

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

**Fábio Arantes**

***Os resíduos sólidos domiciliares no município de Guarulhos:  
Análise das variáveis Eficiência e Sustentabilidade na gestão do  
Aterro Sanitário***

**São Paulo**

**2009**

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA**

**Fábio Arantes**

***Os resíduos sólidos domiciliares no município de Guarulhos:  
Análise das variáveis Eficiência e Sustentabilidade na gestão do  
Aterro Sanitário***

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo como requisito para a obtenção do título de Mestre.

**Orientador: Prof. Doutor Luís Antonio Bittar Venturi.**

**São Paulo**

**2009**

# Agradecimentos

Primeiramente, um agradecimento especial à minha família: a minha base como ser humano e como cidadão informado e consciente do meu papel no mundo é a estrutura familiar proporcionada pelos meus pais.

À minha Mãe, uma mulher de enorme sabedoria e com grande dedicação aos filhos. Agora, também, aos netos. Meu grande respeito à pessoa que estará, eternamente, no meu coração. Ao meu Pai, um homem de grande cultura e de muita responsabilidade na minha formação acadêmica. Um cidadão bem politizado e interado com o desenvolvimento do nosso país. Essa base me proporcionou um crescimento como pessoa e, claro, como profissional. Aos meus irmãos André e Juliana, que me apoiaram nesta caminhada rumo ao desenvolvimento na Universidade. Aos meus avós, pelo enorme carinho que tem por mim e pela nossa família. E a todos os familiares: sobrinhos, afilhados, tios, tias, primos e aos amigos, que também são parte importante neste crescimento acadêmico.

À minha namorada Beth e à minha sogra Sonia, pois estiveram comigo praticamente desde o início e sempre me deram enorme apoio.

Agradeço, também, a Universidade de São Paulo, pois foi nela que realizei toda a minha graduação e pós-graduação. Agradeço à USP pelo desenvolvimento do meu crescimento como cidadão informado e a todos os Professores, Pesquisadores e funcionários com quem tive o prazer de desenvolver conhecimentos científicos e acadêmicos.

Em especial ao meu Orientador na minha pesquisa de Mestrado, o Professor Luís Antonio Bittar Venturi. Além de ser um excelente Mestre, ajudou-me e muito na elaboração de projetos e no meu desenvolvimento na Universidade. Um grande amigo por quem tenho muito respeito.

Ao Professor Alberto Pacheco, do Instituto de Geociências da USP, pela enorme contribuição nesta pesquisa científica.

Aos meus colegas da Universidade, que fizeram parte da minha formação na USP: Eric Massa, Marcão (Mothör), Paulão, Paulo Costa, Luiz Gustavo (Luigi), Márcio, Nilza, Sandro (Galvão), Vanderlei (Pastel) e muitos outros.

Gostaria de dedicar um agradecimento especial ao CNPq, pelo investimento que realizaram ao conceder-me uma bolsa científica para o aprofundamento da minha pesquisa.

À Prefeitura de Guarulhos e à Administração do Aterro Sanitário, pois nunca colocaram obstáculos na minha busca pela obtenção de dados quantitativos e qualitativos para o estudo da área de pesquisa.

E não poderia deixar de agradecer ao amigo que conquistei ao ser aprovado no Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da USP: à memória do meu amigo José Eduardo Abbas. Estará sempre presente, pois teve papel importante no desenvolvimento da minha pesquisa.

*À minha Mãe Graça e ao meu Pai Celso.  
Vocês são a base do meu crescimento  
humano e acadêmico.*

# SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>9</b>
<b>PARTE I.....</b>	<b>10</b>
<b>1 – Apresentação e Objetivo.....</b>	<b>11</b>
<b>2 – Justificativa.....</b>	<b>19</b>
2.1 – A Importância Socioambiental do Tema.....	19
2.2 – No Contexto da Ciência Geográfica.....	21
<b>3 – Fundamentação Teórico-Conceitual.....</b>	<b>22</b>
<b>4 – Embasamento Conceitual-Técnico e Marco Regulatório.....</b>	<b>25</b>
4.1 – Caracterização e a Disposição dos Resíduos Sólidos.....	25
4.2 – Marco Regulatório.....	30
<b>5 – Procedimentos Metodológicos.....</b>	<b>34</b>
5.1 – Estrutura do Raciocínio Analítico.....	34
5.2 – Procedimentos Técnico-Operacionais.....	37
<b>PARTE II.....</b>	<b>39</b>
<b>Capítulo I – Ambiente Físico-Natural da área de estudo.....</b>	<b>40</b>
<b>1.1 – Localização da área de estudo.....</b>	<b>40</b>
<b>1.2 – Caracterização da Paisagem.....</b>	<b>43</b>
<b>1.3 – A dinâmica do crescimento de Guarulhos e sua inserção na RMSP.....</b>	<b>48</b>
1.3.1 – Breve histórico do município.....	50
1.3.2 – Crescimento populacional de Guarulhos.....	53
1.3.3 – Economia.....	58
1.3.4 – As rodovias e o Aeroporto Internacional.....	61

<b>Capítulo II – Os Resíduos Sólidos Domiciliares no município de Guarulhos: Análise das variáveis Eficiência e Sustentabilidade na Gestão do aterro.....</b>	<b>63</b>
<b>2.1 – Localização do Aterro Sanitário e aspectos físicos.....</b>	<b>64</b>
<b>2.2 – Unidades básicas e operação do Aterro.....</b>	<b>68</b>
<b>2.3 – Operação do Aterro Sanitário de Guarulhos.....</b>	<b>80</b>
2.3.1 – Índice de Qualidade do Aterro.....	80
2.3.2 – A análise da Eficiência e da Sustentabilidade na Gestão do Aterro.....	85
2.3.2.1 – <i>O cálculo de vida útil do Aterro.....</i>	<i>88</i>
2.3.2.2 – <i>Análise das Unidades Operacionais.....</i>	<i>92</i>
<b>PARTE III.....</b>	<b>118</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>119</b>
<b>Bibliografia Teórico- Metodológicas.....</b>	<b>125</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>127</b>
<b>Lista de Siglas.....</b>	<b>134</b>
<b>Lista das Fotos.....</b>	<b>135</b>
<b>Lista das Figuras.....</b>	<b>136</b>
<b>Lista dos Gráficos.....</b>	<b>137</b>
<b>Lista dos Quadros.....</b>	<b>138</b>
<b>Lista das Tabelas.....</b>	<b>139</b>
<b>Contatos.....</b>	<b>140</b>

## RESUMO

Os resíduos sólidos domiciliares gerados pela sociedade contemporânea necessitam ter um fim adequado. Os projetos têm que passar por um gerenciamento integrado das políticas públicas, visando a melhoria da qualidade ambiental. Um dos modos de disposição eficaz ainda é através das técnicas empregadas em um Aterro Sanitário, pois nele ocorre o confinamento do lixo em camadas cobertas com solo, evitando riscos à saúde e à segurança e minimizando os impactos ambientais (através das redes de drenagem de águas pluviais, de chorume, de biogás, além das chaminés para a queima dos gases produzidos e a realização de um monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas).

A compreensão do todo relacionado à operação de um Aterro Sanitário é bastante complexa, pois há uma série de relações entre as variáveis analíticas. Este é o ponto principal desta pesquisa científica. A gestão dos resíduos sólidos domiciliares no Aterro Sanitário de Guarulhos baseia-se na análise da eficiência, ou seja, se ele dá conta do volume de resíduos diários levados às células de disposição, ocasionando possíveis interferências no custo do Aterro. Além disso, esta pesquisa também se baseia na questão da sustentabilidade do Aterro Sanitário, realizando uma análise sobre os eventuais impactos ambientais causados no processo de disposição de resíduos e se isso influencia, diretamente, na diminuição de sua vida útil.

Um fato de grande relevância é que o município de Guarulhos apresenta a segunda maior geração diária de resíduos sólidos domiciliares no Estado de São Paulo. Portanto, um empreendimento do porte de um Aterro Sanitário deve-se ter uma análise científica detalhada e crítica, levantando hipóteses e gerando possíveis conclusões.

**Palavras-Chaves: Gestão Ambiental, Aterro Sanitário, Desenvolvimento Sustentável, Resíduos Sólidos Domiciliares, Paisagem.**



## **ABSTRACT**

The domestic solid waste generated by contemporary society need to have an appropriate order. The projects have to go through an integrated management of public policies to improve environmental quality. Modes of provision is effective even through the techniques employed in a landfill because it is the containment of waste covered with soil in layers, avoiding risks to health and safety and minimizing environmental impacts (through networks of drainage waters rainwater from manure of biogas, in addition to the chimney for burning the gas produced and the implementation of a monitoring of the quality of surface and groundwater).

The understanding of all related to the operation of a landfill is quite complex because there are a number of analytical relations between the variables. This is the main point of this research. The management of domestic solid waste in the landfill of Guarulhos is based on analysis of efficiency, if whether it shows the daily volume of waste brought to the cells of the arrangement, causing possible interference in the cost of the landfill. Furthermore, this research is also based on the question of sustainability of the landfill, performing an analysis on the possible environmental impacts caused in the process of disposal of waste and whether it influences directly, the reduction of its life.

A fact of great importance is that the municipality of Guarulhos presents the second largest number of daily domestic solid waste in São Paulo State. Therefore, an enterprise the size of a landfill must take a detailed scientific analysis and criticism, raising hypotheses and generating possible conclusions.

**Keywords: Environmental Management, Landfill, Development, Domestic Solid Waste, Landscape.**

# PARTE I

## 1 – APRESENTAÇÃO E OBJETIVO

A sociedade moderna se vê numa situação em que os problemas de um gerenciamento ineficaz dos resíduos sólidos produzidos acarretam grandes transtornos para o cotidiano da população. Além disso, observamos, por parte dos governantes, poucas ações ligadas ao planejamento urbano que leve em consideração, conjuntamente, fatores de caráter socioambiental e econômico.

Os Resíduos Sólidos têm que ser encarados como um tema de política pública, visto que é de interesse de todos os municípios do Brasil e do Mundo. Políticas que estabeleçam o gerenciamento e o tratamento de todos os tipos de resíduos produzidos, seguindo as normas técnicas ambientais conforme os órgãos competentes.

A destinação adequada dos resíduos sólidos coloca-se como um dos mais importantes desafios a serem enfrentados. São problemas que envolvem aspectos sanitários ambientais e de saúde pública, portanto, requerem planejamento eficaz por parte dos administradores públicos.

O atual estágio em que se encontra a sociedade moderna transforma o cidadão em um “consumidor em potencial”, ocasionando a cultura do descarte, o que leva à produção de toneladas de lixo que, na maioria das vezes, não têm tratamento adequado.

No caso do município de Guarulhos, são incipientes as políticas públicas ligadas à educação ambiental que orientem a população não somente a ter a preocupação sobre o destino do lixo, mas, também, sobre a necessidade de se adotar atitudes que impliquem numa redução da produção de resíduos.

Isto, aliás, é previsto pela Agenda 21, do PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), que propõe que “a sociedade precisa desenvolver formas eficazes de lidar com o problema de eliminação de um volume cada vez maior de resíduos. Os governos, juntamente com a indústria, as famílias e o público em geral, devem envidar um esforço conjunto para reduzir a geração de resíduos e de produtos descartados”.

O campo dos resíduos sólidos abarca políticas setoriais de saneamento, saúde e recursos hídricos, além da questão ambiental. Eles representam um grande problema a ser solucionado, seja na viabilização do seu reaproveitamento ou em projetos de reciclagem, seja no acondicionamento dos rejeitos. O gerenciamento incorreto, aliado à falta de políticas de educação ambiental, pode ocasionar graves transtornos à sociedade.

O equacionamento dos problemas relacionados com resíduos sólidos, em todas as etapas do processo, desde a geração até a disposição final, estão intrinsecamente ligados à população envolvida, às suas condições socioeconômicas e, naturalmente, à disponibilidade de locais e tecnologias adequadas para tratamento e disposição final.

O poder público deve ater-se aos novos desafios que a sociedade enfrenta nesta primeira década desse século, levando-se como fator básico o meio ambiente em equilíbrio com a sociedade.

O fato a ser debatido pela sociedade está na questão das políticas competentes, com respaldo social. As áreas urbanas brasileiras produzem milhares de toneladas de lixo diariamente e nem todo esse volume é coletado pelos municípios, apesar de um ligeiro crescimento nas últimas décadas, conforme mostra o gráfico 1:

## Percentual dos domicílios brasileiros atendidos pela Coleta de Lixo

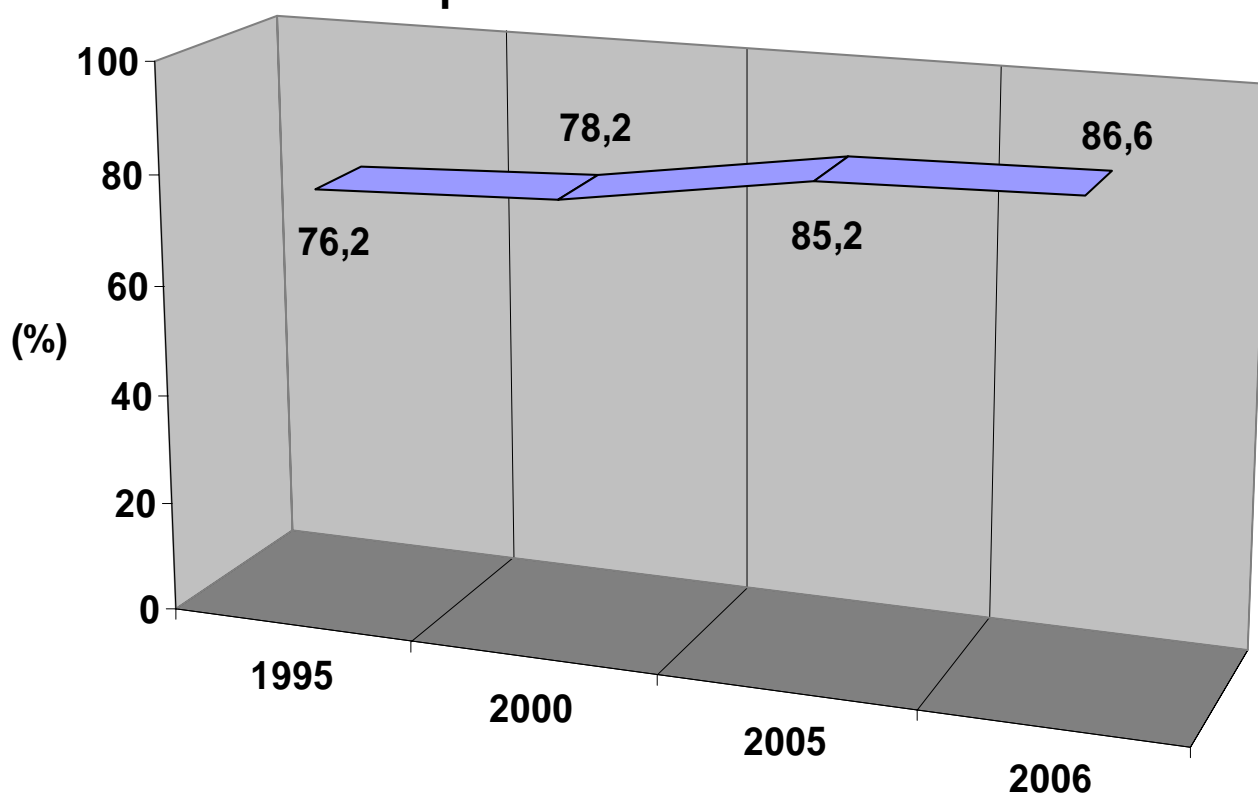
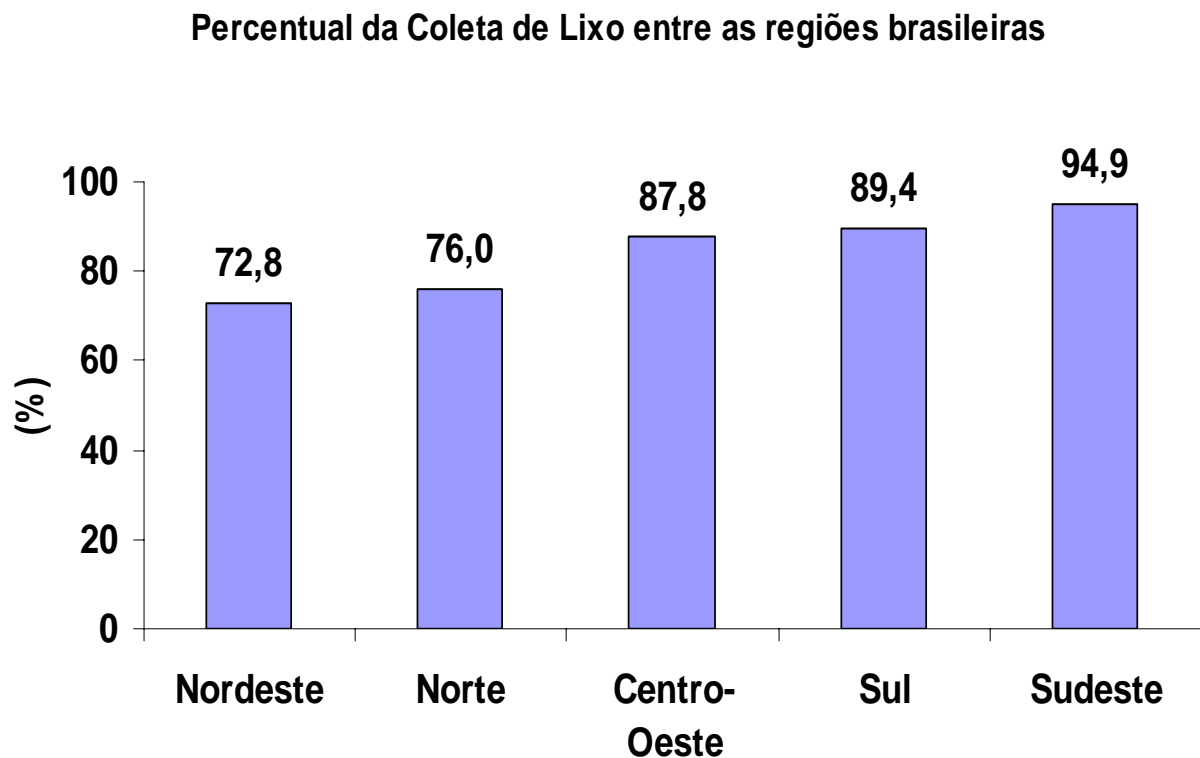


Gráfico 1 – Percentual dos domicílios brasileiros atendidos pela Coleta de Lixo (1995 – 2006).  
Fonte: PNAD/IBGE (2006). Org: Arantes, F., 2009.

O gráfico 1 mostra que houve evolução na coleta do lixo pelos municípios brasileiros. Segundo a Pesquisa Nacional de Amostragem de Domicílios (PNAD/IBGE, 2006), em 1995, 76,2% dos municípios no Brasil coletavam o lixo urbano. Em 2006, esse número chega aos 86,6%, de um total de 54,6 milhões de moradias particulares brasileiras. Entretanto, a PNAD mostra que 7,3 milhões de moradias ainda não têm o serviço, equivalendo a 13,4% do total da coleta de lixo no Brasil.

Em uma análise por regiões, verifica-se que 72,8% dos domicílios têm o lixo coletado no Nordeste, região que apresentou o pior índice. Gradativamente, o número subiu no Norte (76,0%) e no Centro-Oeste, Sul e Sudeste: 87,8%, 89,4% e 94,9%, respectivamente, conforme mostra o gráfico 2:



**Gráfico 2 – Percentual da Coleta de Lixo, no ano de 2006, entre as regiões brasileiras.**  
Fonte: PNAD/IBGE (2006). Org: Arantes, F., 2009.

De acordo com a pesquisa, as regiões que apresentam os maiores índices socioeconômicos são aquelas que têm os maiores percentuais de coleta de lixo urbano (caso do Sudeste, do Sul e do Centro-Oeste). O destaque fica para o Estado de São Paulo, que lidera o ranking da coleta de lixo entre todas as unidades da federação, com 98,4% dos domicílios atendidos.

Em relação à quantidade total de resíduos sólidos gerados, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB/IBGE, 2008) mostra que, no Brasil, esse número chega a quase 260 mil toneladas/dia, conforme mostra o quadro 1:

**Quadro 1 – Geração de Resíduos Sólidos no Brasil**

	População Total Recenseada e Estimada (IBGE, 2009)		Geração de Resíduos (tonelada/dia) (PNSB/IBGE, 2008)		Geração percapita (kg/hab/dia)
	Quantidade	Percentual	Quantidade	Percentual	
<b>Brasil</b>	190.469.575	100	258.413	100	1,35
<b>Norte</b>	15.623.704	7,6	13.067	4,8	0,84
<b>Nordeste</b>	52.971.711	28,1	46.558	18,2	0,85
<b>Sudeste</b>	79.982.411	42,6	156.617	62,0	1,96
<b>Sul</b>	27.907.616	14,8	24.875	8,7	0,90
<b>Centro-Oeste</b>	13.984.133	6,9	17.297	6,3	1,24

Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico; IBGE, 2008. Org: Arantes, F., 2009.

Em relação aos resíduos sólidos no Brasil, o Sudeste é a região que apresenta a maior geração per capita, até por ser a mais desenvolvida e com maior demanda consumista da sociedade brasileira.

Quanto ao destino final dos resíduos sólidos, os números revelam que 38,6% vão para aterros sanitários, 31,8% para aterros controlados e 29,6% vão para lixões. Ou seja, cerca de 70% de todo o lixo coletado no Brasil estaria tendo um destino final adequado em aterros sanitários e/ou controlados, conforme mostra o gráfico 3:

### Destinação Final dos RSD no Brasil (2006)

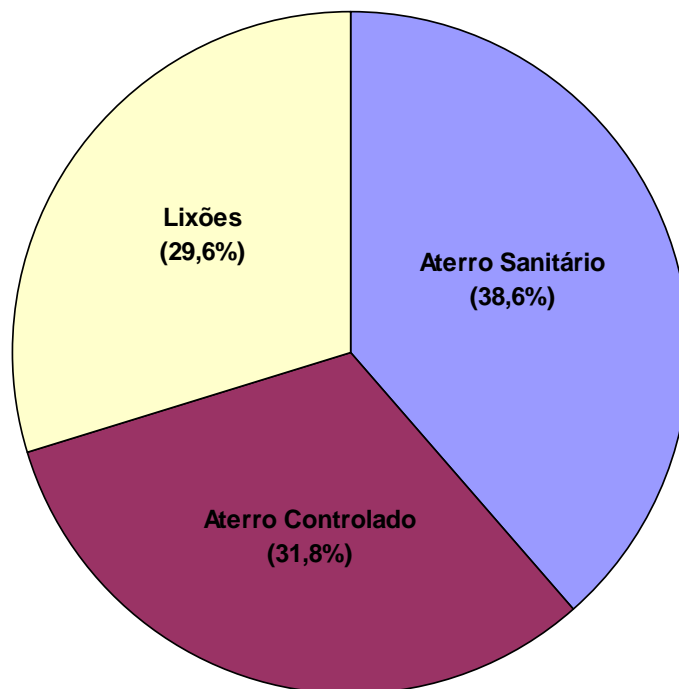


Gráfico 3 – Percentual da disposição final dos RSD no Brasil, no ano de 2006.  
Fonte: PNSB/IBGE (2006). Org: Arantes, F., 2009.

Todavia, em número de municípios, o resultado não é tão favorável: 63,6% utilizam lixões e 32,2%, aterros adequados (13,8% sanitários, 18,4% aterros controlados), sendo que 5% não informaram para onde vão seus resíduos.



De acordo, ainda, com o Quadro 1 (página 15), a geração de resíduos sólidos concentra-se na região de maior desenvolvimento econômico do país. Somente o Sudeste é responsável por 62% de todo o resíduo gerado no país.

Desse montante, que ultrapassa os 60%, destaca-se o Estado de São Paulo, que gera em torno de trinta mil toneladas/dia de resíduos sólidos domiciliares, conforme mostra o Quadro 2:

**Quadro 2 – Situação Geral do Estado de São Paulo quanto aos Resíduos Sólidos Domiciliares – Ano 2007.**

<b>Situação (ano de 2007)</b>	<b>Lixo (ton/dia)</b>	<b>%</b>
Inadequada (I)	2.000	6
Controlada (C)	3.800	12
Adequada (A)	23.800	82

**Fonte: Inventário dos Resíduos Sólidos Domiciliares. Cetesb, 2007.**

O Estado de São Paulo representa 25% de toda a coleta de resíduo sólido domiciliar do Brasil. Na Região Metropolitana de São Paulo são 18 mil toneladas/dia e, em Guarulhos, esses números chegam próximos de 1.000 toneladas/dia (Cetesb, 2007). Ou seja, num contexto mais próximo, verifica-se que só a RMSP é responsável por 6% de toda a coleta de resíduo domiciliar do país, enquanto o município de Guarulhos corresponde por 0,75%.

Neste contexto, a pesquisa tem como objetivo a análise da gestão dos resíduos sólidos domiciliares do município de Guarulhos, considerando as variáveis **Eficiência e Sustentabilidade** na gestão do Aterro Sanitário.

A variável *eficiência* será analisada a partir de indicadores como custo operacional e capacidade de carga, ou seja, se o Aterro consegue dar conta do volume total de resíduos dispostos na sua área.

A variável *sustentabilidade* será analisada a partir da avaliação dos impactos ambientais e da vida útil do Aterro.

A pesquisa está orientada pela hipótese de que o aumento absoluto da disposição de resíduos sólidos domiciliares teria afetado a eficiência do Aterro, pois o custo operacional torna-se mais elevado. Além disso, teria afetado, também, a sustentabilidade, com a diminuição da vida útil do aterro, ocasionando, inclusive, impactos no meio ambiente local.

## 2 – JUSTIFICATIVA

### 2.1 – A importância socioambiental do tema

A perspectiva socioambiental tem uma relação importante com esta pesquisa. No processo de disposição de resíduos sólidos domiciliares em aterros sanitários, elimina-se um grave problema das sociedades de países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, que é a presença de vetores causadores de doenças (roedores, insetos e aves) e de elementos impactantes ao solo e às águas, visto que o empreendimento é fechado e segue normas técnicas ambientais específicas.

A gestão dos resíduos sólidos domiciliares no Aterro Sanitário de Guarulhos exige uma análise integrada, considerando os aspectos físico-naturais e sociais. Consiste em obter um conjunto de informações, elaborado e organizado tal que se consubstancie em um conteúdo básico, com o qual seja possível desenvolver um planejamento de gestão ambiental, com a finalidade de conservar, preservar e recuperar a natureza, além de promover o desenvolvimento econômico e social. <sup>1</sup>

A Agenda 21 preconiza que “o manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos deve ir além do simples depósito ou aproveitamento por métodos seguros dos resíduos gerados e buscar resolver a causa fundamental do problema, procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo. Isso implica na utilização do conceito de manejo integrado do ciclo vital, o qual apresenta oportunidade única de conciliar o desenvolvimento com a proteção do meio ambiente”. <sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Ross, J. L. S – *Ecogeografia do Brasil: Subsídios para o Planejamento Ambiental, Oficina de Textos*, p. 50 a 61. São Paulo, 2006.

<sup>2</sup> *Agenda 21 – Conferência RIO-92, ONU, 2000.*

Essa recomendação da Agenda 21, orientada pela ideia de sustentabilidade, mostra que as questões relacionadas com os resíduos sólidos não se resumem apenas na abordagem do descarte final do lixo, mas, também, com a otimização do uso dos recursos naturais e o envolvimento da comunidade no equacionamento dos problemas.

Neste ponto, um aterro sanitário atende a uma necessidade importante relacionada à qualidade ambiental, pois, senão, os resíduos lançados acarretariam problemas à saúde pública (proliferação de vetores de doenças, como moscas, mosquitos, baratas e roedores), geração de maus odores e, principalmente, a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas através do chorume, comprometendo os recursos hídricos.

Este caráter socioambiental do tema desta pesquisa é um fator de grande relevância para se analisar os eventuais problemas relacionados à questão da eficiência da gestão do Aterro Sanitário. A análise baseia-se no processo de disposição dos resíduos ao longo desta primeira década do século XXI, mostrando uma crescente elevação dessa quantidade. Os efeitos desse aumento, de acordo com a eficiência do aterro, mostrariam se a questão do custo operacional, chegando ao ponto de o Aterro não conseguir dar conta da carga de lixo, poderia estar comprometida. Além disso, a gestão do Aterro, nesta análise, passa pela questão de sua sustentabilidade, relacionando os cálculos de vida útil da célula central de disposição com os problemas da perda da qualidade ambiental local.

