



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

DIAGNÓSTICO DA CONTAMINAÇÃO DO SOLO E APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS DA CETESB NA ÁREA DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE PEABIRÚ-PR

Cleiton da Silva¹ Marlise Schoenhals² Vanessa Medeiros Corneli³ Eudes José Arantes⁴

RESUMO

Este trabalho objetivou aplicar o índice de qualidade de resíduos (IQR) da CETESB e realizar o diagnóstico da contaminação do solo na área de disposição de resíduos sólidos de Peabirú-PR. Para isso foram coletadas amostras de solo em valas abertas com e sem recebimento de resíduos e naquelas já saturadas, em várias profundidades. Os procedimentos de preparo das amostras e análise de pH, matéria orgânica e condutividade elétrica foram realizados de acordo com os procedimentos definidos pela EMBRAPA. Os resultados obtidos mostraram alterações nos valores dos parâmetros analisados, o que está de acordo com as observações de outros pesquisadores, demonstrando uma área potencialmente contaminada pelos íons que são abundantes no chorume. O valor do IQR obtido foi de 3,46, mostrando que as condições da área são inadequadas, em razão do valor ser menor que 6, revelando que a área não atende de forma satisfatória muitos itens dentro das características locais, da infraestrutura e das condições operacionais. Este trabalho, em função dos resultados obtidos, serve de alerta para a necessidade de adoção de técnicas mais adequadas para disposição final dos resíduos sólidos urbanos de modo a minimizar a contaminação do solo e consequentemente, do ambiente no local.

Palavras-chave: lixão; impacto ambiental; aterro sanitário; chorume; percolado.

DIAGNOSTIC OF THE SOIL CONTAMINATION AND APPLICATION OF THE LANDFILL QUALITY INDEX OF CETESB IN THE WASTE DISPOSAL AREA IN PEABIRU –PR.

ABSTRACT

This work has as objective to apply this index and to realize the diagnostic of the soil contamination in the in the final disposal area of the solid wastes in Peabiru-PR. For that, were collected soil samples in open gutters whit and without residue receive and these yet saturation, in many depths. The samples preparation procedures and pH, organic matter, and electrical conductivity analysis were realized according whit the procedure defined by EMBRAPA. The results obtained showed alterations in the values of the parameters analysed which according with observations of other researchers and demonstrated a potential contaminate area by the ions which are copious in leachate. The IQR value obtained was 3.46, showing that the area conditions are inadequate, in reason of the value being smaller that 6, revealing that no attend in a satisfactory form many of the items in the local characteristics, infrastructure an operational conditions. This work, in function of the results obtained serve to warn about to the necessity of the adoption of more adequate techniques for final deposition of urban solid residues in the way to minimization the soil contamination and consequently of the local environment.

Keywords: Dump; environmental impact; landfill; Leachate; flow.

Trabalho recebido em 18/08/2011 e aceito para publicação em 29/06//2012.

¹ Tecnólogo em Gestão Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná –Campus de Campo Mourão.

² Professora Assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Francisco Beltrão, curso de Engenharia Ambiental. Endereço para correspondência: Linha Santa Bárbara s/n CEP 85601-970 - Caixa Postal 135 - Francisco Beltrão - PR – Brasil, e_mail: marlise@utfpr.edu.br.

³ Professora Assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus de Campo Mourão, curso de Engenharia Ambiental.

⁴ Professor Adjunto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus de Campo Mourão, curso de Engenharia Ambiental.

1. INTRODUÇÃO

Segundo ROWER JR.(2007), resíduos sólidos de acordo com a NBR 10004 da ABNT, são os resíduos no estado sólido e semi-sólido, resultantes das atividades de uma determinada comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Estão inclusos nessa definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e esgoto, os gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água ou que exijam, para sua disposição no meio, soluções técnicas e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

A quantidade de resíduos sólidos produzida atualmente no mundo é muito grande e o seu mau gerenciamento, além de provocar gastos financeiros significativos e sérios danos ao meio ambiente, pode comprometer a saúde e o bem-estar da população.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico –PNSB, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000), o Brasil possuía neste ano uma população aproximada de 170 milhões de habitantes, produzindo

diariamente cerca de 126 mil toneladas de resíduos sólidos. Quanto à destinação final, os dados relativos às formas de disposição final de resíduos sólidos, distribuídos de acordo com a população dos municípios, obtidos junto ao PNSB indicavam que 63,6% dos municípios brasileiros depositavam seus resíduos sólidos em “lixões”, somente 13,8% informaram que utilizavam aterros sanitários e 18,4% depositavam seus resíduos em aterros controlados, totalizando 32,2%. Os 5% restantes não declararam o destino de seus resíduos. No caso dos “lixões”, estes não possuem nenhum tipo de controle, quer quanto ao tipo de resíduos recebidos, quer em relação às medidas de segurança necessárias, para minimizar ou evitar emissões de poluentes para o meio ambiente. A disposição inadequada dos resíduos sólidos promove a contaminação do solo, do ar e das águas superficiais e subterrâneas, além da proliferação de vetores de doenças, influenciando negativamente a qualidade ambiental e a saúde da população. (LEITE *et al.*, 2003).

De acordo com LIMA (2005), a questão dos lixões municipais merece atenções especiais, uma vez que, a cada dia crescem o número de vazadouros de resíduos, poluindo o solo, ar e recursos hídricos, afetando a saúde e o bem estar da população.

