

Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil

Evaluation of environmental contamination and pollution at the area under the influence of the Morro do Céu landfill dump in Niterói, Rio de Janeiro, Brazil

Cristina L. S. Sisino ¹
Josino Costa Moreira ¹

¹ Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz. Rua Leopoldo Bulhões 1480, Rio de Janeiro, RJ 21041-210, Brasil.

Abstract *In general, areas used for waste disposal represent potential foci of environmental pollution, as they can contaminate the surrounding environment and negatively impact the health of the populations living nearby. This study reports on results obtained in the analysis of Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, and Zn in the leachate and other environmental compartments (ground and subsoil waters, soil, and sediments) of an area under the influence of the Morro do Céu Landfill Dump, located in Niterói, Rio de Janeiro State, Brazil. Quality of water compartments in the area was evaluated using other physical/chemical and microbiological complementary parameters such as COD, BOD, pH, colimetry, etc. Results showed that most of the metals are retained by the soil and sediments. The local waters (surface and subsoil) are contaminated by coliform, while the surface water, the Mata-Paca River, showed high levels of COD (5.200 mg/l), BOD (2.800 mg/l), Fe (6.4 mg/l), Mn (2.4 mg/l), Ni (0.12 mg/l), and Zn (0.23 mg/l).*

Key words *Environmental Pollution; Garbage; Toxic Metals; Percolating Liquid*

Resumo *As áreas utilizadas como depósito final de lixo – normalmente representadas pelos “lixões” e aterros controlados – configuram-se como focos potenciais de poluição, influenciando negativamente a qualidade da saúde humana e ambiental nas regiões sob sua influência. Neste trabalho são avaliadas as concentrações de Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn no líquido percolado (chorume) e em compartimentos ambientais (águas superficiais e subterrâneas, solos e sedimentos) da área do aterro controlado do Morro do Céu (Niterói – RJ). A qualidade dos corpos d’água localizados nas proximidades desse aterro foi também avaliada com base na análise de outros parâmetros físico-químicos e microbiológicos complementares (pH, DBO, DQO, colimetria etc.). Os resultados encontrados mostram que as maiores concentrações dos metais são observadas no solo do sítio limitrofe ao aterro e no sedimento da vala do aterro, indicando tendência à retenção destes elementos nesses segmentos. Da mesma forma, a qualidade das águas superficiais e subterrâneas é ruim, destacando-se a presença de coliformes nas amostras analisadas, além da evidência – nas águas superficiais – de grande carga de compostos orgânicos expressos pelos valores de DQO (5.200 mg/l) e DBO (2.800 mg/l), e das concentrações de Fe (6,4 mg/l), Mn (2,4 mg/l), Ni (0,12 mg/l) e Zn (0,23 mg/l) acima dos limites permissíveis pela legislação ambiental.*

Palavras-chave *Poluição Ambiental; Lixo; Metais Tóxicos; Líquido Percolado*

Introdução

O problema que envolve a questão da disposição final do lixo urbano, apesar de ser um dos principais pontos relacionados com o saneamento das grandes cidades, na maioria das vezes ainda permanece sem solução.

Uma vez que os sistemas designados a promover a coleta, o transporte e a destinação final do lixo urbano encontram-se vinculados às administrações municipais, um dos grandes desafios enfrentados pelas prefeituras, neste contexto, é onde dispor estes resíduos com segurança, uma vez que áreas disponíveis tornam-se cada vez mais escassas, mais distantes dos centros de geração do lixo e têm seu custo mais elevado. Em vista disso, várias "soluções" têm sido adotadas, algumas das quais sem nenhuma avaliação preliminar criteriosa.

Com relação às formas utilizadas para destinação final do lixo no Brasil, pode-se destacar que 86,4% dos municípios utilizam-se de vazadouros a céu aberto, 1,8% fazem uso de vazadouros em áreas alagadas e 9,6% possuem aterros controlados (Santos, 1993). As áreas destinadas a receber toneladas de lixo sem, contudo, possuírem infra-estrutura adequada capaz de evitar os danos conseqüentes desta atividade, têm seu uso futuro comprometido e são responsáveis pela degradação ambiental das regiões sob sua influência. Dentre os problemas oriundos da disposição de grandes quantidades de lixo, pode-se ressaltar a poluição do ar, das águas e do solo, além da proliferação de vetores.