## 2.2 – No contexto da ciência geográfica

O geógrafo russo Grigoriev (1968) explica a funcionalidade da natureza e das relações da sociedade com ela por meio da visão antropocêntrica, através do “estrato geográfico da Terra”, ou seja, a faixa entre a parte superior da litosfera e a baixa atmosfera, correspondendo ao ambiente da vida dos seres humanos. Esses componentes se interagem definindo mecanismos complexos de interdependência, mas que não possuem limites precisos. As interferências das relações sociedade-natureza produzem espaços territoriais e estes são modificados pelas inovações tecnológicas dos diferentes grupos sociais. Neste ponto e na inter-relação sociedade e natureza, como entendimento integrativo, o objeto de estudo da Geografia deve desempenhar a produção do conhecimento humano e transformá-lo em um bem para as sociedades humanas (relações com a natureza e relações socioeconômicas e culturais).

A exploração dos recursos naturais pelas intervenções humanas, especialmente após o grande desenvolvimento industrial, tecnológico e científico dos séculos XIX e XX, aliada à falta de um planejamento físico-territorial eficaz (que alie a perspectiva social-econômica com a ambiental), gerou um grau de fragilidade ambiental maior de alguns ambientes, acarretando degradação do meio em que vivemos (Ross, 2001). Esta ineficácia de planejamento público acarretou graves problemas. Um exemplo está no fato de se relacionar áreas para a disposição dos resíduos gerados pela sociedade. No caso desta pesquisa, observou-se que o município de Guarulhos não realizou um planejamento visando essa disposição, fazendo com que o Aterro Sanitário fosse construído no entorno de APRMs e APAs.

Neste caso, a análise da gestão dos resíduos sólidos domiciliares no Aterro Sanitário de Guarulhos passa por um conhecimento do ambiente natural da região, além da compreensão do processo de disposição dos resíduos e suas consequências na sociedade guarulhense e da Grande São Paulo, relacionando os aspectos socioeconômicos, culturais e ambientais, através da análise do custo operacional e capacidade de carga (eficiência) do Aterro Sanitário e da avaliação dos impactos ambientais e de sua vida útil (sustentabilidade).

### 3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL

A fundamentação teórica desta pesquisa está no conceito de paisagem, que é o espaço de inter-relação do homem com o seu ambiente. Baseia-se na proposta de Monteiro (2000), que entende a paisagem como “uma entidade espacial delimitada segundo um nível de resolução do pesquisador, a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo sempre resultado de integração dinâmica e, portanto, instável dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos), expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas através das relações entre elas que organizam um todo complexo (sistema) verdadeiro conjunto solidário em perpétua evolução” (Monteiro, 2000, p.39). Do objetivo metodológico da Ciência da Paisagem, o principal procedimento para estudo da estrutura e dinâmica de uma paisagem, visando estabelecer suas potencialidades, é a apreensão das suas descontinuidades objetivas (Bertrand, 1972), ou a delimitação de Unidades de Paisagem (Monteiro, 2000). A Unidade de Paisagem é definida por uma síntese de características e justificada pela repetição, que fornecem uma relativa homogeneidade do sistema assim constituído, sendo, portanto, uma representação geográfica do ecossistema, denunciada por alguns indicadores (vegetação, formas de relevo, uso e cobertura do solo), com um nível homogêneo de organização da vida em seu interior, tanto no que diz respeito a sua estrutura quanto ao seu funcionamento (Monteiro, 2000; Nucci, 2001; Mateo Rodriguez, 2004; Fávero, 2007).

Nesta pesquisa, a análise da paisagem do aterro é resultante da integração dos elementos do meio social com o natural. Ou seja, os arranjos que formam a paisagem (águas superficiais e subterrâneas, vegetação, solo, qualidade do ar, população residente no entorno) e a relação da disposição dos resíduos sólidos domiciliares com o conceito de espaço total (o próprio aterro e seu entorno), sendo indispensável o conhecimento da estrutura, da composição e da dinâmica dos fatos. Segundo Ab’Saber (1994), “não basta pretender avaliar impactos genéricos: há que conhecer todos os sistemas impactáveis que se sobrepõem e se entrecruzam”. Para ele, o espaço total inclui todo o mosaico dos componentes introduzidos pelo homem ao longo da história, na paisagem de uma área considerada participante de um

determinado território. O espaço total inclui todo o mosaico dos componentes da paisagem, com uma estrutura de sistemas ecológicos, naturais e antrópicos. A partir disso, podemos visualizar o espaço em integração plena, através da ligação entre os diferentes sistemas com os elementos das relações humanas e dos fluxos de riquezas. (Ab'Saber, 1994, p. 29 a 32). Neste ponto, portanto, a importância da área do entorno do aterro sanitário passa a ser muito maior do que somente o seu sítio de implantação.

A análise do espaço total de Ab'Saber nos remete à própria conceituação de impacto ambiental. O que caracteriza o impacto ambiental não é qualquer alteração nas propriedades do ambiente. Assim, o ambiente urbano são as relações dos homens com o espaço construído e com a natureza e impacto ambiental é qualquer alteração produzida pelos homens e suas atividades, nas relações constitutivas do ambiente, que excedam a capacidade de absorção desse ambiente (Conama, 1986).

De acordo com as relações no ambiente e sua capacidade de absorção, podemos conceituar impacto ambiental como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V – a qualidade dos recursos ambientais”.<sup>3</sup>

Desde modo, juridicamente, o conceito de impacto ambiental refere-se, exclusivamente, aos efeitos da ação humana sobre o meio ambiente. Portanto, fenômenos naturais, como: tempestades, enchentes, incêndios florestais por causa natural, terremotos e outros, apesar de poderem provocar as alterações ressaltadas não caracterizam como impacto ambiental (Silva, 1999).

No caso da gestão do aterro sanitário e a disposição dos resíduos sólidos domiciliares, a quantificação do impacto ambiental fica a cargo de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) como suporte para um planejamento adequado relacionado ao ambiente.

---

<sup>3</sup> *Resolução CONAMA n.001, de 23 de janeiro de 1986, art. 1º.*

A fundamentação desta pesquisa está na relação dos conceitos de Paisagem e de Impacto Ambiental com a análise do Espaço Total.

A delimitação do sítio para a implantação do aterro sanitário e a gestão dos resíduos sólidos domiciliares estão inseridos num contexto integrado, pois os fatos considerados de suma importância são o espaço total regional (que inclui o próprio terreno e o seu entorno), através dos seus arranjos (solo, águas subterrânea e superficial, qualidade do ar, população residente e remanescentes de biodiversidade para a preservação), além, claro, do processo de disposição dos resíduos no Aterro. O conceito de Impacto orienta na tomada de precauções que garantam a harmonia e a funcionalidade no interior do espaço total no futuro, procurando a sustentabilidade e o desenvolvimento, com uma postura correta de proteção ao meio ambiente.

A questão ambiental é um leque de aspectos múltiplos que se relacionam com a sociedade e a natureza, trazendo problemas para o ambiente urbano (para as cidades) e suas paisagens (como recortes do espaço, ou seja, uma pista para o aprofundamento da compreensão das relações sociedade/natureza).

As análises, reflexões e estudos da paisagem desta pesquisa científica visam contribuir e avançar nos debates das relações sociedade/natureza.



## 4 – EMBASAMENTO CONCEITUAL-TÉCNICO E MARCO REGULATÓRIO

### 4.1 – Caracterização e a Disposição dos Resíduos Sólidos

Ao se consultar um dicionário para saber, literalmente, o significado da palavra Lixo, obtém-se: "lixo é tudo aquilo que não se quer mais e se joga fora; coisas inúteis, velhas e sem valor". <sup>4</sup>

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) define o lixo como os "restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, podendo se apresentar no estado sólido, semi-sólido ou líquido, desde que não seja passível de tratamento convencional".

Classifica, ainda, os resíduos sólidos como: "são os resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviável face à melhor tecnologia disponível". <sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Segundo o Dicionário Aurélio Buarque de Hollanda.

<sup>5</sup> ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos Sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 1987. 63p. NBR 10004.

As características quanto à periculosidade de um resíduo varia em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas e pode apresentar risco à saúde pública, provocando ou acentuando, de forma significativa, um aumento de mortalidade ou incidência de doenças. Além disso, pode apresentar riscos ao meio ambiente, quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada.<sup>6</sup>

A Lei Estadual (SP) Nº. 12.300 de 17/03/2006, no seu Artigo 6º, define:

I – Resíduos Urbanos: provenientes de residências, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, da varrição, de podas e da limpeza de vias, logradouros públicos e sistemas de drenagem urbana passíveis de contratação ou delegação a particular, nos termos de lei municipal;

II – Resíduos Industriais: provenientes de atividades de pesquisa e de transformação de matérias-primas e substâncias orgânicas ou inorgânicas em novos produtos, por processos específicos, bem como os provenientes das atividades de mineração e extração, de montagem e manipulação de produtos acabados e aqueles gerados em áreas de utilidade, apoio, depósito e de administração das indústrias e similares, inclusive resíduos provenientes de Estações de Tratamento de Água – ETAs e Estações de Tratamento de Esgoto – ETEs;

III – Resíduos de Serviços de Saúde: provenientes de qualquer unidade que execute atividades de natureza médico-assistencial humana ou animal; os provenientes de centros de pesquisa, desenvolvimento ou experimentação na área de farmacologia e saúde; medicamentos e imuno-terápicos vencidos ou deteriorados; os provenientes de necrotérios, funerárias e serviços de medicina legal; e os provenientes de barreiras sanitárias;

IV – Resíduos de Atividades Rurais: provenientes da atividade agropecuária, inclusive os resíduos dos insumos utilizados;

---

<sup>6</sup> ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 10.004/ 2004.

V – Resíduos provenientes de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, postos de fronteira e estruturas similares: os resíduos sólidos de qualquer natureza provenientes de embarcação, aeronave ou meios de transporte terrestre, incluindo os produzidos nas atividades de operação e manutenção, os associados às cargas e aqueles gerados nas instalações físicas ou áreas desses locais;

VI – Resíduos da construção civil - os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras, compensados, forros e argamassas, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações e fiação elétrica, comumente chamadas de entulhos de obras, caliça ou metralha.

Quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente, de acordo com a NBR 10.004/ 2004, da ABNT, os resíduos sólidos podem ser classificados em:

### **Classe I ou Perigosos**

Aqueles resíduos que apresentam alta periculosidade ou uma das seguintes características: Inflamabilidade (pólvora suja, frascos pressurizados de inseticidas, etc.); Corrosividade (resíduos de processos industriais contendo ácidos e bases fortes); Reatividade (resíduos industriais contendo substâncias altamente reativas com água); Toxicidade (lodo de processos contendo altas concentrações de metais pesados) e Patogenicidade (materiais com presença de vírus e bactérias).

### **Classe II-A – Não-Inertes**

São os resíduos que podem apresentar características de combustibilidade (restos de madeira, papel, etc.), biodegradabilidade (restos de alimentos, etc.) ou solubilidade (lodos de processos, contendo sais solúveis em água), com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos Classe I Perigosos ou da Classe II-B Inertes.

## **Classe II-B – Inertes**

São aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a Norma NBR 10.007 e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

Os governantes públicos devem orientar-se a respeito de cada um dos tipos de resíduo e, a partir disso, realizar um planejamento urbano-ambiental que torne essa questão uma diretriz eficaz de política pública.

As características dos resíduos sólidos podem variar em função de aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, fatores que também diferenciam as comunidades entre si e as próprias cidades. A análise do resíduo pode ser realizada segundo suas características físicas, químicas e biológicas.

Quanto às características físicas, de acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004), os resíduos sólidos podem ser classificados em:

a) Geração per Capita – relaciona a quantidade de resíduos urbanos (domiciliar + público + entulho, podendo até incluir os resíduos de serviços de saúde) gerada diariamente e o número de habitantes de determinada região.

b) Composição Gravimétrica – traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo analisada. Os componentes mais comuns são: Matéria Orgânica, Papel, Papelão, Plástico Rígido, Metal Ferroso, Metal Não-Ferroso (menor), Alumínio, Vidro Claro, Borracha, Couro, Panos, Trapos e Ossos.

c) Peso Específico Aparente – é o peso do lixo solto em função do volume ocupado livremente, sem qualquer compactação, expresso em  $\text{Kg/m}^3$ .

d) Teor de Umidade – quantidade de água presente no lixo, medida em percentual do seu peso.

e) Compressividade – grau de compactação ou a redução do volume que uma massa de lixo pode sofrer quando compactada.

Essas características físicas dos resíduos sólidos acabam por determinar, inclusive, as estruturas socioeconômicas das diversas regiões do globo. Em relação à composição gravimétrica do lixo, observa-se que a participação da matéria orgânica é reduzida nos países mais desenvolvidos ou industrializados, provavelmente em razão da grande incidência de alimentos semi-preparados disponíveis no mercado consumidor. A tabela 1 expressa essa informação:

**Tabela 1 – Composição Gravimétrica de Quatro Diferentes Países**

<b>Composição Gravimétrica do Lixo de alguns Países (%)</b>				
<b>Composto</b>	<b>Brasil</b>	<b>Alemanha</b>	<b>Holanda</b>	<b>EUA</b>
<b>Matéria orgânica</b>	65,00	61,20	50,30	35,60
<b>Vidro</b>	3,00	10,40	14,50	8,20
<b>Metal</b>	4,00	3,80	6,70	8,70
<b>Plástico</b>	3,00	5,80	6,00	6,50
<b>Papel</b>	25,00	18,80	22,50	41,00

**Fonte: Política Nacional de Resíduos Sólidos, ano 2001. Dados atualizados de 2006.**

**Org: Arantes, F., 2008.**

## 4.2 – Marco Regulatório

O fato de os resíduos sólidos estarem ligados diretamente ao risco de contaminação do solo e dos recursos hídricos (através dos resíduos líquidos que são gerados pelo acondicionamento do lixo, que são os efluentes percolados oriundos de sua fração orgânica, chamados de *chorume*<sup>7</sup>) fez com que a Cetesb (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) adotasse o sistema de unidades hidrográficas. Essas unidades foram projetadas a partir da Lei Federal Nº. 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A Política Nacional de Recursos Hídricos tem como base os seguintes fundamentos:

- I – a água é um bem de domínio público;
- II – a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III – em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV – a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V – a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI – a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

---

<sup>7</sup> *Chorume é o líquido oriundo da decomposição dos resíduos e provém de três fontes: 1) da umidade natural dos resíduos, que se agrava nos dias de chuva intensa; 2) da água de constituição de vários materiais que sobra durante a decomposição; 3) de líquidos provenientes da dissolução da matéria orgânica pelas enzimas expelidas pelas bactérias. Este líquido possui cor escura, caráter extremamente ácido, odor desagradável e alta carga poluente. Fonte: Cetesb, 2000.*

Essa Lei foi de suma importância para as políticas que se seguiram em âmbito federal, estadual e municipal. No seu Artigo 32, cria-se o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com os seguintes objetivos:

- I – coordenar a gestão integrada das águas;
- II – arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;
- III – implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- IV – planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;
- V – promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

A partir desse artigo da Lei, a política passa a ser orientada e, no Artigo 33, definem-se os integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, formados pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, pelos Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal, pelos Comitês de Bacia Hidrográfica, pelos órgãos dos poderes públicos federal, estaduais e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos e pelas Agências de Água.

Em 1988, pela primeira vez, a Constituição Federal Brasileira abordou com maior ênfase as questões ambientais, considerando o meio ambiente como patrimônio nacional e das futuras gerações. Nesta Constituição, o saneamento básico ganhou importância e os resíduos sólidos foram considerados com maior destaque, recomendando-se maior fiscalização e ação dos órgãos públicos e privados responsáveis pelo setor.

No âmbito estadual, o Governo do Estado de São Paulo, através da Secretaria Estadual de Meio Ambiente, estabeleceu, a partir de 1997, normas para a questão dos Resíduos Sólidos. Entre elas, destacamos:

- a) a orientação na reutilização e recuperação de materiais, além da reciclagem;
- b) fomentar o consumo de materiais reciclados por organismos e agentes públicos;
- c) definir a responsabilidade pós-consumo do produtor (ela não se esgota na venda ao comerciante, ele precisa responder pela destinação do lixo contido em seus produtos);
- d) reconhecer o direito do consumidor à informação sobre o potencial de degradação ambiental dos produtos que consome;
- e) definir a responsabilidade por danos causados por agentes econômicos com o lixo que produzem (princípio poluidor / pagador).<sup>8</sup>

Ainda no âmbito do Estado de São Paulo, há uma resolução importante para a disposição dos resíduos. Trata-se do Artigo 4º do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares, da Resolução SMA 13, de 27/02/1998, tendo sua última atualização em 2007. Basicamente ele prevê que “as condições de destinação final serão consideradas inadequadas, controladas ou adequadas, em conformidade com o IQR (Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos)”. Essas condições variam de 0 a 10, sendo de 0,0 a 6,0 (inadequadas), de 6,1 a 8,0 (controladas) e acima de 8,1 (adequadas).

A partir de 2006, novas leis instituíram políticas no Estado de São Paulo para definir princípios e diretrizes em relação aos resíduos sólidos. Entre elas destaca-se a Lei Estadual Nº. 12.300/2006 que instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos e definiu princípios, diretrizes, objetivos e instrumentos para a gestão integrada e compartilhada dos resíduos sólidos, com vistas à prevenção e ao controle da poluição, à proteção e à recuperação da qualidade do meio ambiente, e à promoção da saúde pública, assegurando o uso adequado dos recursos ambientais no Estado de São Paulo.

---

<sup>8</sup> **O princípio do "POLUIDOR / PAGADOR" encontra-se estabelecido na Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938, de 31/8/1981). Isso significa dizer que "cada gerador é responsável pela manipulação e destino final de seu resíduo".**



No âmbito federal, uma lei aprovada recentemente é a Lei Federal 11.445, de 2007. Ela enfatiza e aponta os caminhos para tornar realidade o saneamento como um direito de cidadania, assegurado através da ampliação progressiva do acesso para todas as pessoas que vivem em nosso país aos serviços de saneamento básico.

Além da universalização do acesso, a lei concebe o saneamento básico de forma integral, abrangendo abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais. Os municípios adquirem através da nova lei a titularidade dos serviços de saneamento básico e eles devem adotar o planejamento como ferramenta para alcançar a universalidade do acesso e a integralidade dos serviços. Toda a prestação dos serviços deverá basear-se em um plano municipal de saneamento básico que abranja diagnóstico situacional através de indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos.

## 5 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 5.1 – Estrutura do Raciocínio Analítico

Para realizar-se uma investigação científica há a necessidade de um conjunto de procedimentos técnicos e metodológicos para que os objetivos científicos sejam atingidos. Em termos filosóficos, a pesquisa é uma atividade básica das ciências na descoberta da realidade, através da atitude e da prática teórica, aproximando a realidade e fazendo uma combinação particular entre teoria e dados (Gil, 1999).

Relacionando os procedimentos técnicos e intelectuais que a pesquisa requer para o desenvolvimento da ciência, os métodos científicos para uma eficaz análise da disposição dos resíduos sólidos domiciliares passam pela avaliação de dados quantitativos e qualitativos. Portanto, essa pesquisa utiliza-se de Métodos Analíticos, de acordo com os seguintes parâmetros:

- **Todo Analítico** – o município de Guarulhos como uma das maiores cidades do Estado de São Paulo; a caracterização físico-natural da região onde se encontra o Aterro Sanitário de Guarulhos; a inserção de Guarulhos no contexto da Região Metropolitana de São Paulo, apresentando suas principais características de ordem socioeconômica e do estudo das paisagens urbanas do município; a geração total diária de resíduos sólidos domiciliares e sua disposição no Aterro Sanitário.

- **Variáveis Analíticas** – critérios e parâmetros para o desenvolvimento da pesquisa científica, adotando como elementos principais a inter-relação da *Eficiência* (se o Aterro Sanitário dá conta do volume disposto e se a evolução dessa quantidade de carga de lixo causa elevação do custo operacional) com a *Sustentabilidade* (os eventuais impactos ambientais relacionados, diretamente, com a vida útil do Aterro).
- **Relação entre as Variáveis** – a geração de resíduos e sua disposição no aterro, ocasionando ou não o uso sustentável dos elementos da paisagem (solo, água, relevo); se a elevação da carga da massa de lixo urbano resulta no comprometimento da *eficiência* no que se refere ao custo e a capacidade de carga do aterro, inter-relacionando com a variável *sustentabilidade* na questão dos eventuais impactos ambientais e na diminuição da vida útil da célula central de disposição; a análise da quantidade total diária de resíduos dispostos no Aterro, no ano de 2008, em comparação com os cálculos planejados no processo de construção no ano 2000 (cálculos descritos na página 88).
- **Síntese das Análises** – compreensão do Todo a partir da relação das Variáveis Analíticas, estabelecendo uma síntese dessa relação e do processo de disposição de resíduos sólidos domiciliares no Aterro Sanitário de Guarulhos, estabelecendo hipóteses relacionadas às variáveis desta pesquisa, ou seja, da eficiência (custo operacional e capacidade de carga) e da sustentabilidade (vida útil da célula central de disposição e os impactos ambientais). Isto significa atingir uma compreensão satisfatória da problemática em questão e projetar um cenário futuro relacionado às variáveis da pesquisa.

A análise dos elementos constituintes, de forma individualizada, é de suma importância para a compreensão do todo. E essa concepção de totalidade mostra a própria concepção de natureza integrada, pois representa unidades interativas de lugares e regiões. No caso desta pesquisa científica, essa abordagem também é essencial, visto que se trata de um sistema interativo e dinâmico (relação entre os elementos da paisagem da área de estudo com a noção de totalidade).

A metodologia desta pesquisa científica é analítica. No final, uma abordagem holística permite projetar cenários, como a concepção de que o todo possui propriedades que não podem ser explicadas em termos de seus constituintes individuais. Ou seja, a concepção de se utilizar unidades complexas, de natureza integrada.<sup>9</sup>

É uma pesquisa que visa uma análise integrada (elementos da paisagem, impactos ambientais, disposição de resíduos sólidos domiciliares no Aterro, solo, águas subterrânea e superficial, qualidade do ar, população residente e áreas de preservação de mananciais e da biodiversidade, entre outros), principal estratégia metodológica do Geógrafo.

---

<sup>9</sup> *Christofolletti, A – Panorama sobre as expectativas atuais no tocante às pesquisas em Geografia Física, Perspectivas da Geografia Brasileira, 5º Congresso Brasileiro de Geógrafos, AGB, p. 606-624, Curitiba, 1994.*

## 5.2 – Procedimentos Técnico-Operacionais

O trabalho científico que faz uso de técnicas produz conhecimento empírico, através da prática e da vivência das situações reais.

O caráter técnico-científico desta pesquisa faz com que a técnica tenha um papel imprescindível na sua realização. Claro que o método é parte do processo que organiza o raciocínio, mas o domínio das técnicas é a base para um controle dos dados que subsidiam os argumentos.

Neste ponto, a análise da gestão dos resíduos sólidos domiciliares no município de Guarulhos passa pela obtenção de dados quantitativos referentes à coleta diária e sua disposição nas células de aterramento dentro da área do Aterro Sanitário. Esses dados quantitativos gerarão uma condição básica para a análise qualitativa da disposição dos resíduos. Ou seja, o total de lixo domiciliar coletado pelo município deverá ser disposto no terreno do Aterro.

Para isso, como parte da construção de um aterro sanitário, são utilizados parâmetros como capacidade volumétrica do Aterro, peso específico do lixo compactado e geração média anual de resíduos.

A partir disso, obtém-se o espaço de tempo para que o terreno receba os resíduos sólidos domiciliares e, através de um cálculo de engenharia, a problemática da disposição fica a cargo de uma análise da eficiência do Aterro Sanitário (Custo Operacional e Capacidade de Carga) e, também, da sustentabilidade, considerando a Vida Útil do Aterro Sanitário e os prováveis impactos ambientais causados pela gestão deste empreendimento. Ou seja, os dados quantitativos fornecem a base para uma análise qualitativa.

Portanto, neste trabalho científico, as técnicas de laboratório exercem papel fundamental, pois auxiliam no trabalho de campo através do conhecimento prévio da área de estudo (levantamento cartográfico e bibliográfico) e no tratamento das informações coletadas no campo (registros fotográficos mostrando os elementos constituintes de um Aterro Sanitário, a paisagem característica que um empreendimento deste porte propicia e as análises das águas de superfície e subterrânea, junto com as características do tipo de solo do terreno).

O registro fotográfico desta pesquisa baseou-se em fotografias da vegetação e da morfologia do terreno, dentro do Aterro Sanitário e, também, do seu entorno. Além disso, fotografias de estruturas construídas para a implantação de um aterro, como balanças, guaritas, reservatórios (água, chorume), entre outros. Para o registro, a câmera usada possui 7.2 megapixels e foi submetida a uma certa quantidade de luz, pois foram tiradas durante as manhãs, utilizando a luminosidade solar.

O levantamento bibliográfico e cartográfico baseou-se em referências sobre gestão de resíduos sólidos domiciliares e estudos técnicos e acadêmicos sobre gestão de aterros sanitários, além de referências sobre conceitos de paisagem e de impacto ambiental. Quanto aos mapas temáticos, foram utilizados sobre as características humanas e físico-naturais do município de Guarulhos e da área do aterro e seu entorno, como, por exemplo, os de Geomorfologia, Vegetação, Uso e Ocupação, Geologia, Hidrografia e Adensamento Urbano, entre outros. Através de sistemas informatizados de levantamento e busca bibliográfica realizou-se a relação das prioridades e a ordem dos livros e capítulos lidos.

## **PARTE II**

# CAPÍTULO I

## AMBIENTE FÍSICO-NATURAL DA ÁREA DE ESTUDO

### 1.1 – Localização da área de estudo

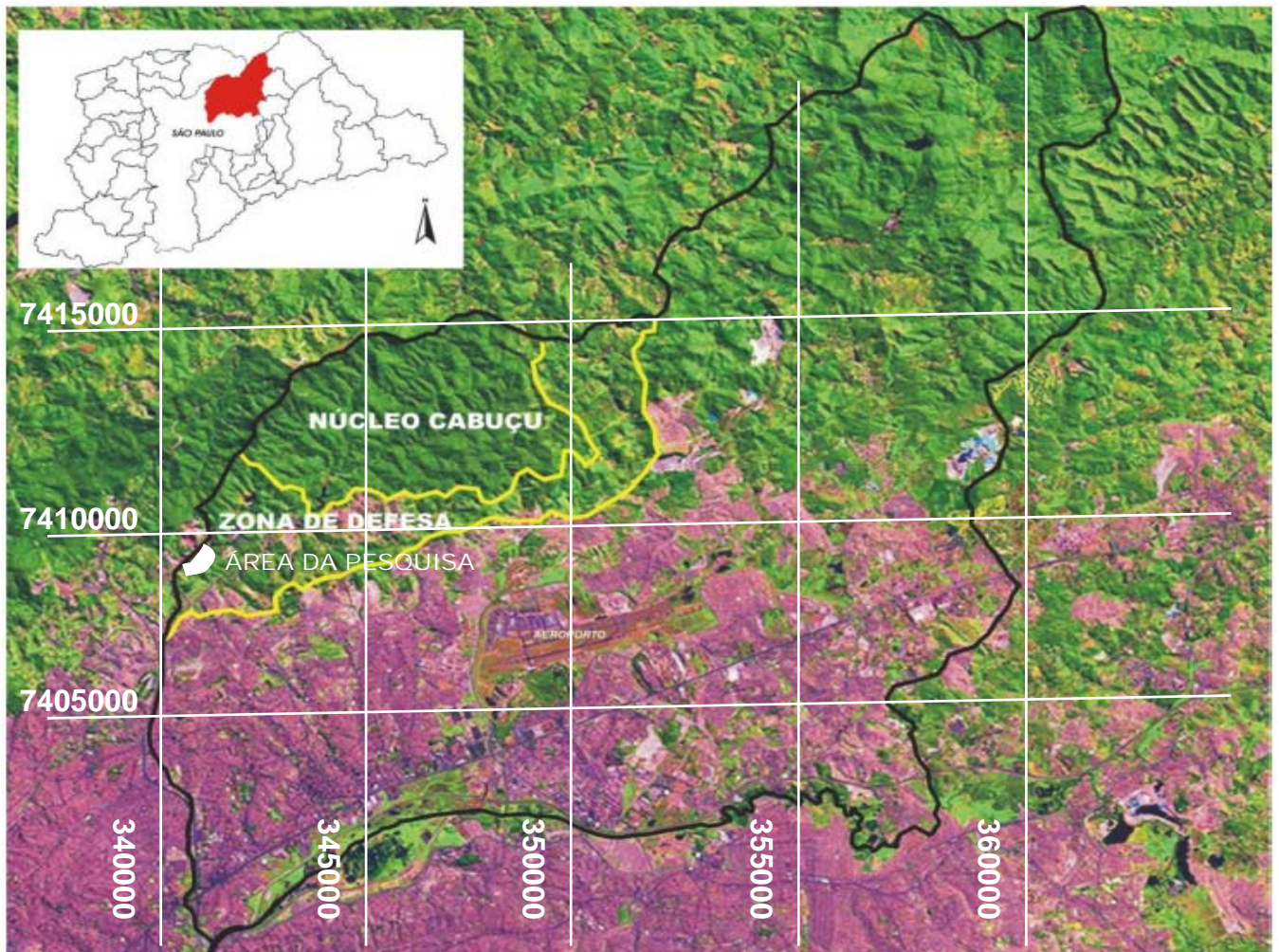
Guarulhos encontra-se a nordeste da Região Metropolitana de São Paulo, distante dezessete quilômetros da capital paulista. É, atualmente, o segundo município mais populoso do Estado, com uma população estimada em 1.283.253 habitantes (IBGE, 2006). A figura 1 apresenta a localização do município no estado de São Paulo (em destaque na cor vermelha):



Figura 1 – Mapa do Estado de São Paulo, com destaque em vermelho para o município de Guarulhos. Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Urbano de Guarulhos, 2004. Org: Arantes, F., 2009.



