELCZAR et al., 1996; MURRAY et al., 1992).

Sendo assim, neste estudo pesquisou-se a presença dos coliformes totais, coliformes termotolerantes, Grupo Enterococos e *Clostridium perfringens* nos líquidos lixiviados do aterro sanitário de Belo Horizonte.

MATERIAIS E MÉTODOS

AMOSTRAGEM

As amostras dos líquidos lixiviados foram procedentes de duas células do aterro sanitário de Belo Horizonte/MG, localizado próximo à BR 040. A escolha deste local deveu-se ao fato de nele existirem células com diferentes características de aterramento de resíduos, a saber: célula contendo somente resíduos sólidos urbanos (Célula Emergencial) e célula com co-disposição de resíduos sólidos urbanos e de serviços de saúde (Célula ACO5), além da existência de pontos de amostragens (PLQ's) que facilitaram a coleta. Na tabela 1, mostram-se as características das células amostradas.

Tabela 1 – Características das células amostradas do aterro sanitário de Belo Horizonte

Célula	Características da Célula	Ponto de Coleta
AC05	- co-disposição de RSU e RSS - ainda em processo de aterramento de resíduos (início em Jan/01)	PLQ-5A
Emergencial	- disposição de RSU - terminou processo de aterramento de resíduos (Jul/95 a Ago/97) - passou por processo de recirculação de líquidos lixiviados fases acetogênica, metanogênica e alcalinogênica.	PLQ-6A

Fonte: Secretaria Municipal de Limpeza Urbana (2003)

Foram coletadas 25 amostras dos líquidos lixiviados de cada célula, durante e logo após o período de chuvas no município (Janeiro/2003 a Abril/2003).

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Fundação Ezequiel Dias/FUNED, em Belo Horizonte/MG, por meio de convênio de cooperação técnico científica.

Devido a inexistência de metodologias específicas para a analisar líquidos lixiviados de aterro sanitário, utilizaram-se os procedimentos do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (AWWA/APHA/WEF, 1998) e Compendium for the Microbiological Methods of Food (APHA/2001), respectivamente para análise microbiológica de água e alimentos.

Os microrganismos selecionados como indicadores de contaminação ambiental foram os coliformes totais, coliformes termotolerantes, Grupo Enterococos e *Clostridium perfringens*.

As seguintes técnicas analíticas foram empregadas:

- Técnica de Tubos Múltiplos - análise quantitativa e qualitativa de Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes e Grupo Enterococos. Resultados expressos em NMP/100mL.
- Técnica de Plaqueamento em Profundidade ("pour plate") - análise quantitativa e qualitativa de *Clostridium perfringens*. Resultados expressos em UFC/mL.

Tanto a técnica de tubos múltiplos como a de plaqueamento em profundidade foram desenvolvidas em etapas presumtiva e confirmativa com meios de cultura seletivos e diferenciais. As colônias isoladas e características de cada microrganismo foram submetidas à prova de Gram e provas bioquímicas para confirmação do resultado. Os meios de cultura utilizados são citados na tabela 2.

Tabela 2 – Meios de cultura utilizados para a detecção e o isolamento dos microrganismos indicadores de contaminação ambiental

Parâmetro	Meio de Cultura
Coliforme totais	Caldo lauril sulfato triptose (LST) e caldo verde brilhante (CVB)
Coliformes termotolerantes	Caldo EC, ágar Macconkey
Grupo enterococos	Caldo dextrose azida, ágar seletivo para enterococos, caldo BHI com 6,5% de NaCl
<i>Clostridium perfringens</i>	Ágar SPS, caldo tioglicolato, leite tornassolado e lactose gelatina

RESULTADOS

Nas figuras 1 e 2 são apresentados os resultados para os coliformes totais e coliformes termotolerantes nas amostras de líquidos lixiviados das células Emergencial e AC05 do aterro sanitário de Belo Horizonte.

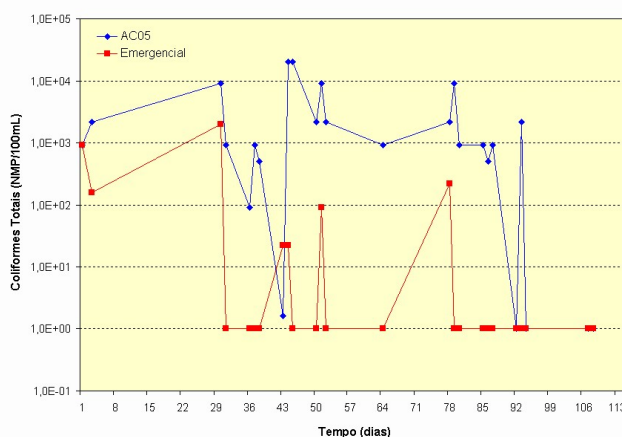


Figura 1: Concentração de coliformes totais nos líquidos lixiviados das células AC05 e Emergencial, em diferentes dias de amostragem.

