

**ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO POR
RESÍDUOS PERIGOSOS NO CONDOMÍNIO
BARÃO DE MAUÁ**

MUNICÍPIO DE MAUÁ – SÃO PAULO

2004

PARTICIPANTES DOS ESTUDOS DE AVALIAÇÃO

Coordenação:

Alexandre Pessôa da Silva
Diretor Técnico da AMBIOS ENGENHARIA E PROCESSOS LTDA.
Mestre em Química pela Bergakademie Freiberg (Alemanha).
Doutor em Ciências (Instituto de Geociências – USP)

Equipe de Especialistas:

Carmen Ildes Rodrigues Fróes Asmus
Professora Adjunta da Faculdade de Medicina e NESC/UFRJ
Mestre em Endocrinologia (FM/UFRJ).
Doutora em Engenharia da Produção (COPPE/UFRJ)

Maria Izabel de Freitas Filhote
Pesquisadora do NESC/UFRJ.
Enfermeira. Mestre em Enfermagem pela UFRJ

Consultores:

Marisa Palácios da C. e Melo de A. Rego
Professora Adjunta da Faculdade de Medicina e NESC/UFRJ.
Mestre em Medicina Social (IMS/UERJ) e Doutora em Engenharia da Produção (COPPE/UFRJ).

Volney de Magalhães Câmara
Professor Titular da Faculdade de Medicina e NESC/UFRJ.
Mestre em Medicina Ocupacional (Universidade de Londres) e Doutor em Saúde Pública (FIOCRUZ).

Revisores Técnicos:

Daniela Buosi.
Assessora Técnica do Departamento de Ciência e Tecnologia do Ministério da Saúde.
Engenheira Florestal
Mestre em Ciências Florestais (UnB)

Herling Alonzo
Consultor da Coordenação Geral de Vigilância Ambiental da Fundação Nacional em Saúde.
Médico Toxicologista
Mestre e Doutor em Saúde Coletiva (Unicamp).

Instituições, Organizações e Pessoas colaboradoras:

Secretaria Municipal de Saúde de Mauá – Setor de Vigilância Epidemiológica
Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo – Setor de Doenças Ocasionalmente Pelo Ambiente

Órgão financiador:

Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento
Projeto BRA/97/028 – Projeto de Apoio à Organização e Implementação do Sistema Nacional de Vigilância em Saúde – Contrato nº 02/388

SUMÁRIO

<i>Participantes dos estudos de avaliação</i>	II
<i>Índice</i>	III
<i>Lista de Tabelas.</i>	VI
<i>Lista de Figuras.</i>	VII
<i>Lista de Anexos</i>	VII
<i>Lista de fotos</i>	VII
<i>Lista de Abreviações, Siglas e Símbolos</i>	VIII

Capítulo	ÍNDICE	Pág.
I	INTRODUÇÃO	
	1. Metodologia de avaliação de risco da ATSDR	2
	2. Observações sobre a aplicação da metodologia de avaliação de risco da ATSDR no Brasil	4
II	ANTECEDENTES	
	1. O caso do condomínio Barão de Mauá	7
	2. Aspectos históricos da região - Formação do município	8
	3. Características geográficas da região	9
	4. Características demográficas da região	10
	5. Aspectos do potencial econômico do município	10
	6. O Conjunto Residencial Barão de Mauá e seu entorno	11
	7. Histórico do acidente	13
	8. Histórico da aquisição do imóvel e venda aos empreendedores do empreendimento	13
III	VISITA À ÁREA	
	1. Visita à área realizada em outubro de 2003	18
	2. Contatos institucionais	19
	3. Visita ao condomínio	20
	4. Observações e percepção da equipe de campo.	23

IV	PREOCUPAÇÕES DA POPULAÇÃO COM SUA SAÚDE	
	1. Preocupações da população com sua saúde	27
	2. Desenvolvimento do trabalho de campo	28
	2.1. Grupo focal	28
	2.2. Reunião com os síndicos	31
	2.2.1. Preocupações apresentadas	32
	3. Descrição dos dados obtidos com o questionário aplicado à população do condomínio Barão de Mauá	33
	4. Preocupações da população	41
	4.1. Preocupações relativas a saúde	41
	4.2. Preocupações relativas ao meio ambiente	41
	4.3. Preocupações relativas ao empreendimento	42
	4.4. Preocupações relativas aos aspectos psicossociais	42
	4.5. Preocupações relativas a confiança nos órgãos públicos	43
	V	CONTAMINANTES DE INTERESSE
Introdução		55
1. Histórico da contaminação		58
2. Dados existentes		59
2.1. Compartimento Solo		60
2.1.1. Mapeamento de VOCs superficial - Soil Gas Survey		60
2.1.2. Execução de cavas, sondagens de reconhecimento e instalação de poços de monitoramento de gases		61
2.1.3. Amostragem de vapores do solo		63
2.2. Compartimento Subsolo/Resíduos		64
2.2.1. Mapeamento superficial e descrição dos resíduos		64
2.2.2. Amostragem e análise dos resíduos		65
2.3. Compartimento Atmosférico		70
2.3.1. O Sistema de Extração de Vapores		70
2.3.2. Processo de Adsorção pelo Carvão Ativado		71

V	2.3.3. Explosividade nas redes de águas pluviais e esgotos	72
	2.3.3.1. Medições realizadas pela Prefeitura de Mauá, Cestesb e Fundacentro	72
	2.3.3.2. Medições realizadas pela GEOKLOK	73
	2.3.4. Medição de contaminantes na atmosfera	76
	2.3.4.2.1. Detecção de gases no interfone do Bloco 2 – Quadra 6	78
	2.4. Compartimento Água	80
	2.4.1. Água de abastecimento público	80
	2.4.2. Águas Subterrâneas	82
	2.4.2.1. Estudos hidrogeológicos	82
	2.4.2.2. Amostragem e análise das águas subterrâneas	84
	2. 5. Outros Compartimentos	86
	3. Avaliação dos dados existentes	87
	3.1. Compartimento Solo/Resíduos	88
	3.2. Compartimento Atmosférico	90
	3.2.1. Medição de contaminantes na atmosfera	90
	3.2.1.1. Nas áreas externas dentro do condomínio	90
	3.2.1.2. Nos apartamentos dentro do condomínio	91
	3.3. Meio Ambiental Águas	92
	3.3.1. Águas do abastecimento público	92
3.3.2. Águas Subterrâneas	93	
V	4. Determinação dos contaminantes de interesse	94
	4.1. Compartimento solo	95
	4.1.1. Padrões de comparação	96
	4.1.2. Solos/resíduos – Definição de contaminantes de interesse	100
	4. 2. Compartimento atmosférico	100
	4.2.1. Padrões de comparação	101
	4.2.2. Definição dos contaminantes de interesse	104
	4. 3. Meio Água	104

	4.3.1. Água de abastecimento público	104
	4.3.2. Água subterrânea	105
	4.4. Definição dos contaminantes de interesse	106
	IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ROTAS DE EXPOSIÇÃO	
VI	Introdução	126
	1. Categorização das rotas como potenciais ou completas	133
	1.1. Rotas de exposição completas	134
	1.2. Rotas de exposição potenciais	136
	2. Determinação das rotas de exposição Residencial Barão de Mauá	140
	IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE PÚBLICA	Pág.
VII	Introdução	143
	1. Exposição	143
	1.1. A população	145
	1.2. Efeitos sobre a saúde	146
	1.2.1. Câncer	147
	1.2.2. Efeitos Sistêmicos	151
	2. Avaliação Toxicológica	153
	2.1. Efeitos tóxicos dos contaminantes de interesse	153
	2.1.1. Efeito carcinogênico	153
	2.1.2. Efeito não-carcinogênico	155
	2.1.2.1 Benzeno	155
	2.1.2.2. Cobre	158
	2.1.2.3. Cromo	159
	2.1.2.4. Bifenilas Policloradas (PCBs)	160
	2.1.2.5. Zinco	161
	2.1.2.6. Efeitos não carcinogênicos – Indicadores de Risco	161
	2.2. Cálculo das doses de exposição	163
	2.2.1 Efeito não-carcinogênico	166
	2.2.2. Excesso de risco de câncer	170

	3. Avaliação dos efeitos sobre a saúde	171
	3.1. Estudos existentes	171
	3.2. Informações coletadas durante a visita à área	172
	4. Resposta às preocupações da comunidade	174
	4.1. Preocupações da comunidade quanto a sua saúde	174
	4.2. Preocupações da comunidade relativas ao meio ambiente	176
	CONCLUSÕES - RECOMENDAÇÕES	
	1. Determinação do nível de risco do local	184
	1.1. Principais informações para a caracterização de risco no conjunto residencial Barão de Mauá	186
	1.2. definição da categoria de risco na área do conjunto residencial Barão de Mauá	188
	2. Recomendações	193
	2.1. Recomendações de saúde	193
	3.2. Recomendações de Ações Ambientais	195
VIII		
IX	BIBLIOGRAFIA	196

Capítulo	ÍNDICE DE TABELAS	Pág.
	Tabela II-1 - Dados demográficos do Município de Mauá-2003	10
	Tabela II-2 - Atividades econômicas do Município de Mauá-2003	10
II	Tabela II-3 - Distribuição da arrecadação fiscal do Município de Mauá, segundo setores de atividade econômica, 2003.	11
	Tabela II-4: Número de famílias residentes em cada etapa do Condomínio Barão de Mauá-2003	11
III	Tabela III-1: Número de etapas e blocos habitados do Condomínio Barão de Mauá – 2003.	20
	Tabela IV-1: Número de famílias residentes em cada etapa do Condomínio Barão de Mauá -2003	32

IV	Tabela IV-2: Número de entrevistas realizadas, segundo as etapas, no Condomínio Barão de Mauá - Novembro de 2003	34
	Tabela IV-3: Número de entrevistas realizadas, segundo os andares existentes no Condomínio Barão de Mauá - Novembro de 2003	34
	Tabela IV-4: Grau de escolaridade, segundo quantidade de entrevistados no Condomínio Barão de Mauá - Novembro de 2003	35
	Tabela IV-5: Ano em que ocupou o apartamento, segundo quantidade de entrevistados no Condomínio Barão de Mauá	35
V	Tabela V-1: Parâmetros analisados nas amostras de solos e resíduos e os respectivos laboratórios	68
	Tabela V-2: Principais resultados analíticos nas amostras de solo	69
	Tabela V-3: Principais resultados do monitoramento de ar nas áreas do Conjunto Habitacional Barão de Mauá.	77
	Tabela V-4: Composição dos gases amostrados no bloco 2,quadra 6.	80
	Tabela V-5: Principais resultados analíticos nas amostras de água subterrânea	85
	Tabela V-6: Concentrações máximas dos contaminantes encontradas nos solos, sua comparação com os valores de referência e a definição dos contaminantes de interesse.	98
	Tabela V-7: Valores máximos de contaminantes no ar nos ambientes internos e externos do conjunto residencial Barão de Mauá, a comparação com valores de referência utilizados e a definição dos contaminantes de interesse.	103
	Tabela V-8: Concentrações máximas encontradas em águas subterrâneas, os valores de referência utilizados e a definição dos contaminantes de interesse.	105
	Tabela V-9: Poços de captação subterrânea localizados próximos ao Conjunto residencial Barão de Mauá	107
VII	Tabela VII-1: EPA classificação dos carcinógenos	149
	Tabela VII-2: IARC classificação de carcinogenicidade para humanos.	149
	Tabela VII-3: Classificação dos contaminantes de interesse segundo potencial carcinogênico.	154
	Tabela VII-4: Potência (fator de inclinação ou risco unitário) de câncer por contaminante de interesse.	155
	Tabela VII-5: Normas e valores padrões de referência - Níveis de	162

VII	Risco Mínimo (Minimum Risk Level – MRL) e Dose de Referência (Reference Dose – RfD) - para os contaminantes de interesse.	
	Tabela VII-6: Dose total de exposição diária para a população de ex-trabalhadores da construção do Condomínio Barão de Mauá.	164
	Tabela VII-7: Dose total de exposição diária ao benzeno para a população de moradores do Condomínio Barão de Mauá (μ /Kg- dia).	165
	Tabela VII-8: Dose total de exposição diária para a população de ex-trabalhadores na construção do Condomínio Barão de Mauá (mg/Kg-dia) e valores padrões de referência.	167
	Tabela VII-9: Demonstrativo da margem de exposição para efeitos não carcinogênicos (DE/Referência) para os contaminantes de interesse para a população de ex-trabalhadores expostos	169
	Tabela VII-10: Dose total de exposição diária ao benzeno para a população de Moradores do Condomínio Barão de Mauá (mg/Kg-dia) e valores padrões de referência.	169
	Tabela VII-11: Demonstrativo da margem de exposição para efeitos não carcinogênicos para o benzeno (DE/Referência) para a população de moradores.	170
	Tabela VII-12: Demonstrativo do excesso de risco para câncer a partir de doses estimadas de exposição para o benzeno (mg/Kg-dia) para a população de moradores do Condomínio Barão de Mauá, 2004.	170

Capítulo	ÍNDICE DE FIGURAS	Pág.
II	Figura II-1: Desenho esquemático do entorno do conjunto residencial Barão de Mauá.	12
V	Figura V-1: Mapa de isoconcentrações de VOCs nos solos a partir dos resultados das medições realizadas nos anos de 2000 e 2001. Barão de Mauá, S.P	61
	Figura V-2: Localização dos pontos de sondagem e locais onde foram encontrados resíduos. Barão de Mauá, São Paulo.	62
	Figura V-3: Gráfico da variação da concentração média de benzeno nos gases do subsolo do Conjunto Habitacional Barão de Mauá (fevereiro/setembro de 2002)	72
	Figura V-4: Gráfico Variação da concentração média de metano nos gases do subsolo do Conjunto Habitacional Barão de Mauá (fevereiro/setembro de 2002)	72
	Figura V-5: Gráfico da evolução dos valores de explosividade nas	75

	caixas de passagem de águas pluviais	
	Figura V-6: Gráfico da evolução dos valores de explosividade nas caixas de esgoto	75

Capítulo	ÍNDICE DE ANEXOS	Pág.
IV	ANEXO IV-1: Metodologia trabalho com o grupo focal	45
V	ANEXO V-1: Relação de dados avaliados	109
	ANEXO V-2: História do Love Canal: 1892 -1978	113
	ANEXO V-3: Ensaio piloto de extração de vapores do solo (EVS)	119
	ANEXO V - 4: Resultados das análises químicas em amostras de vapores de solo coletadas em poços de monitoramento e durante ensaios de EVS (em mg/m ³)	123

Capítulo	ÍNDICE DE FOTOS	Pág.
V	FOTO V-1: Visão geral do Conjunto Residencial Barão de Mauá	88
	Foto VI-2: Contaminação exposta (2001)	129
	Foto VI-3: Visita da equipe de avaliação(2003)	129

LISTA DE ABREVIACÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas</i>
ANVISA	<i>Agência Nacional de Vigilância Sanitária</i>
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Agência para Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças)
°C	Grau Celsius ou Grau centígrado.
Cd	Cádmio
CEPED	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento - Secretaria do Planejamento, Ciências e Tecnologia- Governo do Estado da Bahia
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo.

CGVAM	Coordenação Geral de Vigilância Ambiental em Saúde
CRA	Centro de Recursos Ambientais - Secretaria do Planejamento, Ciências e Tecnologia- Governo do Estado da Bahia
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
cm	Centímetro, 10^{-3} m.
CMP	Concentração Máxima Permitida
DECIT	Departamento de Ciência e Tecnologia em Saúde.
DERBA	Departamento de Estrada de Rodagem - BAHIA
FeO	Óxido de ferro
FEEMA	Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro.
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde.
g	Gramas.
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Sociedade Alemã para a Cooperação Técnica)
IARC	International Agency of Research on Cancer (Agencia Internacional de Investigação do Câncer)
Kg	Quilograma, 10^3 g.
Km	Quilômetro, 10^3 m.
L	Litro.
>	Maior que.
m	Metro.
m^3	Metro cúbico
μg	Micrograma (10^{-6} g).
μL	Microlitro (10^{-6} L).
mg	Miligrama (10^{-3} g).
ml	Mililitro (10^{-3} L).

mm	Milímetro, (10^{-3} m).
MO	Matéria orgânica
MRL	Minimal Risk Level (Nível de Risco Mínimo)
M.S.	Ministério da Saúde.
NA	Não Analisado.
ND	Não Detectado.
ng	Nanograma (10^{-9} g).
NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health (Instituto Nacional de Saúde e Segurança ocupacionais)
OMS	Organização Mundial de Saúde.
Pb	Chumbo
pH	Potencial hidrogeniônico
PM	Poço de Monitoramento.
p/p	Peso por peso.
ppb	Partes por bilhão ($\mu\text{g}/\text{Kg}$, $\mu\text{g}/\text{L}$).
ppm	Partes por milhão (mg/Kg , mg/L).
%	Por cento.
s	Segundo.
S	Enxofre
SINVAS	Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde
SUS	Sistema Único de Saúde
SiO ₂	Dióxido de silício
t	tonelada
UNESCO	Organização das Nações Unidas para A Educação, A Ciência e A Cultura
USEPA	United States Environmental Protection Agency – USA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América)
VMP	Valor Máximo Permitido.
v/v	Volume por volume.
ZnO	Óxido de zinco

**ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO POR
RESÍDUOS PERIGOSOS NO CONDOMÍNIO
BARÃO DE MAUÁ**

MUNICÍPIO DE MAUÁ – SÃO PAULO

I. INTRODUÇÃO

2004

INTRODUÇÃO

1. Metodologia de avaliação de risco da ATSDR

O processo de industrialização tem gerado em todo mundo, de forma crescente, grandes volumes de resíduos. Em muitos casos, os insumos e produtos finais contêm substâncias de diversos níveis de toxicidade para o meio ambiente e para a saúde humana.

Diante dos perigos à saúde humana, as autoridades nos países mais industrializados criaram procedimentos de avaliação que, além de dimensionar o risco, assinalam recomendações para eliminação da exposição humana, ações de saúde direcionada às populações expostas, bem como de remediação das fontes de emissão.

A Agência de Registro de Substância Tóxicas e de Doenças - Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) foi criada através de legislação nos Estados Unidos da América - EUA (Acta de 1986 de Re-autorização e Emendas ao “Superfundo” da Acta integral de 1980 para Resposta Ambiental, Compensação e Contingências - CERCLA) com a missão de desenvolver atividades de Saúde Pública especificamente associadas com a exposição, real ou potencial, a agentes perigosos emitidos ao ambiente.

Nos EUA, esta metodologia fornece subsídios para a composição de uma lista nacional de locais prioritários. A partir destas avaliações a agência também procede notificação para a Agência de Proteção Ambiental (United States Environmental Protection Agency – USEPA) de que existe alguma ameaça para a saúde pública nos locais sob risco, de tal forma que a mesma possa desenvolver alguma intervenção para mitigação ou prevenção da exposição e dos efeitos à saúde.

Considera-se objeto de avaliação para esta metodologia, compostos químicos, elementos ou combinações que, por sua quantidade, concentração, características físicas ou características toxicológicas, possam representar um perigo imediato ou potencial para a saúde humana ou ambiente, quando são inadequadamente usadas, tratadas, armazenadas, transportadas ou eliminadas. As etapas para o desenvolvimento da metodologia são:

a) Avaliação da Informação do Local - Descrição do local, aspectos históricos, avaliação preliminar das preocupações da comunidade, dados registrados sobre efeitos adversos à saúde, informação demográfica, usos do solo e outros recursos naturais, informações preliminares sobre contaminação ambiental e rotas ambientais (água subterrânea ou profunda, água superficial, solo e sedimento, ar e biota).

b) Resposta às Preocupações da Comunidade - Compreende a identificação dos membros da comunidade envolvidos, desenvolvimento de estratégias para

envolver a comunidade no processo de avaliação, manutenção da comunicação com a comunidade através de todo o processo de solicitação e resposta dos comentários da comunidade sobre os resultados da avaliação.

c) Seleção dos Contaminantes de Interesse – Inclui a determinação dos contaminantes no local e fora deste, sua concentração nos meios ambientais, os níveis de concentração basais, a qualidade dos dados tanto do processo de amostragem quanto das técnicas de análise, o cálculo de valores de comparação (Guias de Avaliação dos Meios Ambientais -EMEG), o inventário das emissões dos compostos tóxicos, a busca de informação toxicológica e a determinação dos contaminantes de interesse.

d) Identificação e Avaliação de Rotas de Exposição – A partir da identificação da fonte de emissão dos contaminantes de interesse, são realizadas identificações dos meios ambientais contaminados, dos mecanismos de transporte, dos pontos de exposição humana, das vias de exposição e das populações receptoras. Estas informações permitem avaliar se as rotas são potenciais ou completas.

e) Determinação de Implicações para a Saúde Pública – Nesta etapa do processo é realizada a avaliação toxicológica (estimação da exposição, comparação das estimativas com normas de saúde, determinação dos efeitos à saúde relacionados à exposição e avaliação de fatores que influem nos efeitos adversos para a saúde e determinações das implicações para a saúde por perigos físicos), e dos dados sobre efeitos à saúde (usos e critérios para avaliar estes dados e discussão desta informação em resposta às preocupações da comunidade).

f) Determinação de Conclusões e Recomendações – A determinação de Conclusões inclui a seleção de categorias de perigos, conclusões sobre informação consideradas insuficientes, conclusões sobre preocupações da comunidade sobre sua saúde e, por fim, as conclusões sobre rotas de exposição. Na determinação de recomendações tem-se como objetivo proteger a saúde dos membros da comunidade e recomendar ações de saúde pública.