A figura 2 apresenta os limites do município. A área de estudo encontra-se na região delimitada como Zona de Defesa, no entorno da Área de Proteção Ambiental – Núcleo Cabuçu. Faz divisa com o bairro do Tremembé, na Zona Norte da capital paulista.



*Escala 1:400.000*

**Figura 2 - Localização da área de estudo na Região Metropolitana de São Paulo e em Guarulhos.**  
**Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Urbano de Guarulhos, 2004. Org: Arantes, F., 2009.**

A figura 3 apresenta a área do Aterro Sanitário e as localidades próximas:



Figura 3 – Vista aérea do Aterro Sanitário e localidades próximas.

Fonte: Google Earth. Image 2008 Digital Globe. Ponteiro 23°25'12.27"S e 46°34'06.56"O, elevação 766 m. Fluxo 100%, alt. 7,06 Km. Org: Arantes, F., 2009.

## 1.2 – Caracterização da Paisagem

A região onde se insere a área de estudo está sob domínio da unidade geomorfológica Planaltos em Morfoestruturas de Cinturões Orogenéticos e Núcleos Cristalinos Arqueados (Ross, 2001), no macro-compartimento Planaltos e Serras do Atlântico-Leste-Sudeste. Apresenta altitudes que variam de 1.100 metros, nos topos das serras, e 750 metros, nas depressões tectônicas cenozoicas.

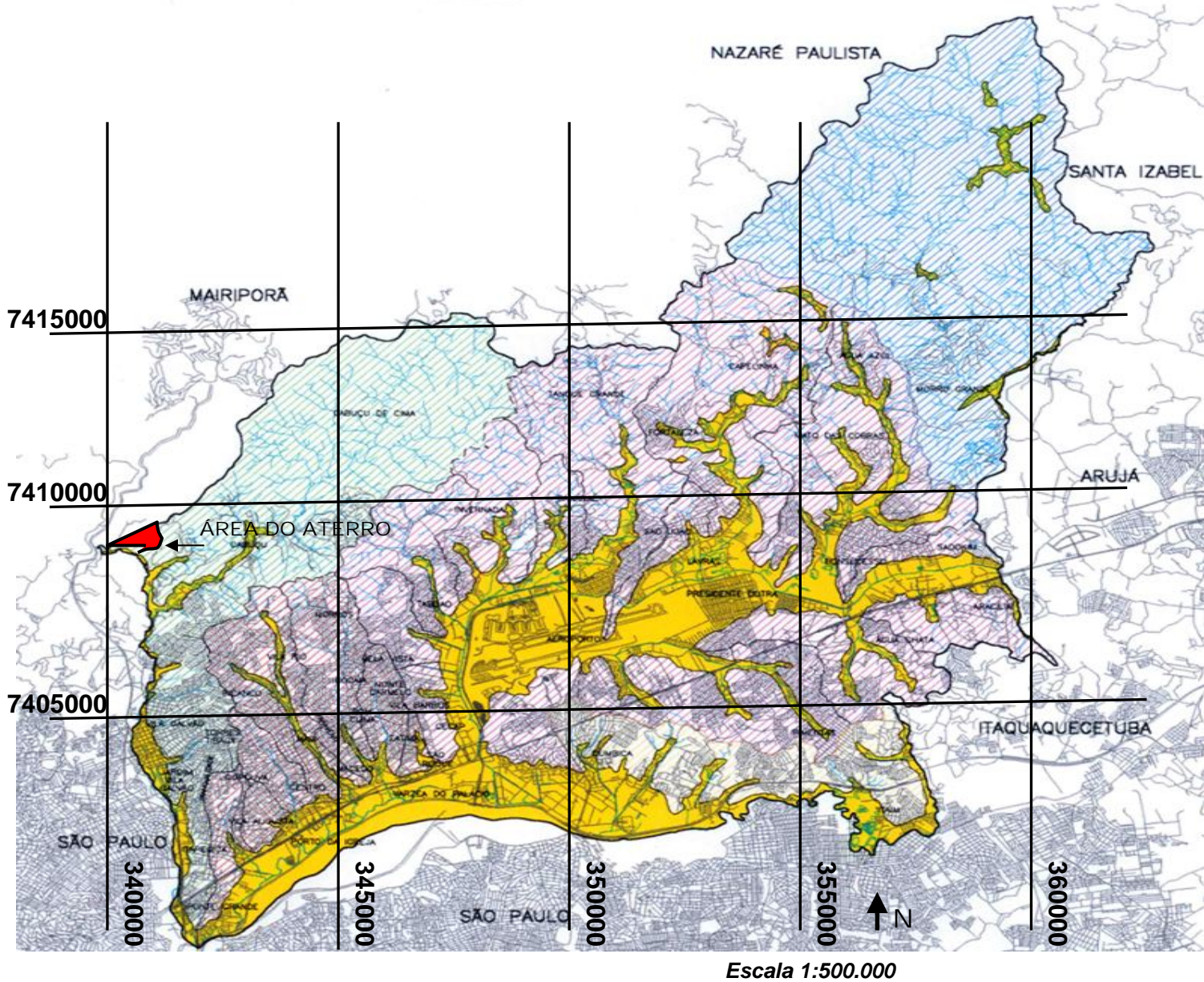
É caracterizada pela ocorrência de um relevo orogênico, sendo marcante a presença de vales com encostas de inclinações acentuadas e diferenças de altitudes significativas. Encontra-se na borda da Bacia Sedimentar de São Paulo, sobre solos residuais do embasamento cristalino do Pré-Cambriano. Localiza-se ao Norte da bacia, próxima à falha de Taxaquara, em continuidade à falha do Jaguari e à falha do rio Pirajussara.

Sob o aspecto geológico, a bacia hidrográfica do rio Cabuçu de Cima assenta-se sobre três grandes compartimentos: o maciço granítico da Cantareira, os terrenos metassedimentares e graníticos e os sedimentos terciários da Bacia de São Paulo. Predominam rochas de formação cristalina, como granitos e gnaisses.

A área de estudo encontra-se inserida sobre rochas da Faixa de Dobramentos São Roque. No município de Guarulhos a Falha do Jaguari define o contato entre os terrenos cristalinos da Faixa São Roque (Maciço da Cantareira e Grupo São Roque) a norte e os terrenos da Faixa Apiaí (Complexo Embu) a sul, recobertos por pacotes de sedimentos da Bacia de São Paulo.

O condicionamento litológico e o relevo montanhoso formam uma bacia do tipo aluvionar, com deposição de sedimentos Quaternários, de granulometria argilosa.

A área é constituída por encosta de morro com um vale fluvial. A área de estudo encontra-se na Bacia do rio Cabuçu, um dos afluentes do rio Tietê, conforme mostra a figura 4:



### LEGENDA

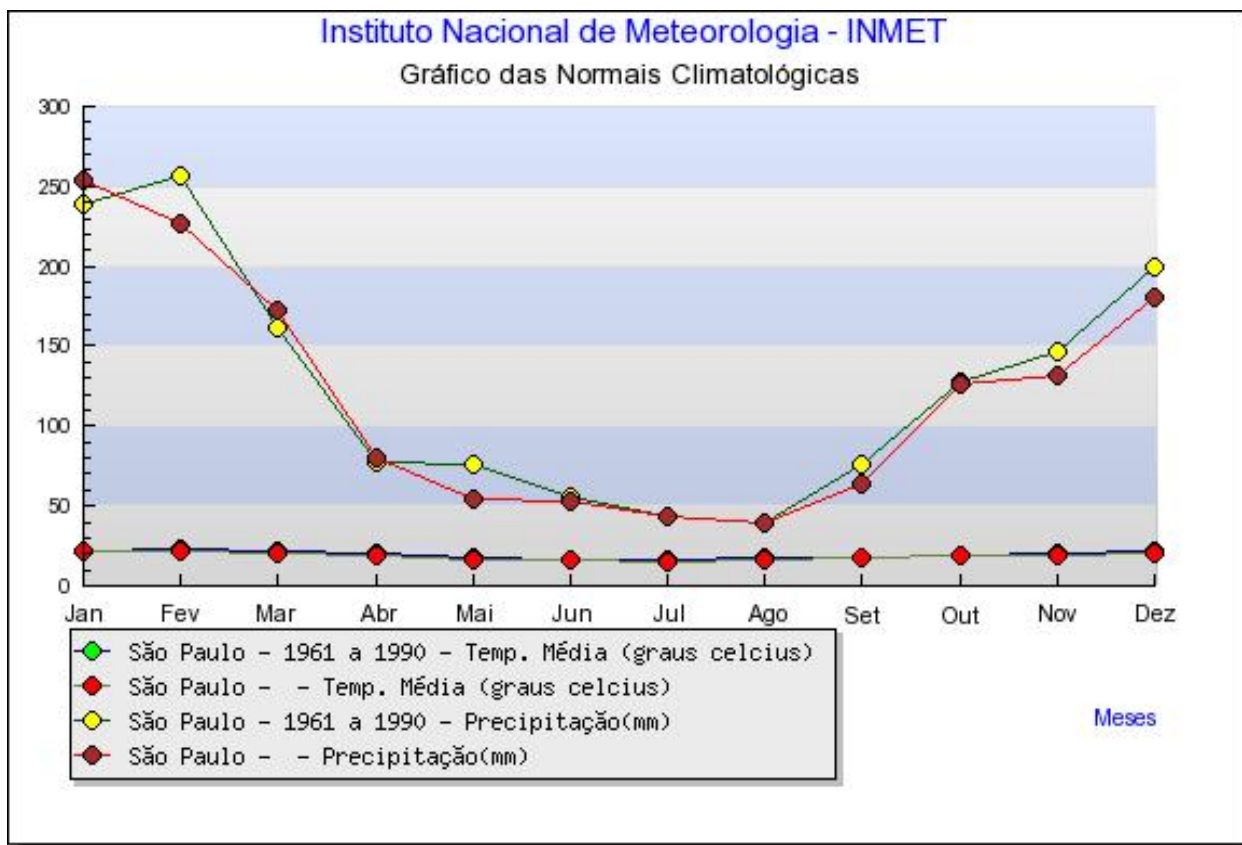
BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU	
BACIA DO RIO CABUÇU DE CIMA	
BACIAS DA REGIÃO CENTRAL	
BACIAS DA APA DO TIETÊ	
BACIA DO CÓRREGO JAGUARI	
PLANÍCIES ALUMONARES	

Figura 4 – Mapa de Bacias Hidrográficas.  
 Fonte: Sec. Desenvolvimento Urbano de Guarulhos, 2003. Org: Arantes, F., 2009.

Em termos geotécnicos podem ser individualizados dois Horizontes básicos no perfil de solo da área do Aterro. Primeiramente a camada superior (Horizonte de recobrimento, constituído por solo aluvional com argila siltosa e restos vegetais, nas cores marrom e cinza; solo superficial, formado por argila siltosa, com restos de vegetais, cor marrom escuro e cheiro característico de matéria orgânica; e Colúvio, formado por argila siltosa, porosa, com grãos de quartzo, entre marrom a vermelho). O segundo Horizonte é a camada de solo de alteração, constituído por solo de alteração de rocha, composto de siltoargiloso (amarelo, cinza e roxo).

Esses elementos de ordem físico-naturais da região onde se encontra o Aterro Sanitário têm uma relação direta com outros elementos da paisagem. Um deles é o clima. A região apresenta características de transição entre os climas quentes de latitudes baixas e os climas meso-térmicos de tipo temperado, das latitudes médias (Nimer, 1979). Na classificação climática internacional enquadra-se, segundo Koeppen, na Classe C com tipos Cw e Cf, que correspondem ao clima característico dos altiplanos tropicais em que as temperaturas médias são reduzidas pela altitude e os invernos geralmente são secos. Em contrapartida, os verões são amenos com grandes variações diurnas de temperatura. O fato de ser uma região de transição entre padrões climáticos e topográficos, faz com que sofra efeitos de influências de fenômenos meteorológicos de meso e micro escalas. Por exemplo, a presença de interfaces de depressões e escarpas tende a gerar regimes próprios de circulação (caso de ventos anabáticos e catabáticos).

Dada a sua posição geográfica, a região do estudo é afetada pela maioria dos sistemas de grande escala provenientes do Polo Sul que atingem o sul do país. Um fenômeno que ocorre esporadicamente sobre a região é a denominada Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que se caracteriza pela atuação de sistemas tropicais em conjunto com sistemas típicos de latitudes médias. Durante os meses de maior atividade, o fenômeno faz com que uma banda de nebulosidade permaneça semi-estacionária por vários dias, favorecendo a ocorrência de precipitação intensa (entre 1.200 milímetros e 1.500 milímetros de chuva), conforme mostra o gráfico 4:



**Gráfico 4 – Normais Climatológicas de São Paulo entre 1961 e 1990 – Temperatura e Precipitação. Fonte: INMET, 2008.**

As características climáticas dessa região nordeste da Grande São Paulo, onde se insere a área de estudo, são responsáveis diretas pelo complexo vegetacional da região, associado a Serra da Cantareira, conhecida como Floresta Ombrófila Densa da Formação Montana (Mata Atlântica), com espécies como figueira, canela, cedro, samambaia e bromélia, entre outras. Ela desenvolve-se na área tropical mais úmida, onde as chuvas são bem distribuídas, com médias anuais em torno de 1.500 milímetros, não ocorrendo estações secas ou ao contrário, com grande disponibilidade de água.

No entanto, nessa região, ocorreram processos de antropização muito intensos (atividades agropastoris, exploração mineral, disposição de resíduos e implantação de conglomerados urbanos e industriais). Dessa forma, houve uma intensa descaracterização da cobertura vegetal natural, sendo raros os agrupamentos florestais remanescentes e matas de inserção, localizadas em pequenos vales com solos férteis.

Na região, há a presença das matas secundárias, que estão incluídas no Sistema Atlântico de Vegetação, formado por trechos remanescentes de Mata Atlântica (epífitas e árvores sempre verdes com folhas perenes), com estruturas adaptadas à alta pluviosidade.

A Formação Montana ocupa faixas altimétricas de 500 metros a 1.500 metros, sobre litologia geralmente pré-cambriana, com relevo dissecado, de caráter montanhoso. Alguns trechos do Parque Estadual da Cantareira revelam a presença de espécies exclusivas da Floresta Ombrófila Densa, aliadas aos elementos da Floresta Estacional Semi-Decidual.

Tal fato confere a Serra da Cantareira o caráter de vegetação de transição. No entanto, a ocupação intensa acarretou graves problemas ambientais para as áreas de várzeas, que funcionam como áreas reguladoras de vazão quando há excesso de águas pluviais. Assim, as áreas de várzeas apresentam cobertura vegetal representada por ambientes florestais pouco extensos, sendo mais caracterizada por formações antrópico-graminóides.

### **1.3– A dinâmica do crescimento de Guarulhos e sua inserção na Região Metropolitana de São Paulo**

A Região Metropolitana de São Paulo está no foco de uma discussão de reconversão econômica do Brasil, desencadeada a partir do início da década de 1990, no governo Collor, com a abertura do mercado e a introdução de processos de globalização financeira, de produção e de um padrão de consumo.

Principal polo econômico e industrial do Brasil, a metrópole paulistana estruturou um largo território urbano marcado pela precariedade, pobreza e segregação socioespaciais, convivendo lado a lado com uma superioridade produtiva que se pautou pelo desenvolvimento desigual no final da década de 1960 e início da de 1970.

Na década de 1990, a região passa por profundas transformações em sua base econômica e social, em consonância com as mudanças atuais. Empresas que atuam no Brasil instalam suas sedes em modernos edifícios de escritórios, construídos junto às avenidas Faria Lima, Engenheiro Luís Carlos Berrini e Marginal Pinheiros.

A maioria das indústrias introduz inovações tecnológicas e de gestão no processo produtivo, agravando o desemprego metropolitano. Surgem novas fontes de consumo, não só de mercadorias materiais, mas também de lazer, cultura e informações, em espaços operados por empresas transnacionais.

São Paulo torna-se uma “metrópole mundial” e se territorializa principalmente no chamado “quadrante sudoeste” do município, entre os rios Pinheiros, Tietê, Tamanduateí e a norte das represas Billings e Guarapiranga. Entretanto, pode ser claramente verificada também em outros locais da metrópole, como é o caso de parte significativa do município de Guarulhos.

Em paralelo ao crescimento do setor terciário avançado, ocorre a diminuição da concentração industrial da Grande São Paulo sobre o total do Estado, com o espalhamento das indústrias, inclusive as de alta tecnologia, por todo o Estado.



Em seu estudo, Lencioni aponta esse processo não como dispersão, mas como uma expansão da Região Metropolitana rumo aos territórios vizinhos, num raio de 150 quilômetros, colocando a Capital na posição de “capital da gestão”, à medida que as sedes gestoras do capital empresarial vêm se concentrando em São Paulo. <sup>10</sup>

Há que se lançar um desafio de se enfrentar a problemática da reconversão econômica e a dinamização do importante setor industrial de Guarulhos, no quadro da economia metropolitana e do Estado de São Paulo, integradas ao processo de internacionalização do capital e da urgência da resolução de gravíssimos problemas sociais.

Neste sentido, o desenvolvimento econômico municipal passa, necessariamente, pela implementação de políticas públicas que objetivem o desenvolvimento social no âmbito local, integradas aos âmbitos metropolitano e estadual.

---

<sup>10</sup> LENCIONI, SANDRA, *Reestruturação urbano-industrial no Estado de São Paulo: a região da metrópole desconcentrada*. in SANTOS et alli (orgs.) “Território. Globalização e fragmentação”, São Paulo: Hucitec/ANPUR, 1994, pg. 198.

### **1.3.1 – Breve Histórico do Município**

Guarulhos teve sua origem como elemento de defesa do povoado de São Paulo. Embora deva à garimpagem as origens de seu rápido desenvolvimento, não foi a busca do ouro o fator mais determinante de sua colonização. O progresso do município vincula-se, essencialmente, à história da capital paulista. Foram os padres da Companhia de Jesus quem, sentindo a necessidade de preservar o Colégio Piratininga das frequentes investidas dos Tamoios, aliados dos franceses, estabeleceram em volta do núcleo original doze aldeamentos de índios amigos. Um deles era o núcleo dos índios Guarus, que dominavam a margem direita do Tietê e pertenciam à família dos Guaianazes, que mais tarde seria Guarulhos.<sup>11</sup>

A fundação de Guarulhos ocorreu no dia 8 de dezembro de 1560 e por ser esse ser o dia de Nossa Senhora da Conceição, o novo núcleo indígena passou a ser conhecido por Nossa Senhora da Conceição dos Guarus. Do local exato da primeira capela erigida em homenagem à Imaculada Conceição não se guarda mais registro algum. Antigas tradições, porém, apontam que o local onde foi edificada a capela encontra-se na Rua Silvestre Vasconcelos Calmon com a Avenida Guarulhos, perto da zona central do município. Ressalta-se que, pelo desencontro de datas referentes aos assentamentos, alguns historiadores atribuem a fundação desse aldeamento a outros religiosos, como o Padre João Álvares, além de João de Almeida e Manuel Viegas. Porém, através das pesquisas dos historiadores Adolfo de Vasconcelos Noronha e João Ranali, a fundação cabe ao Padre Jesuíta Manuel de Paiva. Em torno de uma capela construída pelo jesuíta, surgiu o primeiro núcleo de povoação, sendo que o município de Guarulhos só veio a ser criado pela Lei Provincial Nº. 34, de 24 de março de 1880. Já sua transformação em Comarca deu-se em 3 de dezembro de 1953, através da Lei Estadual Nº. 2.456 (Gazeta de Guarulhos, 05/03/1966).

---

<sup>11</sup> *Fonte: Noronha, Adolfo de Vasconcelos – Guarulhos: Cidade-Símbolo: História de Guarulhos 1560-1960. São Paulo: Gráfica Schmidt, 113p., 1960.*

Seu crescimento inicial deu-se, economicamente, em função da mineração de ouro, através de minas descobertas em 1590, por Afonso Sardinha, na atual região do Bairro de Lavras, cujas antigas denominações eram Serra de Jaguamimbaba, Mantiqueira e Lavras-Velhas-do-Geraldo. Segundo essas referências históricas disponíveis, a atividade aurífera passou por momentos de exploração descontínuos chegando até meados do século XVIII. As Lavras-Velhas-do-Geraldo hoje podem ser vistas na margem direita da estrada que liga o bairro de Cumbica ao município de Nazaré Paulista. Entre os séculos XVII e XVIII verificam-se momentos de grande interesse por Guarulhos, devido a enorme quantidade de ordens expedidas para a região, estabelecendo as sesmarias (responsáveis pela ocupação e assentamentos na época do Brasil Colônia). Os sesmeiros dedicavam-se à agricultura e à mineração, além da criação de gado vacum e cavalariço. Os engenhos de açúcar, que se iniciam nos anos seiscentistas, estendem-se até o início do século XX, com a produção de álcool e aguardente. A mão-de-obra para o trabalho na mineração e na agricultura contou, efetivamente, com índios e negros em regime de semi-escavidão, que existiu até meados do século XIX. Em 1915, é efetivada a implantação do sistema ferroviário, com a inauguração do Ramal Guapira-Guarulhos, o trem da Cantareira (Estrada de Ferro Sorocabana). Foram cinco estações em Guarulhos: Vila Galvão, Torres Tibagy, Gopoúva, Vila Augusta e Guarulhos, além do prolongamento até a Base Aérea, que se constituiu em fator preponderante para sua instalação.<sup>12</sup>

No início do século XX, instalam-se as primeiras redes de energia elétrica e os pedidos para instalação de rede telefônica, além das licenças para a implantação de indústrias e de atividades comerciais e serviço de transporte de passageiros. Registra-se, ainda, uma preocupação com o desmatamento, poluição das águas, caça de pássaros, implantação de esgoto, abastecimento de água potável e a implantação de leis estipulando a construção de muros, proibindo cercas de arame nas ruas em que a Câmara definia para regularizar e assentar guias. Os anos trinta do século XX são marcados pelos atos de Intervenção Federal, Constituição da Junta Governativa de Guarulhos e pelo Movimento Constitucionalista, reflexos da Revolução de 1932. Na década de 1940, chegam ao município indústrias do setor

---

<sup>12</sup> **Fonte: Secretaria do Patrimônio Histórico de Guarulhos. Site [www.guarulhos.sp.gov.br](http://www.guarulhos.sp.gov.br), 2008.**

elétrico, metalúrgico, plástico, alimentício, borracha, calçados, peças automotivas, relógios e couros. Vários são os planos de loteamento e arruamento aprovados pela Câmara no decorrer dessa década, bem como a concorrência para calçamento e asfaltamento de várias ruas. O setor de obras da Prefeitura adquire máquinas e amplia-se o Paço Municipal, além da iluminação das vias públicas. O progresso iniciado nos anos quarenta do século XX estende-se até as décadas subsequentes, notando-se sempre a articulação e a vinculação do município à cidade de São Paulo, gerando assim sistemas de vida dependentes. Inicialmente, a relação se exerceu através da atual Avenida Guarulhos, que representava o polo de atração populacional, surgindo os bairros ao longo dessa ligação. Além disso, com a inauguração da Via Dutra, em 1952, ligando os dois polos mais importantes de desenvolvimento industrial e cultural do Brasil (São Paulo, no momento histórico de aceleração industrial, e o Rio de Janeiro, ainda Capital Federal e centro de decisões políticas e econômicas), Guarulhos teve, então, o impulso necessário para o seu desenvolvimento. Entre os imigrantes existentes no município destacam-se os portugueses, japoneses, espanhóis, italianos, alemães e libaneses. Dentre os migrantes estão os provenientes dos Estados de Pernambuco, Minas Gerais e Bahia. Do final da década de 1950 até o final da década de 1970, verifica-se que a expansão do adensamento urbano ocorreu mais concentradamente na região oeste do município e, nas demais regiões, a ocupação aconteceu de forma rarefeita. Na década de 1980 e início da década de 1990, com a implantação do Aeroporto Internacional de São Paulo / Guarulhos, a duplicação da Rodovia Presidente Dutra e a implantação da Rodovia Ayrton Senna, houve uma maior intensificação da ocupação em direção às regiões Leste do Aeroporto e Sul da Via Dutra e, de forma menos intensa, na região Norte do município.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> **Fonte: Secretaria da Cultura do município de Guarulhos.**

**Site [www.guarulhos.sp.gov.br/cultura](http://www.guarulhos.sp.gov.br/cultura), 2009.**

### 1.3.2 – Crescimento Populacional de Guarulhos

O crescimento populacional significou o aumento da complexidade de sua malha urbana, com a separação de funções e a transformação do uso de algumas áreas, como as regiões centrais, cujo perfil tem sido cada vez mais de comércio e serviços. A figura 5, através da utilização da imagem de satélite, apresenta a mancha urbana na Grande São Paulo, sendo que a área delimitada em branco corresponde ao município de Guarulhos e a em vermelho os limites do Aterro Sanitário:

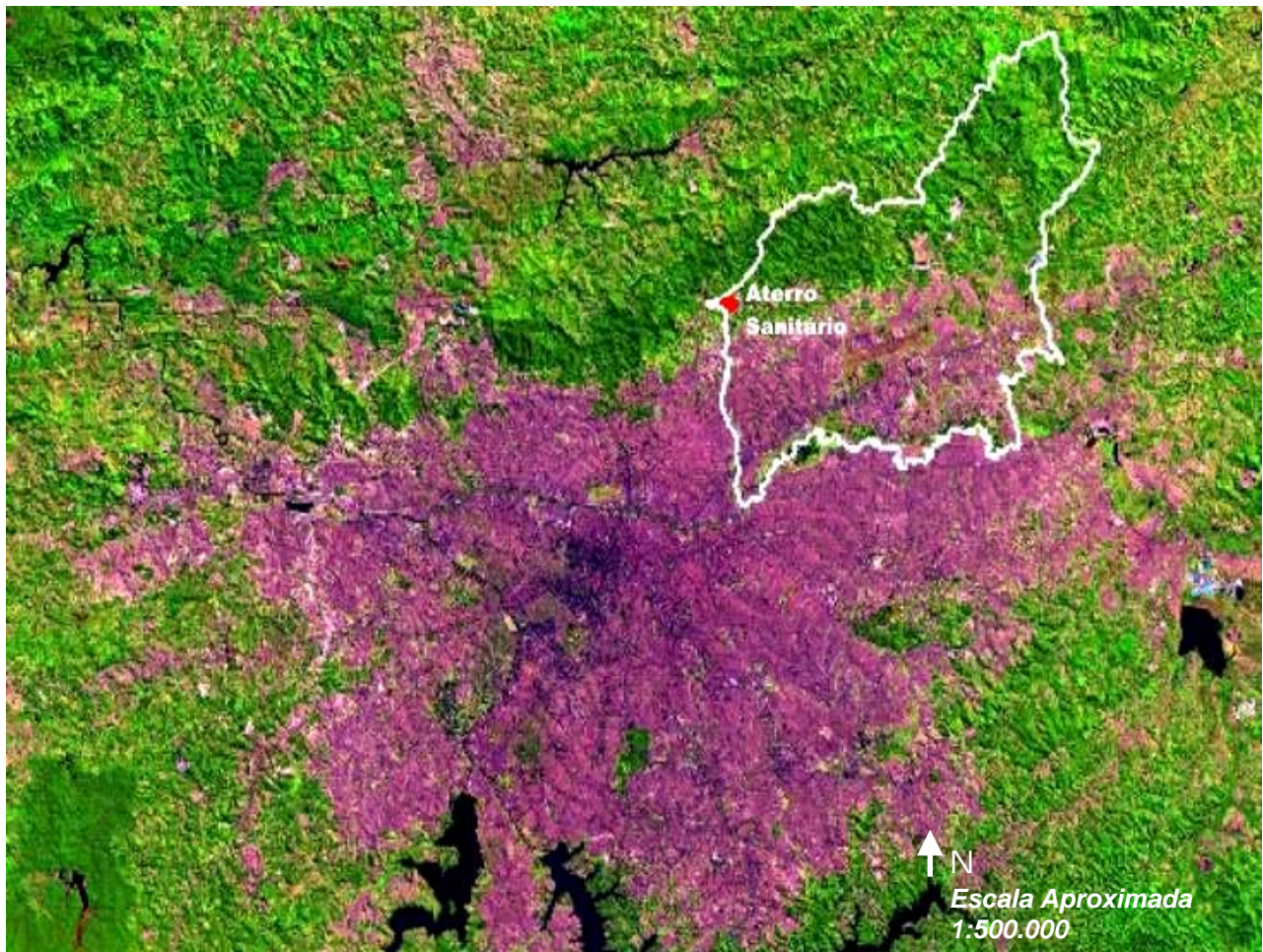


Figura 5 – Mancha Urbana da Grande São Paulo, Foto de Imagem de Satélite.  
Fonte: EMPLASA, Plano Metropolitano da Grande São Paulo. Org: Arantes, F., 2009.