Para LIMA (2002) citado por FAGUNDES (2005), gerenciar os resíduos de forma integrada é articular ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve, apoiada em critérios sanitários, ambientais e econômicos, para acompanhar todo o processo, desde a geração, transporte à destinação final, aplicando técnicas e tecnologias que estejam condizentes com a realidade do local.

De acordo com D'ALMEIDA & VILHENA (2000), as deficiências nos aterros de resíduos podem ser de ordem sanitária, ambiental e / ou operacional. As deficiências de ordem sanitária freqüentemente encontradas são: fogo, fumaça, odor, vetores de doença, tanto os macrovetores (cachorros, gatos, ratos, urubus, pombos, e outros) como microvetores (moscas, mosquitos, bactérias, fungos e outros). Quanto às de ordem ambiental, os aspectos geralmente presentes são: poluição do ar, poluição das águas superficiais e subterrâneas, poluição do solo e prejuízo à estética e paisagem local.

Segundo CAPELINI *et al.* (2009) a Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo (CETESB) desenvolveu um instrumento técnico, chamado de índice de qualidade de aterros de resíduos (IQR) o qual permite avaliar as condições gerais do

sistema de destinação final de resíduos, desde a escolha do local até suas condições técnicas operacionais. O IQR, desenvolvido pela CETESB, avalia e pontua anualmente, desde 1997, a disposição de resíduos sólidos domésticos no Estado de São Paulo.

O índice da qualidade de aterros de resíduos (IQR) apresenta como produto final uma nota de zero a dez emitidas anualmente para os municípios onde, de forma escalonada, os sistemas são avaliados em condições adequadas, controladas e inadequadas. Os sistemas adequados são aqueles que possuem destinação final de resíduos de forma satisfatória do ponto de vista sanitário e ambiental recebendo assim a nomenclatura de aterro sanitário. Sistemas controlados são aqueles que apresentam controle operacional somente da parte de compactação e cobertura das células, apresentando deficiência na parte de drenagem de líquidos, gases, monitoramento geotécnico e monitoramento das águas superficiais e subterrâneas, sendo denominado de aterro controlado. Sistemas inadequados são aqueles sistemas que não reúnem condições técnicas e operacionais de continuar em atividade por ser um sistema impactante, a menos que passem por um processo de transformação com o objetivo de no mínimo atingir a condição de aterro

controlado. Portanto, este sistema inadequado é mais comumente conhecido como lixão.

Conforme descrito por MELO (2000), o conhecimento das áreas destinadas à disposição de resíduos, bem como o monitoramento dos resíduos aterrados, dos líquidos e gases gerados, torna-se necessário para que sejam adotadas soluções viáveis e sustentáveis tanto do ponto de vista ambiental e sanitário como sócio-econômico para evitar os possíveis impactos ambientais provocados pela disposição de resíduos.

Neste sentido, a contaminação do solo é a principal causa de deterioração das águas subterrâneas (BOSCOV, 1997). Os processos de contaminação no solo ocorrem lentamente e, frequentemente, sem conseqüências imediatas, porém, em longo prazo, podem ter efeitos sérios e, possivelmente irreversíveis. Os contaminantes podem resultar da degradação ou percolação das águas pluviais por resíduos sólidos (chorume ou percolado).

Desta forma, este trabalho objetivou aplicar o índice de qualidade de resíduos da CETESB e realizar o diagnóstico da contaminação do solo na área de disposição de resíduos sólidos do município de Peabirú-PR com o intuito de obter informações que subsidiem ações de

melhoria das práticas de gerenciamento de resíduos sólidos no município.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de disposição dos resíduos sólidos de Peabiru-PR é um aterro controlado que está localizado no oeste do município (coordenadas UTM referência: 8044329 e 9744433), na Estrada Laranjeiras, saída para Terra Boa-PR. Possui aproximadamente 22.000 m² , totalizando um total de 2,2 hectares e de acordo com o SIG SPRING 4.3.3 está à uma distância aproximada de 1,1 Km da nascente do Córrego Agrião. A área recebe um total aproximado de 5 toneladas/dia de resíduos domiciliares(Classe IIA, conforme a descrição da NBR 10004) (ABNT, 2004), apresentado uma média aproximada de 0,6 Kg de lixo por habitante. Desde o início de sua operação em 1996, todas as valas abertas não foram impermeabilizadas efetuando apenas a compactação de solo.

A avaliação do índice de qualidade de resíduos foi realizada utilizando a metodologia proposta pela CETESB, em termos de características do local , infraestrutura e condições operacionais (CETESB, 2007). A coleta de dados para o IQR foi feita pelo preenchimento de um questionário padronizado, após a inspeção da unidade de disposição de resíduos.

intervalos	classificação
municípios com IGR $\leq 6,0$	Gestão Ineficiente
municípios com $6,1 \leq \text{IGR} \leq 8,0$	Gestão Mediana
municípios com IGR $\geq 8,1$	Gestão Eficiente

Figura 1: Classificação das notas do índice de gestão de resíduos sólidos.

FONTE: CAPELINI et al., 2009)

Diagnóstico da Contaminação da Área de Disposição dos Resíduos Sólidos de Peabiru-PR

Para a realização do diagnóstico da contaminação do solo da área foram coletadas amostras de solo na profundidade de 1 (um), 2 (dois), 3 (três) e 4 (quatro) metros, de forma a verificar o deslocamento de contaminantes provenientes do depósito de resíduos nas diferentes camadas.

