



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 DO LIXÃO DO MUNICÍPIO DE VARGEM GRANDE DO SUL, NO ESTADO DE SÃO PAULO.

Gerson Araujo de Medeiros<sup>1</sup>; Fabio Augusto Gomes Vieira Reis<sup>2</sup>; Fernanda Bianchi Costa<sup>3</sup>;  
Gabriela da Cunha Benaglia<sup>3</sup>; Maria Carolina Scolari<sup>3</sup>; Paula Aparecida Fiorini<sup>3</sup>;  
Priscila Aparecida de Melo Miranda<sup>3</sup>; Vinicius Passoni<sup>3</sup>

---

### RESUMO

A geração e disposição do lixo é um dos principais problemas do Estado de São Paulo, causando uma série de impactos ambientais e riscos para a saúde humana. O presente trabalho tem como objetivo realizar um diagnóstico da qualidade da água e do solo na área de disposição do lixo em Vargem Grande do Sul, no estado de São Paulo. A metodologia constou de visitas e levantamento fotográfico, análise química do solo (pH, P, S, K, Ca, Mg, Al, B, Cu, Fe, Mn e Zn) e água de córregos (oxigênio dissolvido (OD), pH, demanda química de oxigênio (DQO), NH<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>) e do percolado (pH, DQO, NH<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>) no mês de maio de 2007. O levantamento fotográfico confirmou que a área se caracteriza como um lixão e as análises químicas demonstraram um maior teor de matéria orgânica no local de disposição do lixo. As análises da água indicaram somente o oxigênio dissolvido abaixo dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (5 mg L<sup>-1</sup>). O percolado apresentou um valor de DQO de 12.900 mg L<sup>-1</sup>, indicando uma potencialidade de poluição da água e dos recursos naturais.

**Palavras-chave:** recursos hídricos, lixo, poluição do solo e água, percolado.

### DIAGNOSIS AT THE DUMP AREA OF VARGEM GRANDE DO SUL, STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

### ABSTRACT

The generation and disposal of the garbage has causing a series of impacts and risk for the human health at state of São Paulo, Brazil. The main goal of this research was carry out a diagnosis of the water and soil quality at areas of arrangement of the garbage at the county of Vargem Grande do Sul, in the state of São Paulo, Brazil. The methodology was comprised of visits and photographic survey of the site, chemical analysis of soil (pH, P, S, K, Ca, Mg, Al, B, Cu, Fe, Mn and Zn) and water of streams (dissolved oxygen (DO), pH, chemical oxygen demand (COD), ammonia and nitrate). The photographic survey confirmed that the area is characterized like a dump and the chemical analysis showed a higher organic matter at the plot of arrangement of the garbage. The water analyses indicated that only DO did not reached the recommended limit by the Brazilian legislation (5 mg L<sup>-1</sup>). The DQO of landfill leachate reached 12,900 mg L<sup>-1</sup>, indicating potential water and natural resources pollution.

**Keywords:** water resources, garbage, soil and water pollution, landfill leachate.

---

Trabalho recebido em 30/08/2008 e aceito para publicação em 2/10/2008.

<sup>1</sup> Doutor; Faculdade de Tecnologia de Indaiatuba (FATEC-ID), Rua Dom Pedro I, n. 65, Bairro Cidade Nova, Indaiatuba – SP, CEP 13334-100. E-mail: gerson@fatecindaiatuba.edu.br

<sup>2</sup> Doutor, Ecogeologia Consultoria Ambiental, Rua 8-B, n. 842, Vila Indaiá, Rio Claro – SP, CEP 13506-743. E-mail: fabio@ecogeologia.com.br;

<sup>3</sup> Acadêmicos do curso de Engenharia Ambiental do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal (UNIPINHAL). E-mail: cesea@unipinhal.edu.br

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional associado às mudanças dos hábitos de consumo da população tem agravado a questão da disposição do lixo nos centros urbanos, cujos principais destinos ainda têm sido os aterros sanitários, os aterros controlados e os chamados lixões.