A Tabela 2 mostra o crescimento populacional entre as décadas de 1950 e o ano 2000, considerando as estimativas do IBGE para 2006, em Guarulhos.

**Tabela 2 – Município de Guarulhos – Crescimento Populacional 1950 a 2006**

<b>Ano</b>	<b>População</b>	<b>Crescimento Populacional Anual (%)</b>	<b>Crescimento Populacional Absoluto</b>
<b>1950</b>	35.523	16,43%	22.084
<b>1960</b>	101.273	18,51%	65.750
<b>1970</b>	237.900	13,49%	136.627
<b>1980</b>	532.726	12,39%	294.826
<b>1991</b>	787.866	4,79%	255.140
<b>2000</b>	1.071.268	3,60%	283.402
<b>2006</b>	1.283.253	3,29%	211.985

Fonte: Censos Demográficos, IBGE, 2006.

Guarulhos é, atualmente, o segundo município mais populoso do Estado, com população estimada em 1.283.253 habitantes (IBGE, 2006).

O gráfico 5 mostra como estão agrupadas as estruturas etárias de Guarulhos, numa comparação entre os últimos três censos realizados no Brasil:

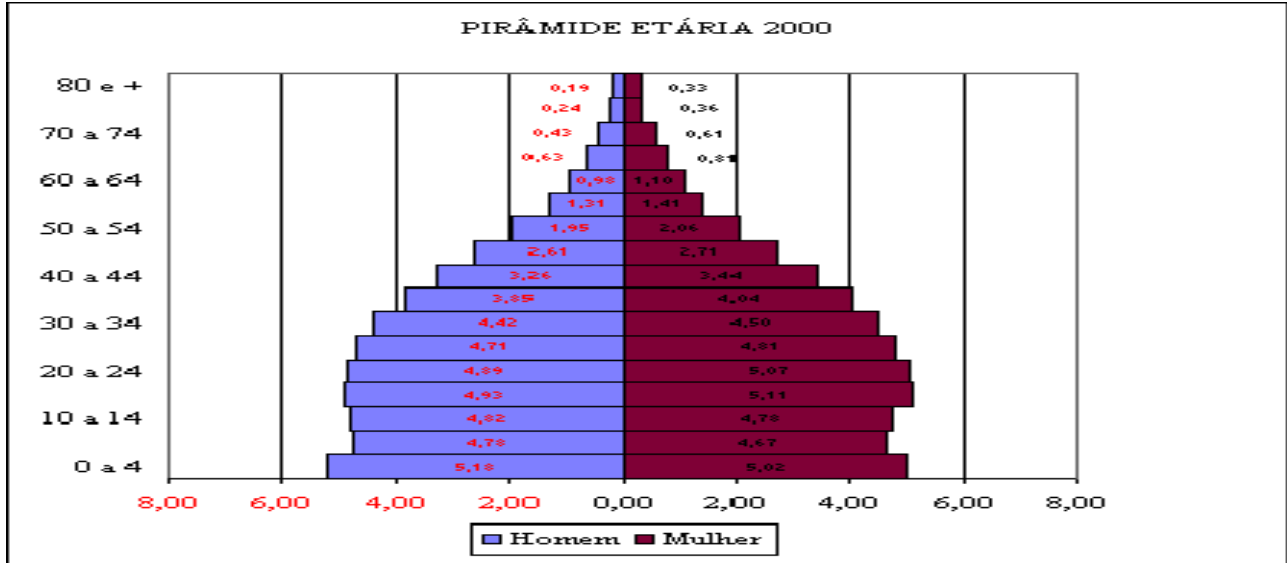
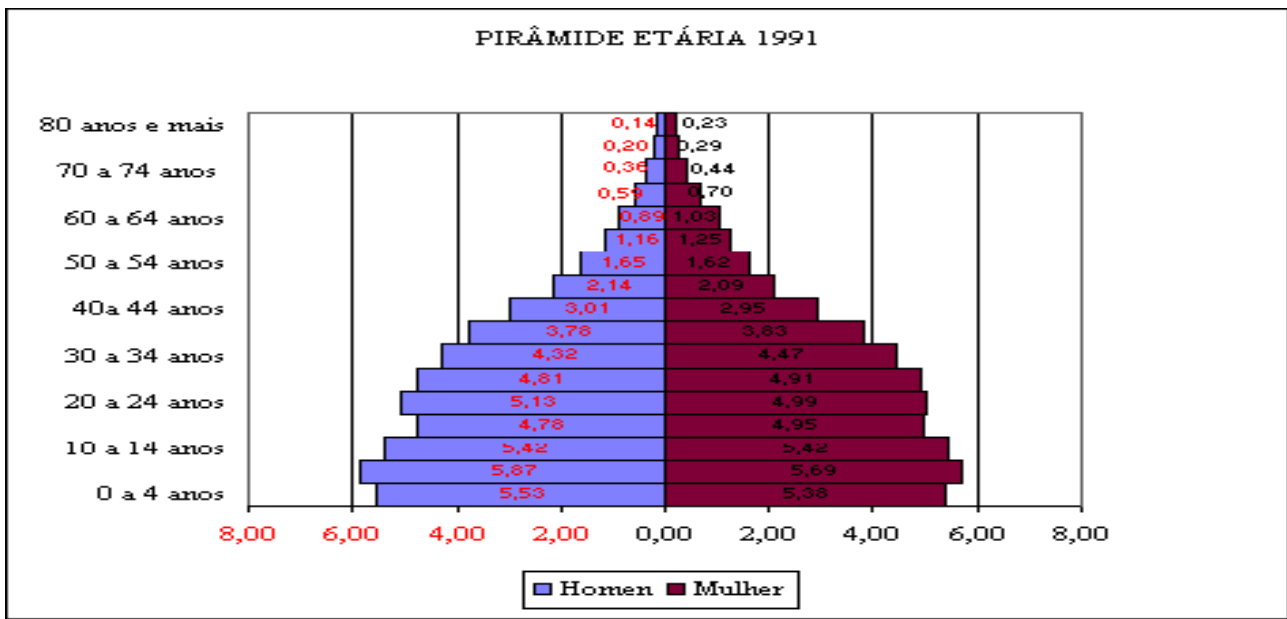
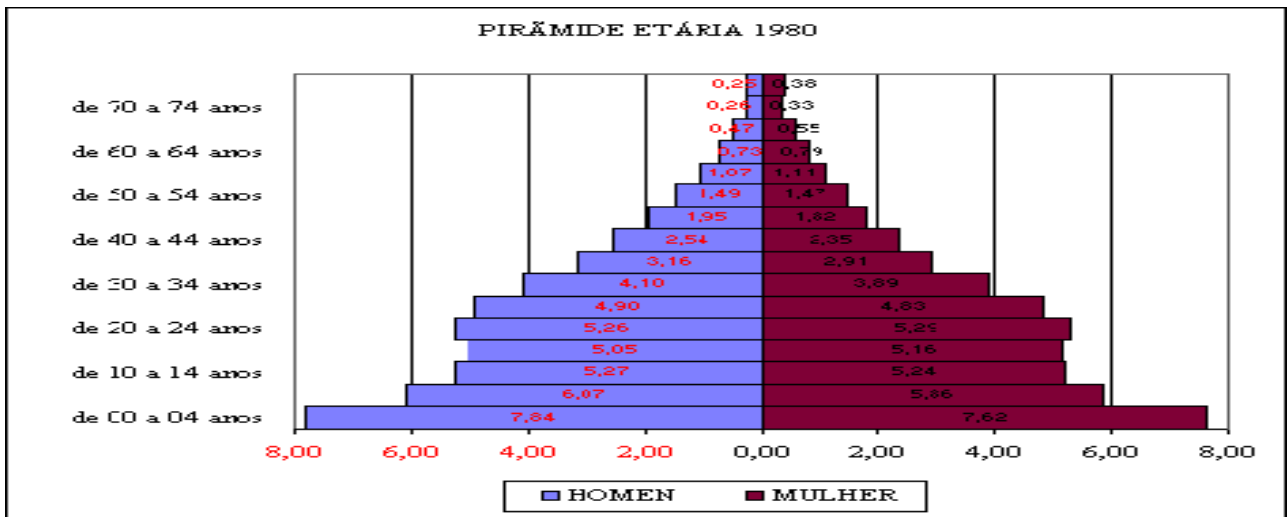


Gráfico 5 – Pirâmides Etárias de Guarulhos, segundo os Censos de 1980, 1991 e 2000.  
 Fonte: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo 1980, 1991 e 2000.

Essas pirâmides etárias mostram que o município passa por um envelhecimento da população ao longo das décadas, culminando na queda do crescimento vegetativo (conforme a Tabela 2, página 54) e acarretando maior presença da população adulta no total demográfico. Portanto, a tendência é de crescimento da demanda consumista. Conseqüentemente a isso, tende a aumentar a geração de resíduos sólidos domiciliares em Guarulhos, visto que, em 2008, a disposição de lixo urbano no aterro chegou próxima de 1.000 ton/dia e a geração per capita alcançou 0,77 Kg/hab/dia (como comparação, em 2001, esse número alcançava 750 ton/dia e a geração per capita era de 0,69 Kg/hab/dia, segundo a Secretaria de Limpeza Pública de Guarulhos, 2002).

Quanto à densidade populacional, o último censo (IBGE, 2000) aponta que Guarulhos possui em média 3.250 hab/km<sup>2</sup>, ficando abaixo da Capital do Estado, cuja densidade é de 6.576 hab/km<sup>2</sup>, e das cidades que compõem o ABCD, cuja densidade gira em torno dos 10.000 hab/km<sup>2</sup>, excluindo apenas as cidades de São Bernardo do Campo (1.740 hab/km<sup>2</sup>) e Santo André (3.479 hab/km<sup>2</sup>). Essa densidade populacional, no entanto, já se apresenta na ordem de 3.460 hab/km<sup>2</sup>, de acordo com as estimativas para o município em 2006.

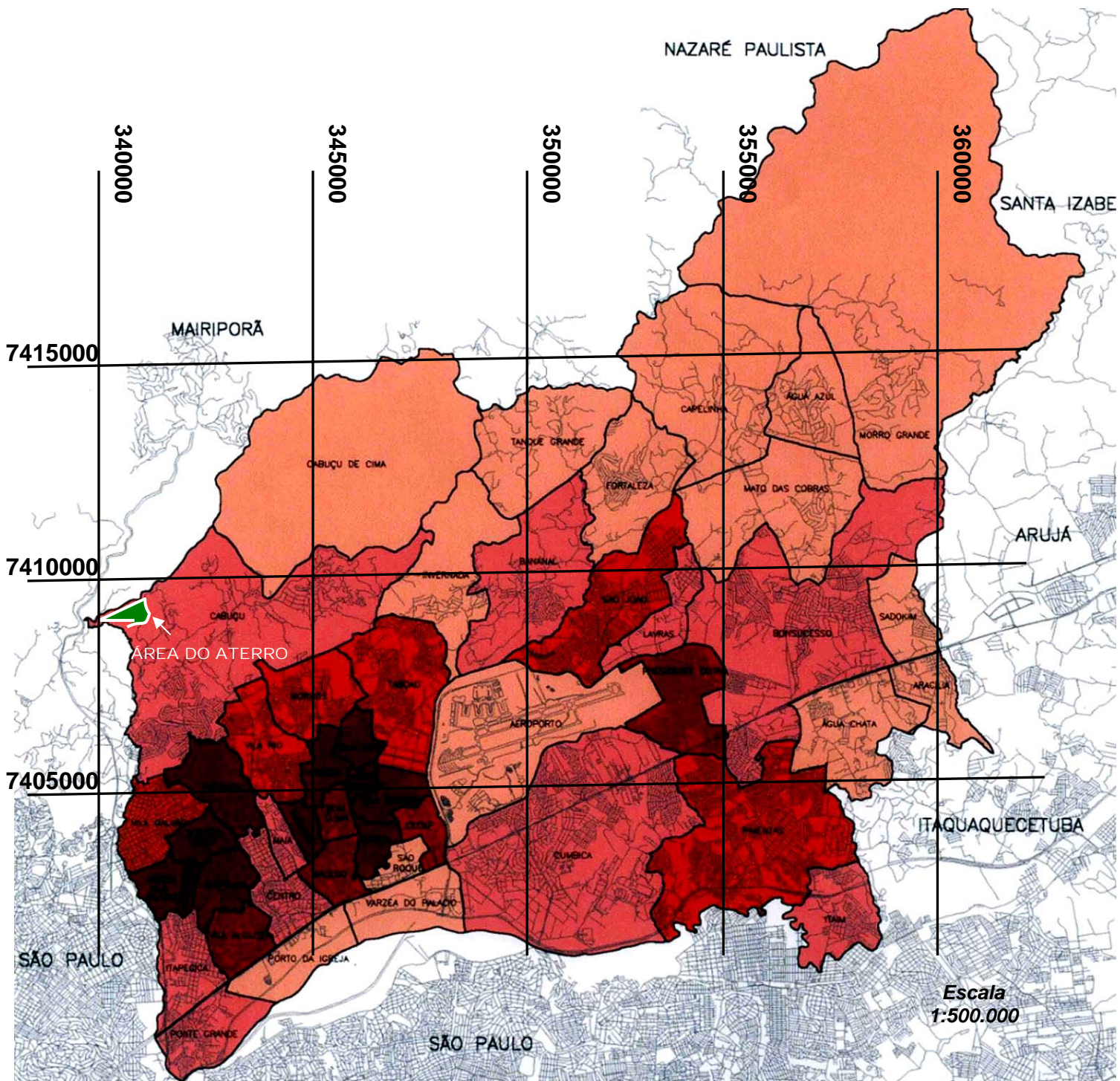
A densidade populacional varia de acordo com os bairros, apresentando-se um pouco mais elevada nos arredores do Centro, Vila Galvão (na divisa com o bairro do Jaçanã, na Zona Norte de São Paulo) e Jardim Maia (bairros que apresentam os maiores IDHs de Guarulhos).

No entanto, é muito elevada em bairros de grande população absoluta, caso de Bonsucesso, Cumbica e Bairro dos Pimentas (todos próximos ao Aeroporto, na divisa com a Zona Leste da capital paulista).

Apresenta-se com baixa densidade em quase todo o município, especialmente nos bairros periféricos, na divisa com o extremo norte da capital paulista (caso do Cabuçu, onde se encontra a área de estudo desta pesquisa científica) e com os municípios de Mairiporã, Arujá, Santa Isabel e Nazaré Paulista, pois são regiões que apresentam Áreas de Preservação e Áreas de Preservação e Recuperação de Mananciais, caso dos bairros de Porto da Igreja, São Roque, Várzea do Palácio, Invernada, Tanque Grande, Água Chata.



A figura 6 apresenta a densidade demográfica do município de Guarulhos:



**Habitantes por Hectare**

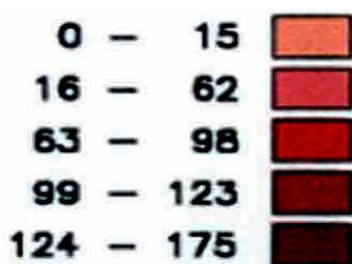


Figura 6: Mapa de Densidade Populacional de Guarulhos. Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Urbano de Guarulhos, 2004. Org: Arantes, F., 2009.

### **1.3.3 – Economia**

O município de Guarulhos caracterizou-se, até início da década de 1990, pela forte presença do setor industrial em sua economia. A partir de então, o município começa a enfrentar novas questões no campo econômico, pois, tendo sido um dos locais onde ocorreu com maior intensidade o crescimento do setor industrial paulista, a partir de meados do século XX, é, também, um dos que sofrem mais fortemente as consequências da chamada reestruturação produtiva.

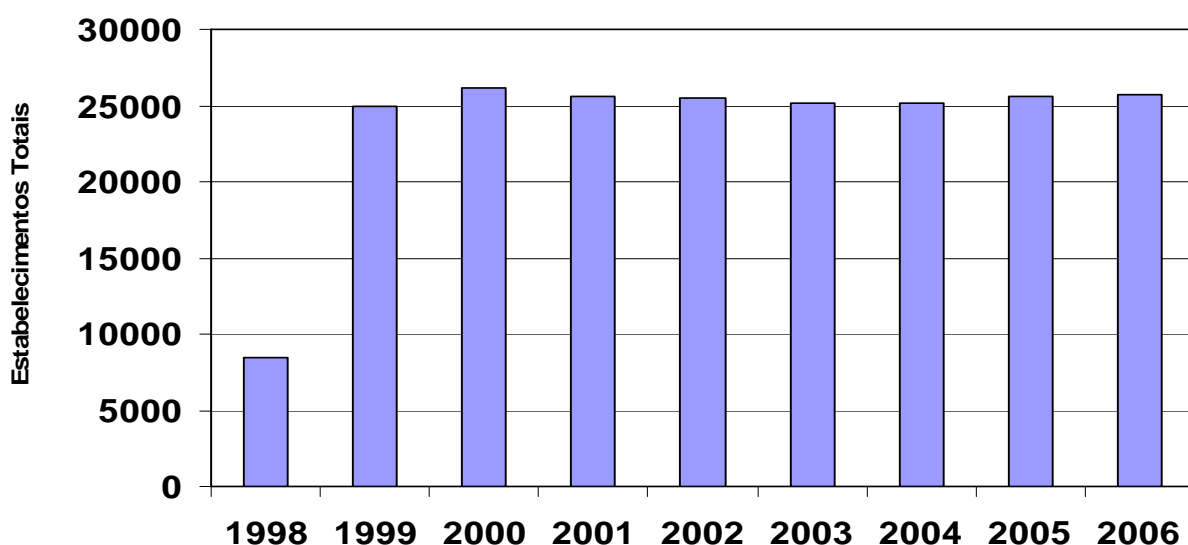
No entanto, a atividade industrial ainda caracteriza-se como a principal fonte de recursos e de desenvolvimento da cidade, ocupando papel importante na geração de empregos e riquezas. Responsável por inserir Guarulhos na condição de segunda cidade em arrecadação de ICMS no Estado de São Paulo, em 2000 (IBGE, 2006), o segmento industrial reúne importantes empresas nacionais e multinacionais em vários setores.

Não obstante o enorme potencial industrial, o setor de prestação de serviços vem demonstrando considerável desenvolvimento nos últimos anos. Entrepósitos de cargas, Shopping Centers, lojas de conveniência, franquias e empresas ligadas ao comércio exterior e turismo de negócios são algumas das atividades em destaque no município. Vale ressaltar, ainda, o grande número de empresas de transporte, de logística e de armazenamento e carga, estabelecidas no município.

O setor de comércio também ocupa grande destaque na economia de Guarulhos. A região central, o Aeroporto Internacional e o Internacional Shopping abrigam os mais variados ramos de comércio, desde lojas de departamento, free-shops, magazines, cinemas, fast-foods e hipermercados.

O processo de “desindustrialização”, muito presente nas dinâmicas metropolitanas, não se efetivou de forma tão intensa em Guarulhos, pelo menos no que se refere à década de 1990 e a primeira década do século XXI. Dados referentes de 1998 a 2006 revelam que houve até um pequeno aumento do número de estabelecimentos industriais e do número de estabelecimentos empregadores, conforme mostram o Gráfico 6 e a Tabela 3:

**Gráfico 6 – Total de Estabelecimentos Empregadores**



Fonte: Relação anual de informações sociais - RAIS - Ministério do Trabalho e Emprego, 1990 a 2006.  
Elaboração: Arantes, F., 2008.

**Tabela 3 – Evolução no N° Estabelecimentos/Empregadores por Porte – 1990 a 2000**

Porte do Estabelecimento	1990	1991	1992	1993	1997	1998	1999	2000
0 empregados	649	815	860	756	823	933	15.985	17.268
Até 4 empregados	3.308	3.504	3.415	3.387	4.291	4.478	4.734	4.944
De 5 a 9 empregados	1.131	1.084	1.105	1.183	1.477	1.493	1.642	1.669
De 10 a 19 empregados	788	788	762	876	959	1.025	1.053	1.132
De 20 a 49 empregados	641	665	628	639	731	720	732	769
De 50 a 99 empregados	249	259	255	277	281	297	277	312
De 100 a 249 empregados	208	194	186	195	189	177	172	169
De 250 a 499 empregados	77	83	79	77	67	64	67	79
De 500 a 999 empregados	41	39	32	38	30	35	32	30
1000 ou mais empregados	21	20	20	18	18	16	17	20
<b>Total</b>	<b>7.113</b>	<b>7.451</b>	<b>7.342</b>	<b>7.446</b>	<b>8.866</b>	<b>9.238</b>	<b>24.711</b>	<b>26.392</b>

Fonte: Relação anual de informações sociais - RAIS - Ministério do Trabalho e Emprego, 1990 a 2000.  
Elaboração: Instituto Pólis. Org: Arantes, F., 2008.

O Setor Secundário tem uma importância significativa na economia do Município. Segundo levantamento do Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP, 2005), Guarulhos teve um crescimento de 2,13% na geração de novos postos de trabalho a partir de 2005. Os setores que apresentaram maior elevação foi o alimentício (17,61%), material de transporte (1,31%), material elétrico, eletrônico e de comunicação (0,48%) e metalúrgico (0,04%).

Com o nono maior Produto Interno Bruto (PIB) entre os municípios brasileiros e o segundo entre os paulistas, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), Guarulhos apresenta taxa de crescimento real de 3%, ou seja, o triplo do registrado pelo Estado de São Paulo no período entre 2000 e 2006. Ocupa a sexta posição entre as cidades que mais exportam no Estado de São Paulo e a décima-quarta colocação no cenário nacional.<sup>14</sup>

Cerca de trezentas empresas dirigem sua produção para o mercado internacional. O principal destino são os Estados Unidos da América do Norte. Em 2006, as exportações alcançaram US\$ 1,86 bilhão e o saldo positivo da balança comercial foi de US\$ 448 milhões.

O reflexo do crescimento da economia de Guarulhos pode ser conferido pela chegada de novos empreendimentos econômicos e pela expansão da construção civil, processo que deverá ser potencializado a curto e médio prazos, pelo aporte de investimentos oriundos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Governo Federal (cerca de R\$ 480 milhões até o ano de 2010), destinados a obras de infra-estrutura urbana: saneamento e habitação, em especial.

---

<sup>14</sup> Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2006.

### **1.3.4 – As Rodovias e o Aeroporto Internacional de São Paulo / Guarulhos**

O município de Guarulhos é cortado pelas principais rodovias do país, ou seja, a Rodovia Fernão Dias, a Rodovia Presidente Dutra e a Rodovia Ayrton Senna.

A Rodovia Fernão Dias é a denominação que a BR-381 recebe no trecho entre três regiões metropolitanas brasileiras: a Grande São Paulo, a Grande Belo Horizonte e a Grande Vitória. A BR-381 é uma rodovia diagonal que foi aprovada no regime de concessão à iniciativa privada, nos trechos que interligam as cidades de São Paulo a Belo Horizonte.

A Rodovia Presidente Dutra (BR-116, também SP-60 no estado de São Paulo) faz a ligação entre as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo. Possui extensão total de quatrocentos e dois quilômetros, iniciando-se no Trevo das Margaridas, no Rio de Janeiro, e terminando no acesso à Marginal Tietê, em São Paulo. A Via Dutra é considerada a rodovia mais importante do Brasil, não só por ligar as duas metrópoles nacionais, mas, bem como, por atravessar uma das regiões mais ricas do país, o Vale do Paraíba, e ser a principal ligação entre o Nordeste e o Sul do Brasil (em março de 1996 a rodovia é concedida e atualmente é administrada pela empresa NovaDutra S/A).

A Rodovia Ayrton Senna da Silva, antiga Rodovia dos Trabalhadores (SP-70) foi chamada de Via Leste durante a sua construção e os seus primeiros anos de funcionamento. Inicia-se ao final da Marginal Tietê, no bairro da Penha, zona leste da cidade de São Paulo e termina no município de Guararema na confluência para a Rodovia Presidente Dutra (correndo paralela). A obra atendeu a uma necessidade histórica, determinada pelo crescimento da Região Metropolitana de São Paulo com acessos ao Parque Ecológico do Tietê, Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos e Terminal Intermodal de Cargas. Além de aliviar o tráfego que congestionava a Rodovia Presidente Dutra no trecho mais movimentado (São Paulo-Guarulhos), a Rodovia tornou-se uma alternativa há muito tempo necessária entre a capital paulista, o Vale do Paraíba e o Estado do Rio de Janeiro. Passou, também, a facilitar o turismo ao Litoral Norte e a Campos do Jordão.

A presença dessas rodovias acarreta ao mesmo tempo uma oportunidade, devido à malha rodoviária, pela instalação de importantes centros de logística e distribuição, como o Ponto Frio e a Riachuelo, mas, também, uma dificuldade, pois o município acaba ficando fragmentado. Os pontos de transposição e acesso a elas, em geral, trazem problemas de tráfego e apresentam má qualidade urbanística.

O Aeroporto Internacional de São Paulo / Guarulhos é uma das grandes questões do município. Construído sobre uma antiga base aérea existente desde 1945, o Aeroporto foi inaugurado em 1985 e localiza-se a vinte e cinco quilômetros do centro da capital do Estado, com acesso pelas rodovias Presidente Dutra, Ayrton Senna, Fernão Dias e Hélio Smidt, conectando-o aos mais importantes espaços econômicos do país (Região Metropolitana de São Paulo, Interior de São Paulo, Rio de Janeiro, Vale do Paraíba, Minas Gerais).

Atualmente, o Aeroporto de Guarulhos opera com dois terminais com capacidade para movimentar dezessete milhões de passageiros/ano. São quarenta e quatro empresas aéreas nacionais e internacionais, regulares, cargueiras e charters que utilizam duzentos e sessenta balcões de check-in. De Guarulhos partem e chegam voos procedentes e com destino a vinte e seis países e cento e dezessete cidades nacionais e estrangeiras. A rede comercial dos terminais de passageiros é formada por cento e setenta e sete pontos comerciais.

O Aeroporto consolidou-se como um importante polo indutor de desenvolvimento socioeconômico e cultural. Exemplo é o setor hoteleiro de Guarulhos, que conta, atualmente, com vinte hotéis, totalizando mais de três mil apartamentos. No entanto, apresentam uma taxa de vacância alta, pois a demanda por hospedagem não corresponde à expectativa.

As empresas instaladas na comunidade aeroportuária empregam um total de 25,5 mil profissionais, sendo que 50% dos postos de trabalho do Aeroporto são de profissionais que residem na cidade. <sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Fonte: *Infraero – Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária. Dados do ano de 2009.*

# **CAPÍTULO II**

## **Os Resíduos Sólidos Domiciliares no município de Guarulhos: Análise das variáveis Eficiência e Sustentabilidade na gestão do Aterro Sanitário**

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1989), um Aterro Sanitário é definido como “uma técnica de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, através de confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, segundo normas específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde e à segurança, minimizando os impactos ambientais”.<sup>16</sup>

O aterro sanitário é um método de disposição de resíduos sólidos urbanos sobre o solo, que utiliza técnicas de engenharia na sua execução e que adota medidas de proteção ao meio ambiente. Basicamente, consiste no espalhamento do lixo sobre o solo, em camadas sucessivas, compactadas com trator, de forma a obter o menor volume possível. Os resíduos são cobertos com uma camada de terra, de espessura conveniente. O solo recebe a proteção das mantas de polietileno que recolhem o chorume para os reservatórios. Além disso, há a presença das chaminés para retirar os gases, especialmente o Gás Metano, gerado pela decomposição da massa orgânica do lixo. Com a adoção destas técnicas, evitam-se riscos à saúde pública e minimizam-se possíveis impactos ambientais dos resíduos sobre o solo. A implantação e a operação de um aterro sanitário deverá sempre seguir, rigorosamente, as normas técnicas recomendadas, caso contrário haverá o seu desvirtuamento, com consequências danosas ao meio ambiente.

---

<sup>16</sup> ABNT – *Degradação do solo – terminologia*, Rio de Janeiro, 1989. 45p. NBR 1070.