Os furos foram executados por um trado manual, com diâmetro de 100 mm e com conectores de aço de 1m. O solo foi coletado manualmente na extremidade inicial do trado nas diferentes profundidades, entre os meses de abril e junho de 2009.

As coletas de material foram realizadas em diferentes pontos, distribuídos da seguinte forma: Em uma vala já cheia de resíduo e com cobertura de terra, foram coletadas amostras de solo em 5 pontos (A, B, C, D e E), em forma de

zigue-zague, nas profundidades de um a quatro metros, totalizando 20 amostras, que depois foram misturadas de forma a se ter 5 amostras representativas das diferentes profundidades. Em uma outra vala, que ainda estava recebendo resíduos, coletou-se ao lado da mesma amostras em 2 pontos (A e B), que depois foram misturadas de acordo com as suas profundidades.

As outras coletas de solo foram realizadas em uma vala aberta com profundidade de 4 metros e que ainda não estava recebendo resíduos, sendo as amostras coletadas no fundo das valas em 4 pontos e depois misturadas em recipiente, de forma a se ter uma amostra representativa.

As amostras coletadas em campo foram numeradas, homogêneas e secadas ao ar livre e em sombra e depois encaminhadas para análise no Laboratório de Solos da UTFPR-Campus de Campo Mourão-PR.

O pH foi analisado pelo método descrito pela EMBRAPA(1997), medindo-se a concentração efetiva em água de íons H⁺ na solução do solo, sendo determinado em suspensão 1:2,5 de solo: CaCl₂ 0,01 M. A leitura do pH foi realizada com potenciômetro.

A matéria orgânica foi determinada por meio do carbono orgânico obtido por via úmida com solução sulfocrômica e a dosagem por volumetria de oxirredução com sulfato ferroso como titulante e difenilamina sulfonato de bário como indicador, utilizando-se o fator 1.724 para converter carbono em matéria orgânica.

A condutividade elétrica foi obtida pelo método da EMBRAPA (1997) através da diluição de 10 g de solo em um béquer e em seguida adicionou-se 25 mL de água destilada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado da vistoria realizada na área de disposição de resíduos sólidos do município, constatou-se que a mesma encontrava-se totalmente cercada, com cortina vegetal formada de bambus, apenas em uma parte da área. No local não havia sistema de recepção, balança rodoviária e sistema de vigilância 24 horas. Havia um barracão para triagem inativo pois o objetivo de implantar no município o projeto de coleta seletiva de resíduos não foi alcançado.

A coleta de resíduos e operação da área de disposição dos mesmos era realizada pela prefeitura municipal e contava com 2 caminhões compactadores, caminhão caçamba, retro-escavadeira e trator de esteira, sendo que estes 2 últimos operavam na área de disposição somente quando era necessária a realização do aterramento dos resíduos.

Desde o início de sua operação, em 1996, todas as valas abertas não foram impermeabilizadas com geomembrana, utilizando apenas a compactação de solo local para a redução de permeabilidade.

Os resultados da avaliação dos impactos ambientais, utilizando a metodologia proposta pela CETESB, em termos de características do local, infraestrutura e condições operacionais são mostrados nas tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

As características do local da área de disposição dos resíduos sólidos de Peabiru- PR , de acordo com o índice de qualidade de aterros de resíduos – IQR , mostrou que alguns itens estavam inadequados, não atendendo o exigido pela metodologia aplicada: A área de disposição de resíduos estava localizada a 150 metros de uma residência, enquanto que a NBR 8419 /1984, (ABNT, 1984) exige distância mínima de 500 m de residências como casas, chácaras e fazendas.

Tabela 1: Avaliação das características do local na área de disposição de resíduos sólidos de Peabirú

SUB-ÍTEM	AValiaÇÃO	PESO	PONTOS
Capacidade de suporte do solo	Adequada	5	5
	Inadequada	0	
Proximidade de núcleos habitacionais	Longe>500m	5	0
	Próximo	0	
Proximidade de corpos d água	Longe >200m	3	3
	Próximo	0	
Proximidade do lençol freático	Maior 3m	4	4
	De 1 A 3m	2	
	De 0 a 1m	0	
Permeabilidade do solo	Baixa	5	5
	Média	2	
	Alta	0	
Disponibilidade de material para recobrimento	Suficiente	4	2
	Insuficiente	2	
	Nenhuma	0	
Qualidade do material para recobrimento	Boa	2	0
	Ruim	0	
Condições do sistema viário, trânsito e acesso	Boas	3	2
	Regulares	2	
	Ruins	0	
Isolamento visual da vizinhança	Bom	4	0
	Ruim	0	
Legalização da localização	Local permitido	5	5
	Local proibido	0	
Subtotal Máximo		26	

Em medição realizada pelo SIG Spring 4.3.3, a distância em linha reta do corpo de água até a área foi de aproximadamente 1 Km. Em razão da área estar localizada numa altitude de aproximadamente 520 m , deduziu-se que a profundidade do lençol freático seria superior a 3 m , tendo em vista que , de acordo com SIMIONATO (1996), o tipo de solo que predomina no município é latossolo roxo e se apresenta de forma profunda , o que também resulta em uma

adequada capacidade de suporte pela sua baixa permeabilidade.

A estrada para acesso à área encontrava-se cascalhada e apresentando condições regulares para tráfego.

No que se refere ao isolamento, este não estava totalmente adequado, em razão de que a área possuía cerca vegetal constituída de bambus em apenas um lado.