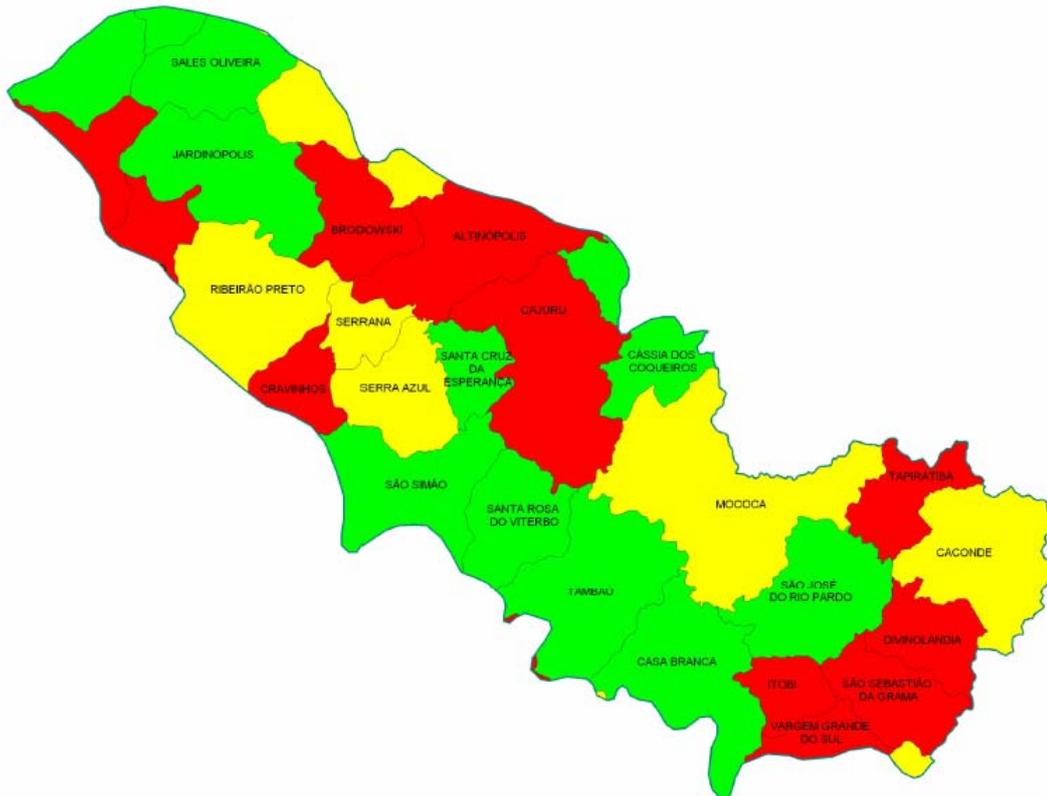
Diversos autores têm endereçado estudos sobre os impactos ambientais e na saúde humana provocados pelas áreas de disposição do lixo urbano (MEDEIROS et al., 2008; SANTOS et al., 2008; ROCHA & HORBE, 2006; BELI et al., 2005; BAHIA et al., 2004; SISINNO & MOREIRA, 1996). Tais impactos são causados, basicamente, pela poluição das águas superficiais e subterrâneas, do solo e do ar.

No estado de São Paulo, a disposição inadequada do lixo é um dos principais problemas ambientais contemporâneos. Nesse estado, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) avalia as áreas de disposição de lixo baseada no índice de qualidade de resíduos (IQR), o qual leva em conta critérios relacionados às características do local, à infra-estrutura implantada e às condições operacionais do aterro.

Baseado nesses aspectos, o último inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares, divulgado pela CETESB, apontou cerca de setenta e oito municípios do Estado de São Paulo com valores de IQR inferiores a 6, caracterizando-os como aterros não controlados ou lixões (CETESB, 2008b). Dentre esses municípios, a área de disposição de resíduos sólidos de Vargem Grande do Sul vem sendo qualificada como lixão desde o ano de 1997 (CETESB, 2008a). Além disso, essa área apresenta as piores avaliações dentre todos os municípios das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) das bacias dos rios Pardo e Mogi Guaçu (CETESB, 2008a), conforme pode ser visualizado na Figura 1.

As áreas destinadas à disposição do lixo, sem a infra-estrutura adequada para evitar os danos conseqüentes dessa atividade, têm seu uso futuro comprometido e são responsáveis pela degradação ambiental das regiões sob a sua influência (SISINNO & MOREIRA, 1996).

Pelo seu uso indiscriminado em vários municípios brasileiros, as áreas de lixão devem ser investigadas para se aferir os seus impactos e se formar um banco de dados para fins de gestão urbana e ambiental.



**Figura 1.** Classificação das áreas de disposição de resíduos sólidos na Bacia do Rio Pardo, de acordo com critérios da CETESB, sendo a coloração verde correspondente a aterro sanitário, a amarela a aterro controlado e a vermelha a lixão (CETESB, 2008a).

Nesse aspecto, o objetivo do presente trabalho é o de realizar um diagnóstico da qualidade dos recursos naturais solo e água na área de disposição do lixo no município de Vargem Grande do Sul - SP.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Características da área de estudo

O município de Vargem Grande do Sul localiza-se na região nordeste do estado de São Paulo (Figura 2), na mesorregião de Campinas e na microrregião de São João da Boa Vista,

fazendo limite com os municípios de Casa Branca, Águas da Prata, Artur Nogueira, São João da Boa Vista, Aguaí, Itobi e São Sebastião da Gramma. Sua sede está localizada a uma latitude de 21°49'56" sul e a uma longitude de 46°53'37" oeste, estando a uma altitude de 721 metros. A população estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2007, era de 37.357 habitantes (IBGE, 2007). Esse município possui uma área total de aproximadamente 267 km<sup>2</sup>, sendo cerca de 126 km<sup>2</sup> na bacia do rio Pardo, na qual se localiza a sua sede.