2. Observações sobre a aplicação da metodologia de avaliação de risco da ATSDR no Brasil

Nos EUA, como nos demais países, os procedimentos de avaliação de risco à saúde humana por resíduos perigosos fazem parte de uma legislação com recursos, poderes e deveres institucionais estabelecidos para cada uma das etapas do processo de reconhecimento do local de risco, avaliação do risco à saúde das populações expostas, medidas de inibição da exposição humana, ações de acompanhamento de saúde destas populações, bem como dos procedimentos de eliminação das fontes emissoras de resíduos perigosos.

Na aplicação da avaliação de risco à saúde humana segundo a metodologia da ATSDR a classificação dos diversos níveis de perigo à saúde humana impõe ações das diversas áreas de governo, antecipadamente estabelecidas. Estas ações são implementadas com recursos de um fundo próprio, criado em 1980 pelo governo federal dos EUA (Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act – CERCLA, também conhecido como Superfund law). Estas ações são implementadas independente de quem tenha causado a situação de risco à saúde.

No Brasil os procedimentos de avaliação de risco à saúde humana por resíduos perigosos, é uma atividade recente e, diferente do que ocorre nos países onde esta prática já existe desde a década de 80, ainda não existe um arcabouço jurídico-institucional que imponha uma seqüência natural aos resultados dos estudos de avaliação de risco.

Por esta razão, a classificação de perigo assinalada no relatório, bem como as recomendações daí decorrentes, elaboradas seguindo rigorosamente os critérios da metodologia da ATSDR, ou seja, levando em consideração a realidade americana, deve ser avaliada como um instrumental técnico-científico fundamental pelas esferas governamentais responsáveis pela tomada de decisões, mas com a devida adequação a nossa realidade e recursos.

No Brasil, segundo o Art. 196 da Constituição Federal de 1988, *a saúde é direito de todos e dever do estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para a promoção, proteção e recuperação.*

Para assegurar esse direito, a Constituição Federal de 1988 criou o Sistema Único de Saúde (SUS), sistema público descentralizado, integrado pelas três esferas de governo, que foi regulamentado pelas Leis Orgânicas da Saúde (Leis 8.080/90 e 8.142/90).

A Lei 8.080, no seu Art. 3 dispõe que: *a saúde tem como fatores determinantes e condicionantes, entre outros, a alimentação, a moradia, o saneamento básico, o meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação, o transporte, o lazer e o acesso aos bens e serviços essenciais: os níveis de saúde da população expressam a organização social e econômica do país.*

Dentro desse contexto a saúde vai além da simples ausência de doença voltando-se para a qualidade de vida do indivíduo, grupos sociais, comunidades, países e regiões. A avaliação de risco para saúde das populações expostas a contaminantes ambientais representa um instrumento importante para a tomada de decisões e implementação, de maneira sistemática, de articulações e de ações intra e intersetoriais visando a promoção e proteção da saúde, para melhorar as condições sociais e de vida onde as pessoas vivem.

**ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO POR
RESÍDUOS PERIGOSOS NO CONDOMÍNIO
BARÃO DE MAUÁ**

MUNICÍPIO DE MAUÁ – SÃO PAULO

II. ANTECEDENTES

2004

1. O CASO DO CONDOMÍNIO BARÃO DE MAUÁ

A área do condomínio residencial Barão de Mauá, situado na região do ABC Paulista, no município de Mauá, segundo alerta da Secretaria de Meio Ambiente deste município estaria contaminada com Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs), incluindo clorobenzeno, tolueno e benzeno – substâncias altamente tóxicas ao meio ambiente e à saúde humana.

Levantamentos aerofotogramétricos realizados em 1962 e 1993, indicaram aterramentos nesse período em uma área de 160 mil metros quadrados da Companhia Fabricadora de Peças (Cofap), situada no município de Mauá. A deposição dos resíduos resultou na formação de um talude bastante acentuado nas margens do córrego Itrapuã.

Segundo nota oficial assinada em conjunto pelas Secretarias Municipal e Estadual de Saúde, Secretaria Estadual de Meio Ambiente (Cetesb) e pela Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente, a partir da explosão ocorrida em abril de 2000, numa das caixas d'água do condomínio Barão de Mauá, que vitimou fatalmente um trabalhador e causou queimaduras em outro, foram tomadas uma série de medidas que objetivavam a segurança da população da área, tendo em vista o risco de explosão. Essas medidas resultaram em uma série de estudos ambientais e de saúde da população da área, bem como monitoramentos ambientais.

A Cetesb divulgou, em 16/08/2001, através de relatório, a presença de gás metano na região. A partir de então, órgãos ambientais e de saúde do governo, municipal e estadual, auxiliados por técnicos da Fundacentro e do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), estão desenvolvendo uma série de ações, incluindo avaliações ambientais em 266 locais, incluindo apartamentos, redes de água e esgoto, energia elétrica e poços de elevadores, não tendo sido detectados qualquer dos hidrocarbonetos avaliados a níveis acima de 0,1 ppm, embora tenha sido encontrado metano em pontos da rede de esgoto e em locais de respiro próximo a explosão ocorrida (Nota Oficial da Secretarias Municipal e Estadual de Saúde, Cetesb e pela Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente, sem data).

2. Aspectos históricos da região - Formação do município

A formação do Município de Mauá está intimamente ligada aos primeiros sesmeiros e às grandes fazendas em torno da Capela Nossa Senhora do Pilar, nos séculos XVII e XVIII. No dia 05/06/1861, o Barão de Mauá, por meio de procuração de José Ricardo Wright, compra duas fazendas, a Caguassu e a Capoava, do Capitão João e de suas irmãs, passando a ser o grande proprietário local, embora morasse no Rio de Janeiro.

O município de Mauá situa-se na região do grande ABC, considerada Região Metropolitana de São Paulo. Faz limites com os municípios de: São Paulo (norte); Santo André (oeste); Ribeirão Pires (leste e sul) e Ferraz de Vasconcelos e Suzano (nordeste).

O município apresenta as seguintes características físicas: área urbana de 67 km² e área de proteção aos mananciais de 13 km², não possuindo área considerada como rural. A altitude média é de 800 m. O relevo é acidentado com pequenas colinas e morros baixos. As coordenadas geográficas são: Latitude S - 23° 39' 58" (1); Longitude W - 46° 27' 40" (1)

O clima é tropical de altitude, com temperatura máxima de 37° C e mínima de 7° C. A rede hidrográfica do município é composta por duas sub-bacias: Guaió e Tamanduateí, integrantes da bacia do rio Tietê. O rio Tamanduateí nasce em Mauá, no Parque Ecológico Santa Luzia, deslocando-se de leste para oeste.

4. Características demográficas da região

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2000, (IBGE, 2000), os dados demográficos do município são:

Tabela II-1- Dados demográficos do município de mauá-2003

Pessoas residentes	363.392
Homens residentes	178.837
Mulheres residentes	184.555
Domicílios particulares permanentes	98.965
Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário e rede geral	74.664
Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água e rede geral	97.160
Domicílios particulares permanentes com destino de lixo- coletado	98.600
Hospitais ¹	4
Leitos hospitalares operacionais	412
Taxa de mortalidade Infantil (TMI)-2000	18.76%
Taxa de mortalidade (TM) - 2000	5.22%
Unidades Ambulatoriais - 1999	29

Fontes: IBGE, 2000

¹ 01- Público; 02 Privados e 01 Filantrópico.

5. Aspectos do potencial econômico do município

O potencial econômico do município está diretamente relacionado com as atividades econômicas predominantes e com o grau de arrecadação de ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços).

Tabela II-2 - Atividades econômicas do município de Mauá, 2003

Tipo	Quantidade
Ambulantes	624
Estabelecimentos Comerciais	7.381
Indústrias	686
Prestação e Prestadores de Serviços	10.341
Total	19.032

Fontes: PMM - Secretaria Municipal de Modernização Administrativa/Depto. de Desenvolvimento da Tecnologia da Informação - DDTI, com base no cadastro mobiliário. Posição em dezembro/2002

Tabela II-3 - Distribuição da arrecadação fiscal do Município de Mauá, segundo setores de atividade econômica, 2003

Setores	%
Produtos Químicos	46,05
Produtos de Plástico	18,52
Metalurgia	10,10
Materiais de Transporte	9,38
Comércio	4,11
Diversos	4,00
Outros	3,98
Máquinas e Equipamentos	1,29
Máquinas, Aparelhos e Materiais Elétricos	0,91
Serviços	0,84
Minerais não Metálicos	0,81
Total	100,00

Fonte: PMM - Secretaria de Estado da Fazenda / APECAT. (1) devido ao sigilo fiscal, os setores com menos de 05 contribuintes não foram informados. Dados de 2002

6. O Conjunto Residencial Barão de Mauá e seu entorno

O conjunto residencial Barão de Mauá é constituído por edifícios de oito pavimentos, com quatro apartamentos por andar, sem garagem subterrânea, distribuído ao longo de nove quadras. O projeto completo prevê a construção total de 72 blocos, sendo que atualmente 54 são habitados e nove encontram-se em construção. Segundo dados dos síndicos das etapas a quantidade de famílias encontra-se assim dividida:

Tabela II-4: Número de famílias residentes em cada etapa do Condomínio Barão de Mauá -2003

Etapas	Nº de Famílias
1	256
2	320
3	128
4*	192
5	160
6	160
7	192
8	128
9	160
TOTAL	1.696

Fonte: Reunião de síndicos, realizada em Mauá, em 21/10/2003.

* Síndico não presente. Informação fornecida pelos outros síndicos.

O terreno do conjunto residencial Barão de Mauá localiza-se junto à divisa dos municípios de Mauá e Santo André, sendo limitado a oeste pelo córrego Itrapuá e a norte pela faixa de servidão da concessionária de energia elétrica (Eletropaulo), paralela a Av. João Ramalho. A sul e leste existem residências térreas e terrenos baldios. No lado oposto da Av. João Ramalho, localizam-se diversos estabelecimentos industriais como a Cofap, Pirelli e TRW. A figura 1 assinala, de forma esquemática, o entorno do condomínio residencial Barão de Mauá.

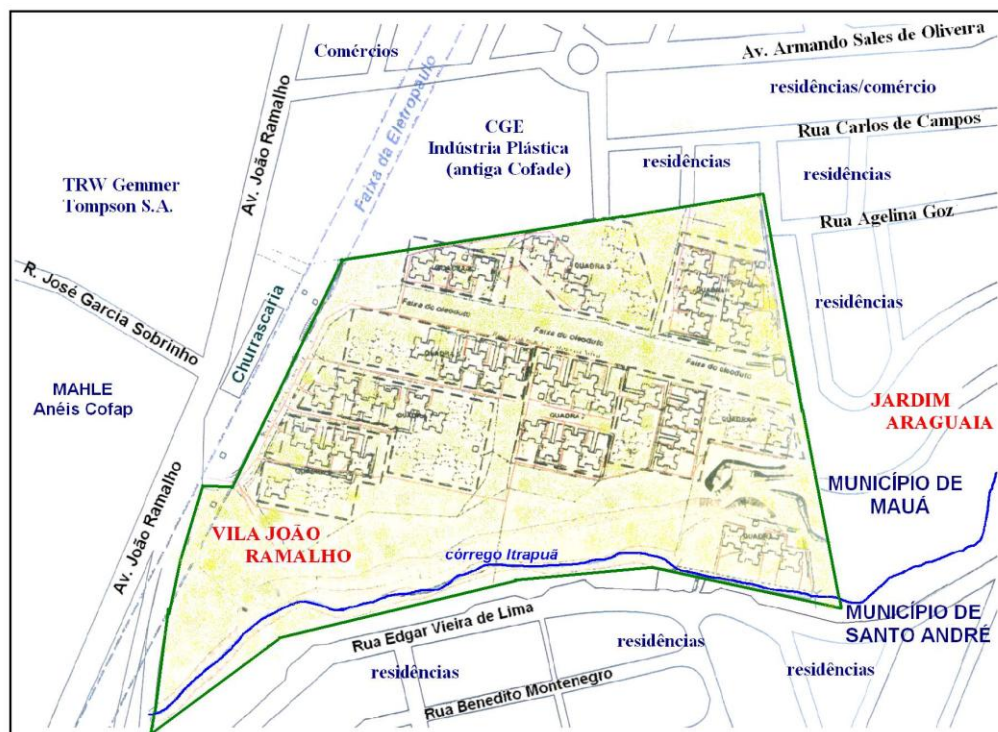


Figura 1: Desenho esquemático do entorno do conjunto residencial Barão de Mauá.

A região é servida por água potável, distribuída pela companhia de saneamento local (SAMA), contando também com rede de coleta de esgoto. No interior do condomínio, os cabos de telefonia são subterrâneos e a fiação elétrica é aérea. Uma faixa de servidão da Petrobrás corta todo o terreno no sentido N-S.

7. Histórico do acidente

Segundo descrição contida no Processo nº 1087/01 do Ministério Público, de 20 de abril de 2000, em um dos edifícios do conjunto habitacional Barão de Mauá, ocorreu um acidente de trabalho, envolvendo os Srs. Geraldo Júlio Rivello e Marcus Vinícios Ferreira que realizavam serviço de manutenção da bomba da caixa d' água do condomínio, situada no subsolo. Houve uma explosão seguida de incêndio que causou a morte do primeiro trabalhador e queimaduras de terceiro grau em 40% do corpo do segundo trabalhador. A partir desse evento, a Cetesb realizou relatório técnico, onde apurou que os blocos de apartamentos foram edificadas sobre o antigo depósito de resíduos industriais da Cofap, criando condições favoráveis a formação de gás metano.

Ainda no referido processo está registrado que a partir do laudo apresentado era de conhecimento público e notório que, no passado, aquela era uma área destinada a resíduos industriais, tornando o evento (explosão e morte), previsível.

8. Histórico da aquisição do imóvel e venda aos empreendedores do empreendimento

Em 1974 a Cofap adquiriu o imóvel, matrícula 8229 do CRI local (Ação Civil Pública – Processo 1087/01).

Segundo declarações do Sr. Antenor Alonso, que constam da Ação Civil Pública já citada, no local onde está situado o condomínio havia um depósito de lixo da fundição da Cofap (154.100 mil m²), em sua maioria composta de resíduos de diversas indústrias da áreas, contendo, entre outros materiais: trapos e estopas de limpeza de máquinas industriais, areia de fundição, escórias de borra, verrugas e pó de ferro. Já naquela ocasião, havia ocorrido um incêndio de grandes proporções, que teria gerado uma autuação por parte da Cetesb.

Em 1979, foi efetivado o registro de titularidade do domínio (direito das coisas/ posse). No ano de 1995, a Cofap, por escritura pública de 14 de dezembro de 1995, vendeu o imóvel à Cooperativa Habitacional Nosso Teto. Sendo efetivado o registro de titularidade em 05 de janeiro de 1996.

O projeto para construção foi aprovado sob o alvará municipal 31523, de 11 de fevereiro de 1995 (Ação Civil Pública/ 2001).

O memorial descritivo do Conjunto Habitacional Barão de Mauá foi feito sob a responsabilidade da empresa Administradora e Construtora SOMA e também foi subscrito pela proprietária do imóvel, Cofap, e pela compromissária compradora do imóvel Cooperativa Habitacional Nosso Teto

A responsabilidade pelas obras de implantação do condomínio foi da SOMA e da SQG. A empresa Paulicoop assumiu a implantação jurídica e comercialização do empreendimento (alienação e ocupação das unidades).

O memorial descreve o empreendimento como sendo um loteamento e conjunto habitacional de caráter social, onde seriam construídos 72 blocos de edifícios de oitos andares, com quatro apartamentos, totalizando 2.304 unidades.

Neste mesmo processo, consta que durante as obras de construção do condomínio, na etapa de terraplanagem e perfuração de solo, foram avistados diversos sacos escuros contendo resíduos, tanto industriais como domiciliares.

Também consta dos autos da ação civil pública, que o técnico de segurança Roberto Oscar Mangia, que trabalhava para a empresa SQG, avisou ao engenheiro da empresa, cujo primeiro nome era Mário, que havia encontrado gás metano proveniente de uma caixa submersa. Esse técnico fez um relatório que ao ser entregue ao referido engenheiro “foi amassado e jogado no lixo”, pois o mesmo afirmou que aquilo era comum em obras de construção.

Em abril de 2000, quando parte do condomínio já estava pronto e várias de suas unidades vendidas e ocupadas por compradores, ocorreu o acidente já descrito acima.

A Cetesb atribuiu a explosão às elevadas concentrações de gás metano, derivado da decomposição de lixo urbano. A agência ambiental solicitou que a SQG – atual responsável pelas obras – desse início a pesquisas no solo para diagnosticar a fonte dos gases, além de monitorar os índices que indicassem novos riscos de explosão. A SQG deveria também ter parado as obras, mas ignorou a determinação. Paralelamente, a Cetesb iniciou um estudo para identificar a presença de outros compostos, além do lixo orgânico, informando o Ministério Público.

Em 1998, a Cofap, que pertencia ao empresário Abranham Kasinsky, foi vendida para a Magneti Marelli, empresa do grupo FIAT.

A empresa SQG Empreendimentos e Construções Ltda. encaminhou ofício ao Prefeito de Mauá e comunicou que estava contratando a empresa CSD GEOKLOCK Geologia e Engenharia Ambiental Ltda., para fazer uma investigação ambiental, logo após o acidente ocorrido com os trabalhadores.

No dia 16 de agosto de 2000, a Cetesb divulgou laudo constatando a presença de 44 Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) – entre eles, clorobenzeno, benzeno, tolueno, trimetilbenzeno, n-decano – sem, entretanto, informar as concentrações de cada composto no solo (Ação civil pública/ 2001).

Em setembro de 2000, a GEOKLOCK entregou relatório onde aponta que algumas medidas de caráter emergencial deveriam ser cumpridas pela SQG, tais como: monitoramento dos índices de explosividade em ambientes confinados; lavagem diária das galerias e casas das bombas; instalação de exaustores de ar a prova de explosão; proibir a entrada de pessoas em recintos confinados, sem antes medir os gases; eliminação das casas de bombas subterrâneas.

Segundo relatório de inspeção elaborado pelo Ministério Público em 21/08/2001, assinado pelos técnicos Eng. Élio Lopes dos Santos, Geol. Djalma Luiz Sanches e a Promotora de Justiça Martha Pacheco Machado de Araújo, foi verificado que a concentração de gases na galeria de águas pluviais apresentava valores acima de 100.000 ppm, o que representava risco de explosão.

O mesmo relatório cita que os prédios, cujas obras foram abandonadas, apresentavam-se energizados, assim como os poços dos elevadores estavam abertos.

A análise da Cetesb, informação técnica 029/00/EERO, encaminhada ao Ministério Público em 16/08/01, diz que “não havia sido eliminada a contaminação dos sistemas de drenagem por gás metano, com potencial de atingir áreas internas das instalações prediais” (Ação Civil Pública/Processo 1087/01), e que haviam sido feitos teste na área do oleoduto da Petrobrás, que atravessa parte do condomínio.

O parecer da Cetesb, de 23/07/01, diz que os estudos aerofotogramétricos feitos em 1962 e 1993 demonstravam que a área foi aterrada, o que determinou uma mudança na geometria da encosta, com afloramento do talude na região do rio Itrapuã. Os resíduos estavam aflorando no nível dos pavimentos, “também foi identificada uma pluma contaminante que já ultrapassa os limites do terreno na divisa com a rua Valdemar Celestino da Silva. Em determinados pontos a contaminação é superior a 8.000ppm” (Cetesb/2001a).

Esse relatório aponta a presença de 44 diferentes compostos orgânicos, destacando-se o Benzeno o Decano e o 1,2,4 Trimetilbenzeno. “Os técnicos da Cetesb afirmam que sob o condomínio existe um aterro com 33.000 metros quadrados, contendo entre outros os seguintes resíduos: plásticos diversos, borrachas, madeiras, vidros, porcelanas, peças de máquinas, fios de cobre, sacos de estopa contendo borras oleosas, baterias e latas de metal” (Ação Civil Pública / Processo 1087/01).

**ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO POR
RESÍDUOS PERIGOSOS NO CONDOMÍNIO
BARÃO DE MAUÁ**

MUNICÍPIO DE MAUÁ – SÃO PAULO

III. VISITA À ÁREA

2004

1. VISITA À ÁREA REALIZADA EM OUTUBRO DE 2003

A estratégia para a visita da área foi implementada em três momentos:

1º. Contatos prévios com os Secretários de Governo, com os seguintes objetivos:

Esclarecer a finalidade do trabalho;

Solicitar a colaboração dos profissionais das secretarias;

Apresentar a equipe a outros interlocutores; e

Ter acesso aos dados de saúde de hospitais, ambientais, jurídicos.

(Esta atividade foi realizada em 03/04/03)

2º. Contatos prévios com a Associação de Moradores e ex-trabalhadores:

Esclarecer a finalidade do trabalho;

Solicitar a colaboração, no sentido de facilitar contato da equipe com os moradores e ex-trabalhadores;

Fornecer informações da área; e

Visitar o condomínio e áreas adjacentes.

3º. Execução de Atividades na área, com os objetivos de:

Levantar dados de saúde, sócio-demográficos, ambientais, históricos, geográficos, a partir de informações dos diversos atores sociais da comunidade;

Entrevistar moradores e ex-trabalhadores;

Aplicar instrumento de investigação das preocupações da população com a sua saúde;

Visitar o condomínio e áreas adjacentes; e

Visitar empresas da área do entorno do condomínio.

2. Contatos institucionais

No período de 20 a 22 de outubro realizou-se a visita a campo como parte da metodologia de avaliação de risco da ATSDR. Ela contou com a participação de profissionais da Secretaria Municipal de Saúde de Mauá (Setor de Vigilância Epidemiológica) e Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo (Setor de Doenças Ocasionalmente pelo Ambiente).

Esta etapa propunha-se a atender aos seguintes objetivos: esclarecer dúvidas sobre dados documentais; apresentar o cronograma de trabalho; selecionar

informante-chave; selecionar e visitar áreas específicas; discutir e apresentar as estratégias para obtenção de informações junto à comunidade; identificar e discutir questões relativas às preocupações com a saúde da população e o meio ambiente; e validar o instrumento de percepção de risco.