A localização estava de acordo com o zoneamento municipal e o município possuía licença do órgão ambiental.

Tabela 2: Avaliação da infraestrutura da área de disposição de resíduos sólidos de Peabirú

SUB-ÍTEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
Cercamento da área	Sim	2	2
	Não	0	
Vida útil das Valas	Suficiente	6	0
	Insuficiente	0	
Dimensões das valas	Adequadas	6	0
	Inadequadas	0	
Drenagem das águas pluviais definitiva	Suficiente	4	0
	Insuficiente	2	
	Inexistente	0	
Drenagem de águas pluviais provisória	Suficiente	2	0
	Insuficiente	1	
	Inexistente	0	
Acesso a frente de trabalho	Bom	3	0
	Ruim	0	
Atendimento a estipulações de projeto	Sim	2	0
	Parcialmente	1	
	Não	0	
<i>Subtotal Máximo</i>		<i>02</i>	

Quanto à infraestrutura geral a área possuía cerca de tela em todo o perímetro, o que evitava que o vento levasse para a estrada e plantações do entorno, materiais leves, como papel, plástico, etc., tendo em vista que os resíduos ficavam expostos a céu aberto.

A vida útil das valas existentes na área era insuficiente, em razão da capacidade de recebimento dos resíduos ter se esgotado antes do tempo previsto, pois de acordo com a projeção da área, a mesma deveria receber resíduos por um período de

20 anos e, no momento da vistoria (11^a ano) já estava saturada.

As valas existentes na área possuíam dimensões médias de 4x10x4 (largura, comprimento, profundidade).

A área não possuía nenhum tipo de sistema de drenagem das águas pluviais, proporcionando assim, o acúmulo de água parada e seu contato com a massa de resíduos.

Tabela 3: Condições operacionais da área de disposição de resíduos sólidos de Peabirú

SUB-ÍTEM	AValiação	PESO	PONTOS
Aspecto geral	Bom	4	
	Ruim	0	0
Ocorrência de lixo a descoberto	Não	4	
	Sim	0	0
Recobrimento do lixo	Adequado	4	
	Inadequado	1	1
	Inexistente	0	
Presença de urubus ou gaiivotas	Não	1	1
	Sim		
Presença de moscas em grande quantidade	Não	2	
	Sim	0	0
Presença de catadores	Não	3	
	Sim	0	3
Criação de animais (porcos , bois)	Não	3	
	Sim	0	3
Descarga de resíduos de serviços de saúde	Não	4	4
	Sim	0	
Descarga de resíduos industriais	Não/Adequada	4	4
	Sim /Inadequada	0	
Funcionamento da drenagem pluvial definitiva	Bom	2	
	Regular	1	0
	Inexistente	0	
Funcionamento da drenagem pluvial provisória	Bom	2	
	Regular	1	0
	Inexistente	0	
Manutenção dos acessos internos	Boas	2	
	Regulares	1	1
	Péssimas	0	
Subtotal máximo			17

Em relação ao aspecto geral da área do de disposição de resíduos, observou-se que todo o lixo descarregado ficava à céu aberto não cumprindo os requisitos da norma técnica da ABNT 8419/1984 e com forte potencial de favorecer a proliferação de micro e macrovetores.

JÚNIOR (2005) defende que, quando os resíduos sólidos são dispostos inadequadamente no ambiente , estes

podem causar problemas ambientais de grande intensidade, enquanto que IWAÍ (2005) entende que a disposição final de resíduos sólidos, de qualquer forma, representa um risco potencial de impacto sobre o solo e aquíferos em sua área de influência.

Apesar de todo esse aspecto desagradável , não foi verificada a presença de gaiivotas e urubus no local mas

havia a presença constante de moscas , principalmente na vala que estava recebendo na época os resíduos sólidos. Um dos fatores positivos verificados na área do lixão foi a não presença de catadores .

A criação de animais como porcos e bois existia somente nas chácaras , próximas à área (150 metros).

No que diz respeito aos resíduos dos serviços de saúde gerados no município , estes eram encaminhados pela prefeitura à empresas terceirizadas, não sendo, portanto, encaminhados para o lixão.

A manutenção dos acessos internos era razoável, visto que a área estava com sua capacidade de recebimento de resíduos sólidos esgotada, o espaço para circulação dos veículos de transporte era pequeno pois os acessos internos foram readequados de modo a liberar espaço para a construção de uma nova vala .

Através dos 3 sub-índices obtidos foi possível calcular o IQR do área de disposição de resíduos sólidos de Peabiru – PR:

$$\text{IQR} = (\text{SUB1} + \text{SUB2} + \text{SUB3}) / 3$$

$$\text{IQR} = (26 + 02 + 17) / 3$$

$$\text{IQR} = 3,46$$

O valor do IQR obtido foi de 3,46, mostrando que as condições da área eram inadequadas , em razão do valor ser menor que 6 (0 ≤ IQR ≤ 6,0) . Isto revelou que a área não atendia de forma satisfatória muitos itens dentro das características locais, infraestrutura e condições operacionais.

Por meio deste mesmo índice, pôde –se perceber a evolução da questão da disposição de resíduos sólidos no Estado de São Paulo, que passou de 10,9% em 1997, para 81,4% classificados como dispostos adequadamente em 2007. O IQR médio do Estado passou de 4,0 em 1997 para 7,5 em 2007. Salienta-se que o Estado de São Paulo é pioneiro na questão da gestão de resíduos sólidos, pelo estudo e desenvolvimento do IQR.