**Figura 2.** Localização do município de Vargem Grande do Sul no estado de São Paulo (Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:SaoPaulo\\_Municip\\_VargemGrandedoSul.svg#file](http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:SaoPaulo_Municip_VargemGrandedoSul.svg#file))

O restante da área do município, por volta de 141 km<sup>2</sup>, encontra-se na bacia do rio Mogi Guaçu (CBH-PARDO, 2003), ambas consideradas regiões de escassez de recursos hídricos no Estado de São Paulo.

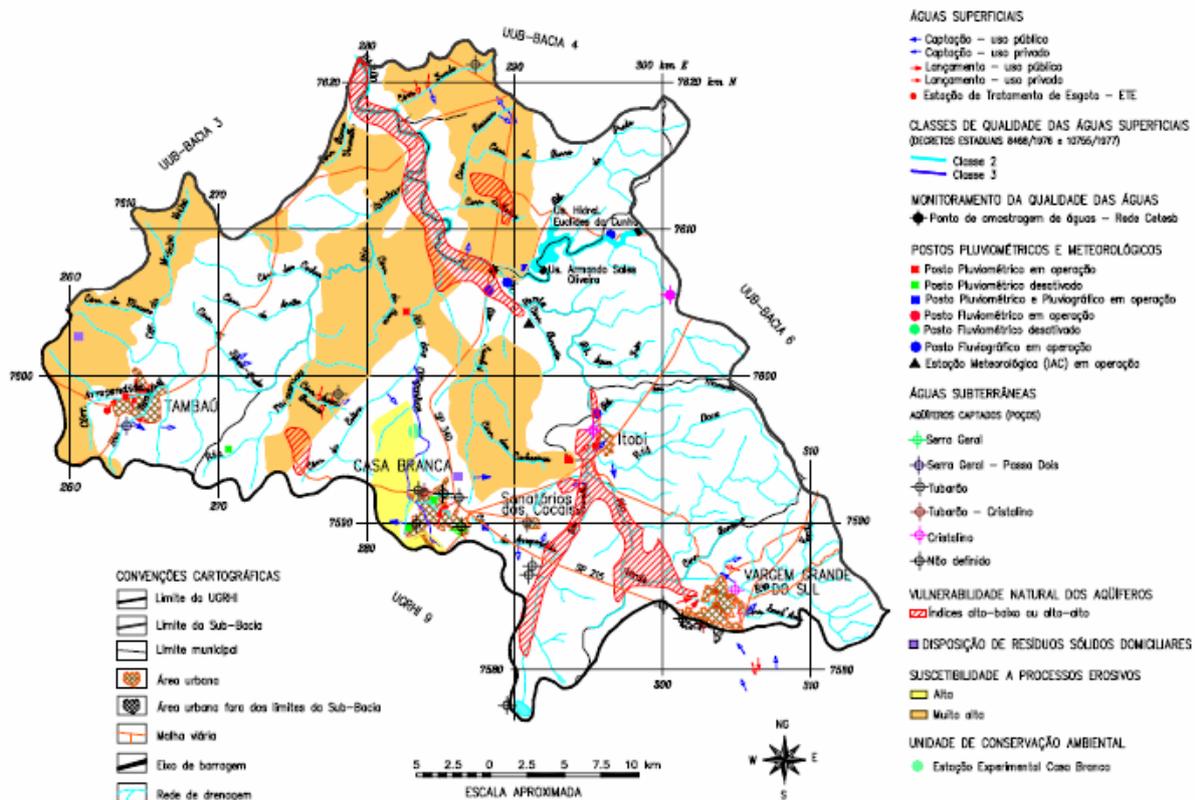
Na bacia do rio Pardo, o município de Vargem Grande do Sul ocupa duas sub-bacias: Tambaú/Rio Verde, com área de 101,4 km<sup>2</sup>, e Alto Pardo, atingindo 24,6 km<sup>2</sup> (CBH-PARDO, 2003).

A Figura 2 apresenta a bacia de Tambaú/Rio Verde, na qual se localiza a área urbana de Vargem Grande do Sul. Essa sub-bacia localiza-se no sul-sudeste da UGRHI do Pardo e é composta por um pequeno trecho do rio Pardo e pelos rios Tambaú e Verde, afluentes da margem esquerda do Pardo (CBH-PARDO, 2003).