Organizaram-se duas equipes que trabalharam nestes objetivos com reuniões de discussão intercaladas durante o período. Uma equipe realizou visitas a várias empresas do entorno do condomínio, tendo observado as características da circunvizinhança e do condomínio, verificando diretamente a localização das nove etapas de edifícios, e informações da comunidade referentes a odores, fumaças e outras. A segunda equipe trabalhou nas atividades de levantamento das preocupações da comunidade, desenvolvendo a atividade de grupo-focal junto a um grupo de mulheres do condomínio e reunião com os síndicos das etapas.

Durante a primeira reunião realizada na Secretaria Municipal de Saúde, discutiram-se as dúvidas a respeito do material bibliográfico avaliado, principalmente os dados de contaminação ambiental e de saúde, e informações foram trocadas a cerca do caso, de forma a construir um conhecimento abrangente e comum a todos os participantes. Trabalhou-se também o cronograma das atividades propostas e a metodologia para sua realização.

A articulação e organização das atividades propostas para atender ao objetivo de identificar as preocupações da comunidade tiveram como base as informações colhidas previamente, durante reunião técnica em maio de 2003, os contatos posteriores com profissionais das Secretarias de Saúde e por levantamento das notícias publicadas pela imprensa.

Baseados nessas informações, percebeu-se a necessidade de realizar-se três atividades principais: um grupo focal com as mulheres do condomínio; uma reunião com os síndicos das etapas; e a aplicação de um questionário de preocupações da comunidade aos moradores.

3. Visita ao condomínio

A equipe, composta por representantes do Ministério da Saúde e Secretarias de Saúde do Estado e Município, realizou visita a área onde localiza-se a estação de extração de gases e a etapa de prédios próxima a esse local - etapa 6.

Logo que a equipe chegou, foi abordada por duas moradoras, que se identificaram como residentes das etapas 6 e 7. As informações que seguem foram prestadas por essas moradoras que, por questões éticas, terão seus nomes omitidos.

Cada etapa tem em média cinco blocos, totalizando 53 blocos habitados. Doze blocos estão embargados, que totalizariam 65 blocos. A previsão era a construção de 75 blocos.

Tabela III-1: número de etapas de etapas e blocos habitados do Condomínio Barão de Mauá – 2003.

Etapas	Número de blocos
01	08
02	10
03	04
04	06
05	06
06	05
07	06
08	04
09	05
Total de 9 etapas	Total de 54 blocos

Em outubro de 2003, existiam 54 blocos construídos, nas 9 etapas existentes. Segundo informações das moradoras o condomínio foi construído por sistema de cooperativa.

Quando haviam 16 moradores interessados no bloco, o mesmo era liberado para ser sorteado entre os outros cooperados. Alguns moradores têm escritura definitiva, no caso das etapas finalizadas. Outros que haviam quitado os imóveis estão sem escritura. Os moradores que usaram o fundo de garantia possuem escritura provisória. Os blocos não têm habite-se.

A população diz que a etapa 7 é a mais contaminada, assim como todos os blocos localizados a oeste dessa área.

Os moradores estão preocupados, principalmente, com a sua saúde, conforme relatados a seguir: “No último ano, três pessoas fizeram cirurgias nos rins...”; “... há presença de furúnculos pelo corpo de adultos...”; “... ocorreram 10 abortos na etapa 6, no ano de 2002...”; “...em 2003 ocorreram três abortos e feto era anencéfalo...”; “...as crianças têm problemas respiratórios e alérgicos”; “algumas crianças apresentam, na pele, uma doença chamada *rosa púrpura*, e quando a criança pega sol, as lesões que antes eram avermelhadas ficam negras”.

As crianças têm o hábito de brincar nos jardins, nas ruas e garagens, pois os *playgrounds* estão fechados por determinação judicial. Apesar das suspeitas de contaminação, existem pássaros no local.

As moradoras informaram que no bloco 2 da quadra 6, é possível perceber forte odor, que é mais forte nas sextas-feiras e nos dias mais quentes, e que também é descrito para a etapa 2. Os moradores sentem cheiro de “plástico queimado” e “mofo”. Eles solicitaram que a Cetesb fizesse uma avaliação de gases e foi constatada a presença do gás **metano**.

Após relato de um dos moradores, a equipe de avaliação de risco foi até o local apontado e constatou que havia odor diferenciado no interfone. No piso da portaria desse mesmo bloco havia um local onde, segundo as moradoras, a Cetesb já fez perfuração para verificar a presença de gases.

Segundo as moradoras, também existe um cheiro de esgoto que é atribuído ao córrego que passa nos fundos do condomínio, na divisa com o Município de Santo André. “Às vezes o cheiro é tão forte que precisamos fechar as janelas”.

Ainda relataram que em todos os blocos as portas da portaria tiveram que ser modificadas, colocando-se um basculante na parte superior, que deve permanecer aberto para ventilar o ambiente.

As visitas de amigos e parente dos moradores tornaram-se eventuais, pois “as pessoas têm medo de pegar câncer”. Uma das moradoras disse que “outro dia uma motorista de táxi se recusou a entrar no condomínio...”.

A palavra **preconceito** foi citada diversas vezes pelas moradoras, que disseram que as crianças são apontadas, pelos colegas, na escola como **contaminadas**.

“Os maridos são os mais discriminados, pois nos ônibus das empresas, que normalmente tomam para ir para o trabalho, os colegas não os cumprimentam dando as mãos”.

As moradoras, nos depoimentos, disseram que a presença de resíduos no local só se tornou do conhecimento dos moradores quando estes souberam do acidente com os empregados e viram quando o solo foi removido para a colocação dos tubos de drenagem de gás. Foi possível identificar lixo hospitalar, tais como,

gazes, seringas e ataduras; baterias de carro e embalagens de empresas como a PIRELLI e TUPY. O acervo dessas entrevistas conta com oito fitas gravadas e 200 fotos do local.

Um antigo vigia relatou para as moradas que costumava esquentar as suas marmitas, no fogo que acendia em buracos no solo.

As caixas de água ainda estão instaladas sob o solo nos jardins, que ficam na frente dos blocos. Em alguns blocos as bombas foram colocadas na superfície. Nas etapas 1 e 5 elas estão na superfície, nas etapas 2, 6, 7, 8 e 9 permanecem no subsolo. Inúmeras vezes a síndica da etapa 7, moradores e funcionários desceram na caixa e acenderam isqueiros e fósforos.

As depoentes disseram que a população não acredita nos laudos técnicos que são apresentados.

4. Observações e percepção da equipe de campo

Levou-se em consideração, para elaboração desse relato, as visitas feitas ao local e informações obtidas por técnicos e moradores da área.

O condomínio fica situado na divisa com o município de Santo André, mais precisamente no parque São Vicente, que é considerado local nobre, sendo basicamente residencial, com pouco comércio. O condomínio fica próximo a uma das principais avenidas de Mauá, Avenida João Ramalho, em uma pequena elevação podendo ser avistado de alguns pontos da cidade.

A concentração de tantos blocos chama a atenção, embora exista um amplo espaço preenchido por ruas que cortam o condomínio. As etapas 1, 8 e 9 ficam situadas lado a lado e os fundos das mesmas dão para frente das etapas 2, 4 e 5. Separando esse dois conjuntos de etapas existe uma avenida e uma área gramada, por onde passam dutos de combustíveis da Petrobrás. Na frente do primeiro conjunto, existe uma fábrica cuja chaminé esta muito próxima da etapa 8. Observando-se ao longe, é possível imaginar que esta chaminé faça parte do condomínio.

Do alto dos prédios é possível observar que o condomínio esta situado a aproximadamente um quilômetro do Pólo Petroquímico de Capuava e muito próximo a fábricas com a Cofap, Pirelli e a TRW (vide a figura 1).

A avenida que passa entre esses dois conjuntos é uma área de estacionamento. A etapa 6 fica situada na frente da estação de extração de gases e fica atrás da etapa 7. A etapa 3 fica situada nos fundos da etapa 4 e dividida desta pelo córrego Itrapuã. A frente dessa etapa esta voltada para o Município de Santo

André. As áreas onde as construções foram paralisadas ficam próximas às etapas 2, 4, 5, 6 e 7.

Os prédios têm apenas sete andares, com apartamentos que possuem pequena varanda. Os apartamentos são de aproximadamente 30 metros quadrados, constando de sala, sacada, dois quartos, um banheiro, cozinha e área de serviço.

Diversos moradores reclamaram que, embora possam fazer pinturas e modificações na área interna, são proibidas, pelos órgãos ambientais, saúde e pela justiça de efetuar obras na parte externa. Toda a arquitetura externa é padronizada, todavia as portarias e o hall dos andares foram modificados pelos moradores, que os personalizaram, assim como os jardins na sua parte frontal.

Dependendo da etapa, as áreas destinadas à garagem estão situadas na lateral ou no fundo dos prédios. Devido as garagens não possuírem cobertura, vários moradores se queixaram que as pinturas dos carros, mesmo dos novos, ficam desgastadas, opacas e ásperas, devido à poluição provocada pelas empresas do entorno. Atualmente, as etapas possuem grades separando-as.

No local não existem árvores, fato que é objeto de reivindicação dos moradores, mesmo sabendo que existe uma proibição de escavação dos canteiros. A equipe de avaliação de risco descreveu o local como limpo, silencioso, pelo menos no horário em que freqüentou a área, e agradável.

A equipe realizou visita programada na etapa 6, bloco1, devido às informações colhidas junto aos moradores de que havia um odor forte nas áreas de jardim, junto ao solo, que piorava no verão e quando o terreno era escavado para jardinagem.

Alguns trabalhadores teriam se sentido mal durante a abertura de buraco, de 30 cm, para plantio de árvore, no jardim do bloco 1. O trabalhador, que reside no condomínio, responsável pela jardinagem, desta e outras etapa, foi entrevistado e informou que é necessário substituir a terra por outra para que as plantas cresçam. Um auxiliar estava ensacando a terra removida quando se sentiu mal. Havia um cheiro forte de gás e o auxiliar se sentiu tonto e nauseado. Foi afastado da tarefa para um local ventilado, longe do gás, e posteriormente recuperou-se.

O trabalhador informou, ainda, que este cheiro de gás é constante ao cavar-se a área e que ele piora com o calor, causando lacrimejamento e irritação ocular. Há seis meses vem realizando este trabalho e, desde então, tem apresentado cefaléia, anorexia, sensação de náusea constante, adinamia e rinite.

Foi também informado pelos moradores que havia um cheiro forte no interfone da portaria do bloco 2. Constatou-se a presença do cheiro, porém parecendo oriundo da presença de substâncias húmicas. Havia relatos de fumaça saindo dos bueiros. Durante a estada da equipe de avaliação de risco no local, pode-se perceber, quando chovia, a formação de bolhas de ar escapando de pequenas falhas e

rachaduras de áreas calçadas próximo ao estacionamento da quadra 6. Isto indica que, pese à operação da unidade de extração de gases, persiste a exalação de gases a partir dos resíduos.

Foi presenciada, pela equipe, a operação realizada para verificação deste cheiro. Estavam presentes profissionais da construtora, Cetesb, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e Polícia Civil. A ação a ser realizada era a escavação de um buraco na portaria do bloco 2, para coleta de amostras. Para isto seria procedida a evacuação dos moradores do prédio e isolamento da área pelo Corpo de Bombeiros. O trabalho seria realizado com uso de máscara, pelo responsável, e orientações aos circundantes para não fumar, mantendo a energia elétrica desligada.

Nesta ocasião os moradores não permitiram a realização da operação, pois não haviam sido avisados com antecedência. Na semana seguinte esta operação foi realizada, conforme descrito acima.

**ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO POR
RESÍDUOS PERIGOSOS NO CONDOMÍNIO
BARÃO DE MAUÁ**

MUNICÍPIO DE MAUÁ – SÃO PAULO

**IV. PREOCUPAÇÕES DA POPULAÇÃO COM
SUA SAÚDE**

2004

1. PREOCUPAÇÕES DA POPULAÇÃO COM SUA SAÚDE SEGUNDO DADOS PUBLICADOS

Através de dados publicados pela imprensa, próximos à época da explosão e nos anos seguintes, foi possível perceber que esta situação causou, e ainda causa, grande impacto na comunidade, não só de moradores, mas também dos técnicos do governo envolvidos na questão.

Entre as preocupações que já foram apresentadas pela população e divulgadas em relatórios e na imprensa (Jornal O Estadão, 2001) destacam-se as seguintes:

- Presença de sintomas como dor de cabeça;
- Presença de forte odor (sem caracterizá-lo);
- Relato de medo de explosão, por causa do sistema de gás;
- Medo da qualidade dos trabalhos que estão sendo realizados;
- Desejo de soluções tanto para as questões ambientais, como de saúde;
- Falta de confiança nos exames laboratoriais que foram realizados;
- Descrença nos órgãos de governo expressa no receio de omissão de informações; e
- Receio que gerações futuras apresentem seqüelas, tendo em vista a exposição.

Tal nível de preocupações, já declarado no passado, remete a necessidade de estudos mais recentes sobre a percepção que esta população tem relativas tanto aos fatores de risco como aos possíveis efeitos que supõem estarem apresentando no presente e no futuro. Para tanto, foi realizado um estudo qualitativo dessas preocupações em um grupo da população.

2. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO DE CAMPO

2.1. Grupo focal

A metodologia desse trabalho esta descrita no **anexo IV-1**. Neste texto, será apresentada uma síntese da atividade realizada.

O primeiro momento foi de apresentação dos objetivos, com duração de 15 minutos. Os objetivos desta atividade foram levantar informações e identificar as preocupações da comunidade. Houve muito interesse das moradoras em saber

quem eram os integrantes da equipe de avaliação de risco, inclusive anotando as informações. Uma moradora disse “resumindo, você mastiga e eles engolem”.

O segundo momento foi para apresentação dos participantes, com duração de 20 minutos. Cada moradora informou o nome, tempo e local de moradia no condomínio, características familiares, trabalho e hobby. Os tempos de moradia variaram de dois até oito anos, com média de cinco anos. A maioria era casada, com dois filhos, sendo apenas uma solteira, sem filhos. Todas eram donas de casa.

O terceiro momento consistiu na discussão de quatro questões temáticas, com duração de 60 minutos. Os temas propostos foram: conhecimento do problema, preocupações existentes, expectativas e conclusões. Foi realizado livre debate e, posteriormente, a transposição das idéias para o papel em desenho e texto. Procurou-se garantir a participação de todas, assim como a livre expressão das opiniões.

Em relação ao conhecimento do problema, todas sabiam da existência de gás no subsolo. Todas afirmaram que a data de início dos problemas foi 20 de abril de 2000, quando houve a morte de “algumas pessoas”, a partir da explosão do gás. Algumas moradoras sabiam que havia um lixão no local, “da avenida dava para ver que era depósito de lixo”, mas achavam “que tinha sido limpo”. Achavam que não havia problema, porque tinha o “aval da prefeitura para construir”. Uma moradora sabia que havia sido um depósito de “lixo tóxico” e que “a Cofap jogava lixo ali”, inclusive do serviço médico, porém achava que “devia estar limpo, pois tinha certificado da prefeitura para construção”. Não relatam remoção do lixo, era tudo “barro vermelho”.

Outras moradoras “não imaginavam que tinha um lixão”, não tendo sido informadas da existência de aterro industrial quando foram comprar o apartamento. Grande incômodo com as informações passadas pela imobiliária por ocasião da compra dos apartamentos. Referem que o planejamento inicial apresentado era de 7 etapas, com muita área verde e espaço entre elas, e que depois passaram a ser 9 etapas. Os primeiros moradores chegaram em final de 1995. Em 1996, apenas a etapa 1 estava em construção. Foram entregues prédios em etapas diferentes, não tendo ocorrido o término de uma etapa para começar a seguinte. Referem que a localização do imóvel não faz diferença quanto ao estigma da contaminação, “uma vez contaminada, sempre contaminada, não existe meio contaminada”.

Todas sabiam que tinha sido realizado um estudo de saúde no local, com “exames para benzeno”. Há informação contraditória, com algumas dizendo que apenas em quatro moradores deu positivo e outras que vários exames deram positivo, mas os resultados foram abafados “porque todo mundo afirma que não tem nada”. Apresentam conhecimento da ocorrência de “reações cruzadas” com algumas substâncias (chocolate, tabaco) nos resultados dos exames, porém permanecem

com dúvidas. Muita angústia com os resultados do exame do benzeno, colocando que “o estudo foi muito mal organizado”.

Quando pedido para desenhar como vêem o local onde moram, houve um momento de paralisia geral não sabendo como fazer: “como é ou como desejo que seja?”.

Tema do desenho: Como eu vejo o lugar onde moro. Algumas observações no decorrer da tarefa e sua apresentação:

- *é o meu canto, o meu sossego, que eu ainda não terminei de pagar, meu apartamento onde eu moro, meu marido, o parquinho onde meus filhos brincam.*
- *o condomínio onde eu moro no geral. Vejo com preocupação todos os moradores. Tenho preocupação com a saúde, principalmente.*
- *onde moro, não tem cor porque não tem muitas árvores.*
- *é o meu imóvel, eu quero verde, feliz, para todo mundo.*

Surgiram questões referentes à estrutura do condomínio, especialmente a ausência de área verde e espaços para as crianças brincarem “não tem espaço para as crianças e o único parquinho está interditado” (etapa 7 – bloco 5). Houve reclamações quanto ao dimensionamento inadequado da rede de água (“*nos prédios do alto*”) e de esgoto (“*nos prédios de baixo*”). Quando os moradores adquiriram os imóveis, não sabiam exatamente quantos prédios seriam construídos. Observaram também que o terreno, inicialmente, era uma mata cheia de eucaliptos, só havendo lixo “na ponta perto da Cofap”. Nesta oportunidade também ocorreram algumas manifestações do estado de espírito das moradoras em relação ao problema da contaminação e da discriminação social decorrente:

- *comprei aqui pensando em um sonho tão gostoso e no fim virou pesadelo.*
- *... comprou sossego e estourou a bomba.*
- *no meu emprego as pessoas diziam: não chega perto dela que ela pode estourar.*
- *... não levanta mais com o ânimo de estar no lugar certo, na hora certa.*
- *quero acordar do pesadelo*
- *qe alguém vir a minha pessoa aqui (no desenho) vai pensar que tem problema, já nasceu contaminada esta daqui.*

As “PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE COM A SUA SAÚDE” vêm em primeiro lugar. Há também muita insegurança quanto à confiabilidade dos dados de controle dos níveis de gás no subsolo. Há preocupação quanto ao estigma da contaminação, em especial ao sofrido pelos filhos na escola e com amigos e

desilusão quanto à perda do sonho de construir um patrimônio pela desvalorização sofrida pelo imóvel.

Referem que apenas alguns prédios têm habite-se. Há profunda desconfiança com todos os órgãos públicos estaduais e municipais e todas as empresas envolvidas, com queixas especialmente pela ausência de informações de fácil compreensão e respostas objetivas as dúvidas apresentadas. Abaixo estão apresentadas as preocupações levantadas:

- *Quais doenças podem ocorrer?*
- *Quais substâncias provocam câncer? Pode haver câncer?*
- *Até quando as doenças causadas pela contaminação podem ocorrer?*
- *O que vai acontecer com a gente? Para onde vamos? O que vamos receber?*
- *A qualidade dos exames feitos é boa? Os resultados não foram entregues?*
- *O gás está sendo monitorado direito pela ré? Quem garante que estão fazendo o controle correto? A Cetesb devia controlar. Não dá para acreditar na ré, não tem equipamento, material, não sabem o que estão fazendo.*
- *Em que órgão dá para confiar?*
- *Demora muito o atendimento e entrega dos resultados de saúde no posto público local. Não tenho como pagar um convênio se precisar de assistência.*
- *Pode dar problema de tireóide?*
- *Construções paradas ao lado dos edifícios, com água parada, ratos, etc. Pode dar dengue.*
- *Muitos ratos que vêm do lixo. Estes ratos podem trazer o gás pelos seus buracos que perfuram a terra?*

O principal desejo dos moradores são informações precisas e claras: “queremos um laudo preciso e claro para pregar na porta dos prédios que qualquer pessoa possa entender”. Há uma sensação de descaso em relação aos órgãos responsáveis, quanto à necessidade de dar respostas aos moradores. Foi apontada também a liberação para o término da construção dos outros prédios pela Cetesb. A principal questão foi à necessidade de tranquilidade, “quando vim, foi para um lugar limpo, tranquilo, ver os filhos crescerem saudáveis” e que este sentimento retornasse: “eu gostaria que o condomínio que eu escolhi, voltasse a ser o que era”.

2.2. Reunião com os síndicos

No mesmo dia, às 19:45 horas, foi realizada uma reunião com os síndicos das etapas. Cada etapa tem um síndico e cada prédio tem um sub-síndico. Estavam presentes oito síndicos, não tendo comparecido o síndico responsável pela quarta

etapa. A tabela abaixo mostra o número de famílias residindo em cada etapa, segundo informações fornecidas pelos síndicos.

Tabela IV-1: Número de famílias residentes em cada etapa do Condomínio Barão de Mauá -2003

ETAPAS	Nº de FAMÍLIAS
1	256
2	320
3	128
4*	192
5	160
6	160
7	192
8	128
9	160

* Síndico não presente. Informação fornecida pelos outros síndicos.

Os síndicos se organizam em um comitê, que tem reuniões periódicas entre si e com as outras instituições/empresas envolvidas. Procuram articular ações e resolver os problemas. Referem que para sanar o problema do abastecimento de água já têm projetos prontos, aguardando autorização para realizá-los. Esta estratégia foi elaborada como alternativa de enfrentamento da imprensa e das solicitações de reuniões urgentes demandadas pelas diferentes instituições, sem aviso prévio.