A figura 2 apresenta o gráfico do pH nas profundidades de 1,2,3 e 4 metros da vala que estava recebendo resíduos , que é aqui denominada vala aberta com resíduos.

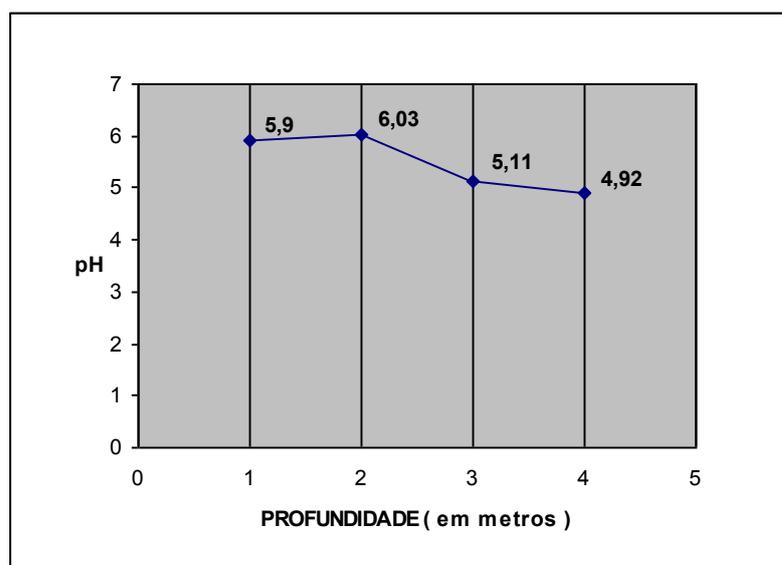


Figura 2- pH do solo da Vala Aberta com resíduos nas profundidades de 1,2,3 e 4 metros

A variação do pH na área amostrada, em todas as profundidades foi de 4,92 a 6,03. O gráfico mostra claramente que há uma maior influência no valor do pH do solo na profundidade de 4 metros, indicando ter o solo nesta profundidade um maior contato com os contaminantes.

Segundo SISINO (1996), o chorume dos resíduos recém-dispostos é de qualidade diferente do resultante dos resíduos que já se encontram há mais tempo depositados. Pode-se notar, por exemplo, através do pH, que, no princípio, tende a ser ácido, passando para a faixa alcalina em chorume de lixo em fase mais avançada de decomposição, bem como a DBO5 e a DQO que, inicialmente, são altas e tendem a decrescer drasticamente com o passar do tempo como resultado da biodegradação da matéria orgânica.

Na profundidade de 2 m, verificou-se que o pH estava mais alto dentre todas as profundidades da vala aberta com resíduos, com o valor de 6,03. ROSA *et. al* (2007) defende, em estudo sobre caracterização de solo construído sobre aterro que, a presença marcante de veios de chorume no solo pode atuar de forma positiva na elevação do potencial hidrogênioônico do solo. Isso pode ser explicado em virtude desta profundidade estar numa posição intermediária, visto que, nas profundidades subsequentes, o valor de pH diminui, tendo em vista a afirmação de NEIRO (2003) citado por ROWER JR.(2007), que entende que o pH está relacionado com a profundidade, sendo que o mesmo tende a decrescer conforme esta aumenta.

Quando se comparou a profundidade de 1 m com a profundidade de 2 m, constatou-se que na profundidade

mais superficial (1m), o pH se apresentava mais ácido do que na profundidade de 2 m, em razão de estar mais próximo da superfície, indicando que existia uma pequena infiltração do percolado oriundo do processo de digestão dos resíduos presentes na vala, fator esse que pode indicar, de acordo com ROSA *et. al* (2007), um processo lento no que se refere à decomposição dos resíduos existentes nesta vala.

Em estudos realizados na célula de um aterro de resíduos sólidos, OLIVEIRA & JUCÁ (2004) evidenciaram que em solo mais próximo ao lixo, o pH apresentava-se

numa faixa de 6 a 7,2, mesmo comportamento verificado nesse estudo, em que, nas profundidades de 1 e 2 metros da vala onde havia disposição dos resíduos onde os valores encontrados estiveram próximos à essa faixa. Em estudos realizados por ROWER JR.(2007) em uma área de disposição de resíduos sólidos, o mesmo verificou que amostras de solo que tinham um pH maior condiziam com as áreas que tinham maior contato com o percolado *in natura*.

A figura 3 apresenta o gráfico do pH nas profundidades de 1,2,3 e 4 metros da vala antiga com resíduos, a qual encontrava-se desativada.

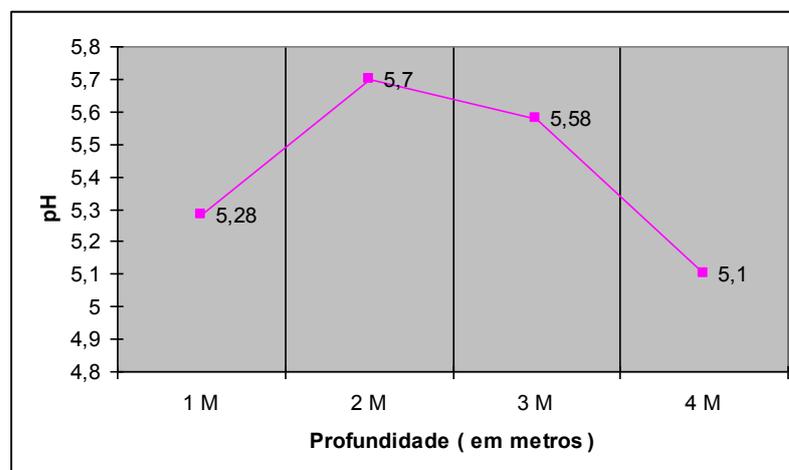


Figura 3- pH do solo da vala antiga com resíduos nas profundidades de 1,2, 3 e 4 metros.