Conforme pode ser visualizado na figura 1, a concentração dos coliformes totais na célula AC05 ficou entre os valores $9,2 \times 10^1$ a $2,0 \times 10^4$ NMP/100mL. Na célula Emergencial, percebe-se que, na maioria das amostras, esses microrganismos não foram detectados. Nas amostras onde eles foram detectados, a concentração oscilou entre os valores $2,2 \times 10^1$ e $2,2 \times 10^3$ NMP/100mL.

Comparando-se o perfil dos dados obtidos, na célula AC05 a concentração dos coliformes totais foi superior ao da célula Emergencial. Este resultado pode ser devido ao possível decaimento bacteriano ao longo do tempo de aterramento dos resíduos, uma vez que a operação da célula Emergencial foi finalizada em 1997 e a AC05 ainda estava em operação no período das amostragens.

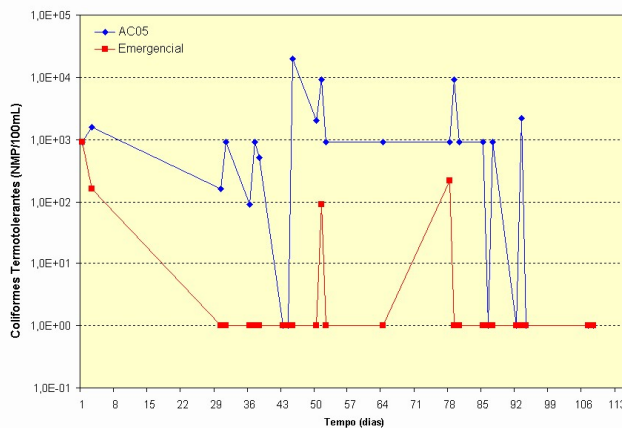


Figura 2: Concentração de coliformes termotolerantes nos líquidos lixiviados das células AC05 e Emergencial, em diferentes dias de amostragem.

Na figura 2, observa-se que a concentração dos termotolerantes seguiu o perfil de concentração dos coliformes totais na célula AC05 e a concentração desses microrganismos variou de $9,0 \times 10^1$ a $2,0 \times 10^4$ NMP/100mL e na célula emergencial foi detectado em quatro amostragens com valor máximo de $9,0 \times 10^3$ NMP/100mL.

Nas figuras 3 e 4 são apresentados os resultados para o Grupo Enterococos e *Clostridium perfringens* nas amostras de líquidos lixiviados.

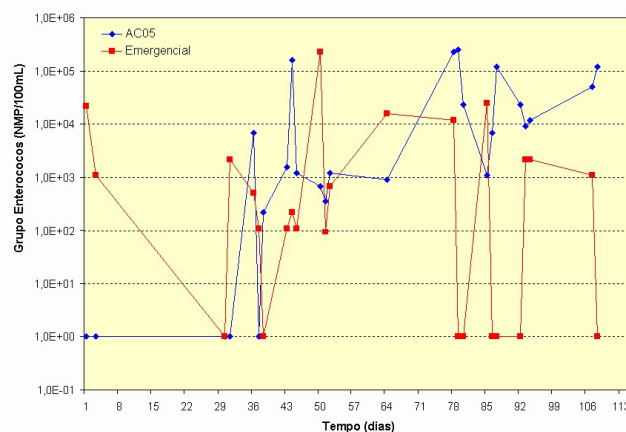


Figura 3: Concentração do Grupo Enterococos nos líquidos lixiviados das células AC05 e Emergencial, em diferentes dias de amostragem.

Conforme mostrado na figura 3, a concentração de enterococos na célula AC05 variou de $2,2 \times 10^2$ a $2,5 \times 10^5$ NMP/mL e, na célula emergencial, de $9,2 \times 10^1$ a $2,3 \times 10^5$ NMP/mL. Cabe ressaltar que, nos 37 primeiros dias, estes microrganismos não foram detectados nas amostras, provavelmente devido à manutenção inadequada dos microrganismos, enquanto era aguardada a entrega do meio de cultura para as análises sequenciais.

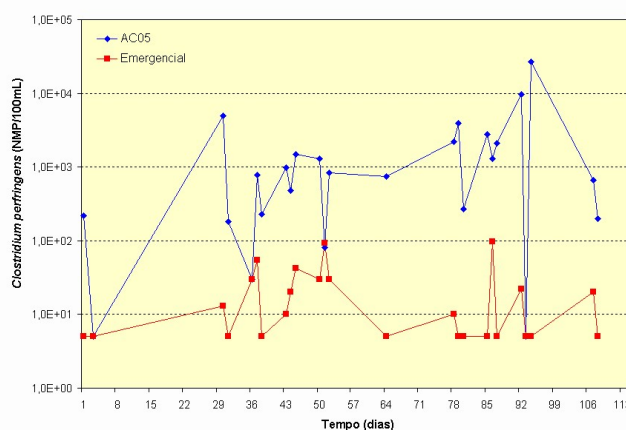


Figura 4: Concentração de *Clostridium perfringens* nos líquidos lixiviados das células AC05 e Emergencial, em diferentes dias de amostragem.