Pelo tamanho da sua população e economia da cidade, baseada principalmente na agricultura, os resíduos produzidos neste município são, em sua grande maioria, de origem domiciliar, seguido por aqueles gerados pelos agentes de saúde (hospital, clínicas médicas, etc.)

O lixão de Vargem Grande do Sul localiza-se a cerca de 16 km da área urbana, próximo às instalações da Usina Dedini Açúcar e Álcool Ltda., numa área aproximada de 20.000 m<sup>2</sup> (CETESB, 2004), a qual recebe cerca de 15,3 t dia<sup>-1</sup>, de acordo com CETESB (2008a).

Considerando a classificação climática de Köppen, o clima de Vargem Grande do Sul corresponde a tropical de altitude (Cwa).



**Figura 3.** Sub-bacia do Rio Tambaú / Rio Verde, na qual está inserida a área urbana do município de Vargem Grande do Sul (CBH-PARDO, 2003).

O clima Cwa caracteriza-se por apresentar um verão quente e úmido e inverno seco e frio. A precipitação total anual atinge um valor médio de 1.451,2 mm, sendo o mês de janeiro o mais chuvoso, alcançando uma precipitação média de 260,5 mm, enquanto o mês mais seco corresponde a agosto, quando a média atinge 21,5 mm. A média anual da temperatura mínima e máxima alcançam 14,8 e 27,7 °C respectivamente, enquanto a temperatura média anual é de 21,2 °C, sendo o mês mais frio o de julho e o mais quente o de fevereiro, com uma média de

10,4 °C e 29,2 °C respectivamente (CEPAGRI, 2008).

Segundo IPT (1981b), regionalmente a área do aterro está inserida no limite entre as Províncias Geomorfológicas do Planalto Atlântico e da Depressão Periférica. No entorno ocorrem os seguintes tipos de relevos:

212: Relevo de degradação, em planaltos dissecados, relevo colinoso, colinas amplas: onde predominam baixas declividades, até 15%, e amplitudes locais inferiores a 100 metros. Relevo de colinas

amplas com predomínio de inteflúvios com área superior a 4km<sup>2</sup>, topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de baixa densidade, padrão subdendrítico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

244: Relevo de degradação, em planaltos dissecados. Relevo de Morros (predominam declividades médias a altas, acima de 15% e amplitudes locais de 100 a 300 metros). Morros paralelos: topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de alta densidade, padrão em treliça a localmente sub-dendrítica, vales fechados a abertos, planícies aluvionares interiores restritas.

245: Relevo de degradação, em planaltos dissecados. Relevo de Morros (predominam declividades médias a altas, acima de 15% e amplitudes locais de 100 a 300 metros). Morros com serras restritas: morros de topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos, por vezes abruptas, presença de serras restritas. Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a pinulado, vales fechados, planícies aluvionares interiores restritas.

521: Relevo de Transição. Escarpas (predominam declividades altas, acima de 30% e amplitudes maiores que 100 metros). Escarpas Festonadas: desfeitas em

anfiteatros separados por espigões, topos angulosos, vertentes com perfis retilíneos. Drenagem de alta densidade, padrão sub-paralelo a dendrítico, vales fechados.

Em relação à geologia, o município de Vargem Grande do Sul está inserido no limite da Bacia Sedimentar do Paraná e do Embasamento Cristalino que suporta a porção norte da Serra da Mantiqueira (IPT, 1981a; UNESP, 1998).

A Bacia Sedimentar é representada na região por rochas sedimentares da Formação Itararé ou Formação Aquidauana e ígneas intrusivas da Formação Serra Geral. Já o Embasamento Cristalino é formado por migmatitos, granulitos e granitóides do Complexo Varginha e por Suítes Graníticas Indiferenciadas (IPT, 1981a; UNESP, 1998).

O local do aterro está sobre solos de alteração provenientes de migmatitos graníticos do Complexo Varginha, formando solos areno-argilosos com profundidades acima de 10 metros nos topos de encostas e morros alongados, diminuindo nas áreas de encosta. Ressalta-se que o Complexo Varginha faz parte do Maciço Guaxupé (IPT, 1981a; UNESP, 1998).

Já a Formação Aquidauana, que ocorre regionalmente a oeste da área estudada, é representada por depósitos

glaciais continentais, glácio-marinhos, fluviais, deltáicos, lacustres e marinhos, compreendendo, principalmente, arenitos de granulação variada, imaturos, passando a arcósios; conglomerados, diamictitos, tilitos, silitos, folhelhos e ritmitos. Existem ocorrências de raras camadas de carvão (IPT, 1981a; UNESP, 1998).

Vale destacar que também ocorrem sedimentos cenozóicos aluvionares, associados às planícies do Rio Jaguari Mirim, do Ribeirão dos Porcos e Santa Bárbara, constituídos por depósitos de areias, argilas e cascalhos inconsolidados, além de depósitos coluvionares e de tálus próximos a relevos mais acidentados (DNPM, 1979; IPT, 1981a).