Estas áreas de despejo não podem ser consideradas como o ponto final para muitas das substâncias contidas ou produzidas a partir do lixo urbano, pois, quando a água – principalmente das chuvas – percola através desses resíduos, várias dessas substâncias orgânicas e inorgânicas são carregadas pelo chorume: líquido poluente originado da decomposição do lixo. O chorume ou líquido percolado – cuja composição é muito variável – pode tanto escorrer e alcançar as coleções hídricas superficiais, como infiltrar no solo e atingir as águas subterrâneas, comprometendo sua qualidade e, por conseguinte, seu uso.

O Município de Niterói, não sendo uma exceção na situação geral encontrada na região metropolitana do Rio de Janeiro ou mesmo no Brasil, dispõe seus resíduos sólidos urbanos em um aterro controlado na área conhecida como Morro do Céu. O aterro controlado do Morro do Céu (ACMC) desperta particular interesse por estar localizado perto de um núcleo residencial, em uma zona de mananciais que deveria ser protegida por lei, e por ser conside-

rado oficialmente como uma das fontes responsáveis pela degradação das águas da Baía de Guanabara.

Por não ter sido realizado nenhum estudo técnico prévio para escolha daquela área e tampouco montada, antes de sua instalação, uma infra-estrutura sanitária que fosse capaz de evitar os danos conseqüentes da disposição de toneladas diárias de lixo, a região vizinha ao aterro vem sofrendo vários problemas ambientais e sanitários, que têm influído no bem-estar da população ali residente.

Neste trabalho são relatados dados preliminares sobre os níveis de contaminação e poluição encontrados em alguns compartimentos ambientais passíveis de serem afetados pelo chorume produzido no aterro controlado do Morro do Céu, seu impacto no ambiente e, conseqüentemente, na qualidade de vida da população vizinha a essa área de despejo.

Área de estudo

O aterro controlado do Morro do Céu localiza-se no bairro do Caramujo, a cerca de 12 km do centro da cidade de Niterói (RJ) (Figura 1), e vem operando desde 1983.

Nas suas proximidades, situam-se várias residências, destacando-se, inclusive, um sítio limítrofe à área de despejo e as casas do Loteamento Jardim Paulista (Figura 2), onde moram cerca de duzentas pessoas.

A localidade conhecida como Morro do Céu é uma zona de mananciais e florestas. Na região encontram-se vários "olhos d'água" e a nascente do Córrego Mata-Paca, pertencente à Sub-Bacia do Rio Sapê, que por sua vez é contribuinte da Bacia Hidrográfica dos Rios Colubandê/Alcântara. Estes rios são tributários do Rio Guaxindiba, que deságua na Baía de Guanabara, na área do manguezal de Guapimirim (Figura 1). A vegetação primitiva da região já foi quase que totalmente devastada, sendo que atualmente encontra-se, predominantemente e em bom estado de conservação, uma cobertura vegetal do tipo capoeirão, caracterizada por ser uma floresta secundária bem desenvolvida. Esta floresta, segundo relato de moradores vizinhos, ainda abriga vários pequenos animais silvestres, como: micos, gambás, pássaros etc. Nas áreas desmatadas nota-se um crescente processo de erosão e a abundante presença do capim colônio (*Panicum maximum*), vegetação invasora que empobrece o solo e favorece a erosão (Sisinno, 1995).

O relevo local é bastante acidentado, estando a área do aterro localizada no fundo de um

Figura 1

Mapa do Rio de Janeiro com a localização da área estudada.