2.2.1. Preocupações apresentadas

Há grande questionamento quanto a confiabilidades dos laudos apresentados. Demandam que um órgão público se preocupe e fiscalize: “não mande a ré contratar, a Cetesb deveria contratar e a ré pagar”.

Poucos moradores têm escrituras definitivas, várias pessoas, que quitaram o apartamento, têm apenas escrituras provisórias.

Há divisões quanto à preocupação com a saúde, “no momento em que eu me preocupar com a saúde, eu saio”. Porém, a maioria presente assinalou dúvidas quanto a possibilidade de efeitos futuros sobre a saúde. “Hoje não há risco e daqui a 10 anos?”

Há preocupações quanto à contaminação da água e solo onde as crianças brincam. Também quanto à segurança da estrutura do prédio, construída sobre um “terreno instável, um lixão”.

Novamente é enfatizada a necessidade de resolução, “tantos órgãos e ninguém assina nada”.

Um dos síndicos, que é bombeiro, diz que sabia que ali era um depósito de lixo, porque “várias vezes esteve no local apagando fogo no subsolo”. Não tinha fogo na superfície, era embaixo da terra e para apagá-lo, “um bombeiro cavava e outro jogava água”. “Era localizado no talude, na beira do rio”.

Parece haver interesses conflitantes entre os síndicos. Um grupo tende a potencializar a contaminação e outro grupo amenizá-la. Existem também interesses de acordo com a quitação do imóvel. Quem pagou totalmente seu apartamento parece interessado em que fique resolvida totalmente a situação do condomínio, não havendo risco de contaminação e doenças. Outro grupo é o de moradores que deixaram de pagar as prestações, mesmo em juízo, e têm interesse na devolução do dinheiro já investido ou indenização.

3. DESCRIÇÃO DOS DADOS OBTIDOS COM O QUESTIONÁRIO APLICADO À POPULAÇÃO DO CONDOMÍNIO BARÃO DE MAUÁ

Foram aplicados 56 questionários semi-estruturados em um grupo de moradores do Condomínio Barão de Mauá. Os objetivos eram proceder ao levantamento de informações sobre o local, levantar as preocupações e percepções dos moradores com a sua saúde e outros aspectos.

As etapas onde se realizou um número maior de entrevistas foram as de número 1, 2,7 e 8, como demonstrado na tabela abaixo.

Tabela IV-2: Número de entrevistas realizadas, segundo as etapas, no Condomínio Barão de Mauá - Novembro de 2003

NÚMERO DA ETAPA	QUANTIDADE DE ENTREVISTAS
01	09
02	10
03	04
04	07
05	05
06	04
07	08
08	04
09	05
TOTAL	56

Os blocos contidos em todas as etapas foram contemplados no sorteio, portanto foram realizadas pelo menos uma entrevista em cada bloco do Condomínio Barão de Mauá.

Conforme o esperado, em todos os andares, pelo menos uma pessoa respondeu ao questionário, sendo que a maior quantidade foi no terceiro andar (15

entrevistas), no térreo (13 entrevistas) e no segundo andar (08 andar). A tabela abaixo apresenta os resultados gerais.

Tabela IV-3: Número de entrevistas realizadas, segundo os andares existentes no Condomínio Barão de Mauá - Novembro de 2003

NÚMERO DO ANDAR	QUANTIDADE DE ENTREVISTAS
Térreo	13
1º	06
2º	08
3º	15
4º	06
5º	03
6º	04
7º	01
TOTAL	56

Dos entrevistados 78% eram do sexo feminino (44 mulheres) e 22% do sexo masculino (12 homens). Em várias entrevistas, estava presente o casal e outros membros da família.

Entre os 56 entrevistados três eram solteiros, 44 eram casado, três eram divorciados e seis estavam em outra condição.

Quanto ao grau de escolaridade a maioria apresentava o segundo grau completo, ou seja, 27 pessoas. A tabela abaixo apresenta o demonstrativo total.

Tabela IV-4: Grau de escolaridade, segundo quantidade de entrevistados no Condomínio Barão de Mauá - Novembro de 2003

GRAU DE ESCOLARIDADE	QUANTIDADE DE ENTREVISTADOS
1º grau completo	02
1º grau incompleto	06
2º grau completo	27
2º grau incompleto	09
3º grau completo	07
3º grau incompleto	04
Sem escolaridade	01
TOTAL	56

Levando-se em consideração a data em que houve a explosão, ocorrida na etapa 4, destaca-se a quantidade de entrevistados que se mudaram para o condomínio depois do fato. Portanto dos 56 entrevistados, 71% moravam no local

antes de maio de 2001 e 29%, mudaram-se para o local depois da explosão, o que pode ser observado na tabela abaixo.

Tabela IV-5: Ano em que ocupou o apartamento, segundo quantidade de entrevistados no Condomínio Barão de Mauá - Novembro de 2003

ANO	NÚMERO DE ENTREVISTADOS
1996	09
1997	13
1998	06
1999	13
2000	07
2001	03
2002	06
TOTAL	56

Dos 16 moradores entrevistados que passaram a residir no local após o acidente, foi questionado porque escolheram mudar para esse local e as respostas podem ser resumidas nos seguintes aspectos:

- *Já moravam no Parque São Vicente;*
- *Boa localização (próximo ao trabalho, escolas, familiares e comércio);*
- *Familiares moravam em local próximo ou no próprio condomínio;*
- *Amavam o local, que era tranquilo;*
- *As facilidades financeiras eram muitas (preço baixo, financiamento fácil e não havia comprovação de renda); e*
- *Depois da explosão houve uma queda no preço (alguns imóveis que antes foram negociados até R\$70.000,00, passaram a ser vendidos por R\$30.000,00).*

Dos entrevistados que se mudaram para o condomínio após a explosão ocorrida na caixa de água, 43,7% informaram que não sabiam do ocorrido e 56,3%, afirmaram que sabiam da ocorrência e mesmo assim mudaram-se para o local.

Os moradores que sabiam do acidente apontaram as seguintes desvantagens em viver naquele local:

- *A discriminação que sofrem (de colegas de trabalho, nas escolas, no comércio);*
- *Medo de explosão;*
- *Problema dos gases;*
- *Desvalorização do imóvel;*
- *Ausência de áreas de lazer e estacionamento inadequado; e*
- *Barulho de crianças e do entorno;*

Entre os moradores que não sabiam e mesmo assim mudaram-se para o condomínio, foram apontadas as seguintes desvantagens:

- *Problema dos gases;*
- *Discriminação;*
- *A presença de resíduos no local;*
- *Problemas de saúde;*
- *Vergonha de dizer que mora no local;*
- *Cheiro de cachorro;*
- *Falta de segurança;*
- *Elefante branco na frente (referindo-se a outros blocos construídos na frente do seu apartamento); e*
- *Ausência de áreas de lazer (play e salão de festas).*

Tendo em vista que esta metodologia leva em consideração a participação da população, assim como, valoriza as suas opiniões, considerou-se necessário incluir, nos momentos de interação com esse grupo, que suas expectativas e idéias, para tentar solucionar o problema, devessem ser listadas. A pergunta feita foi a seguinte: “Qual a solução para o problema?”

A síntese das respostas segue abaixo:

- *Indenizar os moradores;*
- *Desmembrar o condomínio para evitar a desvalorização;*
- *Remover as pessoas, pagando alugueis para as mesmas;*
- *Remover as pessoas e transformar toda o local em área verde;*
- *Devolver o dinheiro da compra do imóvel;*
- *Dar outro apartamento;*
- *Desativar apenas as etapas críticas;*
- *Demolir os prédios, pois estamos sobre uma bomba;*
- *Informar a verdade;*
- *Informar sobre os risco reais;*
- *Divulgar na mídia a verdade;*
- *Não divulgar informações na mídia;*

- *Procurar uma solução internacional para o caso;*
- *Mobilizar as Secretaria municipal de Saúde e Meio Ambiente;*
- *Definir quem vai resolver o problema: A saúde? O Meio Ambiente? A Justiça?*
- *Apresentar um laudo definitivo;*
- *Reunir a Cetesb, a construtora e a Prefeitura para resolver o problema;*
- *Providenciar equipamentos para eliminar e monitorar os gases;*
- *Resolver o problema do esgoto;*
- *Pagar acompanhamento médico; e*
- *Acabar com a discriminação social.*

Verificou-se, durante o trabalho de campo, que a população apresenta uma certa descrença nos órgãos de governo, assim como não fica totalmente claro qual o papel que cada órgão.

As perguntas número 43 e número 44 questionam respectivamente que providências as Secretarias de Saúde e de Meio Ambiente tomaram em relação ao problema.

As respostas encontradas demonstraram um certo desconhecimento dos papéis das Secretarias, o papel que cada uma exerce e também pode significar uma maior visibilidade de uma em relação à outra.

Segue abaixo a lista do que foi apontado como ações dos órgãos de Saúde e de Meio Ambiente:

Secretaria de Saúde:

- *Não sabe o que a Secretaria de Saúde fez para resolver o problema;*
- *Não tomou providência alguma;*
- *Fizeram exames de sangue;*
- *Mandaram construir uma tubulação para a extração de gases;*
- *Fizeram o isolamento da área de terra;*
- *Fizeram com que a construtora trata-se o local;*
- *Fazem a medição de gases e a coleta de água;*
- *Montaram um posto de saúde para fazer exames;*
- *Fazem reuniões com os moradores;*
- *Fazem o controle da imprensa;*

- *Cadastraram a população;*
- *Fizeram furos para a análise de água;*
- *O Secretário de Saúde anterior acompanhou o problema; e*
- *Encaminhou o problema o Ministério Público.*

Secretaria de Meio Ambiente:

- *Não fez nada*
- *Instalou os encanamentos de água;*
- *Fez análise de insetos e plantas que não sobreviveriam aos gases;*
- *Estudam o assunto e ficam omissos;*
- *Fazem a coleta de gases;*
- *Fizeram exames e não divulgaram os laudos;*
- *Fazem reuniões;*
- *Fizeram a escavação para o sistema de exaustão de gases;*
- *Nunca vi ninguém por aqui;*
- *Recolhem ar e solo;*
- *Fazem medições semanais dos gases;*
- *Fizeram a análise de gás que saiu pelo interfone; e*
- *Fazem pesquisas com os moradores.*

Tendo em vista que em seus depoimentos, freqüentemente, os moradores fazem referência a questões relacionadas a discriminação que sofrem, pelo fato de viverem no condomínio. Decidiu-se que esses depoimentos deveriam ficar registrados neste relatório. Para respeitar os aspectos éticos não serão citados dados que identifiquem os moradores.

- *“As crianças das etapas de cima são estigmatizadas, não podem ir a escola”*
- *“O meu apelido no serviço é K . Chernobyl”*
- *“O meu marido foi estigmatizado no trabalho”*
- *Após ter saído na mídia “são chamados de contaminados”;*
- *“As pessoas não querem vir no condomínio, na escola disseram que vai explodir”*
- *As visitas diminuíram por causa do medo;*

- “Eu vou lá pra que? Vou ficar contaminado. Discriminam as crianças na escola. Eu não tenho sossego”.
- Quando fornece o endereço em lojas, e pedem referências, fica uma situação estranha. “Falam que com filhos pequenos não morariam aqui”.
- “Nas escolas chamam as crianças de contaminadas”.
- Quando foi fazer compras nas “Casas Bahia” perguntam se a pessoa morava no “predinho poluído”;
- “Fazem piadas e constrangimento, quando aparece na televisão, principalmente com as crianças”.
- Virou ponto de referência: “Os prédios contaminados”;
- “O maior problema é a discriminação social. Chegaram a oferecer R\$1,99 pelo meu apartamento”.
- Minha filha foi discriminada na escola. “Você mora naquele lugar que tem gás. Não vamos tocar em você não. Você é contaminada”.
- “Todo mundo fala que eu moro em Chernobyl”.
- A criança se afastou das aulas de judô por causa brincadeiras.
- “Até quando vai aparecer na imprensa piadinhas?”

No questionário, perguntou-se aos entrevistados que nome dariam ao condomínio, e as citações, na sua maioria, reforçam a questão da estigmatização, pois os nomes citados foram: “Chernobyl”, “paciente em Coma”, “Cidade Fantasma”, “Deixam do jeito como está”, “Perigo Iminente”, “Paraíso de Mauá” (‘esse era o meu desejo’), “Condomínio Descaso” e “Condomínio Minado”.

Durante as entrevistas e nas reuniões realizadas, foi possível verificar que aquelas pessoas, quando adquiriram seus imóveis, estavam realizando um “sonho”, que aos poucos foi se transformando “em pesadelo”. Vários foram os depoimentos que destacam o medo como uma constante na vida das pessoas do condomínio, “medo de dormir”, “medo de explosão”, “medo de ficar doente no futuro”, “medo de não ter uma solução para o problema”.

Hoje é possível perceber que a incerteza é algo presente na vida daquelas pessoas, motivado, entre outras coisas, pela ausência de informação confiável e constante. Os moradores contatados durante todo o trabalho, na sua maioria, apresentam um alto grau de descrença em relação aos órgãos oficiais.

4. PREOCUPAÇÕES DA POPULAÇÃO

Analisando-se os dados contidos em todos os materiais e métodos utilizados para levantamento de preocupações da população, foi possível destacar os itens comuns que serão apresentados abaixo.

4.1. Preocupações relativas a saúde

- Medo de doenças no futuro;
- Os filhos apresentam bronquite;
- Dúvidas na qualidade dos exames de saúde e laudos;
- Medo que o Benzeno cause câncer no futuro;
- Receio de desenvolver doenças respiratórias;
- Questionamento sobre que doenças esses gases podem causar;
- Medo de problemas de saúde para as crianças;
- Preocupação com as obras paradas e o acúmulo de água e insetos.
- Dúvidas sobre o fato das pessoas poderem estar contaminadas com chumbo no sangue;
- Dúvidas sobre malformações do feto, prurido pelo corpo, ameaça de aborto e alergias em geral;
- Os laudos e acompanhamento médico não mostraram nada conclusivo;
- Preocupação com a qualidade de vida dos filhos;
- Dúvida sobre se a existência de pedras nos rins pode ter relação com o problema; e
- “Eu queria ter outro filho, mas desisti”

4.2. Preocupações relativas ao meio ambiente

- Medo do risco de explosão;
- Dúvida se toda a região está contaminada;
- Dúvida se os problemas são diferentes em cada etapa;
- Questionamento se a quantidade de gases é diferente em cada etapa;
- Questionamento se as etapas de baixo estão contaminadas;
- Cheiro de gás no local;
- Questionamento sobre quais os gases existentes no local;

- Medo de que o gás esteja andando por baixo do terreno;
- Dúvida se o gás metano pode causar explosão;
- Desconfiança acerca do funcionamento do equipamento que faz as medições de gases;
- O solo esta realmente contaminado? Quais são os locais?
- É possível fazer controle eficaz dos gases de todo o condomínio?
- Até quando vão ficar tratando o solo?
- Cheiro forte de água podre;
- A caixa de água esta contaminada?
- Em alguns momentos o ruído é elevado no condomínio, assim como o local é frio e úmido;
- Cheiro forte e poluição da Petroquímica;
- Os apartamentos do térreo apresentam mofo;
- As áreas do terreno são muito úmidas; e
- Questionamento sobre a periculosidade do oleoduto.

4.3. Preocupações relativas ao empreendimento

- “O que será feito a respeito da desvalorização dos imóveis?”
- As escrituras dos apartamentos não estão liberadas.
- “Tenho medo de não conseguir vender o meu apartamento”
- “As obras do condomínio vão continuar paradas?”
- “Porque não podemos fazer reformas no nosso imóvel?”

4.4. Preocupações relativas aos aspectos psicossociais

- “O maior problema é a discriminação social”;
- Algumas pessoas discriminam os moradores, dizendo que moramos em “Chernobyl”;
- “Piadinhas que aparecem na imprensa”;
- Discriminação dos moradores; e
- Medo de que o problema cair no esquecimento.

4.5. Preocupações relativas a confiança nos órgãos públicos

- Não confiam nos laudos que são apresentados;
- Divulgação dos laudos para a população;
- Falta de informação sobre o que acontece, aconteceu e os órgãos públicos não respondem;
- Desejo de ter um laudo definitivo;
- “Ninguém assume o laudo conclusivo: juízes e meio ambiente.”
- “Tem pessoas envolvidas na política aproveitando-se do problema”

As preocupações mais prevalentes foram relacionadas às **doenças futuras**, a **desvalorização do imóvel**, a **falta e informação oficial**, a **omissão dos órgãos do governo em informar**, não apenas enviando os laudos, mas explicando o seu significado real.

A mídia foi citada diversas vezes como um fator de desestabilização social, pois segundo os moradores, informa com alarde.

Deve ser destacado que a maioria dos moradores entrevistados relatou algum tipo de **discriminação sofrida**, como por exemplo, as crianças nas escolas sendo alvo de piadas de outras crianças, no ambiente de trabalho, nos estabelecimentos comerciais, quando dizem onde moram no condomínio. Relacionam estes fatos a prováveis transtornos psicológicos.

O outro aspecto que foi citado exaustivamente foi à desvalorização sofrida pelos imóveis e a dificuldade de negociá-los no presente e no futuro.

**ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO POR
RESÍDUOS PERIGOSOS NO CONDOMÍNIO
BARÃO DE MAUÁ**

MUNICÍPIO DE MAUÁ – SÃO PAULO

IV. PREOCUPAÇÕES DA POPULAÇÃO COM SUA SAÚDE

ANEXO

2004

ANEXO IV-1: METODOLOGIA TRABALHO COM O GRUPO FOCAL

A atividade foi dividida em quatro momentos, com tempo pré-determinado de duração para cada uma, como descritos a seguir:

1° - Apresentação Geral

2° - Apresentação do Grupo

3° - Discussão por áreas temáticas

4° - Encerramento

DESENVOLVIMENTO

O trabalho com o grupo focal foi realizado no dia 21/10/2003, de 15:00h às 17:00h, com a participação de três profissionais da equipe de avaliação de risco e nove mulheres moradoras do condomínio. A escolha de um grupo de mulheres para a participação neste trabalho deveu-se ao fato de que, em visitas realizadas anteriormente e contatos com representantes da Secretaria de Saúde de Mauá, havia sido identificado que as mulheres têm participação freqüente nas reuniões e em movimentos de reivindicações do condomínio, além de permanecerem mais tempo na área do condomínio. Outra razão para a determinação desta população específica de mulheres foi uma queixa detectada entre os moradores de aumento da ocorrência de abortos.

1ª Momento: Apresentação Geral

O primeiro momento foi de apresentação dos objetivos, com duração de 15 minutos. Houve muito interesse das moradoras em saber quem fazia parte da equipe de avaliação de risco, inclusive anotando nossas informações. As etapas deste momento foram:

1- Apresentação da equipe;

2- Apresentação dos objetivos da atividade do grupo focal e do trabalho da equipe naquela área:

1° - Levantar informações sobre o condomínio e seus problemas;

2° - Identificar as preocupações sobre a saúde da população e o ambiente;

3° - Explicar o trabalho de avaliação de risco que estaria sendo feito pela equipe naquela área;

4° - Explicar o papel do Ministério da Saúde, representado pela Fundação Nacional de Saúde (Funasa), Secretaria Estadual de Saúde e Secretaria Municipal de Saúde. A questão relativa ao Ministério da Saúde foi incluída,

pois desde o primeiro dia em que a equipe de avaliação de risco chegou ao condomínio foi identificada como técnicos da Funasa.

5º - O histórico temporal sobre a atividade de avaliação de risco à saúde humana, tendo em vista que quando a equipe esteve no dia anterior no Condomínio foi abordada por duas moradoras que associaram a presença do grupo, naquele momento, a uma solicitação feita à Ministra do Meio Ambiente, por uma moradora que foi a Brasília na semana que antecedeu a chegada da equipe de avaliação de risco ao campo. A solicitação feita à Ministra do Meio Ambiente era de que “o Ministério da Saúde e a FUNASA comparecessem ao condomínio”.

Portanto, foi necessário esclarecer às moradoras o motivo da presença da equipe de avaliação de risco, informando que a área do Condomínio Barão de Mauá já constava da relação de cinco áreas prioritárias, definidas pelo Ministério da Saúde, a serem contempladas pela investigação de avaliação de risco, há pelo menos dois anos. Assim sendo, a Ministra do Meio Ambiente não havia, até o momento, entrado em contato com os técnicos do Ministério da Saúde para solicitar o atendimento ao pleito das moradoras.

6º - Explicação das etapas do trabalho - A atividade foi realizada dentro de um apartamento desabitado do Condomínio que tem servido de local para realização de reuniões de condôminos. A síndica da etapa 1 Sra. Fabiana foi a responsável por fazer o convite as moradoras.

As moradoras foram chegando aos poucos, demonstrando simpatia e uma certa expectativa. Teve início uma súbita mudança do tempo, começando a ventar, trovejar e logo depois a cair uma forte chuva. As moradoras ficaram inquietas e verbalizaram suas preocupações, por terem deixado em casa, crianças e idosos sozinhos e janelas abertas. Neste momento, uma moradora retirou-se discretamente sem avisar. As moradoras começam a conversar informalmente.

- F. diz que o relatório técnico é enorme;
- M. lembrou que a janela da cozinha está aberta;
- Soa um forte trovão – As pessoas estão muito concentradas;
- F. intervém – “Resumindo: você mastiga e eles engolem”; falando a respeito dos relatórios que são apresentados;

2º Momento: Apresentação do Grupo

A apresentação dos participantes teve duração de 20 minutos. Cada moradora informou o nome, tempo e local de moradia no condomínio, características familiares,

trabalho e hobby. O tempo de moradia variava de dois até oito anos, com média de cinco anos. A maioria era casada com dois filhos, sendo apenas uma solteira sem filhos. Todas eram donas de casa.