## 2.2. Levantamentos realizados

Para a realização do diagnóstico da qualidade do solo e água do lixão de Vargem Grande do Sul, foram feitos os seguintes levantamentos: localização da área, registros fotográficos, amostragem do solo para a análise química, coleta de água e do percolado gerado pelo lixão para a análise físico química. Tais levantamentos foram realizados no mês de maio de 2007.

Os levantamentos fotográficos visaram registrar o tipo de lixo disposto na área e a identificação dos impactos ambientais causados por essa atividade antrópica.

A coleta de solo para a análise química foi realizada na camada superficial, na profundidade de 0 a 0,20 m, em dois locais diferentes: no próprio lixão e a 500 m de sua divisa, numa área cultivada com cana de açúcar, a qual é a vegetação predominante no seu entorno. Em cada local foi obtida uma amostra composta a partir do solo coletado em dez pontos diferentes.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Solos do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal (UNIPINHAL) por meio de um espectrofotômetro de absorção atômica e de um pHmetro digital. Os seguintes parâmetros químicos do solo foram determinados, segundo a metodologia descrita por EMBRAPA (1997): teor de matéria orgânica (M.O.), pH, fósforo (P), enxofre (S), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), saturação de bases (SB), H+Al, capacidade de troca catiônica (CTC), boro (B), cobre (Cu); ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn).

A coleta de água foi realizada em frascos esterelizados, em dois corpos d'água próximos ao lixão: o primeiro numa nascente a montante do lixão e o segundo num córrego a 150 m do lixão. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Recursos Hídricos do

UNIPINHAL, utilizando-se as seguintes metodologias:

- a) pH: a medida foi realizada por meio de pHmetro digital, marca TecnoPan versão 6.0;
- b) Turbidez: utilizou-se o turbidímetro, marca Hach, modelo 210p;
- c) Oxigênio dissolvido (OD): as concentrações de oxigênio dissolvido foram determinadas através do método titulométrico de Winkler;
- d) Demanda química de oxigênio (DQO): utilizou-se o aparelho espectrofotômetro, marca Nanocolor 400D. A metodologia utilizada correspondeu à digestão ácida com dicromato de potássio, utilizando-se um reator de digestão;
- e) Nitrogênio Amoniacal ( $\text{NH}_3$ ) e Nitrato ( $\text{NO}_3$ ): as determinações foram realizadas por meio do aparelho espectrofotômetro Nanocolor 400D.

Para o percolado gerado no lixão de Vargem Grande do Sul foram realizadas as seguintes análises, cujas metodologias já foram detalhadas: pH, nitrogênio amoniacal ( $\text{NH}_3$ ), nitrato ( $\text{NO}_3$ ) e demanda química de oxigênio.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Resultados do levantamento fotográfico

As Figuras 4 a 7 apresentam aspectos da área de disposição dos resíduos sólidos urbanos de Vargem Grande do Sul, os quais são típicos de aterros não controlados, como: lixo descartado a céu aberto, sem qualquer cuidado na sua disposição (Figura 4), presença de urubus (Figura 5), formação de gases pela combustão natural do lixo (Figura 6), presença de catadores e animais domésticos (Figura 7). Deve-se acrescentar que se verificou a presença de menores de idade trabalhando no lixão sem qualquer condição de segurança e proteção.

Beli et al. (2005) também relatam, por meio de levantamento fotográfico, datado de 1997, junto ao antigo lixão Areia Branca, em Espírito Santo do Pinhal, os mesmos problemas observados no lixão de Vargem Grande do Sul.

#### 3.2. Resultados da análise química do solo

Os resultados das análises químicas do solo em Vargem Grande do Sul, realizadas no mês de maio de 2007, são apresentados na Tabela 1. A partir dos resultados dessa tabela, pode-se observar que o solo da área do lixão apresentou resultados superiores em relação àqueles observados na área cultivada com cana de açúcar, a cerca de 500 m de distância, tanto para os macronutrientes quanto para os micronutrientes.



**Figura 4.** Lixo disposto a céu aberto no município de Vargem Grande do Sul – SP, em maio de 2007. (Foto: Fernanda Bianchi Costa).



**Figura 5.** Presença de urubus no depósito de lixo a céu aberto do município de Vargem Grande do Sul – SP, em maio de 2007 (Foto: Gabriela da Cunha Benaglia).