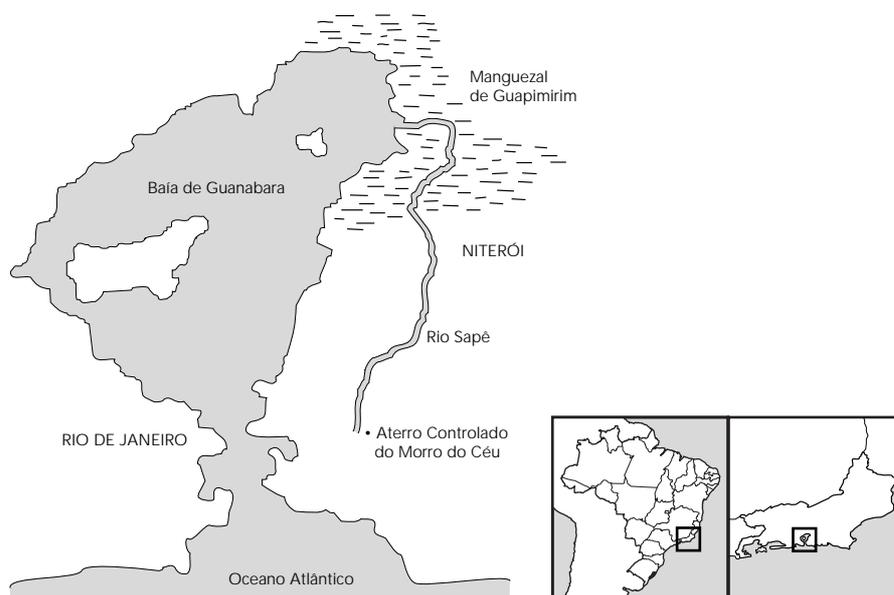
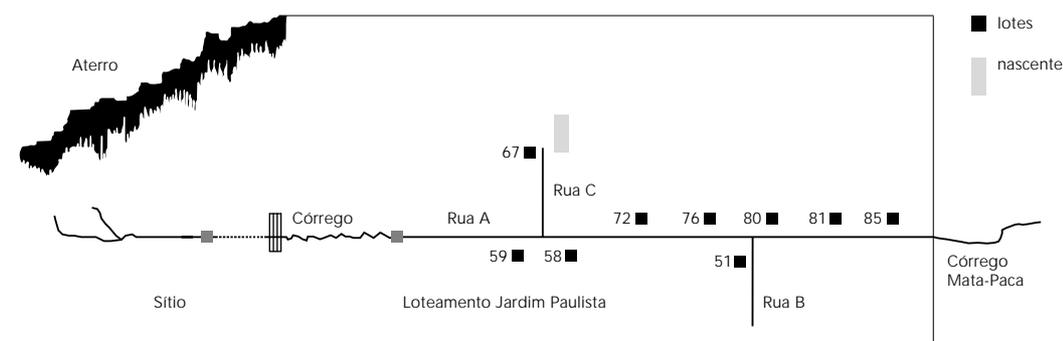


Figura 2

Esquema dos pontos de amostragem no aterro controlado do Morro do Céu, Caramujo, Niterói, Rio de Janeiro.



vale. O solo da região é argilo-arenoso, com pH em torno de 5,0.

A área ocupada pelo aterro é estimada atualmente em cerca de 95.000 m², mas sua expansão já foi iniciada para além dos limites do sítio vizinho (Sisinho, 1995).

Os resíduos depositados são provenientes de coleta domiciliar e pública, perfazendo aproximadamente 550 toneladas por dia, sendo que no local observa-se a catação dos materiais recicláveis por um grupo de catadores de lixo (Sisinho, 1995).

A operação precária existente – que inclui pesagem dos caminhões coletores, drenagem parcial do chorume e cobrimento irregular de parte dos resíduos – não é suficiente para evitar os problemas oriundos da disposição do lixo. No aterro do Morro do Céu não há controle nem tratamento do chorume produzido e tampouco drenagem dos gases formados, notando-se, ainda, deficiência na cobertura do lixo e falta de medidas de controle de proliferação de vetores.

Atualmente, encontra-se em fase de elaboração um projeto para a melhoria das condi-

ções sanitárias e ambientais do local, no qual estão incluídos a construção de uma usina de reciclagem e compostagem na área próxima ao sítio e um sistema de tratamento do chorume produzido.

Materiais e métodos

Os pontos de amostragem escolhidos envolveram a área do aterro controlado do Morro do Céu propriamente dita e áreas adjacentes afetadas e não afetadas pelo chorume (pontos-controle), resultando em cinco pontos de coleta (Aterro, Sítio, Córrego Mata-Paca, Ruas A e C do Loteamento Jardim Paulista) (Figura 2) e seis tipos de amostras (chorume, solo, sedimento, águas da nascente, dos poços e do Córrego Mata-Paca), perfazendo um total de 17 amostras.

As amostras foram coletadas nos meses de outubro de 1994 a janeiro de 1995, não havendo, excepcionalmente, influência de um período chuvoso. As amostras de chorume e de água superficial (Córrego Mata-Paca) foram coletadas no mesmo dia e em dois momentos diferentes. Na primeira coleta (novembro de 1994) foram determinadas apenas as concentrações dos metais e na segunda (janeiro de 1995), além dos metais, foram avaliados também os parâmetros físico-químicos e microbiológicos complementares. As amostras das águas subterrâneas (poços e nascente) foram coletadas durante os meses de outubro a dezembro de 1994, e as amostras dos solos e sedimentos, no mês de janeiro de 1995.