- K. mora há dois anos no condomínio;
- M. é solteira;
- J. mora há sete anos no condomínio e tem dois filhos;
- I. tem três filhos;
- C. tem um filho e mora há seis anos no condomínio (tem passarinho);
- R. A. mora há cinco anos na 4ª etapa (trabalha em casa);
- R.B. mora há cinco ou seis anos no condomínio (gosta de plantas). Diz que: “Não há espaço para plantas”;
- F. é casada e tem dois filhos (é dona de casa e gosta do interior);

Intervenção: Neste momento chegou uma moradora.

3º Momento: Discussão por áreas temáticas

A coordenadora do trabalho mostra uma prancha com a seguinte questão: “O que eu sei sobre o problema?”

- F. diz que o problema (explosão no bloco 4) veio à tona em 16.08.2001 às 12:43h;
- R. diz que em 20.04.2000 morreu uma pessoa;
- J. diz que sabia que era um lixão e achou que houve a liberação e descontaminação da área;
- J. diz que transportavam tudo quanto era lixo da Cofap – lixo hospitalar; o marido tem 22 anos de firma. “Isso era um lixão. Não sabia que era contaminado”. “Ele não pode dizer nada porque é funcionário da Cofap.” “O pessoal abafou a notícia”.
- F. diz que quatro pessoas tiveram resultado positivo para benzeno. Foram feitos vários exames em 300 pessoas aproximadamente. “Meu filho nunca está contaminado. Não foi lá pra baixo. Brinca aqui em cima.”
- M. diz que viu a construção dos outros blocos. “Era só terra vermelha. Não tinha lixo”. Mora no prédio há oito anos. 1º prédio, 1ª etapa. “Nunca passei lá embaixo. A área de lazer é lá embaixo;”
- R. diz que tinha 7 etapas e aumentou para mais 2 etapas. 9 etapas, usaram mais áreas do que o previsto;

- M. diz que "... era um matão incrível, sabia que tinha lixo pois via quando passava pela avenida". Frequentava a churrasceria que fica próxima ao condomínio.
- J. diz que a prefeitura liberou. "Se soubesse jamais entraria numa fria dessas".
- F. diz que não imaginava que todas as etapas concluídas fossem um lixão. A prima morava na 4ª etapa. "Uma vez contaminado, sempre contaminado". "A gente sempre esbarra no documento. Tem o problema, mas não fala nada. Estudo pode ficar mais claro. Não adianta ler, tem que entender mais".
- F. diz que o filho fez exame. Estava preocupada e com medo que o filho estivesse contaminado.
- J. diz que a dieta para o exame é de 5 dias. Fez o exame e deu positivo. Seguiu a dieta corretamente e quando refez o exame deu negativo.
- M. diz que a construção do condomínio começou em 1994.
- F. diz que a PAULICOOP tem as informações detalhadas sobre as datas e a entrega dos blocos.
- R. diz que lá embaixo, nas etapas 7 e 8 tem ratos por causa do lixão. "Os ratos perfuram a terra. Parece um queijo suíço". Pergunta: "Será que os ratos podem trazer os gases pra cá?"
- J. diz sobre a foto de um homem que saiu no jornal. Ele era motorista do caminhão de lixo.

A coordenadora do trabalho mostra a segunda prancha com a seguinte questão: "Quais são as minhas preocupações?"

Sugere que todas escrevam as suas preocupações numa folha de papel e façam um desenho do condomínio.

Na hora de colocar as preocupações no papel, todas se entreolharam. Algumas disseram que não sabiam desenhar outras falaram que tinham muito que escrever.

Logo todas começam a desenhar, demonstram certa timidez em pegar os lápis de cor, as canetas, enfim, todo o material para colorir.

Uma olha o desenho da outra.

- J. olha o desenho da colega da direita e da esquerda;

O resto do grupo está mais concentrado no desenho. Algumas riem.

- M. e J. falam o tempo todo.
- R. observa as duas colegas.
- F. pega o giz de cera e começa a desenhar.

- K. fala do seu desenho. (já nasceu contaminada);
- C. não fala nada.
- R., C. e B. só desenham e riem.
- C. olha o desenho da Rosane e ri.
- M. mostra o desenho a Jussara.
- K. não coloca muitos detalhes.
- M. diz: “este é o meu apartamento” e comenta sobre o desenho da colega, diz que tem uma porta esquisita que parece uma cruz. Repete duas vezes.
- R. está concentrada.

Silêncio geral na sala.

- M. pergunta a F. se é uma antena ou uma zeladoria;
- K., C. e B. se levantam e pegam giz de cera para desenhar;
- R. procura um giz de cera e pergunta a Fabiana se a trilha que ela desenhou é um córrego;

O ambiente está descontraído.

- C. só observa e não diz nada, está pensativa.

O resto do grupo está rindo por causa da formiga no chapéu que M. desenhou.

- F. diz que é egoísta, pois só desenhou o seu pedaço.
- M. diz que Jussara está escrevendo uma carta e que está muito preocupada. A coordenadora diz que faltam 5 minutos para acabarem de escrever.
- M. diz que não está inspirada para escrever.
- F. quer saber sobre tireóide e pergunta para uma integrante da equipe de avaliação de risco.

A coordenadora convida todas a colarem seus desenhos na parede para que depois possam falar sobre eles.

- K. se levanta para ver os desenhos.
- M. e J. conversam.
- C. entrega o seu texto.
- M. e F. comentam sobre os desenhos.
- J. esta inspirada para escrever.

- R. e C. se entreolham.
- R. está pensativa.
- F. e R. observam as outras escrevendo.
- C. parece cansada.
- F. diz que as preocupações têm conseqüências.
- R. diz que fez duas perguntas que abrangem tudo.
- J. escreve muito.

Cada uma das moradas faz o comentário sobre o seu desenho e sobre o que escreveram. As moradoras foram orientadas no sentido de que não precisariam identificar o material produzido.

- F. comenta sobre o desenho: “independente de eu ser a síndica, esse é o meu canto, é a minha árvore, meu carro, meu marido, meus meninos, uma rede, é o meu canto, meu sossego”.
- R. diz que não é individualista, desenhou todo o condomínio. O córrego está marrom porque de azul não tem nada. “Eu vejo com preocupação todos os moradores”.
- R. diz que as plantas não vão para frente na 4ª etapa.
- C. diz que desenhou só 2 blocos porque não cabe tudo. “Não tenho preocupação. O parquinho está funcionando”.
- B. diz que mora no mesmo prédio. “Eu gosto de morar lá”. Os moradores reclamam das crianças na 9ª etapa. “No bloco 1 tem mais crianças”.
- C. comenta sobre a entrada que é estreita. “Não entra ambulância e nem bombeiro. O parquinho está interditado. Tem ratos e ratazanas. O córrego é imundo. Não tem espaço para crianças na 7ª etapa bloco 5 (prédio inacabado) água parada, problema da dengue”.
- M. diz que faz um sacrifício enorme para pagar o apartamento porque está desempregada. Eu nunca imaginei. “Eu comprei no sossego e tive uma bomba. Meu sonho acabou. Muitas pessoas não vêm mais na minha casa. No meu serviço eles diziam que eu estava contaminada”.
- K. diz que é o imóvel dela. “Eu pude comprar, eu quero verde, eu quero verde, eu sou feliz aqui, eu desejo resolver o problema”.

- R. diz: “nós não temos área verde e árvores plantadas. Tem eucalipto. Jogam lixo na beira do eucalipto. Muito próximo da Cofap”.
 - J. diz que tem 72 prédios;
 - R. diz que tem 52 prédios;
 - R. diz que tem problema de tireóide. “Não significa que está relacionado com o problema”.
 - J. diz que é doença que provoca câncer. “Eu estou aqui e há quanto tempo a doença vai aparecer?”
 - R. pergunta: “.. o que vai ser feito com a gente?”
 - R. diz que o monitoramento é feito pela ré. “Deve ser feito controle pela saúde do município e do estado”.
 - “Queremos saber como é feito o monitoramento”.
 - “O controle deve ser feito pela Cetesb e não pela ré”.
 - “ Queria ter conhecimento da metodologia”.
 - “Não tem acompanhamento”.
 - C. pergunta: “O equipamento é correto? É confiável?”
 - M. sai, mas se desculpa, pois deixou os pais, que são idosos sozinhos em casa e precisa comprar medicamentos para os mesmos.
 - J. diz que se preocupa com a saúde. “Eu gostaria de acordar desse pesadelo. Quando a gente vai voltar a ser feliz?”.
 - K. diz que tem preocupação com o bairro. “A gente não tem nada, não sabe de nada. Não tem informação. Eu gostaria de ter um condomínio descente”.
 - K. diz que o imóvel está desvalorizado;
 - J. diz: “humilhação!”. “Eles não dão informação. Por quê? A gente não se identifica, mas eles sabem”.
 - F. fala sobre os exames. Laudo definitivo. Problemas futuros. Predinhos contaminados. “Eu vou deixar dívidas para os meus filhos”.
 - R. pergunta sobre a demora dos exames. “O sistema de saúde deixa a desejar. Eu não tenho convênio. Sou obrigado a acreditar no SUS”.
- É mostrada a prancha com o seguinte tema: “Expectativas/ Perspectivas”.
- F. diz que gostaria de receber um telefonema dizendo: “Documento: Laudo para esclarecer a população do condomínio. O Estudo da Cetesb não tem retorno”.

- C. diz que é um descaso, “ninguém invadiu, pagamos imposto”.
- F. diz que “a televisão faz uma festa”.
- R. diz que “não tem habite-se e os imposto são altos”.
- C. diz: “deveres todos, direitos nenhum”.
- Na 1ª etapa do bloco 6 “tem habite-se e no 2 não”.
- R. diz que tem problema de água e esgoto. “A rede de abastecimento passa no nosso estacionamento. Existe evasão no Condomínio. Tem a dívida com SAMA”.
- F. diz que “o cano não da vazão”. “O esgoto é mal dimensionado. Toda a rede de esgoto está comprometida. Passa tudo no mesmo cano. Existem mais ou menos 6.000 pessoas morando neste condomínio”.

4º Encerramento

A equipe agradece a presença de todos e destaca que todas as informações serão úteis para a elaboração do relatório de avaliação de risco. Todas são convidadas a darem um abraço coletivo. Neste momento todos estão visivelmente emocionados.

Relatório do Grupo focal realizado em 21.10.2003.

Moradoras do Condomínio Barão de Mauá.

**ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO POR
RESÍDUOS PERIGOSOS NO CONDOMÍNIO
BARÃO DE MAUÁ**

MUNICÍPIO DE MAUÁ – SÃO PAULO

V. CONTAMINANTES DE INTERESSE

2004

INTRODUÇÃO

O presente relatório foi elaborado a partir da análise dos dados levantados por estudos anteriores, por informações de fontes diversas, bem como pelos dados produzidos pela equipe de avaliação de risco. A relação dos dados e documentos consultados, disponibilizados pela CGVAM são apresentados no **ANEXO V-I**.

No dia 15/12/1994 a Prefeitura de Mauá, através do Diretor do Departamento de Obras Particulares e Parcelamento do Solo, ANTONIO CALIXTO RATTI, certifica que o empreendimento denominado CONJUNTO HABITACIONAL BARÃO DE MAUÁ está de acordo com as diretrizes municipais quanto a implantação dos lotes, sistema viário, áreas verdes e/ou sistemas de lazer e institucionais, bem como com o projeto de drenagem e terraplanagem.

Aquele documento certificava também que “a área não foi utilizada para depósito de lixo orgânico ou de produtos que possam trazer riscos à saúde dos futuros moradores”.

As investigações sobre as causas da explosão com vítimas no sub-solo do Condomínio Bacia de Prata, na tarde do dia 20 de abril de 2000, viriam contradizer a certificação dada pela Prefeitura de Mauá, principalmente o fato dos blocos de apartamentos haverem sido edificadas sobre um antigo local de deposição de resíduos industriais e domiciliares, criando portanto, condição propícia para a formação no subsolo de biogás, cujo principal componente é o metano (inflamável).

Um dos mais notáveis casos sobre os impactos causados ao meio ambiente e à saúde humana decorrente da edificação de moradias e outras instalações sociais em área anteriormente utilizada para a deposição de resíduos industriais é o caso conhecido como “Love Canal”, nos Estados Unidos.

O Love Canal, um bairro no sudeste do distrito de La Salle da Cidade de Niagara Falls, Nova Iorque, tem seu nome em homenagem ao empresário americano do século XIX William T. Love. À Aproximadamente quatro milhas rio acima de Niagara Falls, William T. Love viu um local ideal para suprir água para gerar eletricidade para as indústrias localizadas ao longo das sete milhas de extensão desde o rio até a foz do Lago Ontário. Em 1892, segundo o projeto do Sr. Love, o canal seria uma rota alternativa para os navios evitar as Quedas do Niagara. Após ter realizado escavações com dimensões de 1 km de extensão e 30 metros de largura nas proximidades da cidade, razões conjunturais impuseram a William Love abandonar o projeto. O Love Canal permaneceu como uma área recreativa para natação e canoagem até princípios do século XX.

Em 1920, a propriedade do Sr. Love foi vendida em leilão público e, a partir dos anos da década de 1940 e até início da década de 1950, a companhia Hooker

Chemical Company depositou no canal, denominado posteriormente "Love Canal", aproximadamente 21.000 toneladas de resíduos químicos contendo solventes orgânicos, ácidos, praguicidas e seus subprodutos e intermediários.

Em 1952, a cidade crescia em direção ao sudeste e uma quantidade crescente de residências foram construídas ao redor do Love Canal. Na ocasião, os moradores do entorno da área não foram advertidos sobre os perigos potenciais associados com a proximidade da área de resíduos.

A crescente população de crianças demandavam a construção de escolas. O Conselho de Educação de Niagara Falls, com a finalidade de construir uma nova escola primária, decidiu pela compra da área central do Love Canal de propriedade da Hooker Chemical, a parte de menor deposição de resíduos.

Mal a Hooker havia entregue a área, os perigos apareceram. O local da escola teve que ser movido dentro da Seção Central porque os construtores descobriram duas covas cheias de substâncias químicas depositadas pela Hooker naquela seção.

Apesar das advertências e ocorrência já registradas, a cidade começou construção das redes pluvial e de esgoto em 1957. Em 1958, crianças que brincavam na área entraram em contato com as substâncias químicas expostas e desenvolveram irritação de pele.

Em 1978, o bairro de Love Canal possuía aproximadamente 800 residências unifamiliares, 240 apartamentos de baixo-renda, e a escola primária 99th Street Elementary School - situada justamente nas proximidades do centro do aterro de resíduos. Existiam também outras duas outras escolas no bairro: a 93rd Street School e a 95th Street School.

No dia 2 de agosto de 1978, o Comissário Estatal de Saúde de Nova Iorque, Dr. Robert M. Whalen, declarou Love Canal em Estado Médico de Emergência e ordenou o fechamento imediato da escola 99th Street School. Foi imediatamente iniciada a elaboração de planos de remediação da área e feitas recomendações para a remoção de mulheres grávidas e crianças menor que dois anos residentes na área circunvizinha imediata ao Love Canal.

No dia 7 de agosto de 1978, o Presidente do Estados Unidos, Jimmy Carter, declarou a área de Love Canal uma emergência federal. Esta declaração proveria fundos para a remoção permanente de 239 famílias da área.

Afora os custos com assistência médica por adoecimento de residentes, que perduram e é de difícil avaliação, o governo americano gastou mais de 30 milhões de dólares para evacuar e 250 milhões de dólares para a descontaminação do local. Os desembolsos totais pagos pela Hooker Company não cobrem estes danos.

A partir do posicionamento oficial, várias ações foram movidas nas diversas cortes dos Estados Unidos contra os responsáveis por pessoas e organizações que se julgaram prejudicadas. Hernan (1994) publicou um estudo detalhado sobre as ações movidas e seus fundamentos jurídicos. Maiores detalhes do caso “Love Canal” pode ser visto no **ANEXO V-2**.

O caso Love Canal teve e continua tendo grande repercussão em todo o mundo. Vários países reviram suas legislações ambientais, principalmente sobre os critérios para ocupação do solo urbano.

Também no Brasil as ocorrências e conseqüências do caso Love Canal exerceram influência sobre nossos legisladores. Desta forma, no dia de 19 de dezembro de 1979, é sancionada a Lei 6766 estabelecendo normas mais rígidas para o parcelamento e uso do solo urbano. No artigo 3º das Disposições Preliminares estabelece que não será permitido o parcelamento do solo em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados.

1. HISTÓRICO DA CONTAMINAÇÃO

Maiores detalhes sobre o histórico do uso do solo na área onde se localiza o Conjunto habitacional Barão de Mauá ver no Capítulo II ANTECEDENTES.

Não existe um histórico preciso da deposição dos resíduos na área onde foi construído o Conjunto Habitacional Barão de Mauá. A Cofap, proprietária da área, intimada pela Cetesb, pelo que se sabe, até o momento não elaborou o relatório.

Com base em levantamentos aerofotogramétricos realizados em 1962 e 1993, os estudos realizados indicaram aterramentos nesse período, constatados através de mudanças na geometria da encosta, com o aparecimento de um talude bastante acentuado nas margens do córrego Itrapuã.

Segundo o empresário Antenor Alonso, administrador informal da área de deposição, durante o período entre 1977 e 1983, uma máquina de terraplenagem da administração municipal fazia, a cada 15 dias, gratuitamente, o trabalho de aterramento dos materiais que não eram por ele revendidos no depósito. Alonso disse que não eram levados para o depósito resíduos líquidos e produtos químicos. A Prefeitura também utilizaria sobras da queima dos fornos da Cofap para nivelar ruas de terra.

O empresário afirmou que não se lembra da quantidade de produtos depositados diariamente no local conhecido na época como *lixão do Alonso*, mas que possuía “meia dúzia” de caminhões que transportavam entulho e resíduos industriais. A maior parte dos resíduos era depositada na parte do terreno que ficava próxima ao córrego. A área da Cofap era cercada com arame farpado e a entrada de caminhões, controlada.

2. DADOS EXISTENTES

A existência de um oleoduto da Petrobrás cruzando a área do Conjunto Residencial Barão de Mauá, e a possibilidade de vazamentos de combustíveis, foi uma das hipóteses levadas em consideração sobre a origem dos gases que causou a explosão. No dia 25 de abril de 2000, a Petrobrás enviou técnicos ao local para vistoriarem o gasoduto, não sendo detectado qualquer vazamento na faixa de duto, fato oficialmente comunicado pela empresa à CETESB.

Diante das irregularidades constatadas, os órgãos estaduais e municipais, bem como o Ministério Público, iniciaram ações para a determinação dos responsáveis e de remediação dos danos. A CETESB, por meio dos Autos de Infração Imposição de Penalidade de Multa n^{os} 16000211, 16000284 e 16000285, exigiu da empresa SQG Empreendimentos e Construções Ltda as seguintes medidas:

- Monitoramento diário de índices de explosividade nas caixas de passagem de água, esgoto e casa de bombas dos reservatórios subterrâneos;
- Avaliação da qualidade do ar por meio de amostragem dos ambientes ao ar livre, dentro do condomínio e no seu entorno, e internamente nos apartamentos.
- Avaliação ambiental detalhada da área em que se localiza o conjunto residencial, compreendendo o levantamento geofísico, laudos analíticos das amostras de solos/resíduos, águas e análise de risco.
- Procedimentos de remediação que garantissem as condições de saúde e segurança para a população residente, bem como a recomposição gradual do meio ambiente.

Para a realização dos estudos ambientais a SQG Empreendimentos e Construções Ltda contratou os serviços da empresa CSD-GEOKLOCK Geologia e Engenharia Ambiental Ltda. Os dados ambientais gerados por esta empresa foram avaliados de forma contínua pela CETESB e pelo IPT.

2.1. Compartimento Solo

2.1.1. Mapeamento de VOCs superficial - *Soil Gas Survey*

Em função do acidente com explosão, uma das primeiras preocupações foi determinar os pontos do condomínio com presença de gases explosivos e para isto, foi realizada pela GEOKLOCK uma investigação preliminar das concentrações de VOCs (Compostos Orgânicos Voláteis) presentes na camada mais superficial do solo. Esse estudo é também conhecido como “Soil Gas Survey”. Os VOCs são “compostos leves”, de cadeia baixa, e capazes de gerarem explosividade. O mapeamento é definido por pontos de amostragem contidos numa malha pré definida.

As leituras de VOC foram realizadas com o auxílio de um ionizador de chama *GASTECH® 1238 ME* na profundidade de 0,9 m. Em alguns pontos foram feitas também leituras a 0,5 m de profundidade.

No primeiro mapeamento, realizado entre os dias 10 e 17/05/00, foram executados 163 furos e a malha definida para o local compreendeu furos espaçados em cerca de 20 m. No local onde ocorreu a combustão (casa de máquinas do Bloco 4, Etapa 4), essa malha foi adensada para 10 m. Os valores de VOCs medidos variaram entre 20 ppm e > 8.000 ppm.

O segundo mapeamento foi realizado entre os dias 12 e 17 de setembro de 2001. Foram realizados 91 furos espaçados de 20 a 40 m, entre a faixa do oleoduto da Petrobrás e o limite leste do conjunto residencial Barão de Mauá e arredores dos locos da Quadra 3. O mapa de isoconcentrações, apresentado na figura V-1, elaborado pela GEOKLOK, apresenta os resultados das medições de VOCs nos solos realizadas nos anos de 2000 e 2001.