**Figura 6.** Formação de gases pela combustão do lixo no município de Vargem Grande do Sul – SP, em maio de 2007. (Foto: Priscila Aparecida de Melo Miranda)



**Figura 7.** Catadores sem qualquer proteção na área de disposição do lixo no município de Vargem Grande do Sul – SP, em maio de 2007. (Foto: Paula Aparecida Fiorini)

**Tabela 1.** Resultados da análise química do solo coletado a 500 m do lixão, em área de cana de açúcar e na área do lixão de Vargem Grande do Sul, no mês de maio de 2007.

Elemento	Área de cana	Lixão
Matéria orgânica (M.O.) ( $\text{g dm}^{-3}$ )	18	30
pH	6,9	7,2
Fósforo ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	30	44
Enxofre ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	8	11
Potássio ( $\text{mmol dm}^{-3}$ )	30,2	51,4
Cálcio ( $\text{mmol dm}^{-3}$ )	26	33
Magnésio ( $\text{mmol dm}^{-3}$ )	9	11
Alumínio ( $\text{mmol dm}^{-3}$ )	1	1
Soma de Bases ( $\text{mmol dm}^{-3}$ )	65,2	95,4
H + Al ( $\text{mmol dm}^{-3}$ )	8	7
Capacidade Troca Catiônica ( $\text{mmol dm}^{-3}$ )	73,2	102,4
V (%)	89	93
Boro ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	0,15	0,31
Cobre ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	13	33
Ferro ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	0,7	9,1
Manganês ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	2,9	2,5
Zinco ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	0,9	3,6

O teor de matéria orgânica (M.O.) do solo na área de cana de açúcar e no lixão atingiu 18 e 30  $\text{g dm}^{-3}$  respectivamente, indicando a influência dos resíduos sólidos nesse parâmetro de qualidade do solo. Esse valor de M.O. observado no lixão de Vargem Grande do Sul foi muito superior ao obtido por Medeiros et al. (2008), em Engenheiro Coelho, quando se atingiu um valor médio de 6  $\text{g dm}^{-3}$ , e próximo ao medido por Beli et al. (2005), no município de Espírito Santo do Pinhal, alcançando 24  $\text{g dm}^{-3}$ , os quais correspondiam a áreas de

aterro não controlado no Estado de São Paulo.

Dentre os elementos químicos analisados, os teores de macronutrientes (P, S, K, Ca e Mg) foram superiores aos verificados por Medeiros et al. (2008). Já para os metais pesados (B, Cu, Fe, Mn e Zn), os resultados de cobre e zinco foram próximos, enquanto os restantes apresentaram concentrações superiores, destacando-se o ferro, o qual atingiu 33  $\text{mg dm}^{-3}$ . Todavia, não existe um limite

orientador estabelecido para tais elementos em CETESB (2001).

Outro fator a ser destacado refere-se ao fato de que os solos da região do município de Vargem Grande do Sul apresentam, normalmente, concentrações elevadas de ferro. Teores elevados de ferro também foram encontrados em áreas de lixão por Beli et al. (2005) e Sisinnio & Moreira (1996).

Os valores orientadores para o solo, referentes aos elementos cobre e zinco, são de 35 e 60 mg kg<sup>-1</sup>, segundo CETESB (2001), os quais estão bem acima daqueles encontrados no solo do lixão de Vargem Grande do Sul, e que atingiram um máximo de 0,3 e 3,6 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente.

Sisinnio & Moreira (1996) encontraram concentrações médias de Cu, Mn e Zn de 6,3; 212,3 e 107,3 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente, em solo do aterro controlado do Morro do Céu, em Niterói – RJ. Já Beli et al. (2005) observaram teores de cobre, manganês e zinco de 3,5; 6,2 e 9,4 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente, na área desativada do lixão de Espírito Santo do Pinhal – SP, os quais foram mais próximos daqueles verificados no presente trabalho.

Portanto, baseado na análise dos resultados químicos apresentados, se verificou um aumento de nutrientes e metais pesados na área do lixão do

município de Vargem Grande do Sul em relação ao seu entorno e comparáveis a outras áreas de aterro não controlado no Estado de São Paulo.

### 3.3. Resultados das análises físico-químicas da água e do percolado

Os resultados das análises físico-químicas dos mananciais de água, na área de influência do lixão de Engenheiro Coelho, e do chorume gerado, são apresentados na Tabela 2.

Os resultados demonstram valores próximos para as águas coletadas em área de nascente e no entorno do lixão. Destaque-se que os parâmetros de qualidade da água turbidez, nitrato e nitrogênio amoniacal estiveram abaixo dos limites máximos permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 2 e que correspondem a 100 UNT, 10 mg L<sup>-1</sup> e 3,7 mg L<sup>-1</sup> (para pH < 7,5) respectivamente (CONAMA, 2005). Todavia observou-se que a concentração de oxigênio dissolvido não atingiu o mínimo estabelecido por essa resolução para rios de classe 2, a qual corresponde a 5 mg L<sup>-1</sup>. Já a concentração de DQO foi a mesma para os dois pontos de coleta, atingindo 12 mg L<sup>-1</sup>, contudo não existem limites estabelecidos pela referida resolução para esse parâmetro.