As concentrações dos oito metais estudados (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn) foram determinadas em todos os tipos de amostras coletadas, e a presença e o número de coliformes totais somente foram avaliados nas amostras líquidas. Além dos metais e da colimetria, outros parâmetros físico-químicos, como DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio), pH etc., foram determinados concomitantemente, sendo que a temperatura, o pH, a condutividade e a salinidade das amostras líquidas foram medidos no próprio local de coleta. Para as análises microbiológicas utilizou-se a técnica de tubos múltiplos (APHA, 1985), sendo os outros parâmetros físico-químicos analisados de acordo com as metodologias recomendadas pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1985) e pelo Manual da EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1970).

Nas amostras do chorume e das águas do Córrego Mata-Paca foram determinadas tanto

as concentrações totais dos metais estudados, quanto as frações dissolvidas, sendo a análise de cada amostra feita em triplicata. As águas da nascente e do poço do sítio foram submetidas apenas à determinação da concentração total dos metais e foram realizadas em duplicata.

A metodologia utilizada no tratamento das amostras líquidas foi a recomendada pela Feema (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente), sendo uma adaptação do procedimento encontrado em Feema (1983). Este tratamento consistiu basicamente em um ataque por uma mistura ácida ($\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$), enquanto as amostras eram evaporadas a uma temperatura inferior a seus pontos de ebulição. Nas amostras de chorume e água do Córrego, a fração dissolvida dos elementos Fe e Mn foi determinada utilizando-se a mesma metodologia supracitada, aplicada após filtração de um volume conhecido em filtro de $0,45 \mu$ de diâmetro de poro (Feema, 1983).

Nas amostras de solo e sedimento realizou-se a determinação das concentrações totais dos metais em estudo e das frações dos metais fracamente adsorvidos, ou seja, aquelas facilmente disponíveis à incorporação pela biota.

Inicialmente, estas amostras sofreram pré-tratamento que incluiu peneiramento, secagem e trituração. A concentração dos metais fracamente adsorvidos foi estimada pela extração com solução de ácido clorídrico 0,1N (Lacerda et al., 1987), enquanto na determinação das concentrações totais utilizou-se a metodologia citada por Torres (1992), que consiste na digestão das amostras em bombas de teflon com o auxílio de uma mistura ácida ($\text{HF} + \text{HNO}_3$).

As determinações das concentrações dos metais estudados foram realizadas por ICP-AES (Perkin-Elmer Plasma 1.000) e/ou por espectrofotometria de absorção atômica na chama (EAA Varian 1475).

Resultados e discussão

Os resultados obtidos são apresentados, a seguir, agrupados de acordo com os meios amostrados.

Chorume e águas do córrego Mata-Paca

Os valores dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos encontrados na análise das amostras do chorume coletadas no ACMC e das águas do Córrego Mata-Paca são mostrados na Tabela 1.

Segundo Philips et al. (1994), este chorume pode ser considerado altamente poluidor,

Tabela 1

Valores dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos avaliados no chorume do aterro controlado do Morro do Céu e na água do córrego Mata-Paca, Niterói, Rio de Janeiro.

Amostra	Parâmetros físico-químicos e microbiológicos										
	pH	T °C	Salinidade ‰	Condutividade µS	Alcalinidade mg/l CaCO ₃	Dureza CaCO ₃	Cloreto mg/l	Sulfato mg/l	DBO mg/l	DQO mg/l	Coliformes Totais
Chorume	8,0	28	10	6,20	372	95	42	n.d.	4.000	11.500	340
Água do córrego	7,0	27	5	3,09	212	60	22	n.d.	2.800	5.200	> 1.600

n.d. = valores de sulfato não detectados.

Os parâmetros microbiológicos são expressos em UFC/100 ml.

Tabela 2

Concentrações dos metais (mg/l) determinados nas amostras de chorume do aterro controlado do Morro do Céu e água do córrego Mata-Paca, Niterói, Rio de Janeiro, e valores máximos permissíveis por lei (vmp).

