

IV-083 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO ATERRO SANITÁRIO DA LAPA-PR

Lia Márcia Kugeratski de Souza Marin⁽¹⁾

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Mestre em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Diretora na Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Lapa-PR.

Luiz Antonio Berussi Filho⁽²⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Consultor do Ministério da Saúde e Organização Mundial da Saúde (OMS). Responsável Técnico em Engenharia Sanitária e Ambiental na Transresíduos Transportes de Resíduos Industriais Ltda.

Winnícios Ten Caten Rocha⁽³⁾

Engenheiro Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR). Mestrando em Meio Ambiente Industrial de Urbano pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Engenheiro Ambiental na Transresíduos Transportes de Resíduos Industriais Ltda.

Evelyn Dalla Costa⁽⁴⁾

Engenheira Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR).

Endereço⁽¹⁾: Rua 13 de Maio, 1015 - Centro - Lapa - PR - CEP: 83750-000 - Brasil - Tel: (41) 3622-0242 - e-mail: agronomos@uol.com.br

RESUMO

A portaria IAP 259/14 fornecem uma visão geral do comportamento físico-químicos do sistema de monitoramento das águas subterrâneas do aterro sanitário, sendo o município da Lapa um dos primeiros no estado do Paraná a aplicá-la, no ano de 2016. O objetivo deste trabalho é apresentar e avaliar os resultados analíticos obtidos das amostras das águas subterrâneas do aterro sanitário municipal da Lapa-PR, de acordo com a classificação e escopo fornecido pela Portaria, a fim de comparar os resultados com os limites estabelecidos pela legislação vigente, bem como discorrer sobre a(s) possível(is) causa(s) de contaminação. No mês de dezembro de 2016 foram realizadas medições e coletadas amostras nos três poços de monitoramento do aterro, localizados a montante e a jusante do aterro. Constatou-se que alguns parâmetros apresentaram concentrações elevadas, principalmente para o chumbo no poço de monitoramento nº 01, localizado a montante do aterro sanitário. Outros metais como o alumínio, ferro e manganês também apresentaram elevadas concentrações, porém não foi possível afirmar se sua origem é proveniente de atividades antrópicas ou natural. Os ensaios físico-químicos revelaram que os três poços de monitoramento analisados possuem substâncias com concentrações superiores a legislação vigente, muito provavelmente devido à disposição inadequada de resíduos, tanto do aterro sanitário quanto de estruturas ao redor do aterro, diretamente no solo e sem a devida proteção.

PALAVRAS-CHAVE: Aterro sanitário, monitoramento, qualidade da água, água subterrânea.

INTRODUÇÃO

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos de 2016 realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), o Brasil produz diariamente 214 mil toneladas de resíduos sólidos, dos quais apenas 58 % possuem destinação adequada em aterros sanitários. Na região Sul do país a situação é um pouco melhor, com 70 % dos resíduos sólidos destinados para aterro sanitário, totalizando 15 mil toneladas de resíduos por dia (ABRELPE, 2017).

A disposição final dos resíduos sólidos em aterros sanitários continua sendo a forma mais viável, em função do baixo custo de operação. No estado do Paraná existem atualmente cerca de 40 aterros sanitários em operação, que atendem por volta de 300 municípios dos 399 que compõem o estado. O crescente uso dos aterros como disposição final gerou a necessidade o órgão estadual de controle ambiental (IAP) de criar legislações específicas sobre o assunto, com destaque para a Portaria IAP 259/14, a qual estende o sistema de automonitoramento, já exigida para empresas privadas, para os aterros sanitários municipais.

A Portaria fornece uma visão geral do comportamento físico-químicos do sistema de monitoramento das águas subterrâneas do aterro, sendo o município da Lapa um dos primeiros no estado do Paraná a aplicá-la, no ano de 2016.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar e avaliar os resultados analíticos obtidos das amostras das águas subterrâneas do aterro sanitário municipal da Lapa-PR, de acordo com a classificação e escopo fornecido pela Portaria IAP 259/14, a fim de comparar os resultados com os limites estabelecidos pela legislação vigente, bem como discorrer sobre a(s) possível(is) causa(s) de contaminação.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada consiste na aplicação da portaria IAP 259/14, seguido pela caracterização da área do estudo, descrição dos métodos de coleta e armazenamento de amostras, medições em campo e ensaios laboratoriais.

A portaria IAP 259/14 fornece uma visão geral do comportamento físico-químicos do sistema de monitoramento das águas subterrâneas do aterro sanitário, sendo o município da Lapa um dos primeiros no estado do Paraná a aplicá-la, já no ano de 2016. De acordo com a portaria os aterros sanitários para fins de automonitoramento, são classificadas de acordo com a capacidade de recebimento (aterramento) de resíduos em toneladas por dia (ton/dia), conforme demonstrado na tabela 01:

Tabela 1: Classificação do Aterro de acordo com a sua capacidade de recebimento (Ton/dia).