O intuito de análise do pH nesta vala foi o de possibilitar a comparação com as outras duas valas (vala aberta com resíduos e a vala que ainda não recebia resíduos), de forma a analisar a influência da contaminação ao longo do tempo.

A variação do pH nessa área amostrada, nas quatro profundidades, variou de 5,1 a 5,7, variações essas não muito significativas, por se tratar de uma vala onde os resíduos já estavam em decomposição há aproximadamente 8 anos, tendo os materiais já passado a fase

mais crítica da decomposição, onde se tem a liberação de chorume .

O valor de pH obtido na vala que ainda não recebia resíduos, na profundidade de 4 foi de 4,56. Por se tratar de uma área que ainda não sofreu nenhuma alteração em razão de não ter havido a disposição de resíduos na mesma, o seu valor de pH encontrava-se bastante ácido, quando comparado às profundidades das valas que continham resíduos. De acordo com SISINO(1996), nos solos argilo-arenosos, o pH possui valor em torno 5,0, sendo por sua natureza, ácidos .Em estudos realizados por OLIVEIRA & JUCÁ (2004), em uma célula de aterro de resíduos sólidos com solo fino argilo-arenoso , foi verificado que em áreas da célula que não apresentavam contaminação, os valores de pH não foram superiores a 4,5 .

O pH baixo é responsável pela redução da agregação das partículas em solos argilosos, causando baixa permeabilidade e aeração. Por esse fato, ROSA (2007) entende que um solo que apresenta características como essa, provavelmente, devido à baixa umidade e aeração, está sofrendo um processo de decomposição bastante reduzido.

Segundo LEITE (2004) citado por ROWER JR.(2007), a matéria orgânica do solo apresenta maiores concentrações nas camadas superficiais (< 1m) e diminui com

o aumento da profundidade. De acordo com a sua distribuição no solo, análises de matéria orgânica em amostras de solos contaminados por chorume de aterros sanitários podem ser utilizadas para identificar a pluma de contaminação. A tabela 04 apresenta os teores de matéria orgânica encontrado no solo da área.

Os teores de Matéria Orgânica presentes nas amostras coletadas nos diferentes locais do lixão ficaram na faixa de 19,6 a 24,7%. O maior percentual (24,7%), foi encontrado na vala antiga com resíduos a 1 metro de profundidade, tendo em vista que os resíduos nela enterrados estavam em processo de decomposição por aproximadamente 8 anos. De acordo com BIELLA (2008), a grande concentração de matéria orgânica presente neste solo, se deve principalmente em razão do lixo antigo presente na mesma, lixo esse que está em processo de decomposição e fermentação e provavelmente sendo responsável pelos altos teores de matéria orgânica nesse solo. O risco de contaminação da água é muito grande pois a percolação de águas de chuva nas camadas de solo e subsolo produzem transferência de parte dessa matéria orgânica para as águas subterrâneas.

Tabela 04: Teores de matéria orgânica encontrado no solo do área de disposição de resíduos sólidos de Peabirú.

Valas e profundidade amostrada	Matéria Orgânica %
Vala antiga com resíduo 1 m	24,7
Vala antiga com resíduo 2 m	24,4
Vala antiga com resíduo 3 m	21,7
Vala antiga com resíduo 4 m	19,8
Vala aberta com resíduo 1 m	24,4
Vala aberta com resíduo 2 m	23,8
Vala aberta com resíduo 3 m	21,8
Vala aberta com resíduo 4 m	21,6
Vala Nova sem resíduo aprox. 4m	19,6

Ainda na vala antiga com resíduos, notou-se que quanto maior a profundidade menor o percentual de matéria orgânica encontrado, visto que na profundidade de 4 metros, a quantidade de matéria orgânica presente foi de 19,8 LEITE (2004), afirma que a matéria orgânica natural do solo apresenta maiores concentrações nas camadas superficiais (< 1,0 m) e diminui com o aumento da profundidade.

Na vala aberta, que ainda estava recebendo resíduos sólidos a quantidade de matéria orgânica presente variou de 21,6 a 24,4. Assim como na vala antiga, notou-se nessa vala que quanto maior a profundidade, menor os níveis de matéria orgânica, tendo em vista que na profundidade de quatro metros, onde se fez a coleta, observou-se a presença de uma menor quantidade de resíduos presente nessa profundidade, o que supõe-se que essa menor presença de resíduos é

que possa estar causando a diminuição no percentual de matéria orgânica, conforme aumenta a profundidade da vala. Essa observação se deu quando no momento das coletas, verificou-se que houve a diminuição dos resíduos presentes na amostra de solo, coletada com trado manual.

Na vala que ainda não estava recebendo resíduos, evidenciou-se que o teor de matéria orgânica presente foi o menor encontrado dentre todas as amostras coletadas. O fato de que, por se tratar de uma vala, que além de estar numa profundidade aproximada de 4 metros e nunca ter recebido resíduos.

Na tabela 5 são mostrados os teores de condutividade do solo do lixão de Peabirú.