## 2.1 – LOCALIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO E ASPECTOS FÍSICOS

A Lei Estadual (SP) 7.663, de 30 de dezembro de 1991, estabeleceu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Dentre elas, a criação de 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), conforme mostra a figura 7:

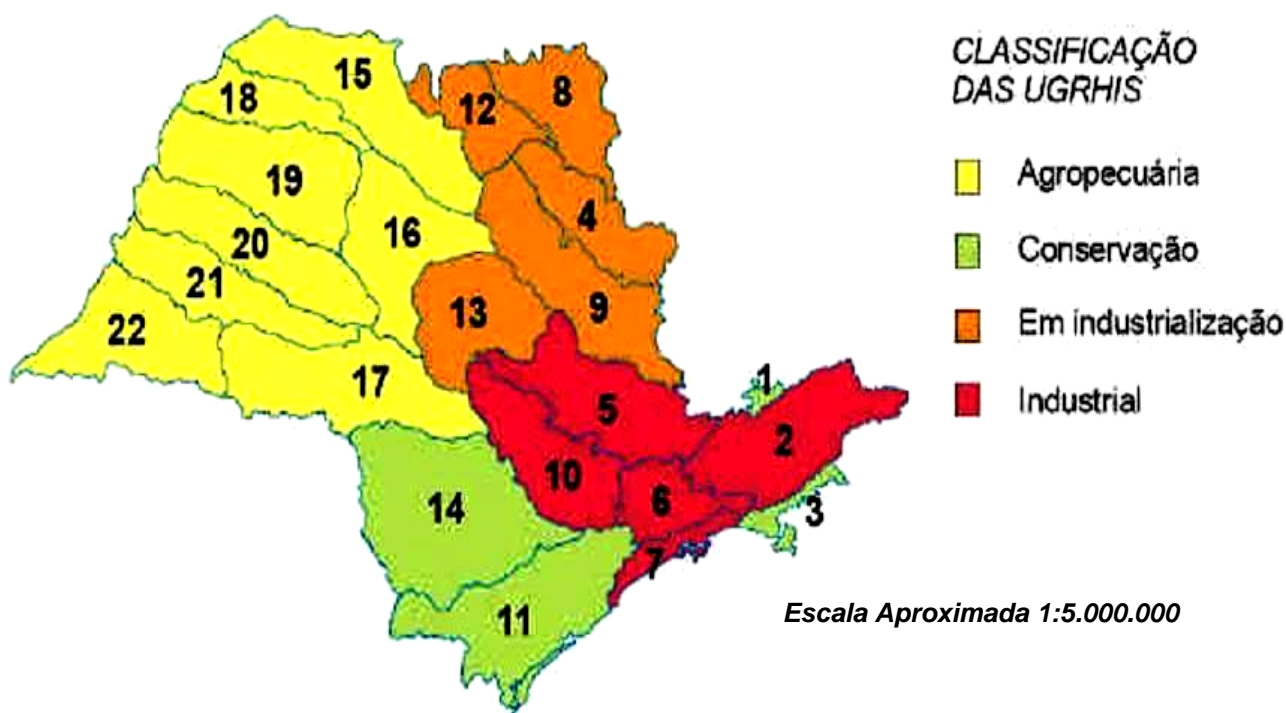


Figura 7 – Mapa de Classificação das UGRHIS. Org. pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Fonte: <http://www.comiteat.sp.gov.br/bacia.htm>

<b>1 Mantiqueira</b>	<b>12 Baixo Pardo / Grande</b>
<b>2 Paraíba do Sul</b>	<b>13 Tietê / Jacaré</b>
<b>3 Litoral Norte</b>	<b>14 Alto Paranapanema</b>
<b>4 Pardo</b>	<b>15 Turvo / Grande</b>
<b>5 Piracicaba / Capivari / Jundiaí</b>	<b>16 Tietê / Batalha</b>
<b>6 Alto Tietê</b>	<b>17 Médio Paranapanema</b>
<b>7 Baixada Santista</b>	<b>18 São José dos Dourados</b>
<b>8 Sapucaí / Grande</b>	<b>19 Baixo Tietê</b>
<b>9 Mogi-Guaçu</b>	<b>20 Aguapeí</b>
<b>10 Tietê / Sorocaba</b>	<b>21 Peixe</b>
<b>11 Ribeira do Iguape / Litoral Sul</b>	<b>22 Pontal do Paranapanema</b>



De acordo com a figura 7, observam-se as 22 unidades que integram o gerenciamento dos recursos hídricos no Estado de São Paulo. O município de Guarulhos faz parte da UGRHI Alto Tietê II, da Agência Guarulhos, juntamente com Arujá e Mairiporã. A figura 8 mostra a UGRHI Alto Tietê II:

**REGIONAL DA BACIA DO ALTO TIETÊ II** (Ag. Ambiental de Santana; Ag. Ambiental de Mogi das Cruzes; Ag. Ambiental de Guarulhos e Ag. Ambiental do Tatuapé).

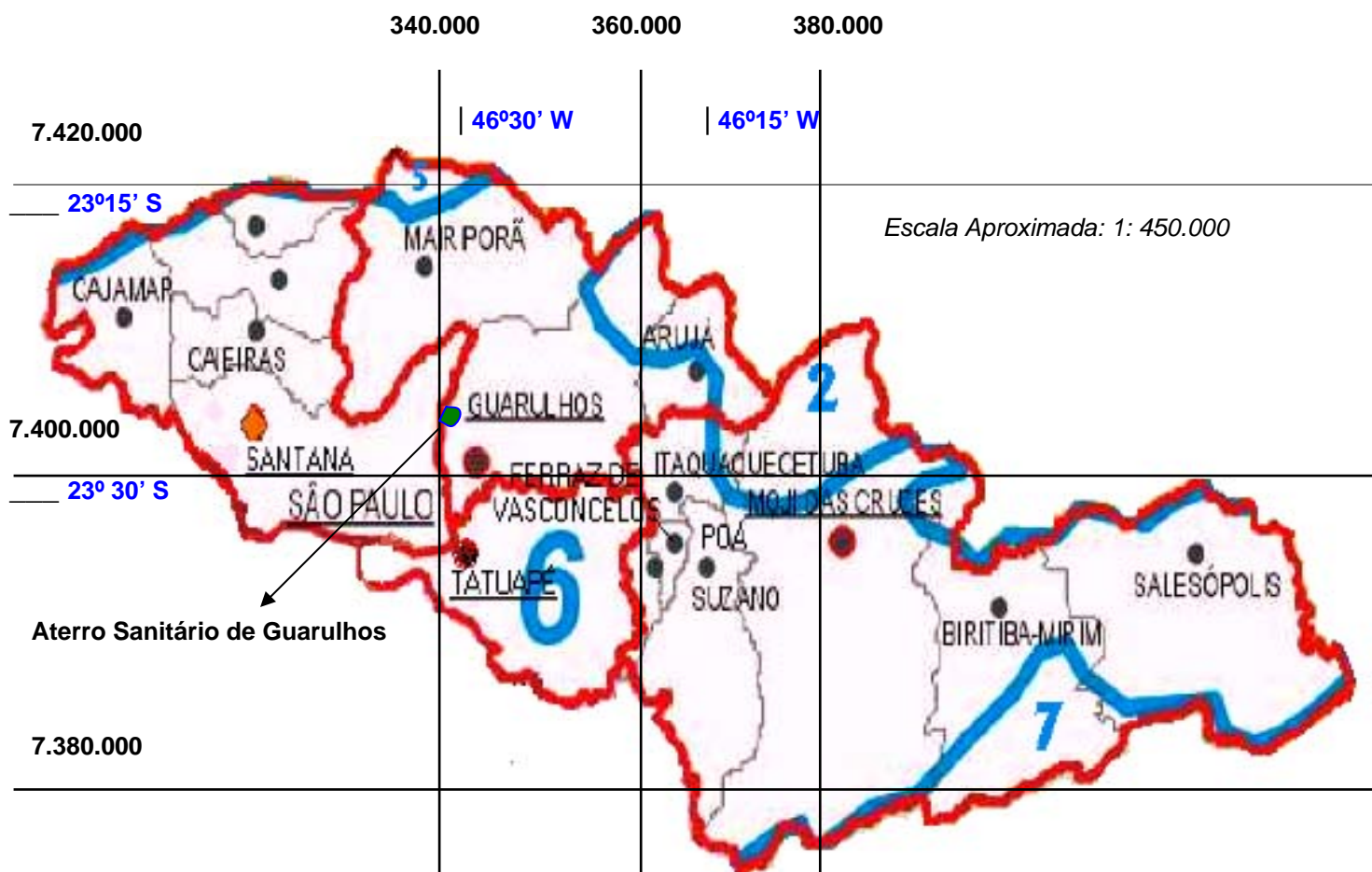


Figura 8 – Mapa da Regional da Bacia do Alto-Tietê II.

Fonte: <http://www.comiteat.sp.gov.br/bacia.htm>. Org: Arantes, F., 2009.

O aterro está localizado no município de Guarulhos, na Grande São Paulo. Recebe aproximadamente 1.000 toneladas/dia de resíduos sólidos domiciliares. Sua capacidade está projetada para receber um total de 2,8 milhões de toneladas.

O terreno em que se encontra o Aterro Sanitário pertence à empresa QUITAÚNA SERVIÇOS S/C LTDA, possuindo uma área total de 413.000 m<sup>2</sup> (quatrocentos e treze mil metros quadrados).

O Aterro está situado em uma região caracterizada pela presença de vales com encostas de inclinações acentuadas e diferenças de altitudes significativas. A área encontra-se na borda da Bacia Sedimentar de São Paulo, sobre solos residuais do embasamento cristalino do Pré-Cambriano.

Os solos são resultados da decomposição das rochas graníticas com gnaisses, portanto, apresentam forte xistosidade. Apresentam características argilo-siltosa e areno-siltosa, com grau de permeabilidade de média a baixa.

O perfil estratigráfico, conforme sondagem realizada pela empresa Quitaúna, anteriormente à construção do aterro, mostra uma camada de solo superficial coluvionar, ou seja, esse solo formou-se pela deposição de partículas transportadas entre locais diferentes pela ação da gravidade. Ele apresenta processos de laterização, com forte presença de material ferroso na sua composição. As sondagens realizadas mostraram que esse solo apresenta espessura de até 30 metros, considerando a cota de 755 metros.

O Aterro foi instalado sobre áreas de micaxistos/filitos. Estas estruturas apresentam condições de capacidade de suporte e resistência, inclusive para implantação deste tipo de empreendimento.

No entanto, os cuidados na instalação de fundações devem ser tomados, devido aos processos geológicos de evolução das rochas, como dobramentos, falhamentos e cisalhamento. Além disso, os solos são bem desenvolvidos, dominando as frações siltosas a argilosas (com a eventual presença de níveis mais arenosos).

Essas duas características são vitais para a análise da instalação do Aterro Sanitário de Guarulhos. A presença de micaxistos (rochas metamórficas de xistosidade acentuada, além de ser uma rocha duríssima) mostra que as condições de suporte e resistência são maiores.

Ou seja, é um terreno que oferece condições favoráveis para a instalação de um aterro sanitário. Além disso, os solos de alteração presentes na área mostram uma composição predominantemente silto-argilosa, produto da decomposição dos micaxistos e dos filitos, fazendo com que a suscetibilidade em relação à contaminação possa ser considerada baixa, devido a menor permeabilidade pelo próprio processo de filtragem natural do solo.

A estratigrafia mostra que há uma camada de solo com cerca de trinta metros de espessura. A análise geotécnica apresenta rochas de estruturas orientadas bem compactadas. No entanto, é importante considerar que esses fatores são relativos, pois se o aterro apresentar problemas na sua qualidade ambiental, acarretará processos que comprometerão o custo operacional (eficiência do aterro) e a sua vida útil, gerando impactos no meio ambiente local (a questão da sustentabilidade).

## 2.2 – UNIDADES BÁSICAS E OPERAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO

Aterros Sanitários contam com unidades operacionais e de apoio. Entre as operacionais, destacam-se as células de Lixo Domiciliar, de Lixo Hospitalar (caso o município não disponha de processo mais efetivo para dar destino final a este tipo de lixo), a impermeabilização do fundo (obrigatória) e superior (opcional), o sistema de coleta e tratamento dos líquidos percolados (chorume), o sistema de coleta e queima (ou beneficiamento) do biogás, o sistema de drenagem e afastamento das águas pluviais, o sistema de monitoramento ambiental, topográfico e geotécnico e o pátio de estocagem de materiais.

Além disso, os Aterros contam com as unidades de apoio, ou seja, cerca e barreira vegetal, estradas de acesso e serviço, balança rodoviária e sistema de controle de resíduos, guarita de entrada e prédio administrativo, incluindo oficina e borracharia.

A operação de um aterro deve ser precedida por um processo de seleção de áreas, pelo licenciamento, pelo projeto executivo e pela implantação.

A estratégia a ser adotada para a seleção da área de implantação consiste nos seguintes aspectos:

- Seleção Preliminar das áreas disponíveis no município (estimando preliminarmente a área do aterro, delimitando os perímetros rurais, industriais e as unidades de Conservação, além da regularidade da documentação das áreas levantadas);

- Critérios de Seleção, levando em conta os aspectos técnicos, como uso do solo, proximidade de cursos d'água, de núcleos residenciais, de aeroportos, distância do aquífero, entre outros;
- Aspectos econômico-financeiros, como o custo do terreno e os investimentos na infra-estrutura e manutenção;
- Aspectos político-sociais, analisando a distância aos núcleos de baixa renda e se a implantação do aterro possa causar problemas com a comunidade local;
- Análise crítica das áreas selecionadas frente aos critérios estabelecidos, selecionando aquela que atenda à maior parte das restrições através de seus atributos naturais.

Quanto ao Licenciamento, os Aterros Sanitários necessitam de Pedido de Licença Prévia (LP), Instrução Técnica (IT), EIA/RIMA, análise e aprovação do EIA, audiência pública, projeto executivo, Licença de Instalação (LI) e a concessão dessa Licença, para, a partir disso, implantar-se o Aterro Sanitário junto com a Licença de Operação (LO) e o Cronograma do Licenciamento.

A figura 9 apresenta as unidades básicas e a operação do Aterro Sanitário de Guarulhos, localizando os principais pontos de monitoramento e as células de disposição de resíduos:

# Aterro Sanitário de Guarulhos

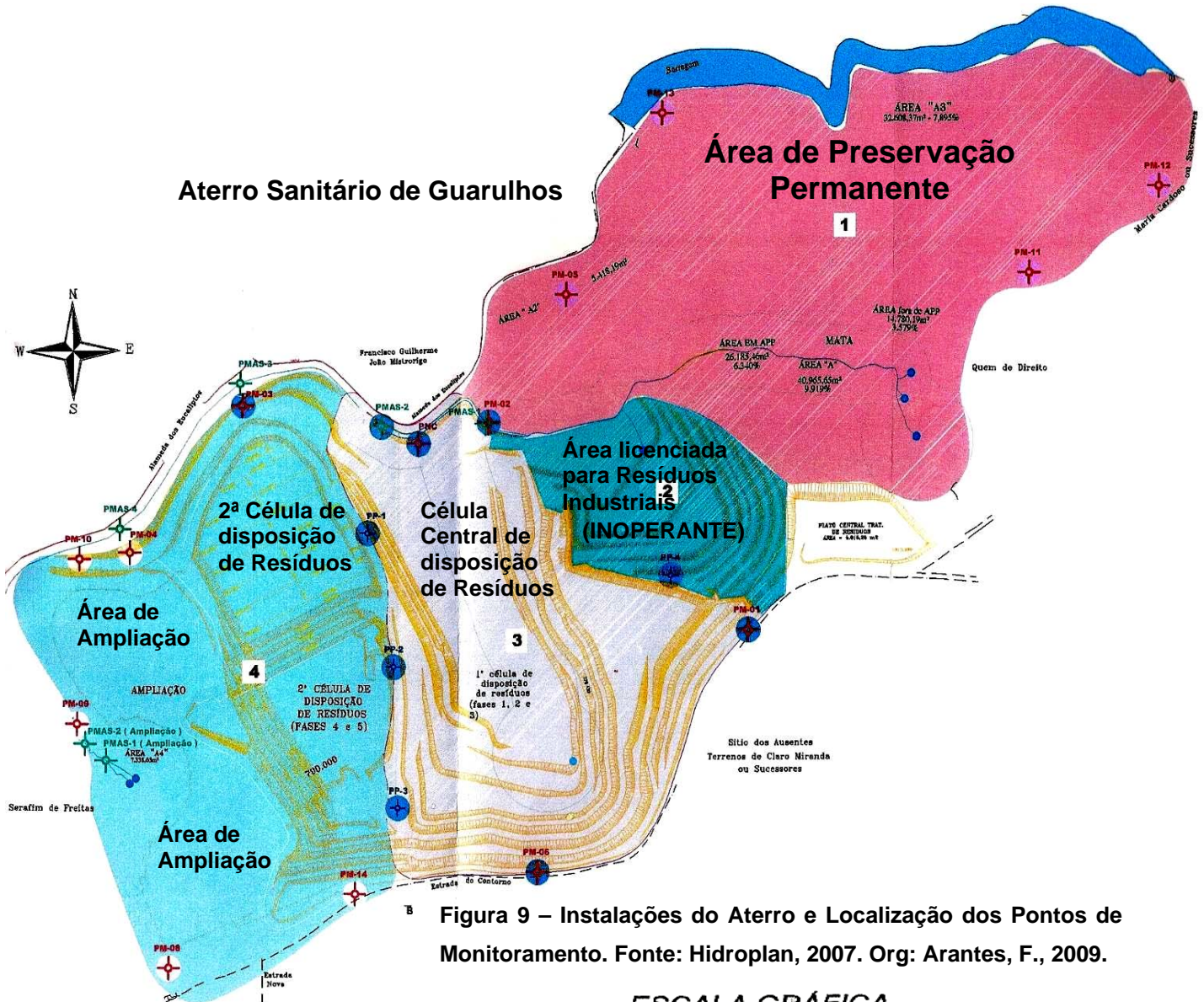
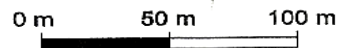


Figura 9 – Instalações do Aterro e Localização dos Pontos de Monitoramento. Fonte: Hidroplan, 2007. Org: Arantes, F., 2009.

## ESCALA GRÁFICA



### Legenda:



POÇO DE MONITORAMENTO



POÇO PROVISÓRIO



PONTO DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUPERFICIAL



PNC = POÇO NASCENTE CANALIZADA



MONITORAMENTO TRIMESTRAL

- 1** ÁREA REMANESCENTE (REFLORESTAMENTO/PRESERVAÇÃO, RESERVA DE TERRA)
- 2** ÁREA LICENCIADA PARA RESÍDUOS INDUSTRIAIS (A SER IMPLANTADA - INOPERANTE)
- 3** ÁREA LICENCIADA PARA RESÍDUOS DOMICILIARES (EM OPERAÇÃO)
- 4** ÁREA LICENCIADA PARA RESÍDUOS DOMICILIARES (A SER IMPLANTADA - INOPERANTE)

No caso do Aterro Sanitário de Guarulhos, alguns pontos positivos e negativos são encontrados em relação à operação e às unidades básicas. Quanto aos positivos, o aterro apresenta células de disposição de lixo domiciliar e, nelas, há a impermeabilização da parte superior e do fundo, o sistema de coleta e tratamento dos líquidos percolados, o sistema de coleta e queima do biogás, o sistema de drenagem das águas pluviais e o sistema de monitoramento das águas superficiais e subterrâneas.

Além disso, apresenta, também, algumas unidades de apoio, como estradas de acesso e serviço, guarita de entrada e prédio administrativo. A estratégia adotada pelos administradores do Aterro Sanitário consistiu em aspectos técnicos importantes para a sua construção, como a seleção preliminar da área, o uso do solo, o custo do terreno e os aspectos político-sociais e econômico-financeiros.

O Aterro Sanitário de Guarulhos foi construído devido o município ainda não dispor, até o ano 2000, de um tratamento eficaz dos resíduos sólidos domiciliares gerados. Segundo o projeto de construção do Aterro Sanitário de Guarulhos, apresentado pela empresa Quitaúna, responsável pela sua administração, constavam como componentes do Sistema de Disposição dos Resíduos Sólidos, respectivamente:

- o Aterro Sanitário;
- o Aterro Industrial (para resíduos das Classes II-A-Não-Inertes e II-B-Inertes);
- a Unidade de Tratamento de Líquidos Percolados;
- as Unidades de Apoio Operacional (Oficinas, Portarias, Balanças, Administração, Laboratório);
- Área para a implantação de uma Central de Triagem e Reciclagem de Resíduos.

Em relação às unidades operacionais, o Aterro Sanitário de Guarulhos não possui células de disposição de lixo hospitalar. No caso de lixo industrial, existe uma área reservada, mas que não recebe nenhum resíduo industrial, sendo que há a previsão de que essa célula seja utilizada para disposição de resíduo domiciliar.

Quanto ao sistema de tratamento dos líquidos percolados, eles são apenas coletados e levados aos tanques de armazenamento, não recebendo nenhum tipo de tratamento. No final de cada mês a Sabesp recolhe esse material e a administração do aterro paga esse recolhimento, sendo depois ressarcido pela secretaria de Obras Públicas do município de Guarulhos.

No caso do biogás, este é apenas coletado e queimado, sem que haja o beneficiamento desse material, como, por exemplo, utilizá-lo como matéria-prima para a geração de energia elétrica. Além dos itens citados, o pátio para estocagem de materiais é muito pequeno e não há, dentro do aterro, balança rodoviária, oficina, borracharia, laboratório e centros de triagem e reciclagem de resíduos.

Há outros fatos negativos importantes a se destacar: a estratégia adotada para a seleção da área de implantação não considerou o fato de estar muito próxima de cursos d'água (caso do rio Cabuçu e seus afluentes) e núcleos residenciais (alguns estão a menos de duzentos metros de distância) e das unidades de Conservação (Parque Estadual da Cantareira). Além disso, o terreno está próximo das APRMs (Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais).

O município de Guarulhos apresenta 30% do seu território inserido na Lei de Proteção aos Mananciais. Em 1997 foi promulgada a Lei Estadual 9.866/97 de proteção dos mananciais no Estado de São Paulo. Refletindo a necessidade de se estabelecer parâmetros com o fim de preservar ou tentar preservar o que restara dos mananciais paulistas, a Lei trata da proteção e recuperação de condições ambientais específicas com o intuito de garantir a produção de água necessária para o abastecimento e consumo das gerações atuais e futuras.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> *Lei Estadual 9.866/97 – Lei de Proteção aos Mananciais. Fonte: Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SP, 2004.*



A lei, no entanto, é falha, pois não cria, efetivamente, as Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRMs). Uma questão importante referente às APRMs é a delimitação de áreas de intervenção, como estabelecer áreas restritas à ocupação (preservação permanente, de interesse para a proteção dos mananciais e para a preservação, conservação e recuperação dos recursos naturais), áreas de ocupação dirigida (consolidação ou implantação de usos rurais e urbanos) e áreas de recuperação ambiental (quantidade e qualidade dos mananciais de abastecimento público).

Ainda de acordo com a Lei 9.866, o Capítulo III define instrumentos de planejamento e gestão para serem aplicados nas APRMs, com o intuito de facilitar a interação e intervenção nos fatores sociais, ambientais, políticos e econômicos da região que as compõem. Entre eles, destacam-se:

I – áreas de intervenção e respectivas diretrizes e normas ambientais e urbanísticas de interesse regional;

II – normas para implantação de infra-estrutura sanitária;

III – mecanismos de compensação financeira aos Municípios;

IV – Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental;

V – controle das atividades potencialmente degradadoras do meio ambiente, capazes de afetar os mananciais;

VI – Sistema Gerencial de Informações;

VII – imposição de penalidades por infrações às disposições desta lei e das leis específicas de cada APRM.

Por fim, são definidas as penalidades para os infratores que desrespeitarem a legislação relativa à APRM que, dentre outras coisas, definirá as atividades possíveis na área de preservação e recuperação de mananciais, inclusive àquelas referentes ao saneamento e lançamento de efluentes industriais ou não.

Portanto, um empreendimento do porte de um Aterro Sanitário tem que seguir critérios técnicos e orientar-se pela legislação em vigor, para que não se comprometa a qualidade ambiental da região.

É importante colocar esse fato, pois, apesar de não estar inserida dentro da Lei 9.866, a área do Aterro de Guarulhos faz parte do entorno dos mananciais da Cantareira.

A partir da Lei 9.866 e do potencial de impacto ambiental que alguns empreendimentos podem causar (caso de um Aterro Sanitário se não for operado conforme estabelecem as normas técnicas), alguns condicionantes e as restrições foram criadas para a construção de um Aterro.

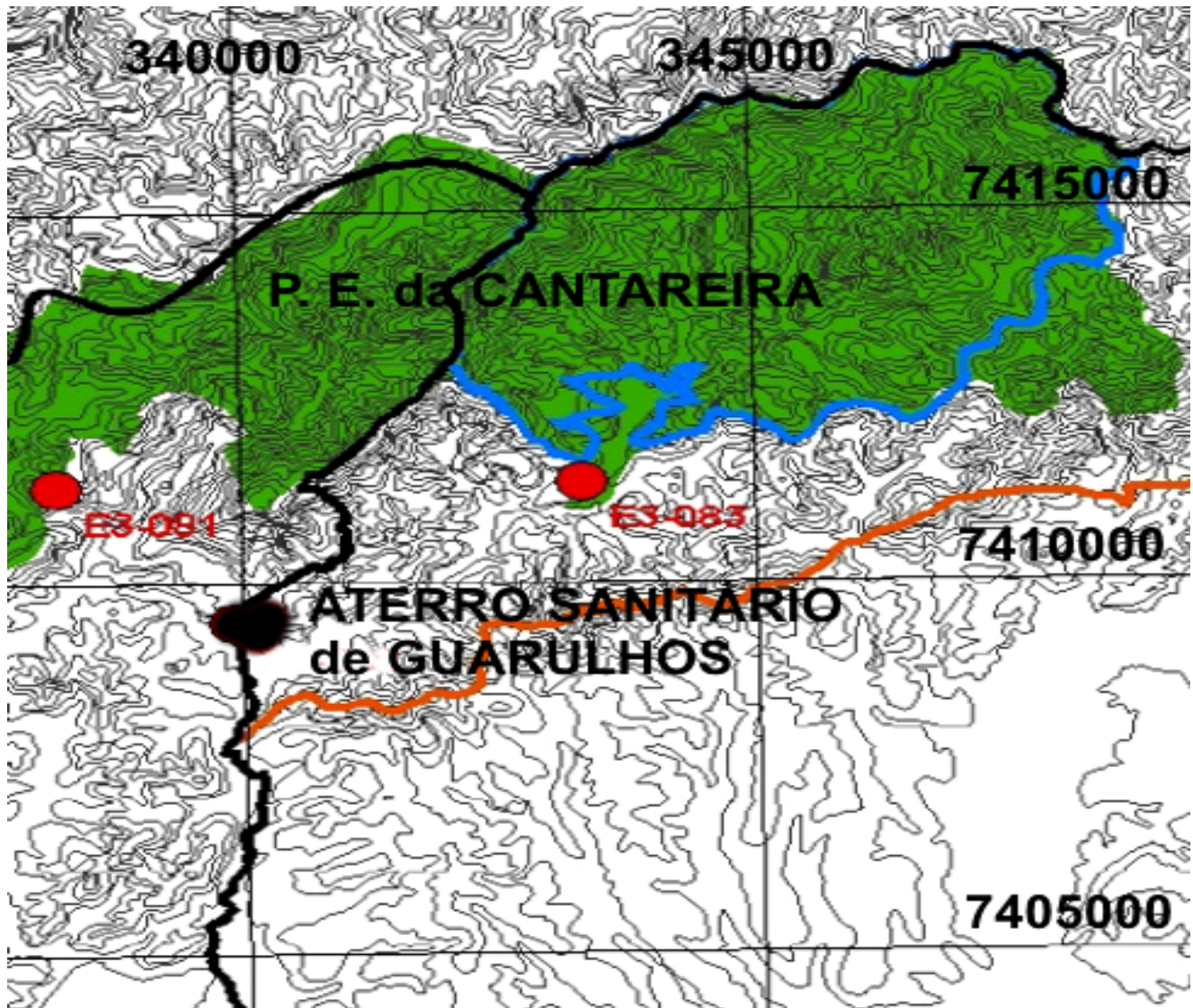
Entre eles, é importante citar as normas da ABNT/NBR 13.896/97, mostradas na Tabela 4:

**Tabela 4 – Critérios Técnicos e Legislação em Vigor**

<b>Uso do solo</b>	Áreas têm que se localizar em região onde o uso do solo seja rural ou industrial e fora de Unidade de Conservação Ambiental.
<b>Proximidades a cursos d'água relevante</b>	Áreas não podem se situar a menos de 200 metros rios, lagos, lagoas e oceano. Também não poderão estar a menos de 50 metros de qualquer corpo d'água, inclusive valas de drenagem que pertençam ao sistema de drenagem municipal e estadual.
<b>Proximidades a núcleos residências urbanos</b>	As áreas não devem se situar a menos de mil metros de núcleos residenciais urbanos que abriguem 200 ou mais habitantes.
<b>Proximidade a aeroportos</b>	As áreas não podem se situar próximas a aeroportos, respeitando a legislação.
<b>Distância do aquífero freático</b>	Distâncias mínimas: Impermeabilização inferior através de manta plástica sintética, a distância do aquífero à manta não poderá ser inferior a 1,5 metros. Impermeabilização inferior através de camada de argila, à distância do aquífero à camada e não poderá ser inferior a 2,5 metros.
<b>Vida útil mínima</b>	Novas áreas no aterro sanitário terão que ter, no mínimo, cinco anos de vida útil.
<b>Permeabilidade do solo natural</b>	O solo do terreno selecionado terá que ter certa impermeabilidade natural, reduzindo as possibilidades de contaminação do aquífero. As áreas devem ter características argilosas e jamais deverão ser arenosas.
<b>Extensão da bacia de drenagem</b>	A bacia de drenagem das águas pluviais deve ser pequena, de modo a evitar o ingresso de grandes volumes de água de chuva na área do aterro.
<b>Facilidade de acesso a veículos pesados e Disponibilidade de material de cobertura</b>	O acesso ao terreno deve ter pavimentação de boa qualidade, sem rampas íngremes e sem curvas acentuadas. Terreno deve possuir ou se situar próximo a jazidas de material de cobertura, de modo a assegurar a cobertura do lixo a baixo custo.