CLASSE	CAPACIDADE DO ATERRO (Ton/dia)	FREQUÊNCIA DAS ANÁLISES				
		Águas Subterrâneas		Águas Superficiais	Chorume Tratado	
		Análise Básica	Análise Completa		Análise Básica	Análise Completa
A	< 200	Semestral	Anual	Semestral	Semestral	Anual
B	200-700	Semestral	Anual	Trimestral	Trimestral	Semestral
C	> 700	Semestral	Anual	Bimestral	Bimestral	Trimestral

O aterro sanitário da Lapa recebe em média 28 toneladas/dia, entre resíduos sólidos urbanos e rurais, sendo enquadrado como Classe A. Para o presente estudo foram apresentados e analisados os resultados das análises completa e básica do 2º semestre de 2016. O aterro está localizado no Residual do arenito Itararé, com permeabilidade média do solo de 5×10^{-6} cm/s e argisolos no horizonte A, e silte arenoso nos demais, com profundidade do lençol freático variando entre 4 a 5 metros (CORTES, 2002).

O aterro é operado pela empresa Transresíduos Transportes de Resíduos Industriais desde 2004, e possui uma área de cerca de 1.329.744,00 m². No mesmo ano foram construídos os poços de monitoramento e duas lagoas, uma anaeróbica e outra facultativa, para tratamento dos efluentes lixiviados e percolados provenientes do aterro sanitário. O antigo lixão teve suas operações encerradas com a cobertura com terra dos resíduos, construção de drenos de gás, canaletas para água pluvial, e instalação do poço de monitoramento 03 a jusante, passando a área a ser classificada como aterro controlado.

O sistema de monitoramento das águas subterrâneas do aterro sanitário da Lapa é composto por três poços de monitoramento, identificados como PM-01, PM-02 e PM-03, onde o poço de monitoramento 01 (PM-01) fica localizado a montante do aterro sanitário, o poço de monitoramento 02 (PM-02) a jusante, e o poço de monitoramento 03 (PM-03) localiza-se a jusante do aterro sanitário e do antigo aterro controlado, conforme demonstrado na Figura 01:



Figura 1: Localização dos poços de monitoramento, aterro controlado e sanitário.

FONTE: adaptado do Google Earth.

No mês de dezembro de 2016 foram realizadas medições e coletadas amostras nos três poços de monitoramento do aterro. Antes da amostragem os poços foram purgados seguindo o método do volume determinado, de acordo com a norma NBR 15.847/2010, e aguardou-se a recuperação da coluna d'água até a sua estabilização para início da amostragem.

As coletas amostras das águas subterrâneas foram realizadas através de amostradores descartáveis tipo *bailer*, com acondicionamento das amostras em frascos específicos a cada parâmetro e armazenadas em caixas termoplásticas para refrigeração abaixo de 4,00°C, conforme a norma ABNT NBR 9898/87 - Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. A coleta, preservação, manuseio e transporte das amostras ocorreram de acordo com as normas ABNT NBR 9897/1987 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Posteriormente os frascos foram encaminhados ao laboratório Acquaplan Química do Brasil para realização dos ensaios.

A medição da temperatura do ambiente e do líquido, condutividade elétrica e o pH foram obtidos in loco através do medidor multiparâmetro marca YSI, modelo Professional Plus. Para os metais foi utilizado o método de espectrometria por absorção atômica, através de espectrofotômetro.

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos foram descritos nas tabelas 2, 3 e 4, onde os parâmetros analisados foram divididos em medições in loco e físico-químicos, inorgânicos (metais) e orgânicos, respectivamente. As tabelas ainda contam com a unidade de medida, limite de quantificação (L.Q) do laboratório, e por fim os valores orientadores de investigação do Anexo II da Resolução CONAMA 420.

Tabela 2: Medições in loco e resultados dos parâmetros físico-químicos das amostras de águas subterrâneas.

Parâmetros	PM-01	PM-02	PM-03	Unidade	L.Q	CONAMA 420
Nível da água	6,31	6,20	4,14	m	-	-
Condutividade Elétrica	53,3	52,2	190	µS/cm	-	-
Turbidez	140	200	16	NTU	-	-
Temperatura Ambiente	24,3	22,2	23,6	°C	-	-
Temperatura Líquido	20,3	19,8	18,8	°C	-	-
pH	5,14	4,94	5,78	-	-	5-9
Sólidos Totais	1530	271	109	mg/L	-	-
Sólidos Dissolvidos	375	32	< 15	mg/L	-	-
Cloreto	92	130	2,4	mg/L	0,3	-
Nitrito	2,1	5,5	<0,05	mg/L	1,0	-
Sulfeto	< 0,03	< 0,03	< 0,03	mg/L	0,03	-
Fluoreto	2	1,8	0,69	mg/L	0,2	-
Sódio	2100	2340	19900	µg/L	200	-
Sulfato	87	150	4,3	mg/L	1,5	-
Surfactantes	0,56	0,78	< 0,35	mg/L	0,35	-

Tabela 3: Resultados analíticos dos parâmetros inorgânicos (metais) das amostras de águas subterrâneas.