**Tabela 2.** Parâmetros físico-químicos da água e do percolado coletado na área do lixão de Vargem Grande do Sul – SP, no mês de maio de 2007.

	pH	Turbidez UNT	OD -----	NH <sub>3</sub> , mg L <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> -----	DQO
Nascente	3,8	0,25	2,1	0,1	0,6	12
Entorno	4,9	0,35	4,0	0,5	0,6	12
Chorume	---	71,1	---	230	0,5	12.900

Chapman & Kimstach (1996) apresentam como critério de qualificação de águas superficiais não poluídas um limite de DQO de 20 mg L<sup>-1</sup>, ou de até 200 mg L<sup>-1</sup> em mananciais que sofrem a descarga de efluentes. Portanto, os valores encontrados de DQO nesse trabalho não são indicativos de poluição aquática.

Santos et al. (2008) avaliaram a qualidade da água em mananciais no entorno do aterro sanitário de Cuiabá, no estado do Mato Grosso. Esses autores encontraram teores de NO<sub>3</sub> variando de 0,05 a 14 mg L<sup>-1</sup>. Ao contrário do presente estudo, os teores de OD foram superiores a 5 mg L<sup>-1</sup> em todas as datas e pontos de amostragem.

Os valores de DQO, relatados por Santos et al. (2008), foram superiores aos observados no presente trabalho e chegaram a atingir um valor médio de 157 mg L<sup>-1</sup>, no local mais contaminado. Tais valores de DQO são muito inferiores aos relatados por Sisinho & Moreira (1996) e

que atingiu 5.200 mg L<sup>-1</sup>, no córrego Maca Paca, em Niterói – RJ.

Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram o alto risco de poluição provocado pelo percolado gerado pela decomposição do lixo disposto na área de aterro não controlado do município de Vargem Grande do Sul.

A turbidez alcançou um valor de 71,1 UNT, o qual se igualou ao máximo registrado por Brito-Pelegrini et al. (2007), em estudo realizado com o percolado in natura do aterro municipal de Limeira, no interior do estado de São Paulo.

Brito-Pelegrini et al. (2007) também observaram uma variação da turbidez do percolado de 25 a 72 UNT durante um período de cinquenta dias de monitoramento. Esses autores também registraram uma variação na concentração de NH<sub>3</sub> do percolado numa faixa de 425 a 460 mg L<sup>-1</sup>, a qual foi praticamente o dobro da concentração observada para esse parâmetro químico no chorume de Vargem Grande do Sul.

Observou-se que o teor de nitrato do percolado do lixão de Vargem Grande do Sul alcançou  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ , o qual está muito próximo daquele medido nos mananciais de água no entorno do referido aterro não controlado. Essa concentração de  $\text{NO}_3$  do chorume está dentro da faixa de valores medidos no percolado in natura, por Brito-Peigrini et al. (2007), o qual variou de  $0,25$  a  $1,1 \text{ mg L}^{-1}$ .

O parâmetro que mais demonstra o potencial poluidor do percolado do lixão de Vargem Grande do Sul é a DQO, a qual atingiu  $12.900 \text{ mg L}^{-1}$ . Tal resultado é superior ao encontrado por Pacheco & Peralta-Zamora (2004) em amostras de percolado no aterro da Cachimba, na região metropolitana de Curitiba - PR, cuja DQO média alcançou  $4.500 \text{ mg L}^{-1}$ . Já Sisinho & Moreira (1996) caracterizaram o percolado do aterro controlado do Morro do Céu em Niterói-RJ e encontraram um valor de DQO de  $11.500 \text{ mg L}^{-1}$ , próximo daquele observado no presente trabalho.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados do levantamento fotográfico do lixão de Vargem Grande do Sul mostram um quadro de degradação ambiental da área e de risco à saúde dos catadores que trabalham no local. Existe ainda um risco de contaminação dos

recursos hídricos, pelo afloramento de percolado do lixão.

Os resultados da análise química do solo apresentaram teores abaixo dos limites recomendados pela CETESB para solos no Estado de São Paulo, todavia, o solo da área demonstrou ter sido afetado pelo lixo disposto, principalmente pela matéria orgânica, fósforo e cobre.

A análise química da água demonstrou que, para os parâmetros avaliados, somente o oxigênio dissolvido não atendeu ao limite mínimo preconizado pela resolução CONAMA 357/2005.

Pôde-se constatar o elevado risco de contaminação da área por meio da análise do DQO do percolado do lixão, o qual atingiu  $12.900 \text{ mg L}^{-1}$ .