Amostra	Metais determinados (mg/l)							
	Cd	Cr	Cu T/D	Fe T/D	Mn	Ni	Pb	Zn
Chorume								
1ª Coleta								
Média	< 0,005	0,15	0,24	17,0/-	0,35/-	0,14	0,13	0,68
Desvio-Padrão	-	0	0,005	1,1/-	0,02/-	0,005	0,01	0,03
2ª Coleta								
Média	< 0,002	0,18	0,36	27,6/4,7	0,21/0,08	0,10	0,19	0,67
Desvio-Padrão	-	0,01	0,06	1,7/0,2	0,01/0,007	0,005	0,02	0,08
vmp*	0,1	0,5	0,5	-/15,0	-/1,0	1,0	0,5	1,0
Água do córrego								
1ª Coleta								
Média	< 0,005	0,035	< 0,05	31,0/-	5,1/-	0,073	< 0,1	0,01
Desvio-Padrão	-	0,001	-	3,0/-	1,0/-	0,01	-	-
2ª Coleta								
Média	< 0,001	< 0,01	< 0,01	45,7/6,4	2,7/2,4	0,12	< 0,01	0,23
Desvio-Padrão	-	-	-	2,5/0	0,15/0,16	0,005	-	0,02
vmp**	0,001	0,05	0,02	-/0,3	-/0,1	0,025	0,03	0,18

Média de 3 alíquotas de uma amostra.

T/D = Concentração Total/Concentração da Fração Dissolvida.

* Fonte: NT-202 Critérios e Padrões para Lançamento de Efluentes Líquidos (Feema, 1979).

** Fonte: Resolução Conama nº 20 – Classificação das Águas Segundo seus Usos Preponderantes (Feema, 1992).

uma vez que sua DQO está acima de 10.000 mg/l. Os altos valores de DBO e DQO encontrados nestas amostras indicam uma alta carga de compostos orgânicos transportada, enquanto a presença de coliformes (totais e fecais) confere um potencial de contaminação microbiológica. O pH medido nas águas do Córrego foi de 7,0, enquanto o das amostras de chorume foi de 8,0, indicando a predominância de chorume de lixo em estado avançado de decomposição (Philips et al., 1994). Os eleva-

dos valores de DQO e DBO encontrados sugerem que o chorume seja, na realidade, constituído por uma mistura daqueles produzidos por lixos em diferentes estados de decomposição. A salinidade de 10‰ encontrada no chorume é devida, principalmente, à presença de sais de cálcio, magnésio, sódio e potássio (Chu et al., 1994). Sulfato não foi detectado nas amostras, o que sugere que, nas condições prevalentes, este esteja sendo reduzido a sulfeto (Weslake, 1995).

Na Tabela 2, são mostradas as concentrações dos metais determinados nestas amostras e os respectivos valores máximos permissíveis estabelecidos pela legislação vigente utilizada para comparação: NT – 202 da Feema para o chorume e Resolução Conama nº 20 (Classe 2) para as águas do Córrego Mata-Paca.

Com relação às duas amostras de chorume, pode-se verificar que as concentrações dos metais estudados estão abaixo dos valores máximos estabelecidos pela NT – 202 da Feema (Norma Técnica 202). Esta norma regulamenta os lançamentos diretos ou indiretos de efluentes líquidos provenientes de atividades poluidoras em águas interiores ou costeiras, superficiais ou subterrâneas no Estado do Rio de Janeiro, através de quaisquer meios de lançamento, inclusive da rede pública (Feema, 1979).

As concentrações de Fe e Mn podem ser comparadas aos limites máximos apenas na segunda amostragem quando foi determinada a fração dissolvida, como estabelecido na NT – 202. Os valores de Cd encontram-se abaixo do limite de detecção dos métodos utilizados.

As baixas concentrações dos íons metálicos encontradas podem ser atribuídas à baixa solubilidade de vários destes metais nas condições prevalentes – pH alcalino, elevado teor de matéria orgânica, redução de sulfato –, uma

vez que podem precipitar como hidróxidos e/ou como sulfetos, aos mecanismos de retenção pelo solo, sedimentos e material em suspensão, à complexação dos metais com a matéria orgânica etc. (Buschinelli, 1985).

Pode-se destacar ainda que muitos materiais contendo metais que seriam despejados no aterro são retirados pelos catadores – fato que ocorre desde 1983 –, diminuindo consideravelmente a introdução destes elementos na massa de lixo.

Nas águas do Córrego Mata-Paca as concentrações de Fe e Mn dissolvidos, Ni (ambas coletas) e Zn (segunda coleta) observadas, encontram-se acima daquelas recomendadas como valores máximos permissíveis pela Resolução Conama nº 20, que estabelece a classificação das águas de acordo com seus usos preponderantes (Feema, 1992). As concentrações de Cd, Cu e Pb da primeira coleta não puderam ser avaliadas, uma vez que o método utilizado não era suficientemente sensível para a determinação das mesmas.

Águas dos poços e da nascente

Na Tabela 3, são mostrados os valores dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos encontrados na análise das águas dos poços das Ruas A e C, do sítio e de uma nascente.