Parâmetros	PM-01	PM-02	PM-03	Unidade	L.Q	CONAMA 420
Alumínio	7840	7840	371	µg/L	10	3500
Antimônio	< 5	< 5	< 5	µg/L	5	5
Arsênio	< 8	< 8	< 8	µg/L	8	10
Bário	266	99	368	µg/L	1	700
Boro	18,2	12,3	21,2	µg/L	5	500
Cádmio	1,24	1,15	< 1	µg/L	1,0	5
Chumbo	63,2	< 10	< 10	µg/L	10,0	10
Cobalto	29,3	< 5	56,7	µg/L	5	70
Cobre	18,8	5,33	< 5	µg/L	5	2000
Cromo	12,7	7,93	< 5	µg/L	5	50
Ferro	13200	12300	3280	µg/L	7	2450
Manganês	3530	282	5390	µg/L	5	400
Mercúrio	0,525	0,275	0,37	µg/L	0,2	1
Molibdênio	< 5	< 5	< 5	µg/L	5	70
Níquel	13	6,14	15,9	µg/L	6	20
Nitrato	6100	6700	< 50	µg/L	50	10000
Prata	< 5	< 5	< 5	µg/L	5	50
Selênio	< 7	< 7	< 7	µg/L	7	10
Zinco	115	70,9	130	µg/L	5,0	1050

Tabela 4: Resultados analíticos dos parâmetros orgânicos das amostras de águas subterrâneas.

Parâmetros	PM-01	PM-02	PM-03	Unidade	L.Q	CONAMA 420
Coliformes	< 1,1	24	24	NMP/100	1,1	-
Benzeno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	µg/L	0,5	5
Cloreto de vinila	< 0,5	< 0,5	< 0,5	µg/L	0,5	5
Cresóis	< 0,3	< 0,3	< 0,3	µg/L	0,3	175
Estireno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	µg/L	0,5	20
Etilbenzeno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	µg/L	0,5	300
Fenol	< 0,1	< 0,1	< 0,1	µg/L	0,1	140
Tetracloreto de carbono	< 0,5	< 0,5	< 0,5	µg/L	0,5	2
Tolueno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	µg/L	0,5	700
Xilenos	< 1,5	< 1,5	< 1,5	µg/L	1,5	500

ANÁLISE DOS RESULTADOS

MEDIÇÕES IN LOCO E PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Foram observadas pequenas concentrações de surfactantes nos poços PM-01 e PM-02, indicando uma possível contaminação por parte do aterro, uma vez que estes compostos não ocorrem naturalmente no meio ambiente. Surfactantes ou tensoativos, podem estar presentes em embalagens e resíduos, dispostos no aterro, contendo resíduos de detergente e sabão (Pasqualini, 2010).

O poço PM-03 apresentou condutividade elétrica de 190 µS/cm, indicando a presença de sais no meio. Apesar deste parâmetro não possuir valor de referência na legislação brasileira, medições superiores a 100 µS/cm indicam ambientes impactados (CETESB, 2009).

PARÂMETROS ORGÂNICOS

Os compostos orgânicos aromáticos voláteis apresentam concentrações inferiores ao limite de detecção do laboratório em todos os poços analisados. O mesmo ocorreu para o cloreto de vinila, cresóis, estireno, fenol e o tetracloreto de carbono. Os poços PM-01 e PM-02 apresentaram pequenas concentrações de Coliforme termotolerantes.

PARÂMETROS INORGÂNICOS (METAIS)

Constatou-se elevadas concentrações dos metais alumínio, ferro e manganês nas amostras dos poços PM-01, PM-02 e PM-03, ficando acima do limite permitido pela Resolução CONAMA 420. Já os metais antimônio, arsênio, molibdênio, prata e selênio apresentaram, em todos os poços, concentrações inferiores ao limite de detecção do laboratório. Os demais metais apresentaram resultados inferiores ao limite estabelecido pela legislação.

O poço PM-01 apresentou concentração do metal chumbo seis vezes superior ao limite permitido pela Resolução CONAMA 420, apesar da concentração ser muito inferior ao padrão de potabilidade de 0,01 mg/L estabelecido pela Portaria 518/14. Esta foi a primeira vez que o metal foi analisado e quantificado nas águas subterrâneas do aterro, portanto não há histórico que possa permitir uma análise comparativa a fim de constatar a origem do metal, mesmo sabendo que pode existir naturalmente no meio ambiente em baixíssimas concentrações, querendo assim a investigação das possíveis fontes de contaminação. Nos aterros sanitários, a origem do chumbo é proveniente de lâmpadas fluorescentes, baterias, pilhas e tintas (CETESB, 2005).