Fonte: ABNT/NBR 13.896/97. Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

Apesar da proximidade dos mananciais, o Aterro Sanitário de Guarulhos foi aprovado, através de Licenciamento de Instalação (LI) e de Operação (LO). Localiza-se no bairro do Cabuçu, na divisa com o bairro do Tremembé, na capital, muito próximo dos limites do Parque Estadual da Cantareira, conforme mostra a figura 10:



*Escala Aproximada 1:2.000*





-  Parque Estadual da Cantareira (PEC)
-  Bacia do Cabuçu (23,8 Km<sup>2</sup>)
-  Pontos de Monitoramento
-  Limite da Zona de Defesa do PEC

Figura 10 – Região do Aterro Sanitário e o Parque Estadual da Cantareira.  
Fonte: UNG–UNICAMP– IPT. Org: Arantes, F., 2009.

Segundo o EIA-RIMA, foram adotados alguns procedimentos no desenvolvimento da análise dos impactos ambientais. Seriam realizadas medidas mitigadoras que visavam minimizar os impactos na área de influência do empreendimento. No entanto, a empresa que administra o aterro só realiza estudos de qualidade ambiental das águas (superficiais e subterrâneas dentro do Aterro Sanitário). Outro fato preocupante é a quantidade de casas próximas ao aterro sanitário e aos mananciais da Cantareira. De acordo com a Tabela 4 (página 75), um dos critérios técnicos é, justamente, a proximidade a núcleos residenciais urbanos. Ou seja, um Aterro Sanitário não deve situar-se a menos de mil metros de núcleos residenciais que abriguem duzentos ou mais habitantes. No entanto, a foto 1 mostra uma área residencial muito próxima ao Aterro Sanitário e, conseqüentemente, ao Parque Estadual da Cantareira (visualizada ao fundo). Nessa região houve loteamento do terreno e, posteriormente, a construção de diversas casas, constituindo-se num núcleo urbano:



**Foto 1 – Núcleo Urbano Residencial na área de influência do Aterro Sanitário de Guarulhos (ao fundo os limites do P.E da Cantareira). Fonte: Arantes, F., 2003.**

Para uma operação eficaz de um aterro sanitário, este requer estar de acordo com as normas técnicas. Mas, no caso do Aterro de Guarulhos, o risco potencial de contaminação ambiental é maior, pois a área encontra-se no entorno de Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRMs) e, também, de Áreas de Proteção Integral (caso do Parque Estadual da Cantareira).

Porém, o principal critério usado para a construção do empreendimento e operação do Aterro foi o político-social, visto que um município do porte de Guarulhos não poderia dispor inadequadamente os resíduos sólidos domiciliares.

Ou seja, lixões e aterros controlados não fazem parte de uma eficaz disposição do lixo urbano, prejudicando, assim, a avaliação política da administração pública local.

É importante colocar que a Cantareira é um patrimônio natural (faz parte da Reserva do Cinturão Verde da Região Metropolitana de São Paulo) e, a partir disso, muitos benefícios são gerados para a população.

Entre alguns deles podemos citar a estabilização climática, o suprimento de água e proteção dos mananciais, a biodiversidade e a proteção contra a erosão dos solos, assoreamentos e inundações, além de ser uma Reserva de Patrimônio Cultural e um potencial de novas descobertas científicas.

A partir disso, portanto, a Cantareira tem que ser preservada, evitando ao máximo construir empreendimentos que possam perturbar o domínio do morfo-clima local.

A foto 2 mostra os resíduos sendo dispostos na área do Aterro e ao fundo a Serra da Cantareira, próxima dos limites do Parque Estadual:



**Foto 2 – Ao fundo a Serra da Cantareira, próxima do Parque Estadual.**

**Fonte: Arantes, F., 2008.**

Mais da metade do abastecimento de água na Região Metropolitana de São Paulo vem do Sistema Cantareira. Este fato, portanto, demonstra a importância de preservação de áreas de mananciais e de entorno delas, pois, qualquer empreendimento próximo a esse sistema é um risco potencial de contaminação. Além disso, projetos que visam recuperação de áreas degradadas são muito custosos e requerem políticas e planejamentos que demandam muito tempo, tornando-os, por inúmeras vezes, obsoletos e ultrapassados.

## **2.3 – OPERAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO DE GUARULHOS**

### **2.3.1 – Índice de Qualidade do Aterro Sanitário de Guarulhos**

Segundo o Artigo 4º do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares (Cetesb, 2007), os 645 municípios que compõem o Estado de São Paulo são avaliados em relação à disposição dos resíduos gerados e as informações são processadas a partir da aplicação de um questionário padronizado, subdividido em três partes relativas às características locais, estruturais e operacionais.

Basicamente ele prevê que “as condições de destinação final serão consideradas inadequadas, controladas ou adequadas, em conformidade com o IQR (Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos)”.

Essas condições variam de zero a dez e consideram quarenta e uma variáveis, que abarcam a localização do empreendimento, a infra-estrutura da região e as condições de operação. A classificação segue a seguinte pontuação:

- 0,0 a 6,0 – Inadequadas;
- 6,1 a 8,0 – Controladas;
- Acima de 8,1 – Adequadas.



O Quadro 3 mostra os valores deste índice, conforme estipulado pela Cetesb (2007):

**Quadro 3 – Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos**

<i>IQR</i>	<i>ENQUADRAMENTO</i>
0,0 a 6,0	Condições Inadequadas (I)
6,1 a 8,0	Condições Controladas (C)
8,1 a 10,0	Condições Adequadas (A)

Fonte: Cetesb, 2007.

Até o ano 2000, o município não dispunha de sistemas de tratamento dos resíduos sólidos domiciliares, dispondo em um Lixão a Céu Aberto até o ano de 1997. Entre 1998 e o ano 2000, esta mesma área, no bairro do Cabuçu (que é o limite de Guarulhos com o bairro do Tremembé, na zona Norte de São Paulo), passa por um processo de terraplanagem, transformando-se em um Aterro Controlado. Neste ponto, o lixo urbano passa a ser coberto por uma camada de argila e um trator, posteriormente, compacta esse material disposto no terreno. No entanto, este tipo de técnica de disposição (aterro controlado), não representa um tratamento eficaz quanto à qualidade ambiental, pois os resíduos e os elementos gerados (como o metano e o chorume) não são armazenados e/ou tratados corretamente.

A partir de 2001, com a implantação e operação do Aterro Sanitário, o município passa a dispor os resíduos sólidos domiciliares em condições adequadas, de acordo com as normas técnicas estabelecidas pela Cetesb (quadro 3).

De acordo com a análise feita no item sobre as unidades básicas do Aterro Sanitário de Guarulhos (página 68), os administradores reservaram uma área para a disposição de resíduos industriais. No entanto, ela está inoperante e nos anos posteriores pretende-se usá-la para a disposição de resíduos sólidos domiciliares, visto que a célula central já está com sua vida útil se encerrando e uma nova célula de ampliação passa por processo de terraplanagem.

Ou seja, o projeto (que está no planejamento da administração) para a construção de um aterro de resíduos industriais acaba não tendo esse fim, pois, a necessidade de se realizar a coleta do lixo e mostrar uma maior eficiência da limpeza pública são fatos que fazem com que a prefeitura pressione a empresa a se preocupar, prioritariamente, com os resíduos que causam maiores impactos visuais.

Isso faz com que áreas maiores para a disposição dos resíduos sólidos domiciliares sejam necessárias e, conseqüentemente, aumente a quantidade de lixo doméstico tratado no município.

Este fato é preocupante, pois há todo um cálculo estatístico levando em conta o total de resíduos a serem dispostos, além de cálculos de engenharia referentes à estrutura do empreendimento para receber argila, máquinas, tratores, caminhões e, claro, o próprio lixo urbano.

A análise deste cálculo e o aumento da quantidade de carga de lixo urbano são fatores essenciais para a gestão do aterro.

Na questão da eficiência, o custo operacional aumenta, pois a carga total da massa de resíduos é maior que o calculado.

Em relação à sustentabilidade, compromete-se a vida útil do aterro, pois os cálculos refletem o tempo de vida que durará referente à quantidade de lixo disposto. Neste ponto é importante explicar que as próprias unidades de apoio tornam-se fragilizadas, como é o caso da impermeabilização do fundo das células de disposição, podendo ocasionar, inclusive, fissuras, acarretando impacto ambiental nas águas e no solo.

No entanto, a abertura de novas células de disposição de resíduos acaba dando a impressão de que a limpeza pública urbana está sendo realizada de modo eficaz e que o tratamento dos resíduos sólidos domiciliares segue todas as normas estabelecidas pelo órgão ambiental fiscalizador.

É importante colocar que, segundo o IQR (Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos, Cetesb, 2007), o município de Guarulhos teve um índice de 9,8 (nove vírgula oito), em 2007.<sup>18</sup>

Este vertiginoso crescimento mostrou que houve melhora quanto à disposição dos resíduos sólidos domiciliares no município de Guarulhos.

Porém, essa melhora no índice de qualidade levou em consideração o fator disposição dos resíduos em aterro sanitário e suas unidades operacionais (impermeabilização do fundo do terreno, sistemas de drenagens de líquidos percolados, entre outros), mas não considerou outros fatores, como a execução do planejamento da construção e suas unidades de apoio (balanças, laboratório, entre outros), além da análise do custo operacional (eficiência) e da avaliação dos impactos ambientais (sustentabilidade).

Na foto 3, observa-se a disposição do lixo urbano, sendo que um trator passa por cima dessa massa para compactá-lo. Posteriormente, um caminhão despejará uma quantidade de argila e, novamente, este trator passará por cima para deixar o terreno plano:

---

<sup>18</sup> *Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares, versão 2007. Fonte: Cetesb, 2008.*



**Foto 3 – Disposição dos Resíduos Sólidos Domiciliares no Aterro Sanitário.**  
**Fonte: Arantes, F., 2008.**

Na foto 3 observa-se, também, as mantas de polietileno (ao fundo da imagem). Elas servem de proteção para o solo e para as águas superficiais e subterrâneas em relação à umidade natural dos resíduos, à água de constituição dos vários materiais que sobram durante a decomposição e, também, aos líquidos provenientes da dissolução da matéria orgânica pelas enzimas expelidas pelas bactérias (chorume). Um outro ponto importante a ser colocado é que, apesar de o aterro ter conseguido uma pontuação alta quanto à qualidade da disposição (perante o IQR-Cetesb, 2007), inúmeros pontos negativos quanto à eficiência e à sustentabilidade foram analisados, comprometendo, respectivamente, o custo operacional e a vida útil das células de disposição, acarretando impactos no meio ambiente local.

### **2.3.2 – A análise da Eficiência e da Sustentabilidade na Gestão do Aterro Sanitário de Guarulhos**

O resíduo sólido domiciliar gerado em Guarulhos e que é levado ao Aterro Sanitário é disposto diretamente na área reservada, sem que passe por qualquer tipo de triagem e de seleção (há poucas Usinas de Reciclagem no município e, todas, são da iniciativa privada. Além disso, o total de materiais coletados nestas usinas contribui com uma pequena parcela do total de resíduo que o município gera).

A foto 4 mostra uma garrafa PET no solo do aterro, deixando claro que as políticas de reciclagem e/ou reutilização de materiais são incipientes no município:



**Foto 4 – Garrafa PET disposta no Aterro Sanitário. Fonte: Arantes, F., 2008.**

A garrafa PET, mostrada na foto 4, é apenas uma ilustração dos mais variados tipos de resíduos encontrados no Aterro de Guarulhos. Esses resíduos deveriam passar por triagens e serem levados para usinas de reciclagem. Um município que conta com quase um milhão e trezentos mil habitantes (IBGE, 2006) tem que ter políticas públicas que visem a reutilização e a reciclagem dos materiais gerados e consumidos pela sociedade. Dependendo da limpeza urbana e apenas da disposição dos resíduos sólidos domiciliares não diminuirá, absolutamente, o problema social e ambiental.

O fato de a administração do aterro não apresentar centros de triagem e funcionários para realizar a separação do material do lixo urbano representa um ponto importante a ser colocado: os administradores não se comprometem com a carga tributária e com os benefícios da lei para com os funcionários (salários, previdência, fundo de garantia, entre outros), caso tivessem essas unidades de apoio. Levando em consideração este levantamento, a carga tributária em relação ao custo operacional com funcionários mantém-se conforme o planejamento inicial, não acarretando maiores custos.

Apesar disso, este fato tem muita relação com a questão da eficiência do aterro, pois a não separação do material presente na carga de resíduos acaba aumentando o volume a ser disposto na célula, visto que o município apresenta uma elevação da geração per capita de lixo urbano ao longo dos anos.

Além disso, na questão da sustentabilidade, não se separando os materiais do lixo, pode-se haver, nele, elementos que acarretam inúmeros impactos no meio ambiente (por exemplo, materiais cortantes que possam prejudicar as mantas de impermeabilização das células de disposição).

O fato é mais grave, ainda, pois, mesmo com cálculos baseados na capacidade volumétrica da massa do lixo e da carga do terreno, esses materiais ajudam na diminuição da vida útil do aterro, visto que haverá a necessidade de colocar mais argila na camada do lixo urbano.

Na área do Aterro Sanitário também há um Centro de Atividades ligadas à Educação Ambiental, conforme mostra a foto 5:



**Foto 5 – Sala de Educação Ambiental dentro do Aterro Sanitário. Fonte: Arantes, F., 2008.**

O Centro de Atividades é uma parceria entre a empresa Quitaúna, responsável pela administração e operação do Aterro Sanitário, e a Prefeitura Municipal de Guarulhos. No entanto, essa sala permanece praticamente fechada, sem uma utilização concreta para formulação de políticas de separação e reutilização dos resíduos sólidos domiciliares. Também não há políticas efetivas de Educação Ambiental aos trabalhadores do Aterro ou da população do entorno.

Esta questão não tem relação direta com os parâmetros da pesquisa, no entanto, tem importância na própria operação do aterro. O fator mais relevante é que o serviço de disposição e tratamento dos resíduos sólidos domiciliares em Guarulhos está a cargo da empresa Quitaúna, que se comprometeu no planejamento e no EIA-RIMA que haveria investimentos em projetos de separação e reciclagem dos materiais do lixo urbano municipal, além da questão da educação ambiental (na foto 5 observa-se que há o prédio e a placa de identificação, porém, quase sem uso).

### **2.3.2.1 – O cálculo de vida útil do Aterro Sanitário de Guarulhos**

Para analisar a questão da Sustentabilidade do Aterro Sanitário levou-se em consideração, inicialmente, os cálculos para se obter a sua Vida Útil. A partir disto, a avaliação dos impactos ambientais torna-se mais eficaz, pois há um estudo científico.

Para estes cálculos, foram utilizados parâmetros como capacidade volumétrica do Aterro, peso específico do lixo compactado e geração média anual de resíduos. A partir disso, obtém-se o espaço de tempo para que o terreno receba os resíduos sólidos domiciliares a serem dispostos no Aterro Sanitário. Portanto, no caso do Aterro Sanitário Quitaúna, em Guarulhos, chegou-se ao seguinte cálculo:

<b>Capacidade volumétrica total do aterro sanitário = <math>3.147.522 \text{ m}^3</math></b>
<b>Peso específico do lixo compactado no aterro = <math>0,90 \text{ ton/ m}^3</math></b>
<b>Geração média anual do Município de Guarulhos (considerando a geração no ano 2000) = <math>280.126,20 \text{ ton/ano}</math></b>
<b>Vida útil = <math>3.147.522 \times 0,90 / 280.126,20 = 10,112 \text{ anos}</math></b>

Fonte: Empresa Quitaúna, 2001.



Este cálculo é de grande importância para os parâmetros estabelecidos. A partir dele, podemos traçar os elementos básicos que sustentam o objetivo desta pesquisa. O cálculo apresenta a capacidade de disposição de resíduos (capacidade volumétrica), que irá informar sobre a carga máxima que poderá ser disposta na área separada para depositar os resíduos. Além disso, há o peso específico do lixo, quando os tratores passam por cima e despejam a camada de argila (grau de compactação). Estes dois dados, aliados com a geração anual de resíduos sólidos domiciliares, acarretarão no cálculo de Vida Útil do Aterro.

O importante a ser colocado é que esse cálculo foi realizado no ano de 2000, com dados de geração anual em torno de 280 mil toneladas.

No Aterro Sanitário de Guarulhos, a célula central de disposição dos resíduos (vide figura 9, página 70) está no final de sua vida útil. No entanto, conforme explicado no item Operação do Aterro (página 80), uma nova área de ampliação está sendo aberta em 2009 (e, posteriormente, planeja-se o uso da área reservada para resíduos industriais como ampliação de células de disposição). De acordo com os dados de Peso e Volume de lixo dispostos no mês de maio de 2008, os cálculos iniciais do empreendimento ficaram ultrapassados, conforme mostra o Quadro 4:

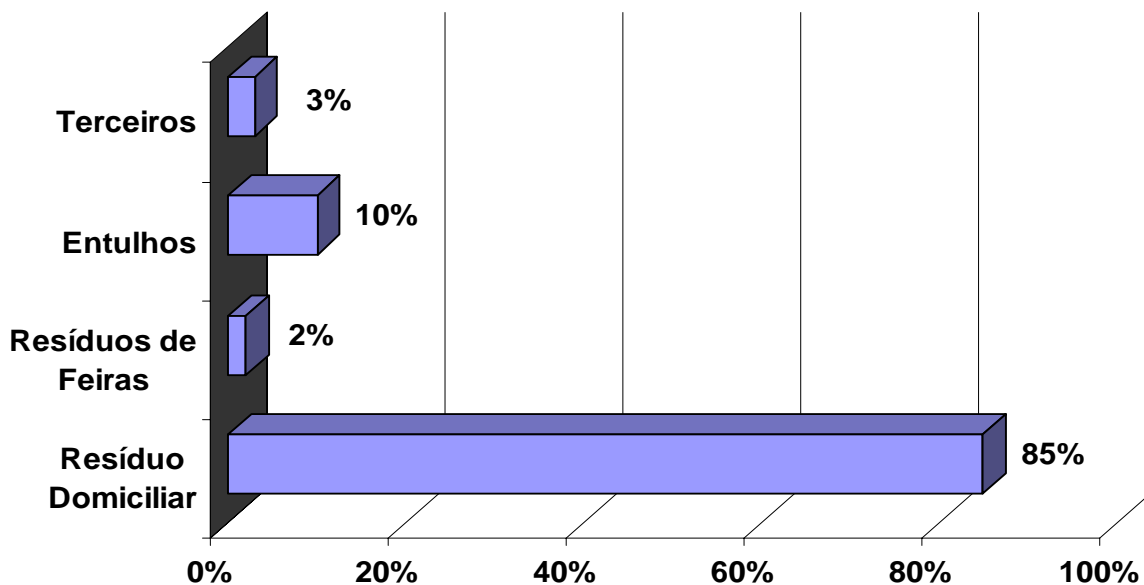
**Quadro 4 – Peso e Volume de Lixo Urbano no mês de Maio de 2008**

<b>Total em Peso de Lixo recebido no mês</b>	<b>Volume de Lixo (densidade utilizada de 900 Kg/ m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volume de Lixo para cada m<sup>3</sup> de terra compactada</b>
26.868.375 Kg	29.854 m <sup>3</sup>	6,12 m <sup>3</sup>

Fonte: Empresa Quitaúna, 2008.

Através dos dados do Quadro 4, percebe-se que a quantidade anual de resíduos dispostos na célula central chegou, em 2008, próxima de 340 mil toneladas/ano. São oito anos em que essa célula recebe os resíduos e uma nova de ampliação está sendo aberta (passa por terraplanagem, desde o segundo semestre de 2008). Em uma análise da inter-relação entre as variáveis, a sustentabilidade e a eficiência foram comprometidas, pois, na primeira, o aumento da quantidade de lixo levado ao aterro e, conseqüentemente, a maior carga de massa e volume de lixo urbano (e também de material de cobertura – terra), gerou diferenças em relação ao cálculo de vida útil da célula central, visto que esta tinha um planejamento de dez anos de uso. Na prática, a vida útil da célula central foi menor do que os cálculos realizados. Quanto à eficiência, a elevação do volume total de resíduos dispostos a cada ano resultou na incapacidade da célula de receber mais lixo, ou seja, chegou-se ao limite da capacidade de carga. Por se tratar de um Aterro para resíduos sólidos domiciliares, é importante analisar os materiais dispostos e se eles têm potencial para gerar impactos no meio ambiente. O gráfico 7 apresenta as características de origem dos resíduos:

**Gráfico 7 – Origem dos Resíduos dispostos no Aterro – Maio de 2008.**



Fonte: Empresa Quitaúna, 2008.

De acordo com o gráfico 7, a origem dos resíduos dispostos no Aterro Sanitário enquadra-se nas Classes II-A e II-B (segundo a classificação nas páginas 27 e 28). Estes materiais podem causar combustibilidade, biodegradabilidade e solubilidade, mas não são considerados resíduos Classe I – Perigosos. Além disso, parte desses materiais não oferece riscos à saúde e ao meio ambiente, devido suas características intrínsecas, classificados como materiais inertes, pertencentes à Classe II-B.

No entanto, segundo, ainda, o gráfico 7, 3% da origem dos resíduos são compostos por materiais denominados “Terceiros”. A hipótese analisada neste gráfico é a de que, nestes 3% (Terceiros), tenham elementos impactantes ao meio ambiente. A premissa básica está no fato de não haver separação dos materiais contidos no lixo urbano (e, neles, podem conter elementos que apresentam inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade), conforme mostram as fotos 6 e 7:



**Foto 6 – Caminhão disposto os Resíduos Sólidos Domiciliares no Aterro Sanitário.**  
Fonte: Arantes, F., 2008.



**Foto 7 – Trator compactando o volume do lixo. Fonte: Arantes, F., 2008.**

Em relação à hipótese de que dentre os 3% (Terceiros) estejam elementos que apresentem toxicidade e patogenicidade, há a necessidade de uma análise apurada das águas superficial e subterrânea, realizada de acordo com os itens subsequentes desta pesquisa.

### ***2.3.2.2 – Análise das Unidades Operacionais***

Desde sua operação, em 2001, observou-se que a área do Aterro passou por uma enorme descaracterização da paisagem. A partir disso, também, há a possibilidade de se analisarem os possíveis impactos ambientais, ligados ao parâmetro *sustentabilidade*. Além disso, essa descaracterização da paisagem, apesar de ser inevitável, pois necessita-se construir o empreendimento, tem uma ligação direta com a outra variável ligada ao objetivo desta pesquisa, que é a

questão da *eficiência*, ou seja, a influência da retirada da cobertura vegetal e do material argiloso do terreno no custo operacional do aterro.

Na foto 8, observa-se a disposição dos resíduos sólidos domiciliares no terreno do aterro, com a presença de três funcionários da Quitaúna (e ao fundo da imagem a manta de polietileno):



**Foto 8 – Resíduos Sólidos Domiciliares no Aterro. Fonte: Arantes, F., 2008.**

Na foto 8 observa-se o lixo espalhado na célula central de disposição de resíduos. Estes resíduos foram compactados, recebendo, posteriormente, a camada de argila despejada dos caminhões. Uma análise geral dos problemas constatados na foto 8, mostra a falta de instrumentos de proteção aos funcionários, visto que não usam botas apropriadas, além das luvas e capas protetoras, conforme estipula a

ABNT quanto às normas técnicas de operação de um Aterro Sanitário (ABNT – NBR 10.004/ 2004). Além disso, como não há projetos públicos de separação dos resíduos sólidos domiciliares, pode-se encontrar algum tipo de material no lixo que possa trazer problemas de ordem patogênica aos trabalhadores, ainda mais quando estes não utilizam instrumentos de proteção apropriados.

Na operação de um aterro sanitário, um dos procedimentos básicos é o sistema de drenagem das águas pluviais, que tem a função de captar e promover o escoamento das águas da chuva que se precipitam, desviando-as da massa de resíduos, de forma a garantir as condições operacionais do mesmo e minimizar a percolação através do lixo. Visualizam-se, no Aterro Sanitário de Guarulhos, as canaletas de drenagem das águas precipitadas, conforme mostra a foto 9:



**Foto 9 – Sistemas de drenagem das águas pluviais e de queima dos gases produzidos.**  
Fonte: Arantes, F., 2003.

A foto 9 mostra o sistema de drenagem e queima dos gases produzidos. A decomposição biológica da matéria orgânica presente no maciço de resíduos sólidos acarreta a formação de gases, principalmente metano e gás carbônico, sendo que o primeiro é um gás combustível.

Dependendo das concentrações desse gás, poderão ser formados bolsões no interior do maciço de resíduos e, se houver mistura desses gases com oxigênio, em determinadas condições, ocorrerá combustão espontânea e, conseqüentemente, prejudicará a operação do Aterro Sanitário.

Assim, é necessário drenar esses gases e evitar a formação desses bolsões. No entanto, constata-se um fato importante: as chaminés apenas queimam os gases que são liberados, não tendo nenhum projeto que visa o reaproveitamento energético deles (é importante ressaltar, porém, que a queima desses gases polui menos do que se fossem apenas liberados na atmosfera).

Apesar de não ter relação direta com a eficiência do aterro, pois no custo operacional não se leva em conta o reaproveitamento dessa matéria gerada no processo de disposição dos resíduos (visto que não faz parte do planejamento dos administradores), o não beneficiamento desses gases para, por exemplo, servir de matéria-prima para a geração de energia elétrica, acarreta uma subutilização dos recursos.

No caso da sustentabilidade, apesar de haver a queima do biogás, parte desse material vai para a atmosfera, ajudando na poluição do ar (metano, dióxido de carbono, sulfatos, cloretos e hidrocarbonetos em geral), ajudando no processo de poluição atmosférica em áreas urbanas (formação de ilhas de calor, inversão térmica, chuvas ácidas, entre outros), afetando, diretamente, as estruturas arquitetônicas das cidades, as plantações de legumes e hortaliças nos municípios periféricos à capital (caso de Mogi das Cruzes) e, claro, a população residente. Neste ponto, apesar de não haver um monitoramento do ar na área de influência do aterro (tanto pelos administradores do aterro, quanto da Cetesb), podemos levantar a hipótese de que a sustentabilidade foi comprometida, partindo-se da premissa de que, mesmo com a queima, há elementos poluentes que afetam, diretamente, a qualidade do ar e do micro-clima local, gerando impacto ambiental.

A foto 10 mostra a queima dos gases gerados na disposição dos resíduos, estando em destaque a chaminé e a labareda nela:



**Foto 10 – Queima dos gases no terreno do aterro. Fonte: Arantes, F., 2008.**

Outra análise de vital importância para a gestão do aterro é o sistema de drenagens de águas superficiais. Quando a água da chuva precipita-se e cai diretamente sobre o maciço de resíduos, necessita ser captada por este sistema. Quando se soma à umidade natural do resíduo depositado, forma o chorume, um



líquido com alta carga de matéria orgânica e com grande potencial de degradação do meio ambiente.

Para evitar seu contato com as águas subterrâneas da área, tem que existir um sistema de impermeabilização da base do aterro. Esse sistema consta de camadas de argila e de mantas de polietileno, as geomembranas.

No Aterro Sanitário de Guarulhos as geomembranas possuem 2,5 milímetros de Polietileno de Alta Densidade (PEAD).

A foto 11 mostra a disposição dessas mantas:



**Foto 11 – Taludes cobertos com Geomembranas de Polietileno. Fonte: Arantes, F., 2008.**

As Geomembranas são mantas laminadas flexíveis de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e possuem características que asseguram alta resistência física e química, além de um alto grau de segurança de impermeabilidade. No entanto, nem todos os elementos presentes nos resíduos sólidos asseguram essa segurança. Presenças de materiais corrosivos e de acidez mais acentuada podem danificar a estrutura dessas geomembranas, podendo ocasionar vazamentos e contaminar o solo e, conseqüentemente, as águas subterrâneas.