Tabela 3

Valores dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos avaliados nas águas dos poços da Rua A, Rua C, do sítio e da nascente na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Rio de Janeiro.

Local	Parâmetros físico-químicos e microbiológicos							
	pH	T °C	Condutividade µS	Alcalinidade mg/l CaCO ₃	Dureza CaCO ₃	Cloreto mg/l	Sulfato mg/l	Coliformes Totais
Rua A								
Lotes								
85	7,4	27	120,0	52	55	7	n.d.	> 1.600
81	6,0	23	127,7	34	50	8	n.d.	23
80	7,7	26	159,0	134	105	10	n.d.	1.600
76	6,6	24	153,4	88	105	9	n.d.	17
72	5,6	25	123,0	36	55	11	n.d.	1.600
59	6,0	26	152,7	28	50	7	n.d.	80
58	6,6	27	161,0	54	45	8	n.d.	300
51	7,6	26	128,6	112	100	9	n.d.	14
Rua C								
Lote								
67	5,9	24	121,0	40	55	18	n.d.	1.600
Sítio	6,0	28	127,0	20	25	17	n.d.	1.600
Nascente	6,3	27	169,3	34	55	13	n.d.	> 1.600

Os níveis de coliformes são expressos em UFC/100 ml.
n.d. = valores de sulfato não detectados.

Tabela 4

Concentração dos metais (mg/l) determinados nas águas do poço do sítio e da nascente na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Rio de Janeiro, e valores máximos permissíveis por lei (vmp).

Amostra	Metais determinados (mg/l)							
	Cd	Cr	Cu	Fe/T	Mn/T	Pb	Ni	Zn
Água do poço do sítio								
Média	< 0,002	< 0,1	< 0,08	0,29	0,012	< 0,2	< 0,02	0,3
Desvio-Padrão				0,05	0,01			0,10
Água da nascente								
Média	< 0,002	< 0,1	< 0,08	0,27	0,075	< 0,2	< 0,02	0,1
Desvio-Padrão				0,05	0,02			0,02
vmp*	0,005	0,05	1,0	0,30	0,10	0,05	–	5,0

Média de 2 alíquotas de uma amostra

Fe T = Ferro Total; Mn T= Manganês Total

* Fonte: Padrões de Potabilidade da Água (MS, 1990)

Verificou-se que as águas subterrâneas estão em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria Nº 36 do Ministério da Saúde (MS, 1990), uma vez que todas as amostras analisadas mostravam-se contaminadas com organismos do grupo coliforme. Esta contaminação, entretanto, não pode ser atribuída exclusivamente à ação do chorume, uma vez que foi constatada também a possibilidade de influência de águas de infiltração.

O pH das amostras situou-se entre 5,6 (lote 72) e 7,7 (lote 80) mostrando, contudo, uma maior predominância do pH ácido (o solo da região também apresenta pH ácido). As águas dos poços dos lotes 85, 80, 76, 58 e 51 situam-se dentro da faixa permitida pela legislação para esse parâmetro – que estabelece valores de pH entre 6,5 e 8,5 – enquanto a dos demais poços têm o pH abaixo de 6,5, evidenciando o efeito do solo local sobre estas amostras.

Na Tabela 4, são apresentadas as concentrações dos metais estudados nas águas dos poços do sítio (único poço amostrado para a determinação dos metais por estar em situação mais crítica) e na nascente (ponto não afetado pelo chorume, uma vez que situa-se em cota superior), juntamente com os valores máximos permissíveis por lei.

Com relação aos metais, apenas o Fe encontra-se próximo ao valor máximo permitido (MS – Portaria nº 36) nas amostras coletadas no poço do sítio e na nascente. Em comparação com as águas do poço do sítio, as águas da nascente apresentaram aproximadamente as mesmas concentrações para Fe e valores maiores de Mn, sugerindo a grande influência do tipo de solo da região na qualidade destas águas.

Com exceção das concentrações de Fe, Mn e Zn, os demais valores apresentados na Tabela 2 referem-se aos limites de detecção do método utilizado, calculados como três vezes o desvio-padrão dos “brancos” de cada amostra.

A baixa concentração de metais encontrada nestas águas possivelmente é ocasionada pelo tipo de solo da região – capaz de promover mecanismos de atenuação –, além de outros fatores, como: adsorção destes elementos a partículas em suspensão na coluna d’água, baixa concentração destes elementos no chorume concentrado (no caso do poço do sítio), baixa pluviosidade na época da realização do trabalho etc. Além disso, a presença de bactérias nestas águas, como citado acima, indica a ausência de substâncias inibidoras de seu crescimento nestas amostras.