Tabela 05: Valores da condutividade presentes no solo em diferentes locais e profundidades.

Valas e profundidade amostrada	Condutividade (mS/cm)
Vala antiga com resíduo 1 m	59,3
Vala antiga com resíduo 2 m	28,1
Vala antiga com resíduo 3 m	38,0
Vala antiga com resíduo 4 m	29,1
Vala aberta com resíduo 1 m	44,2
Vala aberta com resíduo 2 m	70,2
Vala aberta com resíduo 3 m	48,3
Vala aberta com resíduo 4 m	16,1
Vala nova sem resíduo aprox. 4m	18,5

A condutividade é a medida da habilidade de uma solução aquosa que conduz a corrente elétrica. Essa habilidade depende da presença de íons, na sua concentração total, mobilidade e valência e da temperatura de medição. A unidade no Sistema Internacional é dada em mili Siemens por metro (Ms/m).

De acordo com BRANDÃO & LIMA (2002), a condutividade elétrica é usada para medir a quantidade de sais presente em solução do solo. Quanto maior a quantidade de sais presente na solução, maior será o valor de condutividade elétrica obtido.

Os valores de condutividade encontrados nas amostras variaram de 16,1 a 70,2 mS/m. O maior valor de Condutividade elétrica foi encontrado na vala aberta com resíduo na profundidade de 2 m. Na vala antiga com resíduos na profundidade de 1 m e na vala aberta com resíduo na profundidade de 3 m, os valores de condutividade elétrica ficaram

em 59,3 e 48,3 mS/m, respectivamente, demonstrando que nesses locais há uma maior concentração de sais presente na solução do solo do lixão, tendo em vista que de acordo com BRANDÃO & LIMA (2002), quanto maior o valor de condutividade elétrica obtido, maior a quantidade de sais presente no solo sendo que, os principais componentes do chorume podem ser divididos em quatro grupos: cátions e ânions, metais pesados, compostos orgânicos variados e microrganismos (BATSTONE *et al.* 1989)

Levando-se em consideração os estudos realizados em aterro sanitário, FACHIN *et al.* (2006) citado por LAUREANO & SHIRAIWA (2008) defende que, em áreas potencialmente contaminadas, a condutividade elétrica é superior a 40 mS/m. Sendo assim, subentende-se que no caso das valas antigas com resíduos (profundidade 1 m) e vala aberta com resíduos (profundidades 1m,2m e 3 m), os resultados, por ultrapassarem 40 mS/m, são considerados elevados,

apresentando contaminação em potencial. Para LAUREANO & SHIRAIWA (2008), pode-se fazer a correlação da condutividade com uma possível contaminação por chorume, uma vez que a condução elétrica ocorre principalmente através de íons, que são abundantes no chorume.

Para a vala antiga com resíduos nas profundidades de 2 m (28,1 mS/m), 3 m (38,0 mS/m) e 4 m (29,1 mS/m), compreende-se que estas estavam, de acordo com FACHIN *et al.* (2006) apud LAUREANO & SHIRAIWA (2008), numa posição intermediária, sendo consideradas em situação suspeita de contaminação, que varia de 20 a 40 mS/m.

Na Vala aberta com resíduos na profundidade de 4 metros e na vala nova sem resíduos com profundidade aproximada de 4 metros, os valores foram 16,1 e 18,5. Estudos realizados em aterro sanitário por FACHIN *et al.* (2006) citado por LAUREANO *et al.* (2008) identificaram que, para áreas não contaminadas, a faixa de condutividade elétrica aparente não ultrapassa 20 mS/m.

4. CONCLUSÕES

Os resultados do estudo mostraram a viabilidade e importância da aplicação do índice de qualidade de aterro de resíduos. A obtenção de um IQR na área de disposição de resíduos sólidos de Peabirú,

indicou que a disposição dos resíduos está sendo feita de forma inadequada podendo provocar uma série de impactos ambientais negativos.

Observou-se que o índice de qualidade de aterros de resíduos agrega importantes fatores da gestão estudo e desenvolvimento que pode trazer subsídios para a implementação de políticas específicas, que contribuam na superação dos pontos frágeis da gestão e intensifique os seus pontos positivos.

Na vala que recebia resíduos, o valor mais baixo de pH (4,92) foi encontrado na profundidade de 4 metros. Na profundidade de 2 m, verificou-se o valor mais alto de pH (6,03) por esta ter um maior contato com o percolado *in natura*, o que está de acordo com observações de outros pesquisadores. Já na vala antiga, saturada com resíduos, a variação do pH, nas quatro profundidades não foi significativa (5,1 a 5,7) por se tratar de uma vala onde os resíduos já estavam em decomposição há aproximadamente 8 anos, tendo os materiais já passado a fase mais crítica da decomposição, onde se tem a liberação de chorume. O valor de pH obtido na vala que ainda não recebia resíduos, na profundidade de 4 foi de 4,56., valor este dentro da faixa esperada para solos argilo-arenosos em áreas que não apresentam contaminação.

Em relação aos resultados sobre os teores de matéria orgânica, os valores permaneceram na faixa de 19,6 a 24,7%. O maior percentual (24,7%), foi encontrado na vala antiga com resíduo a 1 metro de profundidade, tendo em vista que os resíduos nela enterrados estavam em processo de decomposição por aproximadamente 8 anos, acarretando em função destas altas concentrações um risco muito grande de contaminação da água subterrânea.