O processo de investigação de áreas contaminadas inicia-se pela avaliação preliminar, onde é realizado o levantamento das circunstâncias em campo (CETESB, 2007). Para tanto, é importante não só conhecer as estruturas que compõe o aterro sanitário, como é imprescindível conhecer o histórico das operações na área.

O aterro sanitário da Lapa é dividido em dois lotes. O primeiro esgotou a sua capacidade em meados de 2012 e o segundo iniciou as operações no início do ano de 2013. Neste intervalo os resíduos foram depositados em

área sem proteção a montante do lote 02, muito próximo e em paralelo ao poço de monitoramento 01, e em seguida foram transportados para dentro do aterro. Porém o pequeno volume de resíduos armazenados sem proteção não condiz com a elevada concentração de chumbo encontrada.

Os compostos encontrados no PM-01 podem indicar um possível aporte do lote 01 do aterro, uma vez que não são encontrados naturalmente em altas concentrações no meio ambiente, e devido à proximidade do poço junto ao aterro. Entretanto esta hipótese não prospera uma vez que o poço localiza-se a montante do aterro.

Em entrevista com a secretaria municipal de meio ambiente do município descobriu-se que outra área a montante do aterro e, a aproximadamente 100 metros do poço PM-01, foi utilizada até o ano de 2002 pelo Departamento Estadual de Estradas de Rodagem (DER) como depósito de materiais para construção de estradas de rodagem. Hoje o depósito encontra-se desativado, entretanto ainda é possível observar os restos de produtos químicos espalhados pelo solo da área.

Tudo indica que os resíduos depositados no antigo depósito sem proteção a montante do poço PM-01 contribuíram para o surgimento de compostos de origem antrópica nas águas subterrâneas a montante do aterro sanitário, entre eles o elemento chumbo.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os ensaios físico-químicos revelaram que os três poços de monitoramento analisados possuem substâncias com concentrações superiores a legislação vigente, muito provavelmente devido à disposição inadequada de resíduos, tanto do aterro sanitário quanto do antigo depósito, junto ao solo e sem a devida proteção. O poço de monitoramento 01 mesmo estando localizado a montante do aterro sanitário, apresentou indícios de contaminação principalmente pelo elemento chumbo, com concentração acima do limite permitido pela Resolução CONAMA 420.

Com o advento da Resolução IAP 259/14 foi possível analisar parâmetros nunca antes monitorados, contribuindo significativamente para o monitoramento ambiental da área.

É recomendado a continuação dos estudos a fim de averiguar se as concentrações obtidas para os metais alumínio, ferro e manganês são de origem antrópica ou natural. A construção de um novo poço de monitoramento a montante de toda a área de operação do aterro sanitário também é recomendada, uma vez que o poço PM-01 apresentou resultados que indicam uma possível contaminação devido ao armazenamento indevido de resíduo sólidos urbanos e rurais no solo sem a devida proteção.

Por fim, é importante a continuação do monitoramento ambiental e a busca por medidas de remediação dos poços contaminados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos de 2016. São Paulo, 2017.
2. ABNT NBR 15.847:2010 – Métodos de Purga para Amostragem de Águas Subterrâneas em Poços de Monitoramento. 2010.
3. ABNT NBR 16.435:2015 – Controle de Qualidade na Amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas – Procedimento. Estabelece as orientações técnicas de controle relacionadas à amostragem de solo e água subterrânea para fins de investigação de áreas contaminadas. 2015.
4. BRASIL, Resolução CONAMA nº420. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Março de 2005.
5. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Áreas Contaminadas. São Paulo, 2007.
6. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo. São Paulo, 2005



7. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Qualidade das águas subterrâneas interiores no estado de São Paulo. Série Relatórios, Apêndice A. São Paulo, 2009
8. CORTES, F. Recuperação do antigo lixão e projeto do novo aterro sanitário. Ambiente – Engenharia sanitária e ambiental. Lapa, 2002
9. IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. Portaria IAP nº 259. Aprova e estabelece os critérios e exigências para a apresentação do automonitoramento ambiental de aterros sanitários no Paraná e determina seu cumprimento. Novembro de 2014.
10. ZIMBRES, E. Guia avançado sobre águas subterrâneas. Faculdade de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.
11. PASQUALINI, L. N. Estudo da oxidação de matéria orgânica de lixiviado de aterro sanitário por meio de tratamento com ozônio, peróxido de hidrogênio e radiação ultravioleta. Dissertação de Mestrado, EESC/USP, São Carlos, 2010.