#### REFERÊNCIAS

- BAHIA, V. E.; LUIZ, J. G.; FENZL, N. Influência do depósito sanitário metropolitano de Belém (Aurá) sobre as águas subterrâneas da área. **Revista de Águas Subterrâneas**, Curitiba – PR, v. 18, p. 89-102, 2004.

- BELI, E.; NALDONI, C. E.; OLIVEIRA, A.; SALES, M. R.; SIQUEIRA, M.; MEDEIROS, G. A.; HUSSAR, G. J.; REIS, F. A. G. V. Recuperação da área degradada pelo lixão areia branca de Espírito Santo do Pinhal – SP. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal - SP, v.2, n.1, p.135-148, 2005. Disponível em: <<http://www.unipinhal.edu.br/ojs/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=35>>. Acesso em: 18 03 2008.
- BRITO-PELEGRINI, Núbia Natália; PELEGRINI, Ronaldo; PATERNIANI, José Euclides. Caracterização física, química e biológica do percolado do aterro sanitário da cidade de Limeira-SP. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Brasília, DF, v.4, n.1, p. 54-66. 2007. Disponível em: <<http://www.unipinhal.edu.br/ojs/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=80>>. Acesso em: 30 08 2008.
- CBH-PARDO (São Paulo) **Plano de bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio Pardo – UGRHI 4**. São Paulo: IPT, 2003. 296p.
- CEPAGRI (São Paulo) Centro de Pesquisa Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. **Clima dos municípios paulistas: Vargem Grande do Sul**. Disponível em: <[http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_635.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_635.html)>. Acesso em 20/08/2008.
- CETESB (São Paulo) **Inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares: série relatórios 2007**. São Paulo: CETESB, 2008a. 180 p.
- CETESB (São Paulo) Resolução SMA 50/07. Projeto ambiental estratégico. Lixo mínimo. In: CETESB **Inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares: série relatórios 2007**. São Paulo: CETESB, 2008b. 6 p.
- CETESB (São Paulo) **Inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares: relatório de 2003**. São Paulo: CETESB, 2004. 44 p.
- CETESB (São Paulo) **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2001. 232 p.
- CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. Selection of water quality variables. In: CHAPMAN, D. (ed.) **Water quality assessment: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. Londres: UNESCO/WHO/UNEP, 1996. Cap.3, 60p. Disponível em: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/resources/wqa/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/resources/wqa/en/). Acesso: 30 de agosto de 2008.
- CONAMA - Conselho Nacional Do Meio Ambiente. Resolução n° 357 de 17 de março de 2005: **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento**, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resoluções CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 10 jul. 2008.
- DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Projeto Sapucaí, estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais: relatório final de geologia**. Brasília: DNPM/CPRM, 1979.
- EMBRAPA (Brasil) Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS). **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212 p.
- IBGE (Brasil) **Contagem da população 2007**. Brasília: IBGE. 2007. Disponível: <[http://www.ibge.gov.br/servidor\\_arquivos\\_est/](http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/)>.. Acesso: 30 de agosto de 2008

- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE SÃO PAULO. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT. Vol. 1, 1981a.
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE SÃO PAULO. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT. Vol. 1, 1981b.
- MEDEIROS, G.A.; REIS, F.A.G.V.; SIMONETTI, F.D. et al. Diagnóstico da qualidade da água e do solo no lixão de Engenheiro Coelho, no estado de São Paulo. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal – SP, v. 5, n. 2, p. 169-186, 2008. Disponível em: <<http://www.unipinhal.edu.br/ojs/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=135>>. Acesso em 18/03/2008
- PACHECO, J.R.; PERALTA-ZAMORA, P. G. Integração de processos físico-químicos e oxidativos avançados para remediação de percolado de aterro sanitário (chorume). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 306-311, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v9n4/v9n4a06.pdf>> Acesso: 30 de agosto 2008
- ROCHA, L. C. R.; HORBE, A. M. C. Contaminação provocada por um depósito de lixo no aquífero Alter do Chão em Manaus – AM. **Acta Amazônica**, v. 36, n. 3, p. 307-312, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0044-59672006000300003&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672006000300003&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 10 de jul 2008.
- SANTOS, A. A.; SHIRAIWA, S.; SILVINO, A. N. O.; ALVES, É. C. R. F.; SILVA, N. A.; SILVEIRA, A. Avaliação da qualidade da água superficial na área de influência de um aterro sanitário. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, SP, v.5, n.2, p.139-151, 2008. Disponível em: <<http://www.unipinhal.edu.br/ojs/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=122>>. Acesso em: 30 de ago. 2008.
- SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 515-523, 1996.
- UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Levantamento geológico-geotécnico para subsidiar o desenvolvimento urbano das cidades de Mogi Guaçu, Itapira e Moji Mirim**. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 1998.