Na vala antiga com resíduos na profundidade de 1 m e na vala aberta com resíduo na profundidade de 3 m, os valores de condutividade elétrica ficaram em 59,3 e 48,3 mS/m, respectivamente, demonstrando que nesses locais há uma maior concentração de sais presente na solução do solo do lixo, o que demonstra uma área potencialmente contaminada pelos íons que são abundantes no chorume pois os valores da condutividade elétrica são superiores a 40 mS/m. Já na vala aberta com resíduos na profundidade de 4 metros e na vala nova sem resíduos com profundidade aproximada de 4 metros, os valores foram 16,1 e 18,5 que são indicativos de áreas não contaminadas pois a faixa de condutividade elétrica aparente não ultrapassa 20 mS/m.

Este trabalho, em função dos resultados obtidos, serve de alerta para a necessidade de adoção de técnicas mais

adequadas para disposição final dos resíduos sólidos urbanos de modo a minimizar a contaminação do solo e consequentemente, do ambiente no local.

Entende-se que a área saturada deve ser recuperada de forma a mitigar a degradação ambiental. É necessário formular um novo projeto para a disposição adequada dos resíduos sólidos do município que atenda as normas técnicas e legislações ambientais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos responsáveis pelo Laboratório de Solos da UTFPR de Campo Mourão bem como aos estagiários que auxiliarem na realização do trabalho.

5. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT – NBR 8419 – **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimentos**, Rio de Janeiro, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Resíduos Sólidos – Classificação; NBR 10004**. São Paulo, 2004.
- BATSTONE, R.; SMITH, J.; WILSON, D. **The Safe Disposal of Hazardous Wastes – The Special Needs and Problems of Developing Countries**. World Bank Technical, Washington D.C., n.93, v.1, 1989., 292 p.

- BIELLA, C.A. **Avaliação da qualidade da água freática em poços rasos no setor mansões das águas quentes em Caldas Novas –GO.** 2008 Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia- MG.
- BOSCOV, M.E.G. **Contribuição ao projeto de sistemas de contenção de resíduos perigosos utilizando solos lateríticos.** 1997.. Tese (Doutorado em Eng. Civil) –Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- BRANDÃO, S.L.; LIMA, S.C. pH e condutividade elétrica em solução do solo, em áreas de pinus e cerrado na chapada, em Uberlândia-MG. **Caminhos de Geografia** 3(6), junho, p. 46-56. 2002.
- CAPELINI, M.; MANSOR, M.T.C; CARVALHO, C.T.R.L.; FILET, M.; CAMARÃO, T.C.R.C. Estudo de um índice de gestão de resíduos sólidos urbanos para o Estado de São Paulo. In: 25º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL 2009 – Recife.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares 2007.** São Paulo, 2008.
- DALMEIDA, M.L.O.; VILHENA, A. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado.** 2º ed. São Paulo: IPT/CEMPRE. 2000, 370p
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos.** 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997, 212 p.
- FAGUNDES, D. C. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos em Teodoro Sampaio - SP.** 2005. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Geografia) Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA –IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico –PNSB,** Rio de Janeiro: IBGE, 2000.
- IWAI, C. K. **Tratamento de chorume através de percolação em solos empregados como material de cobertura de aterros para resíduos sólidos urbanos.** Bauru: 2005.205 f. Dissertação (Mestrado) UNESP, São Paulo, Campinas.
- JÚNIOR, A.V.N Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. São Paulo, 2005. .Material Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/residuos/historico.asp>.. Acesso em 18 de maio de 2009.
- LAUREANO, A.T.; SHIRAIWA, S. Ensaio geofísicos no aterro sanitário de Cuiabá-MT. **Revista Brasileira de Geofísica.** 26(2), p.173-180, 2008.
- LEITE, C.M.B. Método Walkey Black na determinação da matéria orgânica em solos contaminados por chorume. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande – PB, v.8, n.1, p.111-115, 2004.
- LIMA, L.M. **Lixo: Tratamento e Biorremediação.** 3 ed. São Paulo: Editora Hemus, 2005.
- MELO, V.L.A. Estudos de referência para diagnóstico ambiental em aterros de resíduos sólidos. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE

- ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000. **Anais...** Fortaleza –CE, 2000.
- OLIVEIRA, F.J.S; JUCÁ, J.F.T. Acúmulo de metais pesados e capacidade de impermeabilização do solo imediatamente abaixo de uma célula de um aterro de resíduos sólidos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v.9, n.3, p. 211-217, 2004.
- ROSA, A.S.; DALMOLIN, R.S.D; FINK, J.R.; LAUERMANN, .A. Caracterização do solo construído sobre aterro de resíduos sólidos urbanos. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo Brasileira **Anais....**, Gramado-RS, 2007.
- ROWE, E. J. Diagnóstico ambiental da área do aterro sanitário do município de Cascavel –PR. 2007. Dissertação (mestrado em Eng Agrícola) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel-PR.
- SANTOS, A. D. A. Avaliação do tratamento de Chorume gerado no lixão da cidade de Maceió através da adsorção em leito fixo de carvão ativado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E DE TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, Florianópolis-SC, 2004. **Anais**.
- SIMIONATO, Edina Conceição. **Campo Mourão: sua gente ... sua história**. Campo Mourão: Kromoset Artes Gráficas, 1996.
- SISINO, C.L.S. Avaliação da contaminação e poluição ambiental do aterro controlado do morro do Céu, Niterói, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.12, n.4, p.515-523, 1996.