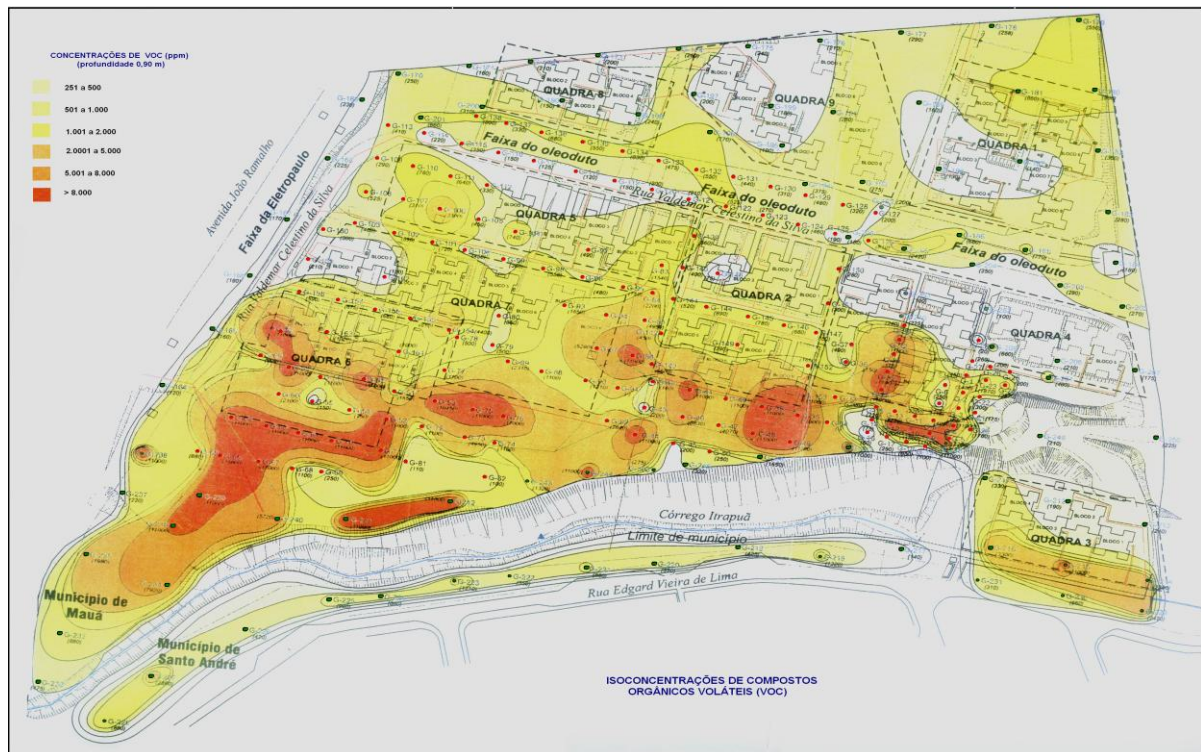


Figura V-1: Mapa de isoconcentrações de VOCs nos solos a partir dos resultados das medições realizadas nos anos de 2000 e 2001. Barão de Mauá, S.P
2.1.2. Execução de cavas, sondagens de reconhecimento e instalação de poços de monitoramento de gases

Em função dos dados levantados na ocasião pela realização do estudo *Soil Gas Survey*, a GEOKLOK aprofundou a investigação sobre a localização e composição dos resíduos. Assim, no dia 16/05/2000, executou duas cavas com

profundidade de 5 m cada. A execução das cavas permitiu uma primeira caracterização dos materiais constituintes do substrato do conjunto. A partir da pilha de solo retirado de cada cava, foram coletadas oito amostras para análise semi-quantitativa de concentrações de VOCs. Os resultados das concentrações de VOCs variaram entre 75 e 1100 ppm.

Os resultados apresentados pelo estudo de “*Soil Gas Survey*” serviram de base para localização das sondagens. No período entre 19 e 30 de maio de 2000, a GEOKLOK realizou 21 sondagens até uma profundidade máxima de 14,6 m, totalizando 152,4 m perfurados. Estas tiveram como objetivos:

- 1) a identificação das diferentes litologias;
- 2) a avaliação de indícios de contaminação no subsolo através da classificação visual e tátil; e
- 3) delimitação espacial da camada de aterro.

Os furos das sondagens foram aproveitados para a instalação de poços para monitoramento de gases, com diâmetro de 4”.

A figura V-2, adaptada do relatório da GEOKLOCK “Avaliação Ambiental na Área do Conjunto Residencial Barão de Mauá” de dezembro de 2001”, assinala a localização dos pontos de sondagem e locais onde foram encontrados resíduos nas sondagens.

Com o objetivo de auxiliar as investigações geológicas na delimitação da base da camada de aterro, foram executados levantamentos geofísicos. Para esta finalidade, a GEOKLOK realizou, nos períodos de maio/2000 e setembro/2001, 24 caminhamentos geofísicos utilizando o GPR (*Ground Penetrating Radar*), método de pesquisa indireto que consiste na emissão de ondas eletromagnéticas e captura de sua reflexão após transpor diferentes meios.

A interpretação dos dados de sondagem e de geofísica, realizada pela GEOKLOK, indicaram a existência de três camadas distintas sob o empreendimento: aterro, resíduos e sedimentos terciários da Bacia São Paulo.

Existem duas camadas distintas de aterros. A primeira é superficial com espessura média de um metro, podendo atingir até 4m, ou mesmo não ocorrer. Essa camada é composta por solo de alteração característico da região e sua mistura com material da camada inferior é comum.

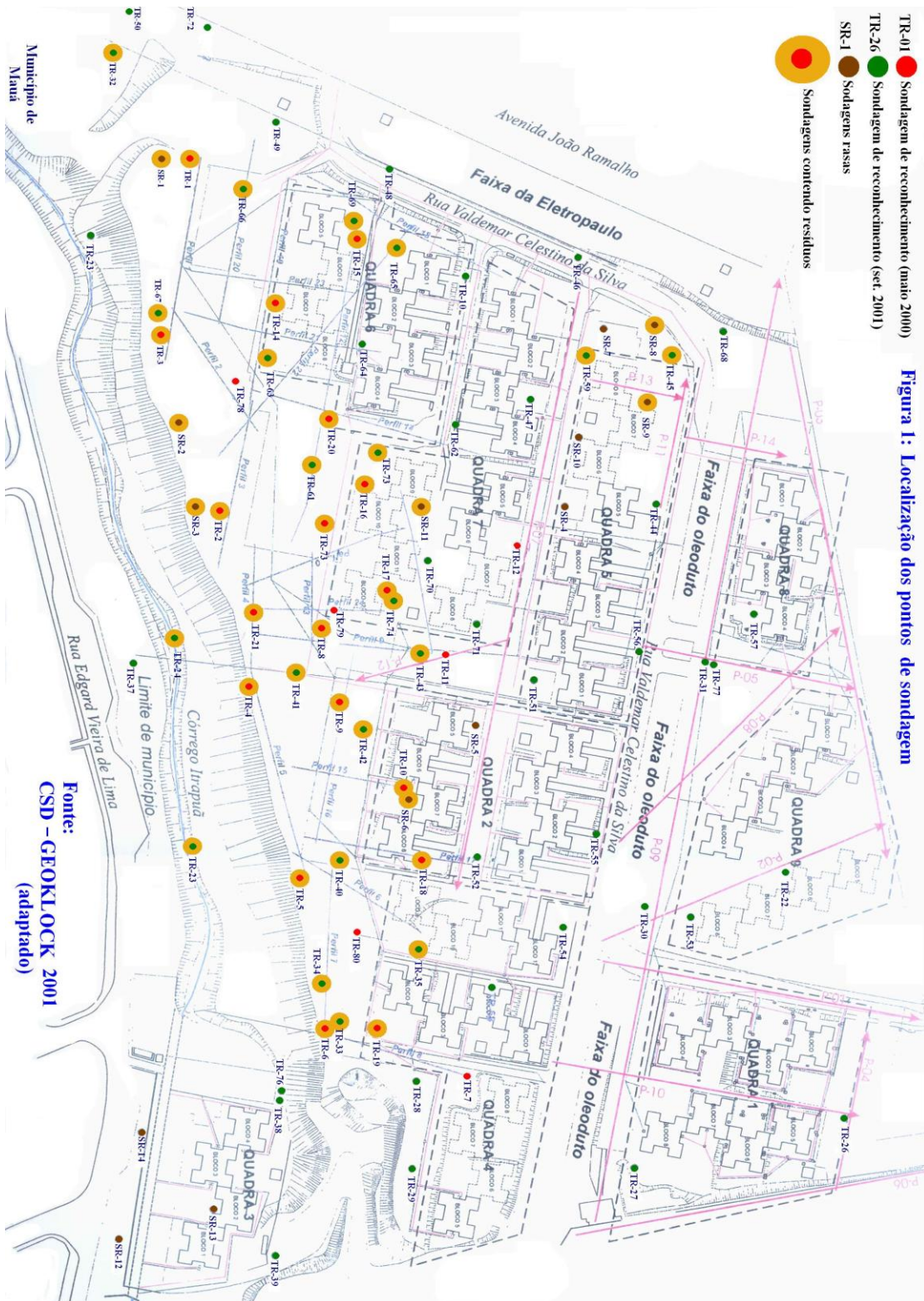


Figura I: Localização dos pontos de sondagem

Figura V-2: Localização dos pontos de sondagem e locais onde foram encontrados resíduos. Barão de Mauá, São Paulo.

A camada subjacente foi definida como sendo composta por resíduos industriais. Em alguns pontos está aflorante no nível dos pavimentos. Esse aterro se desenvolve no sentido N-S, paralelo ao córrego Itrapuã, e está depositado na encosta oeste do talude. Seu ponto de maior profundidade se localiza próximo ao bloco 4, atingindo 11 m de profundidade. Junto à crista do talude, as espessuras vão diminuindo no sentido norte até cerca de 3,5m. Na direção E—W, perpendicular à linha do talude, as espessuras aumentam no sentido oeste. Tanto nos furos de sondagem como nas cavas de reconhecimento construídas, foram identificados diferentes resíduos de origem industrial. Logo abaixo dessas camadas de aterro, foi identificada uma camada de sedimentos terciários da Bacia São Paulo, com espessura variando entre 0,5 e 4,0 m.

Abaixo desta camada de solo sedimentar, identificou-se uma camada de espessura não definida, de solos de alteração de micaxistos, com características siltosas e muito micáceas.

Além disso, estes estudos também indicaram a presença, sob o empreendimento, um aterro industrial com área de 33.000m², ocupando 14% da área edificada, correspondendo à porção oeste das quadras 2, 4, 5, 6, e 7, não existindo indícios de aterro nas quadras 1, 3, 8 e 9.

2.1.3. Amostragem de vapores do solo

No mês de junho de 2000 a GEOKLOCK coletou seis amostras de vapores orgânicos em quatro poços de monitoramento (TR-3/PM-3, TR-5/PM-5, TR-6/PM-6 e TR-14/PM-14), e duas amostras coletadas durante os ensaios de EVS.

O método de amostragem utilizado consistiu em um fluxo constante (1 L/min) da amostra através de um tubo contendo carvão ativado, para absorção dos compostos orgânicos voláteis.

As amostras foram enviadas ao laboratório canadense OSB Services. Foram utilizados os métodos analíticos 1500, 1501 e 1003 USA NIOSH - *National Institute for Safety and Health - Charcoal Tube CS₂ — GC/MSD*, para as análises dos compostos orgânicos adsorvidos ao carvão ativado. Os compostos orgânicos foram extraídos com dissulfeto de carbono, o que permite o arraste de compostos orgânicos que tenham ponto de ebulição a partir de 46,2 °C. Os compostos foram analisados por *GC/MS - Gas Chromatography / Mass Spectrometry*. Os resultados destas análises, assinalando a presença de pelo menos 44 diferentes compostos orgânicos (GEOKLOCK – Dezembro 2000) são apresentados no **ANEXO V – 3**.

Levando em consideração os critérios do governo da província de Ontário, Canadá (2003), para o ar ambiente, dos 44 compostos detectados, nove estão citados com concentrações acima e, entre estes, o benzeno, o decano e o 1,2,4 trimetilbenzeno implicam diretamente em risco à saúde humana.

2. 2. Compartimento Subsolo/Resíduos

2.2.1. Mapeamento superficial e descrição dos resíduos

Atendendo às exigências da CETESB, no dia 30/08/01 a GEOKLOCK realizou um mapeamento superficial dos resíduos, em uma faixa delimitada à leste pelas quadras 2, 4, 5, 6 e 7, e à oeste pelo Córrego Itrapuã. Essa faixa apresentava-se com a superfície exposta e as áreas de estacionamento pavimentadas com cimento (GEOKLOCK – Dezembro 2001).

A GEOKLOCK delimitou as áreas de acordo com os diferentes tipos de materiais encontrados na superfície exposta. Os materiais foram reunidos em 5 grupos: entulho de obras (E), resíduos industriais (R), areia de fundição (A), lixo doméstico (D) e solo revolvido (S). A composição de cada grupo é descrita a seguir:

- entulho de obras (E): constituído por blocos de cimento para assentar, blocos de concreto, restos de cerâmica, ferro, madeira, sacos plásticos de argamassa, mangueiras pretas para passar fiação, restos de laje de concreto, tubos de silicone, tubos de PVC, latas de tinta, conduítes, arames, mantas de nylon, etc.
- resíduos industriais (R): composto basicamente por plásticos pretos, por vezes impregnados com óleo, restos de lona, pneus, borrachas, aparas de plástico transparente, sacos de nylon, borrachas com pó-de-mica, etc.
- areia de fundição (A): composta por areia de fundição de coloração acinzentada e blocos de fundição de coloração amarelada.
- lixo doméstico (D): constituído por garrafas plásticas, latas de refrigerante, pneus de caminhão, papel, caixas de leite, sapatos, tênis, sacolas plásticas, cabos de vassoura, frascos de desodorante, copos plásticos, latas de achocolatados, sacos de lixo azuis e bolas furadas. Não ocorrem restos orgânicos neste tipo de resíduo.
- solo revolvido (8): solo argiloso revolvido de coloração avermelhado.

Nas quadras 2, 4, 5, 6 e 7 foram encontrados resíduos nos solos expostos. Segundo relatos da GEOKLOCK, esses materiais estavam dispostos de forma heterogênea, sendo que em muitos pontos havia uma mistura de vários grupos, ora entulho de obras com areia de fundição, ora lixo doméstico com resíduos industriais. Para as áreas das quadras 1, 3, 8 e 9, nenhum dos perfis de solo expostos indicaram a presença de aterro industrial confirmando as informações das leituras de vapores voláteis menor que 1000 ppm para esses locais.

2.2.2. Amostragem e análise dos resíduos

Foram executadas 65 sondagens com profundidades que variaram de 3 a 20 metros utilizando-se trado manual e *GEOPROBE* para coleta de solos e resíduos para análise química, totalizando 586 m de perfuração, que produziram cerca de 96 amostras pontuais de solo e resíduos.

Segundo dados da GEOKLOCK (GEOKLOCK – Dezembro 2001), foram executadas sondagens do tipo *GEOPROBE* com amostragem integral do perfil perfurado e descrição litológica detalhada dos solos, sendo que em cada furo foram tomadas até 3 amostras e posteriormente enviadas para análises químicas, das quais, duas foram de solos, respectivamente a 1/3 e 2/3 de distância do nível d'água e uma abaixo do aquífero.

Para a amostragem a GEOKLOCK decidiu pela coleta de 3 amostras de solo sob o aterro, ao invés de uma amostra a cada metro, até o nível freático. Os resíduos foram coletados com intervalos de 2,5 m, sendo amostrado, quando presente, nas profundidades 3,5 m, 6,0 m, 8,5 m e 11 m.

As análises químicas foram efetuadas para seguintes substâncias constantes das normas da CETESB ou da Lista Holandesa:

Metais - antimônio, arsênio, bário, berílio, cádmio, chumbo, cianeto, cobalto, cobre, cromo, mercúrio, molibdênio, níquel, selênio, vanádio e zinco. Foram ainda analisados, cloreto, ferro, fosfato total, manganês, nitrogênio amoniacal, nitrogênio Kjeldahl total, nitrogênio nitrato, nitrogênio nitrito, nitrogênio total, sulfato, e titânio, não presentes em nenhuma das listas.

Compostos orgânicos:

BTX (benzeno, tolueno e xilenos) e naftaleno; tetracloroetileno, tricloroetileno, 1,2-dicloroetano e cloreto de vinila; fenol, pentaclorofenol e 2,4, 6-triclorofenol; aldrin, DDT, endrin e lindano (gama-BHC);

Além desses compostos, foram analisadas as seguintes substâncias, ausentes nas listas de valores de referência: clorofórmio, tetracloreto de carbono, 1,1-dicloroetano, tetracloroetano, clorobenzeno, 1,2,3-triclorobenzeno, 3-etil-2-metilheptano, n-octano, 3-metiloctano, 2,6-dimetiloctano, 4-etiloctano, n-nonano, 3-metilnonano, n-decano, 4-metildecano, n-undecano, 1, 3-dimetilciclopentano, pentilciclopentano, 1-etil-2-metilciclopentano, 1,1-dimetilciclohexano, 1,2-dimetilciclohexano, 1,1, trimetilciclohexano, 1,3,5-trimetilciclohexano, 1 -metil- 4-etilciclohexano, 1,4-dietilciclohexano, propilciclohexano, butilciclohexano, pentilciclohexano, 1,2,3-trimetilbenzeno, 1,2,4-trimetilbenzeno, 1,3,5-trimetilbenzeno, etilbenzeno, 1-propilbenzeno, isopropilbenzeno, 1-butilbenzeno, (o-,m- e p)-etiltolueno, antraceno, benzo(a)antraceno, dibenzo(a, h)antraceno, fenantreno, trans-decahidronaftaleno, 1 -metilindano, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fluorantreno,

benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, pireno, benzo(a)pireno, indeno (1,2,3-cd) pireno, criseno, benzo(g,h,l)perileno, (o-,m- e p)-cresol, 2,4-dimetilfenol, 2,4, 6-triclorofenol, pentaclorofenol, 4-cloro-3-metilfenol, 2-nitrofenol, 4-nitrofenol, 2,4-dinitrofenol, 2,4-dinitrotolueno, 2, 6-dinitrotolueno, anilina, 2-cloroanilina, 3-cloroanilina, 4-cloroanilina, 2,4-dicloroanilina, 2,6-dicloroanilina, 2,4, 6-tricloroanilina, 2-cloro-6-metilanilina, 3-cloro-2 -metilanilina, 5-cloro-2-metilanilina, 2,6-dimetilanilina, 3,5-dimetilanilina, alpha-BHC, betaBHC, delta-BHC, epsilon-BHC, hexaclorobenzeno, heptaclor, cisheptacloroepóxido, trans-heptacloroepóxido, metoxicloro, isodor, dieldrin, oxyclordano, cis-clordano, trans-clordano, alfa-endosulfan, beta-endosulfan, o-p'DDE, p-p'-DDE, o-p'-DDD, p-p'-DDD, o-p-DDT, p-p'-DDT, mirex, PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180.

Os parâmetros e os respectivos laboratórios onde foram realizadas as análises são apresentados na tabela V-1. A tabela V-2 apresenta os limites dos contaminantes segundo normas da CETESB e da Holanda, bem como os principais resultados analíticos obtidos nas amostras de solo coletadas em diferentes profundidades.

Tabela V-1: Parâmetros analisados nas amostras de solos e resíduos e os respectivos laboratórios

LABORATÓRIO	PARÂMETROS
BACHEMA (Suíça)	Compostos Orgânicos Voláteis Solúveis -SVOC (Inclui PAH, Fenóis e Anilinas) PCB, Pesticidas organoclorados
ALFA (Brasil)	Metais: As, Ba, Be, Cd, Co, Cu, Cr total, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Fe, Sb, Se, Ti, V e Zn Cianetos, Serie Nitrogenada, Fosfatos, Sulfatos, Cloretos
Analytical Solutions (Brasil)	Organoclorados Voláteis - VOC (- 52 compostos) Hidrocarbonetos Totais de Petróleo - TPH (Fração C5-C10); Clorobenzeno
BACHEMA (Brasil)	Hidrocarbonetos Totais de Petróleo – TPH Fração C10-C30
ESALQ (Brasil)	Porosidade total, distribuição granulométrica, densidade, unidade volumétrica e porcentagem de matéria orgânica

Fonte: GEOKLOCK (2002)

Como se observa na tabela 2, foram encontradas, além de cianetos, concentrações de metais acima dos valores de referência próximas da quadra 6 para antimônio, bário, chumbo, cobalto, cobre, cromo, molibdênio, níquel e zinco. Próximo ao bloco 5 e a jusante da quadra 2, as concentrações de bário, cádmio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, mercúrio, molibdênio, níquel e zinco foram superiores aos valores de intervenção. As amostras colhidas próximas ao bloco 4, quadra 4, apresentaram valores superiores aos de referência para o cobre. As concentrações

de cobre e mercúrio foram também superiores a aqueles valores nas amostras coletadas próximas ao bloco 8 quadra 5.

Os compostos orgânicos superaram os valores de referência nas amostras coletadas próximas ao bloco 1 e a jusante da quadra 6 para fenóis e próximas ao bloco 8, quadra 2 e bloco 1, quadra 6 para cresóis. A jusante da quadra 6, próximo ao talude, foram encontradas concentrações de PCB's acima dos valores de intervenção.