Solos e sedimentos

A Tabela 5 mostra os valores dos parâmetros obtidos na análise das amostras de solos e de sedimentos, com exceção da concentração dos metais, destacando-se o pH ácido do solo da região próxima ao aterro (pH 5,0), representado pelo solo coletado na Rua C. O pH medido no solo do sítio foi de 6,0, enquanto os valores das amostras dos sedimentos do Córrego e da vala do aterro acompanham os valores encontrados nas águas superficiais e no chorume, respectivamente 7,0 e 8,0. As maiores porcentagens de COT (Carbono Orgânico Total) e N foram encontradas nas amostras do solo da Rua C e do sítio, devido à presença do húmus produzido pela decomposição da cobertura vegetal existente no local e, no caso do sítio, tam-

bém pela contribuição do choro. As porcentagens de Fe_2O_3 e Al_2O_3 encontradas no solo da Rua C situaram-se abaixo dos valores encontrados nas amostras do solo do sítio e dos sedimentos, indicando a influência do choro nestas amostras, como pode ser evidenciado principalmente no sedimento da vala do aterro.

Solo e sedimento são os meios em que os metais aparecem em maiores concentrações, indicando uma tendência à retenção destes contaminantes no local, como pode ser visto na Tabela 6.

As maiores concentrações totais de Fe e Mn foram encontradas nas amostras de solo do sítio e no sedimento do Córrego, mostrando a influência das concentrações naturais destes elementos na qualidade das águas do Córrego, sendo as maiores concentrações totais dos outros metais encontradas no solo do sítio e no sedimento da vala do aterro.

Finalmente, as maiores frações disponíveis da maioria dos metais estudados foram observadas nas amostras do solo do sítio, indicando o comprometimento desta área com relação ao uso de culturas para alimentação.

Tabela 5

Valores dos parâmetros analisados nos solos (sítio e Rua C) e sedimentos (aterro e córrego), Niterói, Rio de Janeiro.

Amostra	Local de coleta	Parâmetros analisados					
		pH	Condutividade	COT %	N %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %
Solo	Sítio	6,0	166,0 μ S	3,68	1,87	3,5	10,0
	Rua C	5,0	106,0 μ S	2,67	2,20	1,8	4,5
Sedimento	Aterro	8,0	1,5 mS	0,70	0,07	5,4	17,4
	Córrego	7,0	1,0 mS	1,36	1,27	2,9	5,3

Conclusões

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que na área do aterro controlado do Morro do Céu está havendo contaminação microbiológica dos compartimentos ambientais estudados, além de uma baixa contaminação por metais e elevada contaminação orgânica, contribuindo para um agravamento na degradação ambiental e um decréscimo na qualidade de vida dos moradores das proximidades.

Estes resultados, entretanto, apenas pressupõem uma situação que poderá ser mais bem

Tabela 6

Concentrações dos metais (mg/kg) determinados nos solos (sítio e Rua C) e sedimentos (aterro e córrego), Niterói, Rio de Janeiro.

Amostra	Metais determinados (mg/kg)																
	Cd		Cr		Cu		Fe		Mn		Ni		Pb		Zn		
	T	D	T	D	T	D	T	D	T	D	T	D	T	D	T	D	
Solo do sítio	X	0,20	0,12	31,5	0,46	6,3	3,5	34.253,3	1.469,4	212,3	186,5	12,6	0,86	115,6	3,13	107,3	45,8
	D	0	0,01	2,64	0,07	0,57	0,15	1.148,4	13,0	4,6	7,2	1,5	0,05	22,8	0,04	11,5	6,6
Solo da Rua C	X	0,36	0,01	28,1	0,32	< 0,04	< 0,02	15.430,0	256,6	109,3	72,8	7,5	0,36	107,5	4,46	58,5	8,9
	D	0,05	0,005	1,15	0,01	-	-	280,0	23,0	1,5	3,3	0,7	0,04	13,4	0,16	10,6	2,0
Sedimento do aterro	X	0,33	0,015	43,5	0,44	58,0	1,18	34.243,3	37,9	128,6	8,31	9,0	0,23	142,0	0,19	270,6	0,71
	D	0,05	0,001	1,0	0,04	4,0	0,09	1.285,0	5,6	8,0	0,08	1,4	0,03	15,8	0,02	5,7	0,08
Sedimento do córrego	X	0,20	0,06	30,1	0,32	5,5	0,55	38.633,3	467,4	216,6	117,0	7,0	< 0,06	70,3	< 0,04	114,0	< 0,04
	D	0	0,002	0,57	0,01	0,7	0,34	2.841,5	56,5	10,6	9,9	1,0	-	5,5	-	14,1	-

X= Média de 3 alíquotas de uma amostra.