No aterro de Guarulhos é importante explicar que o terreno apresenta litologia silto-argilosa (decomposição de micaxistos e filitos). Apesar de a suscetibilidade em relação à contaminação ser menor, pois a permeabilidade é relativamente baixa, se houver vazamento de chorume, o fluxo desse material poluente causará impactos nas águas subterrâneas, até porque o aquífero se encontra em uma profundidade de apenas nove metros da superfície do terreno (EIA-RIMA Aterro, Quitaúna, 2000). Portanto, este fato aumenta o risco de poluição de solo e das águas fora das áreas de monitoramento ambiental do aterro.

Para que haja a possibilidade de análise da sustentabilidade e da eficiência referentes à qualidade ambiental dos cursos líquidos, há a necessidade de obtenção dos dados das águas superficiais e subterrâneas. A empresa Quitaúna, responsável pela administração do aterro, contratou um laboratório especializado nestas análises. A empresa chama-se Hidroplan Hidrogeologia e Planejamento Ambiental LTDA.

A Hidroplan realizou, nos poços de monitoramento (que são quinze e estão dispersos por todo terreno do aterro), análises trimestrais, que deram um resultado analítico anual. Em algumas delas, percebe-se a presença de elementos acima e outros muito próximos dos padrões Conama, Ministério da Saúde, Cetesb e Ministério do Meio Ambiente.

Em relação às águas subterrâneas, as Tabelas 5 e 6 mostram as presenças de certos materiais ao longo das análises, sendo a Tabela 5 com laudos técnicos de 2001 e 2002 e a Tabela 6 com laudos técnicos de 2006.

**Tabela 5 – Resultados Analíticos das Águas Subterrâneas (2001 e 2002)**

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>Jun/2001 Laudo N° 78430</b>	<b>Dez/2002 Laudo N° 94054</b>	<b>Padrão *1 V.I</b>
<b>Alcalinidade Hidróxido</b>	mg/L	0	<1	0
<b>Aspecto</b>	-	Presença de Sólido em Suspensão	Presença de Sólido em Suspensão	Límpida
<b>Cádmio</b>	mg/L	Abaixo do Limite de Detecção	<0,01	0,01
<b>Chumbo</b>	mg/L	Abaixo do Limite de Detecção	0,17	0,05
<b>Coliformes Fecais</b>	NMP/100 ml	65	60	Ausentes
<b>Coliformes Totais</b>	NMP/100 ml	43	28	Ausentes
<b>Cromo Hexavalente</b>	mg/L	Abaixo do Limite de Detecção	<0,05	0,05
<b>Ferro Total</b>	mg/L	1,23	0,21	0,3
<b>Manganês Total</b>	mg/L	2,70	0,67	0,05
<b>Odor</b>	-	Inodora	Inodora	Inodora
<b>O<sub>2</sub> Consumido</b>	mg/L	0,1	0,2	3,5
<b>pH</b>	-	6,52	6,18	5 a 10
<b>Temperatura</b>	°C	-	24	-

*\*1 V.I – Valores de Intervenção para água subterrânea (Cetesb, 2005).*

**Fonte: Ambiental Laboratório e Equipamentos LTDA, Relatórios 2001 e 2002.**

**Tabela 6 – Resultados Analíticos das Águas Subterrâneas (2006)**

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>08/01/2006 Laudo 0700/06</b>	<b>18/01/2006 Laudo 0716/06</b>	<b>Padrão *1 V.I</b>
<b>Cádmio</b>	mg/L	0,004	0,002	0,005
<b>Chumbo</b>	mg/L	0,003	0,006	0,01
<b>Cianeto</b>	mg/L	0,015	0,01	0,07
<b>Mercúrio</b>	mg/L	0,0002	0,0003	0,001
<b>Coliformes Fecais</b>	UFC/100 ml	130	130	Não Regulamentado
<b>Coliformes Totais</b>	UFC/100 ml	400	800	Não Regulamentado
<b>DBO</b>	mg/L	4	9	Não Regulamentado
<b>DQO</b>	mg/L	37	58	Não Regulamentado
<b>Ferro Solúvel</b>	mg/L	0,12	12,7	0,3
<b>Manganês Total</b>	mg/L	0,25	4,75	0,1
<b>Saumonella sp</b>	-	Ausente	Ausente	Não Regulamentado
<b>Pseudomonas Aeruginosas</b>	-	Ausente	Ausente	Não Regulamentado

\*1 V.I – Valores de Intervenção para água subterrânea (Cetesb, 2005).

Fonte: Hidroplan Laboratório e Equipamentos LTDA, Relatórios 2006.

Os laudos técnicos de 2001, 2002 e 2006 avaliaram a hidrogeologia da área do Aterro Sanitário, enfocando a célula central de disposição de resíduos com relação à dinâmica do fluxo das águas subterrâneas e, conseqüentemente, de eventuais contaminações presentes no meio.

Os resultados analíticos foram comparados aos padrões de potabilidade da Portaria MS 518/04.<sup>19</sup>

Além dessa Portaria, os resultados também foram comparados ao “Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solo e Águas Subterrâneas” da Cetesb (2005).<sup>20</sup>

A análise das tabelas 5 e 6 mostrou que alguns elementos estavam muito próximos e, também, acima dos limites de detecção estabelecidos pela Portaria MS 518/04. Por exemplo, o laudo de 2002 mostrou que o metal chumbo apresentava 0,17mg/L, enquanto que o máximo tolerado pelo Ministério da Saúde é 0,05 mg/L.

O chumbo é metal pesado e a presença dele acima do padrão acarreta desvirtuamento da qualidade ambiental da água (neste caso, das águas subterrâneas). Este fato comprometeu a questão da sustentabilidade do aterro. Além do chumbo, há outros metais pesados que estavam acima do padrão, como ferro total e o manganês.

---

<sup>19</sup> *Portaria MS 518/04: visão sistêmica da qualidade da água; definição clara de deveres e responsabilidades de cada esfera de governo e dos responsáveis pela produção e distribuição de água e principalmente a garantia ao consumidor do direito à informação sobre a qualidade da água a ele oferecida, seja pelos sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água ou pelo setor saúde. Fonte: Ministério da Saúde, 2004.*

<sup>20</sup> *Valor de Intervenção - VI é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerado um cenário de exposição genérico. Para o solo, foi calculado utilizando-se procedimento de avaliação de risco à saúde humana para cenários de exposição Agrícola-Área de Proteção Máxima – APM<sub>ax</sub>, Residencial e Industrial. Fonte: Cetesb, 2005.*

Um outro caso que comprometeu a qualidade ambiental das águas subterrâneas foi a presença de coliformes fecais e coliformes totais nos laudos técnicos de 2001 e 2002. A presença destes elementos na água já é fator, por exemplo, para o não uso do abastecimento do próprio aterro e da população do entorno, devido o alto grau de patogenicidade que eles causam.

A análise dos laudos técnicos de 2006 mostrou que os resultados obtidos pouco divergiam dos de 2001/2002. A presença de metais pesados nas águas subterrâneas ainda era grande, visto no exemplo do ferro solúvel, em que presenciou 12,7 mg/L, sendo que o padrão é 0,3 mg/L. Além do ferro, o manganês total estava muito acima do padrão, pois no laudo obteve-se 4,75,g/L, enquanto o máximo é de 0,1 mg/L.

Em relação aos coliformes fecais e coliformes totais, houve uma quantidade grande desses elementos, com 130 UFC/100mL e 800 UFC/100mL, respectivamente (padrão de qualidade ambiental – CONAMA, CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE – não são aceitos níveis de coliformes nas águas).<sup>21</sup>

Portanto, no caso das águas subterrâneas, a avaliação foi comprometida quanto à questão da sustentabilidade, pois esses elementos têm um alto grau de impacto nos aquíferos, podendo-os tornar inutilizado para abastecimento das atividades humanas na sociedade, inclusive sendo passível de intervenção.<sup>22</sup>

Em relação às águas superficiais, os laudos das análises químicas efetuadas pela Hidroplan foram comparados com os valores estabelecidos pelo CONAMA, através da resolução 357/05.<sup>23</sup>

As Tabelas 7 e 8 fizeram uma comparação dos elementos presentes nas águas superficiais, considerando os anos de 2002 e 2006, respectivamente:

---

<sup>21</sup> **UFC/mL – Unidades Formadoras de Colônias/ mililitro.**

<sup>22</sup> **De acordo com o V.I – Valores de Intervenção para água subterrânea (Cetesb, 2005).**

<sup>23</sup> **RESOLUÇÃO Nº. 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. Fonte: MMA, 2005.**

**Tabela 7 – Resultados Analíticos das Águas Superficiais – Ano 2002**

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>Dez/2002 Laudo N° 94051</b>	<b>Dez/2002 Laudo N° 94052</b>	<b>Padrão *1</b>
<b>Chumbo</b>	mg/L	<0,03	<0,03	0,05
<b>Cianeto</b>	mg/L	<0,05	<0,05	0,2
<b>Coliformes Fecais</b>	NMP/100 ml	1,5X10E4	14	1000
<b>Coliformes Totais</b>	NMP/100 ml	2,1X10E6	240	20000
<b>Cromo Hexavalente</b>	mg/L	<0,05	<0,05	0,05
<b>Ferro Total</b>	mg/L	1,22	1,22	-
<b>Manganês Total</b>	mg/L	0,56	0,12	0,5
<b>Mercúrio</b>	mg/L	<0,001	0,005	0,001
<b>Odor</b>	-	Inodora	Inodora	0,025
<b>Oxigênio Consumido</b>	mg/L	0,30	-	-
<b>pH</b>	-	6,33	7	6 a 9
<b>Temperatura H<sub>2</sub>O</b>	°C	-	15	-
<b>Turbidez</b>	NTU	<1	2	100

\*1 – Artigo 6° CONAMA 20 – Águas Classe 3.

Fonte: Ambiental Laboratório e Equipamentos LTDA, Relatórios 2001 e 2002.

**Tabela 8 – Resultados Analíticos das Águas Superficiais – Ano 2006**

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>Dez/2006 Laudo N° 117995</b>	<b>Dez/2006 Laudo N° 16209</b>	<b>Padrão *1 CONAMA</b>
<b>Chumbo</b>	mg/L	<0,01	<0,006	0,033
<b>Cianeto</b>	mg/L	<0,05	<0,01	0,022
<b>Coliformes Fecais</b>	UFC/ml	22	7700	Não Regulamentado
<b>Coliformes Totais</b>	UFC/ml	240	160	Não Regulamentado
<b>Cloreto</b>	mg/L	8,5	1259	250
<b>Ferro</b>	mg/L	0,05	3,36	5
<b>Fenóis</b>	mg/L	0,01	0,01	0,01
<b>Mercúrio</b>	mg/L	0,003	0,002	0,011
<b>Fluoreto</b>	Mg/L	0,08	0,05	1,4
<b>Oxigênio Dissolvido</b>	mg/L	4,2	5,6	> 4 ou 4
<b>pH</b>	-	6,65	6,39	6 a 9
<b>Temperatura H<sub>2</sub>O</b>	°C	30	25	Não Regulamentado
<b>Turbidez</b>	NTU	15	44	100

\*1 – Artigo 6° CONAMA 20 – Águas Classe 3.

Fonte: Hidroplan, 2006.



A análise das Tabelas 7 e 8 mostrou a presença de cloretos e metais pesados (chumbo, mercúrio, ferro, entre outros) acima e muito próximos dos limites estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA. Verificou-se, também, índices elevados de coliformes fecais, totais e de fenois presentes nas águas superficiais.

No que se refere ao laudo técnico de 2002, observou-se uma quantidade de 1,22mg/L de ferro total, enquanto que no padrão CONAMA não se permite a presença desse metal. Um outro caso é o mercúrio, um metal pesado líquido, que apresentou 0,005mg/L e o padrão é 0,001 mg/L. Em relação aos coliformes fecais e coliformes totais, houve uma quantidade bem menor do estabelecido pelo CONAMA. No entanto, por se tratar de cursos d'águas superficiais, nos quais a população do entorno se abastece, seria importante a não presença desses elementos.

A análise da Tabela 8, referente ao laudo técnico de 2006, mostrou que os resultados analíticos em relação aos de 2002 melhoraram (na questão da qualidade ambiental). Quase todos os itens analisados estiveram abaixo do padrão CONAMA. No entanto, dois são de grande relevância e estiveram elevados, caso dos coliformes fecais e coliformes totais. No laudo técnico de 2006, eles apresentavam 7.700 UFC/mL e 160 UFC/mL, respectivamente. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, eles não têm regulamentação quanto à quantidade padrão ou máxima tolerada.

A presença desses elementos patogênicos (coliformes fecais e coliformes totais) nas águas superficiais mostrou que a sustentabilidade do aterro está, novamente, comprometida, pois acarretou impactos no meio ambiente local (a simples presença deles nos cursos d'águas sob monitoramento dos administradores do aterro já representa impacto, devido contribuírem para a diminuição dos níveis de oxigênio da água). Além disso, há um risco potencial alto de causar doenças às populações que vivem no seu entorno, pois os coliformes fecais, que vivem nos intestinos de bois, porcos, cachorros, gatos e do próprio homem, penetram pela pele ao ingeri-los com água ou alimentos contaminados, sendo liberados em grande quantidade pelas fezes. Quando se faz a análise da água e se encontra contaminação por coliformes fecais, significa que, naquele local, houve descarga de esgoto em período recente, o que aumenta a probabilidade de haver ali ovos e

larvas de parasitas intestinais, visto que estas formas também podem ser eliminadas com as fezes (Günther, 1999).

Além disso, a presença de outros elementos poluentes (mesmo estando abaixo do padrão nos resultados analíticos de 2006, caso dos metais pesados, cloretos e fenois) ocasionou um enorme risco de contaminação do solo, pois estes acabam percorrendo distâncias que se encontram fora das áreas de controle e monitoramento. Há a possibilidade, portanto, de gerar-se uma pluma de contaminação fora dos limites do Aterro, cuja remediação é custosa e demorada.

As fotos 12 e 13 mostram o chorume produzido pela disposição dos resíduos sólidos domiciliares, dentro do reservatório. Esse material apresenta forma pastosa e seu aspecto é desagradável, de odor fétido.



**Foto 12 – Reservatório de chorume – Tanque 1. Fonte: Arantes, F., 2008.**



**Foto 13 – Chorume dentro do Reservatório – Tanque 2. Fonte: Arantes, F., 2008.**

No Aterro Sanitário de Guarulhos, todo chorume produzido é apenas captado e disposto no reservatório. Ao final de cada mês a Sabesp recolhe esse material para realizar tratamento químico e biológico, a fim de torná-lo adubo orgânico e água tratada.

A análise da eficiência do aterro em relação ao sistema de drenagem dos líquidos percolados tem alguns pontos importantes. No que se refere à capacidade de carga do volume de lixo, o aterro conseguiu dar conta, na célula central, dos resíduos dispostos (porém, conforme analisado, apesar de dar conta desse volume de carga, isso comprometeu outra variável de análise, que é a sustentabilidade, visto que o aumento da quantidade de massa de lixo influenciou na vida útil da célula central).

No entanto, os reservatórios de chorume representam um custo elevado para a administração do aterro, pois há apenas a sua captação, reservando-o nos tanques. Numa análise geral, esse não tratamento do chorume faz parte do custo operacional da administração do Aterro Sanitário, portanto, não é possível afirmar que ele é ineficiente (pois faz parte do planejamento apenas a sua captação para colocá-lo nos reservatórios).

Entretanto, há, novamente, uma subutilização dos recursos que ele próprio gera, pois não há projetos visando o tratamento do chorume e o posterior reaproveitamento desse material já tratado (as quase 1.000 toneladas/dia de resíduos sólidos domiciliares produzem 6.000 m<sup>3</sup> de chorume em um mês). O investimento é custoso, porém, em longo prazo, traria reflexos positivos e teria impacto no custo operacional do aterro. Para isso, a administração deveria investir em tanques especiais, conforme mostra a foto 14:



**Foto 14 – Tanques especiais para o acondicionamento de Chorume.**  
Fonte: Fonte: Onyx Sasa, [www.unitar.org](http://www.unitar.org). 2005.

Na questão da sustentabilidade, o fato de as análises das águas subterrânea e superficial apresentarem níveis superiores e/ou próximos do padrão CONAMA, CETESB E MINISTÉRIO DA SAÚDE, faz levantar a hipótese de que há vazamentos de choro no terreno do aterro. Ou seja, as mantas de polietileno podem estar apresentando fissuras e nelas estão ocorrendo vazamentos (pois, em geral, o lixo urbano que não passa por separação dos materiais e triagem dos elementos apresenta composição orgânica e inorgânica, ou seja, materiais com alto grau de acidez e com elementos patogênicos). Este fato é vital para a análise da sustentabilidade, visto que, quando a chuva cai e entra nessa massa de lixo, o choro percola causando inúmeros impactos no meio ambiente (como a lixiviação do solo e a poluição de cursos d'água, rios, nascentes e aquíferos). Esta hipótese é corroborada pela foto 15, cuja imagem apresenta um líquido parado, com odor desagradável e que está ao lado da chaminé de queima dos gases. Um detalhe importante é que a foto foi tirada no mês de Setembro de 2008, em um dia de sol intenso e que não houve chuvas nos cinco dias anteriores:



**Foto 15 – Material líquido concentrado ao lado da chaminé. Org: Arantes, F., 2008.**

Ainda neste ponto, há uma outra questão importante em relação à sustentabilidade. Apesar de não ter ligação direta entre a hipótese de vazamento de chorume com a diminuição da vida útil do aterro, o deslocamento, por meio líquido, das substâncias contidas nos resíduos sólidos domiciliares, acelera o processo erosivo no terreno do aterro. Este fato tem uma grande relevância, pois faz surgir uma outra hipótese de que parte do solo de dentro do aterro está degradado e não serve como camada de cobertura da massa do lixo, visto que muito da argila utilizada para cobrir a massa de resíduos não se origina da área do aterro e, sim, de outras regiões de Guarulhos e da Grande São Paulo.

Na prática, de acordo com a administração do aterro, 15% do total do volume de carga (lixo e terra) depositado correspondem à argila. Ou seja, numa carga de lixo mensal em torno de 27 mil toneladas, a quantidade de argila utilizada como material de compactação da camada de resíduos gira em torno de 3,5 mil toneladas. Este fato é importante, pois a maior parte desse material é trazida de fora da área do terreno do aterro. Uma hipótese possível para isto é a de que o solo esteja degradado, devido o processo acelerado de erosão, fazendo com que tenha que ser usado material de outro lugar. De acordo com a Tabela 4 (página 75), o solo do terreno deve ter uma permeabilidade natural, com vistas a reduzir a contaminação do aquífero. Ainda, de acordo com a tabela 4, o terreno deve possuir jazidas de material de cobertura, assegurando a cobertura do lixo a baixo custo.<sup>24</sup>

Esta premissa (aceleração do processo de erosão) é vital para a análise da hipótese de degradação do solo, o que aumentam as chances de ocorrerem impactos no meio ambiente, comprometendo, assim, a questão da sustentabilidade do aterro.

Este fato relaciona-se com um outro de grande importância para análise da gestão do Aterro Sanitário de Guarulhos: a abertura de novas células para disposição de resíduos sólidos domiciliares.

---

<sup>24</sup> Fonte: ABNT/NBR 13.986/97 – *Critérios para projeto, implantação e operação*. Rio de Janeiro, 1997.

Em 2009, outra está sendo aberta, pois a vida útil da célula central está próxima do fim. As fotos 16 e 17 mostram áreas que passaram por terraplanagem no segundo semestre de 2008:



**Foto 16 – Área de ampliação para disposição dos RSD. Fonte: Arantes, F., 2008.**

Na foto 16 presencia-se, ao fundo, um morrote preservado, mas que, no entanto, foi dissecado e realizado taludes. Isto porque foi uma determinação da Cetesb, visto que o aquífero está mais próximo da superfície nesta área de ampliação. Observou-se, também, vários caminhões carregados de argila (terra esta que não faz parte do terreno do aterro), sendo que a maior parte dela foi utilizada para compor as camadas de compactação dos resíduos dispostos no Aterro.



**Foto 17 – Área de ampliação e os taludes construídos. Fonte: Arantes, F., 2008.**

A foto 17 mostra uma transformação intensa na paisagem, com a retirada da cobertura vegetal e de centenas de toneladas de terra para o processo de terraplanagem. Conforme explicado, essa argila não é utilizada como camada de cobertura da massa do lixo urbano. Segundo a administração do aterro, esse material é colocado numa lagoa na várzea do rio Baquirivu-Guaçu, que está no entorno do Aeroporto Internacional de Guarulhos (Quitaúna, planilha resíduos x terra, Maio 2008).



Esta descaracterização da paisagem vista nas fotos 16 e 17 fica bem evidenciada visualizando através de fotos aéreas, conforme mostra a figura 11:



**Figura 11 – Área do Aterro Sanitário através de Foto Aérea. Fonte: Google Earth. Image 2008 Digital Globe. Ponteiro 23°24'46.97”S e 46°33'28.91”O, elevação 798 m. Fluxo 100%, altitude 1,3 Km. 2008. Org: Arantes, F., 2009.**

A abertura de uma nova célula de disposição dos resíduos demonstrou que a capacidade de carga é eficiente, visto que há áreas novas que darão conta da massa de lixo urbano. No entanto, a questão da eficiência também é discutível, pois, apesar de dar conta do volume de lixo e terra, os administradores do aterro acabam tendo um custo de transporte de materiais mais elevado, visto que a argila que cobre a massa do lixo, em grande parte, não vem do próprio aterro (além de comprometer a questão da sustentabilidade relacionada à vida útil da célula de disposição. No caso da central, a análise demonstrou que influenciou diretamente).

Na questão da sustentabilidade, essa descaracterização da paisagem (inevitável, pois há a necessidade de aberturas de áreas para a disposição de resíduos e isso requer a retirada de vegetação, além do processo de terraplanagem do terreno) acarretou problemas no meio ambiente. A construção de taludes e a cobertura de algumas áreas na superfície com mantas de polietileno dirimiram o processo erosivo, no entanto, não fez com que ele cessasse. Isto porque o solo que é retirado para se colocar a camada de lixo apresenta processos de desertificação e ressecamento. Nas áreas da célula central em que o limite de carga de lixo chegou à saturação, observou-se que até mesmo os taludes estão desaparecendo, pois o processo erosivo estava acentuado. Há partes, inclusive, que gerou queda de barrancos, fazendo com que parte do lixo disposto ficasse à mostra, conforme mostram as fotos 18 e 19:



**Foto 18 – Processo erosivo no terreno e a massa do lixo exposta. Fonte: Arantes, F., 2008.**



**Foto 19 – Erosão no terreno do aterro e a massa do lixo exposta. Fonte: Arantes, F., 2008.**

A massa de lixo urbano, exposta nas fotos 18 e 19, mostrou que a administração do aterro comprometeu sua sustentabilidade. A construção dos taludes é para que se evitem quedas de barrancos, principalmente nos períodos de maior pluviosidade.

Além disso, a maior parte destas áreas no aterro sanitário está sem a cobertura vegetal (pois há a necessidade de deixá-las planas para a disposição dos resíduos). No entanto, estas superfícies que apresentam o material exposto, já receberam o lixo urbano e já passaram pelo processo de aterramento (ou seja, da compactação dos resíduos e da argila).

Este fato é de grande importância, visto que essa carga de lixo exposto, aliada à hipótese de que o solo está degradado (vazamentos de chorume na célula central), comprometeu a questão da sustentabilidade do aterro.

Quanto à questão da eficiência, há uma outra hipótese importante a analisar. Além de a operação do aterro estar comprometida, devido a argila ser trazida de fora do terreno, as áreas que apresentam a massa do lixo exposta precisarão de mais camadas desse material. Até para que esse volume exposto não seja levado para outras partes do terreno nos períodos de chuva. Ou seja, acarretou mais viagens de caminhões para trazer terra. A foto 20 mostra um caminhão trazendo argila para colocar na massa de resíduos:



**Foto 20 – Caminhão com argila de fora do terreno do aterro. Fonte: Arantes, F., 2008.**

Portanto, na análise sobre a descaracterização da paisagem, o fato de o solo apresentar indícios de erosão e a massa de lixo ficar exposta, além da hipótese de vazamento de chorume, mostrou que esses impactos comprometeram a avaliação de sua sustentabilidade. Na questão da eficiência, um ponto importante é considerado: faz parte do planejamento de 2008 trazer argila de fora do terreno do aterro. Neste ponto, não foi possível analisar o quanto isto interfere no custo operacional. Porém, cria-se a hipótese de que ele elevou-se, pela premissa de que há mais viagens de caminhões trazendo argila, acarretando maiores gastos (manutenção dos veículos, combustível, funcionários, entre outros). Portanto, nesta análise, a eficiência do aterro foi comprometida.

## **PARTE III**

## CONCLUSÕES

A gestão dos resíduos sólidos domiciliares no Aterro Sanitário de Guarulhos apresentou alguns pontos negativos, de acordo com os parâmetros da *eficiência* e da *sustentabilidade*.

O primeiro ponto a se destacar é em relação à não separação do lixo e à inexistência de centros de triagem dentro da área do aterro. Estes fatores são importantes na relação das variáveis da pesquisa, pois a gestão dos resíduos passa por um processo em que o volume colocado (e o tipo de material disposto) é preponderante para se analisar o tempo de vida útil das células de disposição, além da questão do custo operacional do próprio aterro.

No que se refere à eficiência, caso tivessem essas unidades de apoio (uma oficina para a separação dos resíduos sólidos domiciliares e um centro de triagem de materiais contidos na massa do lixo), os administradores teriam que arcar com a carga tributária para com os funcionários (apesar de que no planejamento de implantação do aterro previam-se esses centros de triagem).

Isto, aparentemente, mostrou que o custo operacional manteve-se de acordo com o planejamento que é realizado no processo de disposição (operação do aterro). No entanto, o fato de o município apresentar um maior crescimento da geração per capita de resíduos, acarretou maior quantidade de lixo a ser disposto na célula central.

A partir disso, acarretou problemas quanto à capacidade de carga e sua eficiência ficou comprometida, ainda mais pelo fato de não haver separação e triagem dos materiais contidos na massa de resíduos.

Quanto à sustentabilidade, essa elevação da quantidade de lixo disposto gerou diferenças em relação aos cálculos de vida útil realizados anteriormente à

implantação do aterro. Este fator é vital para demonstrar que a sustentabilidade também foi comprometida, visto que a célula central está chegando ao final da sua vida útil em 2009 (e os administradores estão abrindo novas áreas de disposição).

Além disso, não havendo centros de triagem, qualquer tipo de material pode ser disposto no terreno, inclusive materiais cortantes, prejudiciais às unidades operacionais (as células de disposição dos resíduos sólidos domiciliares), caso das mantas de polietileno. Estas poderão sofrer cortes ou fissuras, acarretando problemas no meio ambiente local.

Ainda em relação ao cálculo de vida útil do aterro, ele foi considerado com dados de geração anual em torno de 280 mil toneladas. No entanto, de acordo com os dados de peso específico do lixo compactado e da capacidade volumétrica do aterro, em 2008, observou-se que esse montante chegou próximo de 340 mil toneladas anuais. A previsão era de dez anos de vida útil da célula central de disposição, incluindo a litologia do terreno e os instrumentos de garantia para o controle ambiental.

O fato de a geração anual de resíduos estar em torno 340 mil toneladas/ano (de acordo com a planilha da Quitaúna, responsável pela administração do aterro), comprometeu, diretamente, as duas variáveis desta pesquisa. Na questão da eficiência, a célula central acabou por receber uma quantidade maior do que os cálculos iniciais, gerando problemas na capacidade de carga de resíduos dispostos no terreno. Quanto à sustentabilidade, a operação desta célula, devido o maior volume disposto, teve sua vida útil diminuída, não durando os dez anos previstos (explicado pelo fato de que, em 2009, novas células de disposição de lixo domiciliar estão sendo abertas).

Importante destacar, também, que no projeto de construção do aterro sanitário, as unidades de apoio operacional não se concretizaram como um todo. Balança e laboratórios não existem e as análises químicas e bacteriológicas são feitas em laboratório contratado (somente das águas superficial e subterrânea, pois não há a de solo e a de qualidade do ar). Além disso, oficinas de separação do lixo e centros de triagem não fazem parte do processo de gestão do aterro.



Quanto ao Biogás, formado no processo de disposição dos resíduos, apesar de não ter relação direta na questão da eficiência do aterro, pois não entra na análise do custo operacional e não faz parte do planejamento da Administração do Aterro Sanitário (da empresa Quitaúna), não há um uso sustentável dos gases gerados. Eles são apenas coletados e queimados. Não existem planos que visem a geração de energia elétrica utilizando-os como matéria-prima. Entretanto, comprometeu a sustentabilidade, pois apenas a queima dos gases não é suficiente para eliminá-los da atmosfera.

Ou seja, parte considerável do metano, do dióxido de carbono, dos sulfatos, dos cloretos, dos fenóis e dos hidrocarbonetos afeta o micro-clima local, causando impactos no meio ambiente (o fato de não haver estudos e análises da qualidade do ar, tanto pela Cetesb quanto pelos administradores do aterro, faz com que surja a hipótese de que o ar da região esteja com a qualidade comprometida, visto que são 1.000 toneladas/dia de resíduos sólidos domiciliares sendo dispostos e estes gases poluentes são somente queimados).