Tabela V-2: Principais resultados analíticos obtidos nas amostras de solo

Metais e cianeto							
Parâmetro	CETESB	Holanda	Intervalo (mg/Kg)	n	Concentração máxima		
	Limite (mg/Kg)	Limite (mg/Kg)			Conc. (mg/Kg)	Local (Quadra)	Sond/Prof TR/(m)
Antimônio	10		421	1	421	6	67/10
Bário	400		447 - 1538	4	1.538	6	65/5
Chumbo	350		623 - 16.197	4	16.197	6	67/10
Cádmio		12	22,8	1	22,8	6	43/1
Cianeto		20	624	1	624	6	67/10
Cobalto	80		123 - 2.175	3	2.175	6	65/1
Cobre		190	246 - 11.893	11	11.893	2	41/6
Cromo		380	1.027-12.520	5	12.520	6	65/1
Mercúrio	5		57,4	1	57,4	7	43/1
Molibdênio	100		100 - 710	4	710	6	67/10
Níquel	200		255 - 4.299	4	4.299	6	65/1
Zinco		720	837 - 6.025	4	6.025	6	67/10
Compostos Orgânicos							
Fenol	10		25 - 32	2	32	6	66/1
Cresóis		5	5,1 - 43	4	43	6	65/7
ΣDDT+DDD+DDE		0,0001	55,1	1	55,1	6	67/10
PCB		1	7.052	1	7.052	6	67/10

Fonte: GEOKLOCK (2002)

Com o objetivo de classificar o resíduos segundo a NBR-10.004, foram coletadas também sete amostras compostas, sendo agrupadas por características semelhantes entre os resíduos amostrados nas sondagens. Afora isto, a GEOKLOCK também efetuou coletas de amostras de solo, que foram submetidas a ensaios geotécnicos para determinação de porosidade total, distribuição granulométrica, densidade, unidade volumétrica e porcentagem de matéria orgânica. A quantidade foi definida em campo e dependeu da variedade de litotipos distintos identificados durante os trabalhos de perfuração para instalação de poços de monitoramento.

2.3. Compartimento Atmosférico

2.3.1. O Sistema de Extração de Vapores

Em função dos dados então conhecidos, principalmente o fato dos resíduos orgânicos representar fonte de geração de gases explosivos, a empresa GEOKLOCK elaborou proposta para a extração de vapores do solo (EVS).

A técnica de Extração de Vapores do Solo (EVS) consiste em promover a circulação de ar pela zona não-saturada do aquífero, propiciando a volatilização e estimulando o processo natural de biodegradação dos compostos orgânicos voláteis presentes. Os detalhes dos procedimentos realizados pela GEOKLOCK para elaboração do projeto para a unidade de extração e tratamento dos vapores do subsolo no Conjunto Residencial Barão de Mauá são descritos no ANEXO V – 3.

Segundo dados da empresa CSD-GEOKLOCK (GEOKLOCK – Julho 2003), o sistema de extração e tratamento de vapores orgânicos do solo instalado na área do Condomínio Barão de Mauá teve seu início de operação em 15/01/2002 em regime parcial, passando a contínuo e ininterrupto (24 horas/dia) em 18/03/2002. A partir de 04/06/2002 o conjunto foi ampliado, contando com a operação de 14 poços de extração. O conjunto é constituído basicamente por:

- 14 poços de extração de vapores instalados, na qual estão em operação 12 (a partir de 07/05/2003), sobre o pacote de resíduos e utilizados para a remoção dos gases do subsolo;
- 1 unidade de tratamento contendo 2 ventiladores para geração de vácuo e 6 colunas de carvão ativado para adsorção dos compostos orgânicos voláteis extraídos;
- Tubulações de encaminhamento, interligando os poços de extração à unidade de tratamento.

Entre 11/01 a 11/02/2003 o sistema foi paralisado para avaliação da taxa de formação dos gases no subsolo, entrando em regime contínuo de operação imediatamente após este período.

2.3.2. Processo de Adsorção pelo Carvão Ativado

Os dados analíticos de acompanhamento da unidade de extração e tratamento dos vapores foram produzidos através de amostragem realizada pelas equipes da GEOKLOCK e análise química nos laboratórios da ENVIRON CIENTÍFICA LTDA.

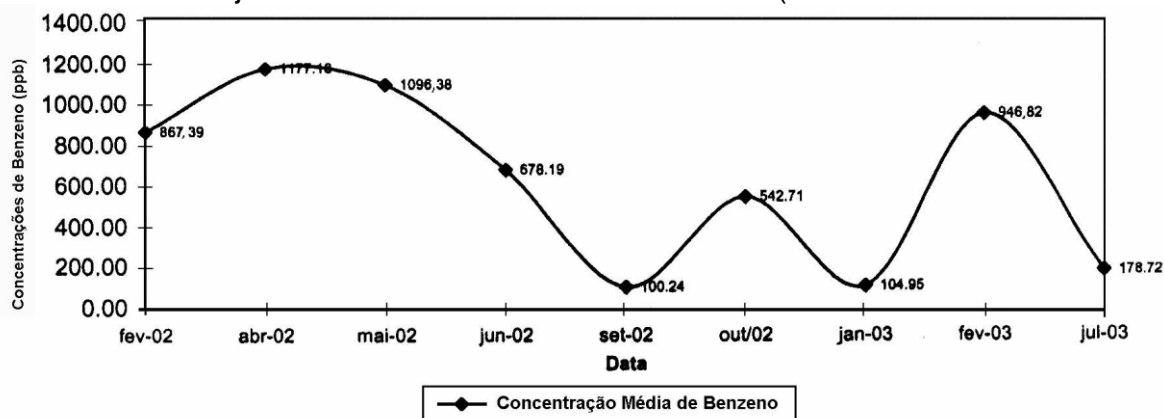
Segundo os laudos de análise do laboratório, os gases foram amostrados nos poços de monitoramento, nas duas entradas e na saída da unidade de extração e tratamento de vapores por meio de tubos coletores de carvão ativo de 400/200 mg, denominado como coletor nº 181.

A coleta via bomba é realizada até a sucção de 90 litros do gás através do carvão. A análise ocorre através da desorção térmica dos gases para um aparelho de cromatografia gasosa, utilizando-se da metodologia NIOSH 1500 (modificada). Nos laudos analíticos não é indicado o limite de detecção dos compostos orgânicos voláteis analisados (benzeno, etilbenzeno, xilenos e somatória de hidrocarbonetos) com a metodologia utilizada.

Segundo a GEOKLOCK, as distribuições dos compostos orgânicos voláteis no subsolo indicam que o processo de extração tem se mostrado efetivo na remoção dos vapores, forçando a migração dos mesmos em direção aos poços de captação. Como comprovação desta afirmativa a GEOKLOCK indica uma redução média de 91,5% para o benzeno e 87% para o metano.

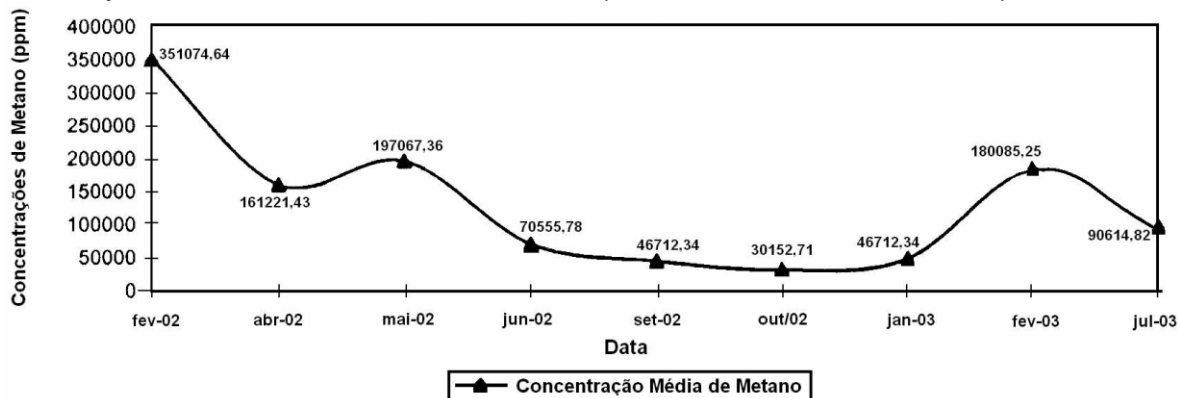
Esta afirmativa é demonstrada pelos gráficos das figuras V-3 e V-3 abaixo, elaborados pela GEOKLOCK.

Figura V-3: Gráfico da variação da concentração média de benzeno nos gases do subsolo do Conjunto Habitacional Barão de Mauá (fevereiro/setembro de 2002)



Fonte: GEOKLOCK (2002)

Figura 4: Gráfico Variação da concentração média de metano nos gases do subsolo do Conjunto Habitacional Barão de Mauá (fevereiro/setembro de 2002)



Fonte: GEOKLOCK (2002)

2.3.3. Explosividade nas redes de águas pluviais e esgotos

2.3.3.1. Medições realizadas pela Prefeitura de Mauá , Cesteb e Fundacentro

Técnicos da CETESB, FUNDACENTRO e da Prefeitura Municipal de Mauá realizaram no período entre os dias 22 e 26 de agosto de 2001 campanhas de amostragem para Identificar e quantificar a presença de vapores tóxicos (benzeno), de vapores orgânicos voláteis (VOC) e de gases e vapores explosivos, em pontos localizados na área do Condomínio Barão de Mauá.

As avaliações foram realizadas no interior das caixas de esgoto, de água pluvial, pontos de monitoramento (CSD-GEOKLOCK), em locais de passagem de instalações elétricas, nas edificações de medidores de consumo de energia elétrica e no perímetro dos blocos das quadras (Etapas) 2, 3, 4, 5, 6 e 7 , nos apartamentos do piso térreo bem como caixas de energia e poço dos elevadores deste prédios.

Segundo o procedimento utilizado, as medições foram instantâneas, buscando sempre o maior valor obtido durante o período de avaliação e de forma instantânea. Cada medição compreendeu um intervalo mínimo de 2 minutos, exceto a avaliação cromatográfica que tem o tempo definido pelo aparelho.

As avaliações no interior das caixas de esgoto e de águas pluviais, foram realizadas, a uma profundidade de 0,5m, a partir do nível da tampa. Os pontos avaliados foram tomados por base dos pontos críticos segundo relatório e avaliação de empresa CSD-GEOKLOCK e, adicionalmente, em pontos indicados pelos moradores do condomínio.

Os resultados indicaram que somente os pontos E1(A) (L.I.E = 100%) e A30(A) (L.I.E = 33%), apresentaram L.I.E alterados com certa freqüência, os demais pontos que apresentaram LIE de 4 a 15%, considerados normais. Com relação à migração de gases, segundo avaliação da CETESB (Informação Técnica nº 029/00/EERO), os caminhos preferenciais são os dutos enterrados (coletores de esgoto e rede de águas pluviais).

Durante a etapa de atendimento emergencial, verificou-se que a presença de vapores voláteis estava restrita às tubulações localizadas próximas ao aterro junto ao Córrego Itrapuã.

2.3.3.2. Medições realizadas pela GEOKLOK

A CSD GEOKLOCK foi contratada pela empresa SQG no final de mês de abril/2000, inicialmente para a realização de um monitoramento dos índices de explosividade em instalações subterrâneas e confinadas, além de uma avaliação ambiental preliminar da região.

O monitoramento de índices de explosividade (L.i.E.) vem sendo realizado por esta empresa continuamente desde abril/2000 em 55 pontos espalhados pelo

condomínio, sendo 35 em poços de visita da rede de água pluviais (codificados com a Letra A) e 20 da rede de esgoto (codificados com a Letra E), tem mostrado bons resultados frente ao processo de extração de vapores do subsolo existente no condomínio.

Até o início de operação do sistema de extração e tratamento dos vapores do subsolo do Conjunto Habitacional Barão de Mauá, em 15/01/2002, foram observados valores de L.I.E. (Limite Inferior de Explosividade) superiores a 100% nos pontos de medição A30, E14 e E15 (Quadra 6); A22 (Quadra 5); A20 e A21 (Quadra 7); A6, A7, A8, A9, A10, A11 E A18, E4, E5, E6, E7, E8, e E9 (quadra 2); A4, A5, E4, E5 e E8 (quadra 4). Com exceção do ponto A22, os demais pontos se encontram próximos ao talude, margeando as áreas das respectivas quadras citadas.

Pelos resultados obtidos, observou-se nos monitoramentos periódicos uma acentuada redução dos índices de explosividade nos 4 principais poços de visita A4, A7, E1 e E14 após a partida do sistema de extração de vapores. Isto, segundo a GEOKLOCK, indica que o mesmo tem contido a migração de vapores em direção aos sistemas pluviais e de esgoto, assegurando a ausência de acúmulo de metano nas áreas do conjunto residencial.

Este desempenho pode ser observado nos gráficos das figuras V-5 e V-6 produzidos pela GEOKLOCK a partir das medições diárias nos pontos acima citados, onde se verifica a queda das concentrações de L.I.E. para valores inferiores a 20% após a partida do sistema de extração em 15/01/2002.

Através da evolução dos índices de explosividade medidos nas caixas de passagem de esgoto observa-se que houve uma diminuição nos valores de índices de explosividade em todos os pontos amostrados até 10/01/03, quando foi paralisado temporariamente o sistema de extração de vapores. Esta paralisação temporária resultou na elevação dos valores de L.I.E em vários pontos.

Figura V-5: Gráfico da evolução dos valores de explosividade nas caixas de passagem de águas pluviais

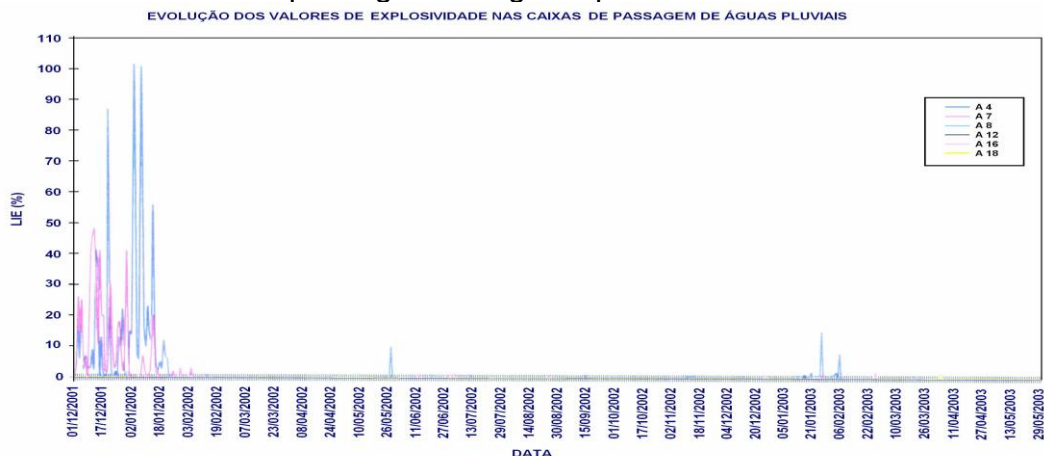
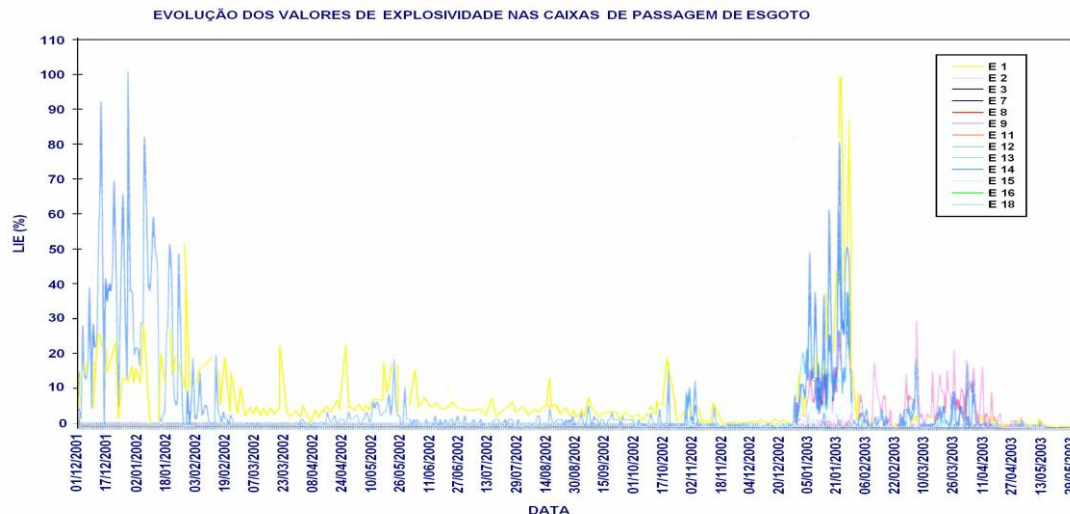


Figura V-6: Gráfico da evolução dos valores de explosividade nas caixas de esgoto



2.3.4 Medição de contaminantes na atmosfera

No dia 24/08/2001 a CETESB realizou amostragem de ar atmosférico à 50 cm do solo em 8 pontos da área situada sobre o aterro contendo resíduos no Conjunto Habitacional Barão de Mauá. As amostras analisadas, por meio de cromatógrafo gasoso portátil Marca Photovac Perkin Elmer modelo Voyager, indicaram resultados abaixo do limite de detecção (10 ppb) da metodologia analítica utilizada (EPA-SO#2109). Os parâmetros analisados foram benzeno, tolueno, o-xileno, m+p-xilenos e etilbenzeno.

A GEOKLOCK, contratada pela SQG para realizar os estudos ambientais, utilizou-se dos serviços da UNICAMP para as medições dos contaminantes no ar. Foram realizadas duas campanhas de monitoramento do ar na área do condomínio, sendo a primeira campanha realizada entre novembro de 2001 e janeiro de 2002, e a segunda campanha em outubro de 2002.

As amostragens e as análises foram realizadas pela UNICAMP, com base no método TO-17 da U.S.EPA (McClenny, 1999). Para os ambientes interno e externo foram utilizados os mesmos procedimentos de coleta e análise. Resumidamente, a amostragem foi realizada pelo bombeamento de ar ambiente por tubos preenchidos com resina Tenax TA para a adsorção dos compostos orgânicos voláteis. Os tubos de adsorção foram previamente condicionados e testados, e mantidos refrigerados até o momento da coleta.

A coleta de ar foi feita através de bombas tipo diafragma com rotâmetros calibrados para leitura da vazão em campo. Para um volume amostrado de 6 litros foi determinado um tempo de amostragem de 2 horas. Os tubos foram amostrados a uma altura de 60 cm do solo em todos os pontos de coleta. Os cômodos foram

lacrados no início da amostragem e só foram reabertos no final destas. Os principais resultados do monitoramento de ar nas duas campanhas de amostragem são apresentados na tabela V-3.

Tabela V-3: Principais resultados do monitoramento de ar nas áreas do Conjunto Habitacional Barão de Mauá.

Locais de Amostragem	Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	1ª Campanha			2ª Campanha		
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima
Benzeno						
Ar livre no condomínio	4,07	9,66	<1,19	3,55	6,09	2,18
Fora do condomínio	4,57	10,52	<1,28	2,89	4,49	1,57
Apartamentos habitados	6,67	12,02	1,54	3,94	8,33	1,69
Apartamentos não habitados	43,72	200,27	<1,29	3,71	8,46	4,48
Apartamento controle				4,90	5,86	3,93
Tolueno	8,08	37,21	<1,19	16,98	52,75	3,23
Ar livre no condomínio						
Fora do condomínio	7,07	17,62	<1,23	12,01	16,76	7,37
Apartamentos habitados	24,09	91,58	3,70	33,05	51,92	7,18
Apartamentos não habitados	5,90	8,74	<1,29	14,83	15,03	14,60
Apartamento controle				19,92	23,32	16,52
Clorobenzeno	<0,94	<1,10	<0,71	<0,50	<0,58	<0,39
Ar livre no condomínio						
Fora do condomínio	<0,93	<1,07	<0,74	<0,44	<0,47	<0,39
Apartamentos habitados	<1,14	<2,13	<0,85	<0,55	2,59	<0,34
Apartamentos não habitados	<0,91	<1,13	<0,78	<0,30	<0,47	<0,33
Apartamento controle				<0,48	<0,48	<0,47
1,3,5-Trimetilbenzeno	1,33	2,75	<0,95	0,71	1,48	<0,547
Ar livre no condomínio						
Fora do condomínio	1,32	2,27	<1,03	<0,58	<0,63	<0,52
Apartamentos habitados	3,96	16,98	<1,18	1,95	6,49	<0,52
Apartamentos não habitados	1,49	3,62	<1,04	<0,52	<0,63	<0,44
Apartamento controle				2,64	2,93	2,35
n-DECANO	1,98	5,11	<0,95	1,72	4,59	0,78
Ar livre no condomínio						
Fora do condomínio	2,11	4,88	<1,03	1,36	2,19	0,85
Apartamentos habitados	20,87	109,80	2,21	9,61	45,37	1,38
Apartamentos não habitados	2,04	3,36	<1,26	1,78	2,02	1,38
Apartamento controle				8,37	12,89	3,85

Fonte: GEOKLOCK (2001)

Obs : Para o cálculo das médias, quando os valores estavam abaixo ao limite de detecção, foi utilizado o valor do limite.

Para análise das amostras coletadas, a UNICAMP utilizou um dessorvedor térmico acoplado a um cromatógrafo gasoso (CG). O CG foi equipado com o detector de ionização de chama (FID) para quantificação dos compostos e acoplado a um espectrômetro de massa para identificação dos mesmos. Os compostos analisados foram: benzeno, tolueno, 1,3,5-trimetilbenzeno (TMB), clorobenzeno e n-decano/1,2,4-trimetilbenzeno.

Para quantificação do benzeno, tolueno e clorobenzeno foram traçadas curvas de calibração com o emprego de padrões analíticos e para os demais compostos a quantificação foi efetuada através de fatores de resposta. Foram também calculados os limites de detecção para um volume de ar coletado de 6 litros, sendo determinado $1,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para o clorobenzeno e $1,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para os demais compostos.