D = Desvio-Padrão.

T/D = Concentração Total/Concentração da Fração Disponível.

avaliada com base em um monitoramento periódico, uma vez que cada área de despejo representa um processo dinâmico particular, influenciado por características locais próprias.

O estudo dos níveis de contaminação e poluição ambiental em uma área de despejo de lixo urbano e de sua conseqüente ação sobre a saúde da população vizinha é apenas um dos enfoques a ser dado a uma questão maior que envolve problemas de natureza social, ambiental, sanitária, política e econômica. Entretanto, estes estudos servem de alerta para que as questões relacionadas com o lixo não caiam no descaso ou no esquecimento das autoridades responsáveis, e para que as áreas de despejo de lixo deixem de serem tratadas como verdadeiros *guetos*. Pretende-se, assim, que este estudo seja visto como uma contribuição crítica à postura do poder público e da sociedade com relação ao descarte de materiais que, mesmo acumulados durante anos, não encobrirão nossa responsabilidade.

Agradecimentos

CNPq, Laboratório de Radioisótopos do Instituto de Biofísica (UFRJ), Departamento de Química da PUC (RJ), Laboratório Central de Saúde Pública Noel Nutels, Centro Nacional de Pesquisa de Solos da EMBRAPA (RJ), Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental da ENSP (FIOCRUZ), Companhia Municipal de Limpeza Urbana de Niterói (CLIN), Engº João Alberto Ferreira (COMLURB).

Referências

- APHA (American Public Health Association), 1985. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington, D. C.: APHA/American Water Works Association/Water Pollution Control Federation.
- BUSCHINELLI, C. C. A., 1985. *Contaminação do Solo, Plantas e Água Subterrânea por Cd, Pb, Cr, Cu e Zn em Área de Aterro com Lixo em Porto Alegre, RS*. Dissertação de Mestrado, Porto Alegre: Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- CHU, L. M.; CHEUNG, K. C. & WONG, M. H., 1994. Variations in the chemical properties of landfill leachate. *Environmental Management*, 18:105-117.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), 1970. *Manual de Métodos de Análise do Solo*. Rio de Janeiro: Arte Moderna.
- FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente), 1979. *Manual do Meio Ambiente: Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras (SLAP): Manual de Procedimentos, Normas e Legislação*. Rio de Janeiro: Feema/Esplanada.
- FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente), 1983. *Manual do Meio Ambiente: Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras (SLAP): Métodos Feema*. Vol. II, Rio de Janeiro: Feema/Esplanada.
- FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente), 1992. *Legislação Ambiental Básica*. Rio de Janeiro: Feema/Sindicato Nacional da Indústria da Construção de Estradas, Pontes, Portos, Aeroportos, Barragens e Pavimentação.
- LACERDA, L. D.; PFEIFFER, W. C. & FISZMAN, M., 1987. Heavy metal distribution, availability and fate in Sepetiba Bay, S. E. Brazil. *The Science of the Total Environment*, 65:163-173.
- MS (Ministério da Saúde), 1990. Portaria nº 36 – MS, de 19 de janeiro de 1990. *Diário Oficial da União*, 26 de janeiro:1651-1654.
- PHILIPS, P. S.; FREESTONE, N. P. & HALL, R. S., 1994. Dealing with leachate. *Chemistry in Britain*, 30:828-830.
- SANTOS, S. S. M., 1993. Saneamento básico. In: *Recursos Naturais e Meio Ambiente: Uma Visão do Brasil* (S. S. Caldeiron, org.), pp. 101-112, Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- SISINNO, C. L. S., 1995. *Estudo Preliminar da Contaminação Ambiental em Área de Influência do Aterro Controlado do Morro do Céu (Niterói – RJ)*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.
- TORRES, J. P. M., 1992. *Ocorrência e Distribuição de Metais Pesados no Rio Paraíba, Juiz de Fora, MG*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- WESTLAKE, K., 1995. Landfill. In: *Waste Treatment and Disposal* (R. E. Hester & R. M. Harrison, eds.), pp. 43-59, London: The Royal Society of Chemistry.