No que se refere à qualidade das águas subterrâneas, verificou-se a presença de alguns metais pesados acima do padrão do Ministério da Saúde, caso do chumbo, do ferro total e do manganês. Isto foi constatado tanto nas análises de 2002 quanto nas de 2006. O mais grave, ainda, são os coliformes fecais e os totais, que estão além do padrão.

Os metais pesados podem causar problemas de saúde em longo prazo, pois parte da população do entorno se abastece de poços abertos, consequentemente, da água subterrânea da região. Já os coliformes têm alto grau de potencial patogênico e a presença deles, acima do padrão, demonstra que a questão da sustentabilidade foi, novamente, comprometida.

Nas águas superficiais, há certa melhora na qualidade das análises de 2006, em relação aos metais pesados. No entanto, a presença de coliformes fecais e totais, sendo que eles nem regulamentação possuem, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente, comprometeu, diretamente, a sustentabilidade do aterro.

Quanto ao chorume produzido na disposição dos resíduos sólidos domiciliares, o sistema apenas capta o material e o dispõe nos reservatórios. Quanto à eficiência, o aterro consegue dar conta do volume de lixo urbano disposto na célula central, porém, como analisado, este fato comprometeu outra variável, a sustentabilidade, visto que maior quantidade disposta diminuiu a vida útil desta célula.

Apesar de não estar diretamente ligada à questão da eficiência, pois faz parte do planejamento administrativo, não há projetos que visem o tratamento do chorume (para adubo orgânico e água tratada).

Um fato importante a ser colocado, em relação à sustentabilidade, é que há a hipótese de vazamento do chorume, pois, em uma visita ao aterro sanitário, foi constatado um líquido escuro concentrado em uma parte do terreno (ainda mais pelo fato de que esta visita foi realizada no mês de setembro e no dia estava ensolarado, sem precipitação durante aquela semana). Haveria a necessidade de se coletar este líquido e mandar a laboratório, para se analisar os possíveis elementos e fazer uma comparação com o padrão do Ministério da Saúde, do Conama e, também, da Cetesb.

Uma relação direta com a hipótese acima relatada está na premissa de que o solo passa por um acelerado processo de erosão na área do aterro. A ABNT/NBR 13.896/97 orienta que o terreno deve possuir jazidas de material de cobertura ou estar próxima delas, para assegurar o custo baixo da cobertura do lixo. Isto não ocorre e os administradores trazem a maior parte da argila para cobertura da massa do lixo de fora do terreno.

A explicação que leva à hipótese de vazamento de chorume está na possibilidade de que as mantas de polietileno estejam apresentando cortes ou fissuras no material de composição (pela não separação dos resíduos sólidos domiciliares). Isto está causando degradação do solo e, conseqüentemente, perda da qualidade do material de cobertura. A partir disto, faz-se necessário, pela administração do aterro, trazer argila de fora, descartando o material do próprio terreno (contrariando a NBR 13.896/97).

A destinação adequada dos resíduos sólidos domiciliares é um dos grandes desafios que os governantes públicos enfrentam atualmente. Os projetos têm que passar por um planejamento adequado, que se baseia num gerenciamento integrado das políticas públicas concernentes às formas de disposição e tratamento dos resíduos.

O conhecimento das áreas ocupadas é um importante parâmetro para o planejamento territorial e avaliação do uso dos recursos naturais, sobretudo nas regiões densamente urbanizadas e naquelas que apresentam restrições e fragilidades ambientais (caso da região onde se construiu o aterro sanitário de Guarulhos).

Considerando a atual situação em que se encontram os mananciais dentro da Região Metropolitana de São Paulo, é importante que toda a sociedade reflita sobre o verdadeiro “desenvolvimento sustentável”. Planejamento ineficaz e falta de investimento público em políticas preservacionistas acarretarão, ao longo das décadas, graves prejuízos para as cidades e, conseqüentemente, à população que as habita, causando inúmeros problemas urbanos, como as ocupações irregulares e a instalação de empreendimentos de grande potencial de degradação (caso de um aterro sanitário no entorno de Áreas de Preservação Ambiental e de Mananciais).

A construção de um Aterro Sanitário deve sempre estar de acordo com as normas técnicas ambientais, para que não haja problemas de contaminação do meio ambiente local. Em Guarulhos, apesar de estar de acordo com as técnicas de operação, o Aterro apresentou elementos que mostraram problemas na gestão dos resíduos sólidos domiciliares, a ponto de comprometer alguns pontos de sua eficiência e de sua sustentabilidade.

A região da Serra da Cantareira é uma das poucas áreas na Grande São Paulo que possui uma Unidade de Conservação de dimensões consideráveis, além de ser rica em mananciais, haja vista que quase 60% do abastecimento de água da Região Metropolitana vêm do Sistema Cantareira. Pela importância ambiental da região, é necessário que ocorra uma maior pressão da sociedade para sua conservação, que, por sua vez, demanda uma articulação de vários órgãos públicos e, portanto, vontade política para sua viabilização. São medidas de curto, médio e longo prazos, atacando principalmente as causas, mas, também, as conseqüências do problema.

As ações de controle ambiental, como fiscalizações de caráter preventivos em áreas críticas e a reestruturação do zoneamento da região se fazem necessário. Além disso, é imprescindível a elaboração de um projeto crítico, que conte com a participação de vários ramos da sociedade, como as Universidades, Institutos de Pesquisas e profissionais especializados, aliados ao Poder Público.

A gestão dos resíduos sólidos domiciliares no Aterro Sanitário de Guarulhos precisa de uma revisão da Prefeitura municipal. Esta pesquisa mostrou que os cálculos para disposição ficaram obsoletos, pois, atualmente, é colocada uma quantidade maior de massa de lixo domiciliar do que a prevista no início de sua operação (em 2001). Este fato comprometeu a célula central, fazendo com que ela tivesse sua vida útil minimizada, trazendo problemas de sustentabilidade do aterro.

Neste caso, mantendo-se este tipo de política para a questão do lixo urbano municipal, é possível vislumbrar um futuro com sérias dificuldades, visto que há pouquíssimas áreas propícias para a construção de empreendimentos do porte de um aterro sanitário, além, de que, o município de Guarulhos é um dos grandes geradores de resíduos sólidos domiciliares do Estado de São Paulo. É importante o poder público ater-se aos problemas relacionados aos resíduos sólidos na sociedade do século XXI, e orientar-se pela eficiência e sustentabilidade da gestão de um aterro sanitário, visando a melhoria da qualidade social e ambiental.

## **Bibliografia Teórico-Metodológicas e Conceitual-Técnicas**

**AB´SABER, A. N.** “Previsão de Impactos: O Estudo de Impacto Ambiental no Leste, Oeste e Sul. Experiências no Brasil, Rússia e na Alemanha” / Aziz Nacib Ab’ Saber, Clarita Muller-Plantenberg (orgs.), 1994 (1ª Edição) – 2ª ed., São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, capítulos 1 e 2, p. 27 a 51; capítulo 7, p. 439 a 454, 2002.

**BERTRAND, G.** – “Paisagem e Geografia Física Global – Esboço Metodológico”, Caderno de Ciências da Terra, Instituto de Geografia - USP, São Paulo, 1971.

**CHRISTOFOLETTI, A** – “Panorama sobre as Expectativas Atuais no Tocante às Pesquisas em Geografia Física”, 5º Congresso Brasileiro de Geógrafos, AGB – Associação dos Geógrafos Brasileiros, Perspectivas da Geografia Brasileira, p. 606-624, UFPR, Curitiba, 1994.

**DEMO, P.** – “Avaliação qualitativa”. Editora Cortez, São Paulo, 1991.

**GIL, A.C.** – “Métodos e técnicas de pesquisa social”. Editora Atlas, São Paulo, 1999.

**GRIGORIEV, A. A.** – “The Theoretical fundaments of modern physical Geography”. The interaction of sciences in the study of the earth. Moscou, p. 77-91, 1968.

**LAKATOS, E. & MARCONI, M.** – “Fundamentos de Metodologia Científica”. Editora Atlas, São Paulo, 1993.

**MENDONÇA, F.** – “Geografia Socioambiental”, Revista Terra Livre, n. 16, 2001, São Paulo, p.139-158.

**METZGER, J. P.** – “O que é Ecologia das Paisagens?”, Laboratório de Ecologia de Paisagens e Conservação – LEPAC, Depto. de Ecologia, Instituto de Biociências da USP, São Paulo, 2001, p.1 a 9.

**MINAYO, M. C. S.** – “O desafio do conhecimento”. Editora Hucitec, São Paulo, 1993.

**MONTEIRO, C. A. F.** – “A Abordagem ambiental na Geografia – possibilidades na pesquisa e limitações do geógrafo ao Monitoramento”, RAEGA – O Espaço Geográfico em análise, n. 3, ano III, 1999, p. 9 a 18.

**ROSS, J. L. S.** – “Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental”, Capítulo Cinco – A Geografia no Planejamento Ambiental – p. 198 a 204. São Paulo. Editora Oficina de Textos, 2006.

**SANTOS, C.** – “Paisagem e Turismo: Questões que ficam”, Boletim de Turismo e Administração Hoteleira, São Paulo, v. 8, n. 1, 1999, p. 31.

**SANTOS, M.** – “O Tempo na Filosofia e na História”, Grupo de Estudos sobre o Tempo, Instituto de Estudos Avançados – IEA-USP, fascículo 2, São Paulo, fev. 2001.

**TRICART, J.** – “Paisagem e Ecologia”. Interficies. São José do Rio Preto. IBILCE-UNESP, N. 76, 1982.

**TRIVIÑOS, A.N.S.** – “Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação”. Editora Atlas, São Paulo, 1992.

**TROLL, C** – “Landschaftsoekologie (geoecology) und Biocoenologie”. Eine terminologische Studie. In: Ver. Geol., Geoph. Et Geogr., p. 14, Berlim, 1970.

**UFSC/PPGEP/LED Universidade Federal de Santa Catarina; Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção; Laboratório de Ensino a Distância – “Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação”, 3a edição revisada e atualizada, Florianópolis, 2001.**

**VENTURI, L. A. B.** – “Praticando a Geografia: Técnicas de Campo e Laboratório em Geografia e Análise Ambiental”, Capítulo 1 – O Papel da Técnica no Processo de Produção Científica – p. 13 a18, organizado pelo autor, São Paulo, Editora Oficina de Textos, 2005.

## BIBLIOGRAFIA

**ABBAS, J. E** – “A problemática econômica e geográfica em que se inserem a gestão dos resíduos sólidos domiciliares e os modernos métodos para sua incineração”. Dissertação de Mestrado, FFLCH-USP, São Paulo, 2008.

**AB’ SABER, A. N.** – “Províncias Geológicas e Domínios Morfoclimáticos no Brasil”. In: Geomorfologia, 20, IG/USP, São Paulo, 1970.

**AB’ SABER, A. N. & MULLER-PLANTENBERG, C.** – “Previsão de Impactos: O Estudo de Impacto Ambiental no Brasil, na Rússia e na Alemanha”, organizado pelos autores, 2. ed. 1. reimpr. – São Paulo, Editora da USP, 2002.

**ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas** – “Degradação do solo” – terminologia, Rio de Janeiro, 1989. 45p. NBR 1070.

\_\_\_\_\_ “Resíduos Sólidos” – classificação. Rio de Janeiro, 1987. 63p. NBR 10004, atualizada NBR 10004/2004.

**ANDRADE, A. C.** – “Sistemas de Avaliação de prioridades para Recuperação de Áreas Contaminadas por Resíduos Perigosos”, Dissertação de Mestrado, FSP-USP, São Paulo, 1996.

**ANDRADE, M. R. M.** – “Cartografia de Aptidão para Assentamento Urbano do Município de Guarulhos”, Dissertação de Mestrado, DG-USP, FFLCH/USP, São Paulo, 1999.

**BERTRAND, G.** – “Paisagem e Geografia Física Global – Esboço Metodológico”, Caderno de Ciências da Terra, Instituto de Geografia - USP, São Paulo, 1971.

**CALDERONI, S** – “O Valor Econômico dos Resíduos Sólidos”. In: Revista Ação Ambiental, Universidade Federal de Viçosa (MG), Opinião Debate. Viçosa, 1998.

**CÂMARA, I. G** – “Mata Atlântica”. Ed. Index e Fundação. S.O.S. Mata Atlântica, São Paulo, 1990.

**CARDOSO, J. J.** – “Gerenciamento dos Resíduos Sólidos gerados nos Municípios de Carapicuíba e Osasco – Problemas e Alternativas de Solução”, Dissertação de Mestrado, FFLCH/USP, São Paulo, 2001.

**CAVALCANTI, I. F. A** – “Um estudo sobre as interações entre os sistemas de circulação de escala sinótica e circulações locais”. Publicação INPE 2494 TDL/097. São Paulo, 1982.

**CETESB** – “Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares”, São Paulo, 2007.

\_\_\_\_\_ “Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Água Subterrânea no Estado de São Paulo”. Relatório Final. São Paulo, 246 p., 2004.

\_\_\_\_\_ “Subsídios para uma climatologia da estabilidade atmosférica nas cidades de São Paulo, Campinas, S. J. Campos, Ribeirão Preto, Bauru e Presidente Prudente”. Relatório Interno. CETESB - São Paulo, 1991.

**CHRISTOFOLETTI, A** – “Panorama sobre as Expectativas Atuais no Tocante às Pesquisas em Geografia Física”, 5º Congresso Brasileiro de Geógrafos, AGB – Associação dos Geógrafos Brasileiros, Perspectivas da Geografia Brasileira, p. 606-624, UFPR, Curitiba, 1994.

**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA)** – “Resolução Nº 357 – Valores Orientadores para Águas Superficiais”, março de 2005, Brasília, 23p.

\_\_\_\_\_ “Resolução Nº 001 – Diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental”, janeiro de 1986, Brasília.

**DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE)** – “Manual de Cálculo de Vazões Máximas, Médias e Mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo”, Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras – Plano estadual de recursos hídricos – São Paulo, 1994.



**DEHAINI, J.** – “Avaliação da Aplicabilidade de Métodos Geofísicos em estudos de casos de Contaminação de Águas Subterrâneas por Diferentes Fontes”, Dissertação de Mestrado, IGc-USP, São Paulo, 1995.

**DEL PRETTE, M. E.** – “Diagnóstico para planejamento e estudos disciplinares: a contribuição das disciplinas socioeconômicas”. Revista do Departamento de Geografia – FFLCH-USP. São Paulo, n.10, p. 109-116, 1996.

**EITEN, G** – “A vegetação do Estado de São Paulo”. Boletim 7 do Instituto de Botânica da Universidade de São Paulo, p. 1-22, São Paulo, 1970.

**EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO (EMPLASA)** – “Plano Metropolitano da Grande São Paulo”. São Paulo, 1993.

\_\_\_\_\_ “Sumário de Dados da Região Metropolitana de São Paulo”. São Paulo, 1990 e 1994.

**FÁVERO, O. A.** – “Paisagem e Sustentabilidade na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba”. São Paulo: DG/FFLCH/USP, 2007. Tese (Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências – Geografia Humana da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo).

**GUERRA, A. T. & CUNHA, S. B.** – “Geomorfologia. Uma atualização de bases e conceitos”. São Paulo, Ed. Bertrand Brasil, 1994.

**GÜNTHER, W. M. R.** – “Aspectos relacionados à Saúde ligados a Resíduos Sólidos”, Simpósio Latino-Americano de Resíduos Sólidos, Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, São Paulo, 1993.

\_\_\_\_\_ – “Contaminação Ambiental por Disposição Inadequada de Resíduos Industriais contendo Metais Pesados – Estudo de Caso”, Tese de Doutorado, FSP-USP, São Paulo, 1998.

\_\_\_\_\_ – “Saúde Ambiental comprometida pelos Resíduos Sólidos”, Seminário sobre Resíduos Sólidos, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – ABGE, São Paulo, 1999.

**HASSUDA, S.** – “Critérios para a Gestão de Áreas Suspeitas ou Contaminadas por Resíduos Sólidos – Estudo de Caso na Região Metropolitana de São Paulo”, Tese de Doutorado, IGc-USP, São Paulo, 1997.

**HIDROPLAN LABORATÓRIOS** – “Relatórios das Águas Subterrâneas e de Superfície no Aterro Sanitário de Guarulhos”. Dados de 2002 a 2006, São Paulo, 2007.

**INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE)** – “Censos Demográficos 1980, 1991 e 2000”. Extraído do site [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), Rio de Janeiro, 2008.

\_\_\_\_\_ “Pesquisa Nacional de Saneamento Básico”. Estudos Ambientais, Revista do IBGE, extraído do site [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), Rio de Janeiro, 2006.

\_\_\_\_\_ “SIDRA – Sistema IBGE de recuperação automática”. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_ Diretoria de Pesquisas. Departamento de Agropecuária. Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro, 1994.

**INSTITUTO FLORESTAL (IF) – SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE** – “Inventário florestal do Estado de São Paulo”. São Paulo, 1993.

**INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT)** – “Lixo Municipal, Manual de Gerenciamento Integrado”, São Paulo, 1996.

**INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET)** – “Gráficos Climatológicos de São Paulo – 1961 a 1990”, extraído do site [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br), São Paulo, 2008.

**LENCIONI, S.** – “Reestruturação urbano-industrial no Estado de São Paulo: a região da metrópole desconcentrada”. in SANTOS et alli (orgs.) “Território. Globalização e Fragmentação”, São Paulo: Hucitec/ANPUR, 1994, pg. 198.

**LIMA, C. R.** – “Urbanização e intervenções no meio físico na borda da Bacia Sedimentar de São Paulo: uma abordagem geomorfológica”. Dissertação (mestrado). São Paulo, FFLCH-USP, 1990.

**MATEO RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V. e CAVALCANTI, A. P. B. –** “Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental”. Fortaleza: Ed. UFC, 2004. 222p.

**MINISTÉRIO DA SAÚDE (2004) –** “Portaria 518 – Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e Padrão de Potabilidade”. Brasília, 2004.

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2003) –** “POLUIDOR / PAGADOR”, Lei da Política Nacional do Meio Ambiente – Lei nº 6.938, Brasília, 1981.

**MONTEIRO, C. A. F. –** “Geossistemas: história de uma procura”. Editora Contexto, São Paulo, 2000.

**MORAES, A. C. R –** “Meio Ambiente e Ciências Humanas”, Editora Hucitec, São Paulo, 1994.

**NIMER, E –** “Climatologia do Brasil”. SUPREN/IBGE. Vol: IV. Rio de Janeiro, 1979.

**NORONHA, A. V. –** “Guarulhos: Cidade-Símbolo: História de Guarulhos 1560-1960”. São Paulo: Gráfica Schmidt, 113p., 1960.

**NUCCI, J. C. –** “Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano”. São Paulo: HUMANITAS/FAPESP, 2001. 236p.

**PEIXOTO, A. L –** “Floresta Atlântica”. Coord. de Monteiro, F. & Kaz, L. Editora Livroarte. Rio de Janeiro, p. 33-42, 1991.

**PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS-SP – SECRETARIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO. –** “Leitura Técnica e Comunitária do Plano Diretor de Guarulhos”, Plano Diretor do Município de Guarulhos, Assessoria Técnica – Pólis Instituto de Estudos, Formação e Assessoria em Políticas Sociais, Guarulhos, 2003.

**PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO-SP – SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E MEIO AMBIENTE. –** “Efeitos Ambientais da Ocupação Irregular na Região da Serra da Cantareira no município de São Paulo”, Departamento de Controle da Qualidade Ambiental, São Paulo, 2000.

**PRADILLA, E** – “La ciudad del capital devora a la Naturaleza y a los Trabajadores”.  
Once, pp. 11-22, México D.F, 1978.

**QUITAÚNA SERVIÇOS S/C LTDA.** – “Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA)”, Parecer Técnico CPRN / DAIA N° 312/98, Deliberação CONSEMA N° 20/90, Plano de Trabalho EIA-RIMA, Manual de Orientação, Guarulhos, março de 1999.

**ROCHA, A. A.** – “Poluição e Meio Ambiente”, Seminário Educação Ambiental e Reciclagem do Lixo, FSP-USP, São Paulo, 1992.

\_\_\_\_\_ – “Agravos Sanitários e Ambientais decorrentes do Tratamento e/ou Disposição de Resíduos Sólidos nas Áreas de Proteção de Mananciais”, Revista da Limpeza Pública, n° 46, p. 7-14, São Paulo, 1997.

**ROSS, J. L. S.** – “Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental”, São Paulo. Editora Oficina de Textos, 2006.

\_\_\_\_\_ – “Geomorfologia ambiente e planejamento”. São Paulo, Ed. Contexto 1990, p. 85

\_\_\_\_\_ – “O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo”. Revista do Depto. de Geografia. S. Paulo, DG-FFLCH-USP. N° 6, p. 17-29, 1992.

\_\_\_\_\_ – “Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados”. Revista do Depto. de Geografia. São Paulo, DG-FFLCH-USP. N° 8, p. 63-73, 1994.

\_\_\_\_\_ – “Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental”. Revista do Depto. de Geografia. S. Paulo, DG-FFLCH-USP. N° 9, p. 65-75, 1995.

**ROSS, J. L. S. & MOROZ, I. C.** – “Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo”. São Paulo, FFCLH/IPT/ FAPESP, 1997. 64p.

**SANTOS, M. A.** – “Metamorfoses do espaço habitado”. Editora Hucitec, São Paulo, 1996.

\_\_\_\_\_ - “A Natureza do Espaço: espaço e tempo – razão e emoção”. Editora Hucitec, São Paulo, 1989.

**SANTOS FILHO, M. G.** – “O Impacto na Qualidade das Águas Subterrâneas gerado pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos no município de Tatuí – SP”, Dissertação de Mestrado, IGc-USP, São Paulo, 2001.

**SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO (SMA-SP)** – “Atlas das unidades de conservação ambiental do Estado de São Paulo”. Secretaria do Estado de Meio Ambiente, São Paulo, 2001.

**SILVA, D. A.** – “Evolução do Uso e Ocupação da Terra no Entorno dos Parques Estaduais da Cantareira e Alberto Löfgren e Impactos Ambientais Decorrentes do Crescimento Metropolitano”, Dissertação de Mestrado, FFLCH/USP, Vol. I e II, São Paulo, 2000.

**SILVA, E.** – “Técnicas de Avaliação de Impactos Ambientais”. Vídeo-curso, Viçosa: MG, [CPT - www.cpt.com.br](http://www.cpt.com.br), 1999. 64p. Pulicação nº199.

**SOTCHAVA, U. B.** – “Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre”. Biogeografia n. 14, São Paulo, 1974.

**TANDEL, R. Y.** – “Contribuição ao Estudo da Poluição provocado no Aquífero Freático e no Solo pelo Aterro Controlado da cidade de Rio Claro – SP”, Tese de Doutorado, IGc-USP, São Paulo, 1998.

**TOLEDO, A. E. P.** – “Recuperação de Áreas Degradadas”, CESP-SP, AEP, 1990.

**TRICART, J** – “Ecodinâmica”. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 1977.

**VENTURI, L. A. B.** – “Praticando a Geografia: Técnicas de Campo e Laboratório em Geografia e Análise Ambiental”, org. pelo autor, p.55-68, 69-84, 167-174, 175-197, São Paulo, Editora Oficina de Textos, 2005.

## Lista de Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APA	Área de Preservação Ambiental
APRM	Área de Proteção e Recuperação de Mananciais
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CH <sub>4</sub>	Gás Metano
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CO <sub>2</sub>	Gás Carbônico (Dióxido de Carbono)
EIA/RIMA	Estudo de Impacto Ambiental / Relat. de Impacto Ambiental
EMPLASA	Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano
ETA/ETE	Estações de Tratamento de Água / Esgotos
FFLCH	Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
H <sub>2</sub> S	Gás Sulfídrico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGC-USP	Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IQR	Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos
N <sub>2</sub>	Gás Nitrogênio
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais do Min. do Trabalho
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SMA	Secretaria Estadual de Meio Ambiente-SP
UGRHI	Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos
USP	Universidade de São Paulo
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

## Lista das Fotos

Foto 1 – Núcleo Urbano-Residencial na Área de Influência do Aterro.....	77
Foto 2 – Ao fundo a Serra da Cantareira.....	79
Foto 3 – Disposição dos Resíduos Sólidos no Aterro.....	84
Foto 4 – Garrafa PET disposta no Aterro Sanitário.....	85
Foto 5 – Sala de Educação Ambiental dentro do Aterro.....	87
Foto 6 – Caminhão dispendo os Resíduos Sólidos no Aterro.....	91
Foto 7 – Trator compactando o volume do Lixo.....	92
Foto 8 – Resíduos Sólidos no Aterro.....	93
Foto 9 – Sistemas de Drenagem das Águas Pluviais e queima dos gases.....	94
Foto 10 – Queima de Gases produzidos no Aterro.....	96
Foto 11 – Taludes cobertos com Geomembranas de Polietileno.....	97
Foto 12 – Reservatório de Chorume – Tanque 1.....	106
Foto 13 – Reservatório de Chorume – Tanque 2.....	107
Foto 14 – Tanques Especiais para Acondicionamento de Chorume.....	108
Foto 15 – Material líquido concentrado.....	109
Foto 16 – Área de Ampliação para disposição dos Resíduos Sólidos.....	111
Foto 17 – Área de Ampliação para disposição dos RSD e os taludes.....	112
Foto 18 – Processo erosivo e massa do lixo exposta.....	114
Foto 19 – Erosão no aterro e lixo exposto.....	115
Foto 20 – Caminhão com argila de fora do aterro.....	116

## **Lista das Figuras**

Figura 1 – Mapa do Estado de São Paulo com destaque para Guarulhos.....	<b>40</b>
Figura 2 – Localização da área de estudo na RMSP e em Guarulhos.....	<b>41</b>
Figura 3 – Vista Aérea do Aterro Sanitário e localidades próximas.....	<b>42</b>
Figura 4 – Mapa de Bacias Hidrográficas(Guarulhos).....	<b>44</b>
Figura 5 – Mancha Urbana na Grande São Paulo.....	<b>53</b>
Figura 6 – Mapa da Densidade Populacional de Guarulhos.....	<b>57</b>
Figura 7 – Mapa de classificação das UGRHIS.....	<b>64</b>
Figura 8 – Mapa da Regional da Bacia do Alto-Tietê II.....	<b>65</b>
Figura 9 – Instalações do Aterro e Pontos de Monitoramento.....	<b>70</b>
Figura 10 – Região do Aterro Sanitário e o Parque Estadual da Cantareira.....	<b>76</b>
Figura 11 – Área do Aterro Sanitário através de Foto Aérea.....	<b>113</b>



## **Listas dos Gráficos**

Gráfico 1 – Percentual dos domicílios brasileiros atendidos pela coleta de lixo.....	<b>13</b>
Gráfico 2 – Percentual de coleta de lixo entre as regiões brasileiras.....	<b>14</b>
Gráfico 3 – Percentual da disposição final dos RSD no Brasil (2006).....	<b>16</b>
Gráfico 4 – Normais Climatológicas (Temperatura e Precipitação).....	<b>46</b>
Gráfico 5 – Pirâmides Etárias de Guarulhos (Censos 1980, 1991 e 2000).....	<b>55</b>
Gráfico 6 – Total de Estabelecimentos/Empregadores.....	<b>59</b>
Gráfico 7 – Origem dos Resíduos dispostos no Aterro (Maio/ 2008).....	<b>90</b>

## **Lista dos Quadros**

Quadro 1 – Geração de Resíduos Sólidos no Brasil.....	<b>15</b>
Quadro 2 – Situação Geral do Estado de São Paulo quanto aos RSD ( 2007).....	<b>17</b>
Quadro 3 – Índice de Qualidade de Aterros (IQR).....	<b>81</b>
Quadro 4 – Peso e Volume de Lixo Urbano no mês de Maio de 2008.....	<b>89</b>

## Lista das Tabelas

Tabela 1 – Composição Gravimétrica em Quatro diferentes países.....	<b>29</b>
Tabela 2 – Município de Guarulhos – Crescimento Populacional 1950 a 2006.....	<b>54</b>
Tabela 3 – Evolução do Nº de Estabelecimentos/Empregadores.....	<b>59</b>
Tabela 4 – Critérios Técnicos e legislação em vigor.....	<b>75</b>
Tabela 5 – Resultados Analíticos das Águas Subterrâneas (2001 e 2002).....	<b>99</b>
Tabela 6 – Resultados Analíticos das Águas Subterrâneas (2006).....	<b>100</b>
Tabela 7 – Resultados Analíticos das Águas Superficiais (2002).....	<b>103</b>
Tabela 8 – Resultados Analíticos das Águas Superficiais (2006).....	<b>104</b>

# **CONTATOS**

**Endereço para acessar o CV (Currículo Lattes – CNPq):**

<http://lattes.cnpq.br/2600190545062651>

**E-mails:**

[fabioarantes@usp.br](mailto:fabioarantes@usp.br)

[fabarantes@yahoo.com.br](mailto:fabarantes@yahoo.com.br)

Telefone: (11) 9345-8710.