Analisando a figura 4 é possível observar que a concentração de *Clostridium perfringens* foi maior na célula AC05, variando na faixa entre $3,0 \times 10^1$ a $2,7 \times 10^3$ UFC/mL enquanto que, na célula emergencial, a concentração ficou entre $1,3 \times 10^1$ e $9,8 \times 10^1$ UFC/mL.

A detecção de *Clostridium perfringens* pode ser atribuída à sua capacidade de esporular, o que lhe confere maior resistência às condições ambientais adversas além do fato dele ser comumente encontrado no solo, podendo ter sido carregado pelo líquido lixiviado. Por apresentar maior resistência ambiental e indicar sobre contaminações fecais mais remotas a sua detecção foi relevante, uma vez que poderá assegurar presença de microrganismos patogênicos de maior persistência no líquido lixiviado.

De acordo com os resultados desta pesquisa, a concentração dos microrganismos indicadores de contaminação ambiental nos líquidos lixiviados da célula com co-disposição de RSU e RSS (AC05) foi superior à concentração da célula com disposição somente de RSU (Emergencial). Presume-se que esta diferença seja devida ao tempo de aterramento dos resíduos, levando-se em consideração que, durante o período de amostragem, a operação da célula Emergencial tinha sido encerrada e a célula AC05 ainda estava em operação.

CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos, concluiu-se que:

- Os coliformes totais e fecais tiveram comportamentos semelhantes em ambas as células, independentemente da concentração detectada.
- Dentre os microrganismos pesquisados, o grupo Enterococos apresentou a maior concentração em ambas as células ao longo do período avaliado.
- As concentrações dos microrganismos indicadores de contaminação ambiental na célula AC05 foram superiores as da célula Emergencial, possivelmente pelo fato da AC05 ainda estar recebendo resíduos na ocasião das amostragens. Esta diferença leva a crer que houve diminuição destes microrganismos em relação ao tempo de aterramento dos resíduos.

Pressupondo-se que o nível de contaminação ambiental dos líquidos lixiviados de aterro sanitário baseia-se nos indicadores de poluição ambiental e que a presença destes atesta para a possibilidade da presença de outros microrganismos advindos dos resíduos sólidos urbanos e de serviços de saúde, torna-se necessário avaliar a presença de outros microrganismos patogênicos nesse líquido, levando-se em consideração, inclusive, os microrganismos de interesse médico nos controles de infecção hospitalar, sobretudo aqueles os que apresentam resistência a antibióticos.

Os resultados deste trabalho vêm preencher uma lacuna, contribuindo para ampliar o conhecimento sobre os líquidos lixiviados de aterros sanitários e conhecer o seu potencial de contaminação ambiental, quando dispostos inadequadamente no meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. AWWA. WEF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20.ed, Washington, 1998.
2. APHA. *Compendium for the microbiological methods of food*. 4.ed, Washington, 2001.
3. BASTOS, R.K.X, BEVILACQUA, P.D. et al. Coliformes como indicadores da qualidade da água: Alcance e limitações. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000. Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: ABES, 2000. p. 1-12. 1 CD-ROM.
4. CERQUEIRA, D. A.; HORTA, M. C. S. Coliformes Fecais não Existem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20, 1999. Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 1239-1244. 1 CD-ROM.
5. CHARRIERE, G.D.A.; MOSSEL, B.; LECLERC, H. Assessment of the marker value of various components of the coli-aerogenes group of *Enterobacteriaceae* and of a selection of *Enterococcus spp.* for the official monitoring of drinking water supplies. *Journal of Applied Bacteriology*, p. 336- 344, 1994 apud CERQUEIRA, D.A, HORTA, M.C.S. Coliformes fecais não existem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20, 1999. Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 1999. p.1239-1244. 1 CD-ROM.
6. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS/IPT. 2.ed. São Paulo, SP. *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo, SP: IPT, CEMPRE, 2000. 390p. (IPT – 2622).
7. INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS/ITAL. Campinas, SP. *Manual de métodos de análise microbiológica de água*. Campinas, SP: ITAL/Núcleo de Microbiologia, 2000. 99p.
8. MURRAY, P, DREW, W.L., KOBAYASHI, G.S. e THOMPSON, J.H. *Microbiologia Médica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.
9. PALMISANO, A.C; BARLAZ, M.A. *Microbiology of Solid Waste*. Edited by Anna C. Palmisano and Morton A. Barlaz, 1996.
10. PELCZAR, JR, M.J., CHAN, E.C., KRIEG, N.R. *Microbiologia: conceitos e aplicações*. 2ed, São Paulo. MAKRON BOOKS, 2v., 1996.

As autoras agradecem os apoios recebidos para a execução do projeto: à Fundação Nacional de Saúde - FUNASA pelos recursos financeiros; à CAPES pela bolsa de mestrado; à Merck pela doação dos meios de cultura; à Fundação Ezequiel Dias - FUNED por disponibilizar o laboratório para a execução das análises; à Secretaria Municipal de Limpeza Urbana por ceder as amostras; e ao Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN pelo empréstimo dos equipamentos de campo.