Nas amostragens foram adotados alguns critérios, entre outros, nos apartamentos escolhidos não ter sido pintado recentemente, não ter sido utilizado para limpeza, nenhum produto com solvente orgânico, não ter pessoas fumando no local antes e durante a amostragem. Além disso, as amostragens foram realizadas no período entre 10h e 16h, quando há maior possibilidade de evaporação dos compostos orgânicos do solo em função de maior incidência da radiação solar na superfície. Para que a coleta fosse realizada em condições mais críticas, o cômodo a ser avaliado deveria permanecer fechado por várias horas antes da amostragem.

Segundo avaliações da CETESB (CETESB, 2002), sobre os monitoramentos realizados pela GEOKLOCK, não foram observadas diferenças relevantes, dentro e fora do condomínio, nas concentrações de benzeno, trimetilbenzeno, decano, clorobenzeno e tolueno, não havendo evidências de fontes internas significativas desses compostos na área residencial.

2.3.4.2.1. Detecção de gases no interfone do Bloco 2 – Quadra 6

Em resposta às reiteradas reclamações dos moradores sobre a percepção de odores na caixa de interfone no hall de entrada do Bloco 2 da Quadra 6 do conjunto residencial Barão de Mauá, a CETESB exigiu da SQG a investigação sobre a ocorrência.

Durante estadia na área, em outubro de 2003, a equipe de avaliação de risco pode presenciar a primeira tentativa de realização da investigação sobre esta ocorrência. Os moradores negaram a realização dos trabalhos pois não haviam sido previamente informados sobre o que se passava.

Pudemos testemunhar, nesta ocasião, a estrutura montada para se investigar a queixa da população quanto a presença de “cheiro de gás” no interfone. O risco potencial que a área oferece ficou bastante perceptível com a presença dos vários órgãos presentes para garantir as condições de segurança necessárias aos trabalhos. Fato que seria improvável caso esta mesma queixa em ocorresse em

outro local.

A CETESB, assim como a SQG, uma vez informada do problema, procedeu a medições dos índices de explosividade dessa caixa e dos conduítes que ali existem. Notou-se que os conduítes que não estavam sendo utilizados para passagem de fiação apresentavam presença desses gases. Em um tubo que liga essa caixa ao poço de elevadores não se detectou a presença de gases. Os conduítes que se apresentavam cegos, isto é, terminavam na viga abaixo do piso, invariavelmente apresentavam alguma concentração de gases voláteis.

Foram também realizadas medições em todas as caixas de passagem de fiação externas e internas do andar térreo do prédio e em nenhuma delas se notou a presença de gases. Foram também conduzidas medições de concentrações no ar do solo imediatamente junto à parede externa do prédio e não se identificou a presença de gases nesse ponto.

Levantou-se a hipótese da origem dos gases ser proveniente do colchão de brita e areia existente sob o piso do prédio, pois este seria o único lugar onde esses gases poderiam se acumular e eventualmente migrar para o interior dos conduítes, já que parte do prédio está localizada acima de parte do depósito de resíduos.

A investigação consistiu na abertura de um furo na laje do piso do hall de entrada do bloco 2, quadra 6, para a extração de amostra de vapor. As medições realizadas na camada de brita e areia sob o piso do hall do Bloco 2 detectaram a presença de gases inflamáveis em concentrações que indicam índice de 100% do LIE.

A tabela V-4 apresenta a composição desses gases. Observa-se que as (ver concentrações de benzeno de (667 ppb) e de metano de (173.300 ppm) são superiores a aquelas medidas nos gases do solo submetidos ao sistema de extração (136 ppb para benzeno e 90.600 ppm para metano).

Tabela V-4: Composição dos gases amostrados no bloco 2, quadra 6.

Composto	Concentração
Benzeno (ppb)	667
Tolueno (ppb)	318
Etilbenzeno (ppb)	385
Xilenos (ppb)	572
Σ Hidrocarbonetos (base tolueno) (ppb)	305.857
Metano (ppm)	173.300

Fonte: CETESB (2001a)

Deve-se salientar que a concentração de benzeno (667 ppb) nesses gases é bastante superior a aquela recomendada pela ATSDR – Agência para Registro de Doenças e Substâncias Tóxicas do Governo dos Estados Unidos como limite aceitável (4,0 ppb) no ar para não causar efeitos crônicos.

Este novo dado, recente, indica que, pese a todos os dados até agora apresentados, principalmente os relativos ao sistema de extração e tratamento de vapores do subsolo, existem áreas do conjunto residencial Barão de Mauá onde ocorre o acúmulo de gases que, por sua composição e concentração, oferecem riscos potenciais de explosão e de toxicidade.

2.4. Compartimento Água

2.4.1. Água de abastecimento público

A existência continuada de reservatórios subterrâneos de águas para consumo humano sobre solos onde, comprovadamente, existe a deposição de resíduos com geração, inclusive, de gases tóxicos é outra fonte de preocupação quanto aos riscos futuros. Apesar de construção recente, já se observou falhas e ranhuras em reservatórios de água para consumo humano elevados (sobre os prédios) no Conjunto Residencial Barão de Mauá. Este tipo de problema, pelos seus transtornos, é facilmente perceptível e geralmente de reparos imediatos. Diferente a situação em reservatórios subterrâneos onde somente falhas na impermeabilização de maior dimensão, com perdas de grandes volumes de água, são observadas e (nem sempre) reparadas. Mesmos em reservatórios sem falhas, a impermeabilidade à gases, diferente aos líquidos, nem sempre é totalmente eficaz.

Desde o início das investigações, a percepção pelos diversos atores dos riscos assinalados tem resultado em constantes esforços de monitoramento da qualidade da água de abastecimento público consumida pelos moradores do Conjunto Residencial Barão de Mauá.

Em 19/08/2001 a CETESB realizou amostragem de água da rede pública em 5 pontos do Conjunto Residencial Barão de Mauá (edifício Bacia do Prata, reservatório subterrâneo células 1 e 2; Condomínio Arroio Grande, bloco 4, apartamento 52; Edifício Província Cisplatina, reservatório subterrâneo células 1 e 2). As amostras foram analisadas por cromatografia gasosa com sistema Purge & Trap e detector de fotoionização (PID), coluna RTX 502 e variação de temperatura de 40 a 180°C. Os resultados das análises para os parâmetros benzeno, etilbenzeno, tolueno e xilenos estiveram abaixo das concentrações máximas permitidas pelos padrões de potabilidade (Portaria 1469).

Na mesma época, o Instituto Adolfo Lutz realizou amostragem e análise de água da rede pública. Aqui seus principais resultados:

I. Amostras 1) Reservatório Bloco 4 4ª etapa; 2) Reservatório Bloco 4, 4ª etapa, 3) Bloco 4 apartamento 1, 4ª etapa; 4) Caixa subterrânea - Bloco 3 - 4ª etapa, 5) Bloco 6 apartamento 1, 4ª etapa; Caixa subterrânea - Bloco 3 - 4ª etapa; 6) Bloco 6 apartº 1, 2ª Etapa E 6) Amostra 19 — apartº 22, 5ª etapa: A análise por cromatografia em Fase gasosa com detector de massa, empregando a técnica de “head-space”, não revelou a presença dos seguintes compostos orgânicos voláteis: benzeno, tolueno, xilenos (orto, meta e para) e etilbenzeno.

II. As amostras: 1) Bloco 4 – Caixa subterrânea – 4ª. Etapa; Bloco 4 Caixa subterrânea – 4ª. Etapa; 3) Bloco 4 – apartamento 01 – 4ª. Etapa; Bloco 3 - Caixa subterrânea R1 – 4ª. Etapa; Bloco 3 - Caixa subterrânea – 4ª. Etapa; 6) Bloco 3 – torneira apartamento 71 – 4ª Etapa; 7) Bloco 1 - Caixa subterrânea – R2 – 4ª. Etapa; 8) Bloco 1 - Caixa subterrânea – R1 - 4ª. Etapa; 9) Caixa subterrânea – R1 - 4ª. Etapa; Bloco 7 - Caixa subterrânea – R1 - 2ª. Etapa; 11) Bloco 7 - Caixa subterrânea – R2 - 2ª. Etapa; 12) Bloco 6 - Caixa subterrânea – R1 - 2ª. Etapa; 13) Bloco 6 apartamento 01 – torneira cozinha – 2ª Etapa; 14) Bloco 5 - Caixa subterrânea – R1 - 2ª. Etapa; 15) Bloco 5 - Caixa subterrânea – R1 - 7ª. Etapa; 16) Bloco 2 - Caixa subterrânea – R1 - 6ª. Etapa; 17) Bloco 2 apartamento 01 – 6ª Etapa; 18) Bloco 5 - Caixa subterrânea 1 – 5ª. Etapa; 19) Bloco 5 – apartamento 22 – torneira – 5ª Etapa; 20) Bloco 4 – reservatório e 21) Bloco 4 – reservatório 2. As análises de cromo total, chumbo, cádmio e mercúrio apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação das técnicas utilizadas: espectrofotometria de absorção atômica com forno de grafite (para cromo, chumbo e cádmio) e espectrofotometria de absorção atômica com gerador de vapor frio (para mercúrio), estando de acordo com a legislação em vigor com relação aos metais analisados.

Em agosto de 2001 a Fundação Paulista de Tecnologia e Educação também realizou análise de água da rede pública coletada em apartamentos do Conjunto Residencial Barão de Mauá. Foram analisados os metais e compostos inorgânicos (alumínio, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo total, ferro total, manganês, mercúrio, prata, zinco, selênio, fluoretos, cloro residual livre, cianetos, cloretos, nitratos, sulfatos, surfactantes); compostos orgânicos (benzeno, benzo-a-pireno, 2,4,6 Triclorofenol, 2,4 D – Diclorofenóxiacético-, Pentaclorofenol, Clordano, Aldrin e Dieldrin, DDT/DDE, Endrin, Heptacloro e Heptacloro Epóxido, Heptaclorobenzeno, Lindano, Metoxicloro, Toxafeno, 1,1-Dicloroeteno, 1,2-Dicloroetano, Tetracloro de carbono, Tetracloroeteno, Tricloroeteno, Trihalometanos), além dos parâmetros pH, dureza total, cor aparente, sólidos totais dissolvidos, turbidez, contagem total de heterotróficas e coliformes totais e fecais.

Os resultados analíticos estiveram sempre abaixo dos padrões de referência utilizados.

2.4.2. Águas Subterrâneas

2.4.2.1 Estudos hidrogeológicos

A GEOKLOCK (GEOKLOCK – Dezembro 2001), com base em critérios hidrogeológicos, históricos, resultados da geofísica, sondagens/amostragem e descrição de solos e resíduos, instalou uma rede de 20 poços de monitoramento das águas subterrâneas (PM-1 a PM-20) e 3 poços profundos (PM-21 a PM-23).

Os dados a seguir são provenientes dos estudos hidrogeológicos realizados pela GEOKLOCK. As sondagens foram executadas em diâmetro de 4" por sistema *Hollow Stem Auger* (sem utilização de fluido de perfuração) e trado manual para a instalação de poços em PVC da linha Geomecânico ou similar, diâmetro de 2".

- Os objetivos desta rede de monitoramento do aquífero freático foram: Conhecer as condições de fluxo subterrâneo;
- Caracterizar a distribuição de contaminantes nas águas subterrâneas;
- Avaliar o grau de impacto que as fontes primárias e secundárias presentes na área causam à porção superficial do aquífero; e
- Verificar a possibilidade dos contaminantes presentes estarem migrando para fora dos limites da área através do aquífero superficial.

A profundidade do nível da água no condomínio Barão de Mauá varia de 0,58 m, nas imediações do Córrego Itrapuã (PM-04), a 19,86 m próximo ao bloco 4, quadra 4 (PM-13).

Por meio da mediação de pares multiníveis, por exemplo, nos poços de monitoramento PM-07 e PM-21 (localizados entre as quadras 8 e 9), PM-09 e 22 (localizados próximo à estande de vendas), e PM-11 e PM-23 (localizados na quadra 3), a GEOKLOCK avalia que eles se encontram no mesmo aquífero porém, com equipotenciais diferentes caracterizando uma zona de recarga local.

Por meio da medição dos níveis d'água nos poços instalados foi possível a elaboração de um mapa potenciométrico e determinação da direção do fluxo subterrâneo. A área é subdividida em dois domínios por um divisor d'água de direção noroeste-sudeste. As águas subterrâneas disponibilizadas no quadrante nordeste migram para o córrego São Vicente e as águas do quadrante sudoeste são captadas pelo córrego Itrapuã, sendo que ambos os córregos drenam no sentido noroeste. O gradiente hidráulico médio calculado é da ordem de 0,0419(4,19%).

A porosidade efetiva média pode ser estimada em torno de 0,12 (12%) para este aquífero, valor médio típico de sedimentos argilo arenosos e silte (FETTER, 1994). Estima-se que a velocidade de migração das águas subterrâneas na área estudada é de aproximadamente 4,0 m/ano;

Não houve variação significativa nas concentrações dos compostos analisados tanto à montante, central e à jusante, nas amostras superficiais coletadas ao longo do córrego Itrapuã. Segundo o Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, 1994 — CETESB, o córrego Itrapuã situa-se na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, que o classifica como Classe 4. As concentrações de fenol não ultrapassaram os limites para as águas superficiais de Classe 4, Resolução nº 20, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1986).

Segundo os estudos de modelamento de fluxo e transporte desenvolvidos, a GEOKLOCK elaborou as seguintes conclusões:

- os principais receptores da contaminação das águas subterrâneas são os córregos Itrapuã e São Vicente;
- a contaminação das águas subterrâneas por benzeno apresenta ocorrência restrita e não oferece risco aos principais receptores da contaminação do aquífero;
- a contaminação das águas subterrâneas por manganês apresenta uma extensão ampla por grande parte da área do conjunto residencial e apresenta um risco potencial de atingir os receptores (córregos); e
- a redução da recarga ao aquífero através da impermeabilização de área de solo exposto mostrou resultados positivos, limitando a entrada de contaminantes no aquífero e reduzindo eventuais aportes aos córregos;

2.4.2.2 Amostragem e análise das águas subterrâneas

Dos poços instalados foram coletadas 30 amostras, sendo 23 amostras coletadas nos poços instalados (amostras AA-1 a AA-23); 4 de controle, sendo 2 brancos (amostra AA-27 e AA-28) e 2 réplicas (amostra AA-29 corresponde a AA-14 e AA-30 corresponde a AA-18). Também foram coletadas 3 amostras de águas superficiais do Córrego Itrapuã (amostras AA-24 a AA-26).

A metodologia empregada para a realização das coletas e preservação de amostras de águas dos poços atendeu aos requisitos contidos no Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água (1987), Norma 06.010 - Anexo A - Orientação para Coleta de Amostras (nov/1 987), ambos elaborados pela CETESB, e ASTM — D5903-96 (*American Society for Testing and Materials*). O envio das amostras foi acompanhado por relatórios de cadeia de custódia (*Chain-of-Custody Record*) para assegurar o recebimento dentro do prazo de validade. Os parâmetros e os respectivos laboratórios onde foram realizadas as análises são apresentados na tabela 1.

A tabela V-5 apresenta os limites dos contaminantes segundo normas de potabilidade do Ministério da Saúde (Portaria 1469), os limites de intervenção da Lista Holandesa, bem como os principais resultados analíticos obtidos nas amostras

de solo coletadas em diferentes profundidades. Observa-se a presença de fenol, ferro total e manganês em toda a área do empreendimento, em concentrações acima dos valores de referência utilizados. Quanto aos compostos orgânicos, nas imediações da quadra 6, as concentrações de benzeno, triclorobenzeno, cresóis, cobalto e selênio são superiores aos valores de referência.

Tabela V-5: Principais resultados analíticos nas amostras de água subterrânea*

Metais e cianeto							
Parâmetro	Por.1469 (mg/L)	Holanda (mg/L)	Intervalo (mg/L)	n	Concentração máxima		
					Conc. Poço/Amostra (mg/L)	Local (Quadra)	PM/AA
Bário		0,625	3,24	1	3,24	6	18
Cloreto		100	104-213	6	213	6	18
Cobalto			0,08-0,79	6	0,79	6	18
Ferro	0,3		0,88-20		110	talude	8
Manganês	0,1		0,1-10,8	13	10,8	6	18
Compostos Orgânicos							
Fluoranteno		0,001	0,0252	1	0,0252	6	19
Fenol			0,0012 – 0,067	14	0,067	ltrapuã	25
Σ Cresóis		0,2	0,211-0,909	2	0,909	6	18
Benzeno	0,005		0,0052 – 0,1572	3	0,1572	7	20
Σ Xilenos		0,07	0,28363-	1	0,28363	6	18
1,2 Dicloroetano	0,01		0,03254-0,08439	2	0,08439	8/9	21
Tricloroetano	0,07		0,342-0,41919	2	0,41919	8/9	21
Tetracloroetano	0,04		0,0419	1	0,0419	6	18
Cis-1,2 Dicloroetano		0,02	0,022221	1	0,022221	6	18

* Não foram considerados os resultados da amostra AA-30 (replica), com claros indícios de contaminação.

2. 5. Outros Compartimentos

Ensaio de toxicidade Faculdade de Medicina

Quanto aos resultados da avaliação preliminar dos possíveis efeitos tóxicos de amostras de água e de solo realizada pelo Laboratório de Patologia Molecular da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sem data assinalada no relatório, sob a responsabilidade do Prof.Dr. Paulo Saldiva, a falta de protocolo de amostragem e do seu acompanhamento por participante independente impede a aceitação dos seus resultados no processo de avaliação de risco.

3. Avaliação dos dados existentes

Afora os dados produzidos pela CETESB e pelo IPT, a grande maioria dos dados de caracterização ambiental existentes sobre a contaminação por resíduos da área do conjunto residencial Barão de Mauá foram produzidos pela empresa GEOCLOCK, contratada para esta finalidade pela empresa SQG. Os dados fornecidos GEOCLOCK foram constantemente avaliados pelo IPT e pela CETESB e se apresentam, no geral, quanto à qualidade, afora as ressalvas já assinaladas por

estes dois órgãos públicos, dentro dos requisitos de qualidade exigidos pela metodologia de avaliação de risco da ATSDR.

Pelos dados conhecidos, mesmo após as investigações ambientais realizadas, existem ainda muitas dúvidas quanto à composição e quantidade dos resíduos enterrados na área do Conjunto Residencial Barão de Mauá. A possibilidade de que várias indústrias do entorno, bem como outras instituições, como hospitais, também haverem realizado deposição de resíduos diversos, constam de informações de moradores mais antigos, como relatado.

Os dados sobre a composição dos resíduos mais consistentes são os relativos aos metais pesados e aos compostos orgânicos voláteis (VOCs). Mesmo para estas substâncias, no caso da composição exata dos resíduos, a forma de amostragem composta, como realizada, pode falsear a os resultados de composição e concentração.

Quanto à suficiência dos dados para os estudos de avaliação de risco à saúde humana, observa-se a ausência de dados sobre a contaminação nos solos superficiais, indispensável para a avaliação das exposições humanas dos moradores, após a ocupação dos blocos construídos. Segundo a Metodologia da ATSDR são considerados superficiais solos amostrados até 10 cm de profundidade. Fotos de jornais da época do acidente que causou a explosão, com visão área de todo o conjunto residencial, com boa resolução de imagem, indicam áreas sem calçamento ou cobertura de jardins, principalmente na porção oeste do conjunto residencial Barão de Mauá (Foto V-1).



Foto V-1: Visão geral do Conjunto Residencial Barão de Mauá

Por outro lado, ainda sobre a suficiência dos dados existentes, as dificuldades para se estabelecer um histórico preciso sobre a deposição dos resíduos, sobre sua localização e composições exatas, criam obstáculos para a definição de todos os contaminantes de potencial interesse a serem considerados nos estudos de avaliação de riscos.

Resumidamente, os dados ambientais existentes possivelmente são suficientes e de qualificação adequada para dimensionar procedimentos de remediação visando a utilização da área para outros usos que não a residencial.

A seguir apresentamos algumas das observações ou ressalvas feitas pela CETESB e IPT, com nossas considerações sobre os dados de maior interesse para a avaliação de risco.

3.1. Compartimento Solo/Resíduos

Por meio de prospecções diretas (sondagem) e indiretas (geofísica) a CETESB (CETESB, 2002a) afirma ter obtido resultados coincidentes aos dados produzidos pela GEOKLOCK com pequenas discrepâncias em relação aos pontos próximos aos blocos 7 e 8 da quadra 6 e ao bloco 3 da quadra 4.

Em relação aos dados de medição dos compostos orgânicos voláteis no solo (VOCs) produzidos pela GEOKLOCK, observa-se que nas duas campanhas toda a área do conjunto residencial foi rastreada, permitindo a elaboração de um mapa de isoconcentração de VOCs com um bom detalhamento. No entanto, em função da mobilidade diferenciada dos gases, sua localização nem sempre está relacionada à presença dos resíduos. A CETESB (CETESB, 2002a), por exemplo, assinala que as concentrações de VOCs detectadas a oeste da quadra 3 e a leste da faixa do oleoduto não parecem estar associadas às deposições de resíduos constatadas e carecem maiores explicações.

Em relação às sondagens de solo e resíduos, a CETESB (CETESB, 2002a) faz algumas ressalvas. Os critérios adotados pela GEOKLOCK, considerando amostras a profundidades fixas, com intervalos de 2,5m, só teria validade comprovada se essas camadas fossem (a) compostas de um mesmo material e (b) tivessem espessuras de alguma forma constantes.

Desta forma, segundo a CETESB, o processo utilizado pode, pela sua rigidez, induzir a erros de avaliação e a perda de informação, na medida em que desconsidera a heterogeneidade dos materiais depositados e o processo descontrolado de deposição, normalmente observado em depósitos clandestinos.

Por outro lado, devido aos procedimentos utilizados de coleta e composição de amostras de solos e resíduos, a caracterização dos materiais encontrados é deficiente e não permite conclusões mais acuradas sobre a distribuição espacial da

contaminação do subsolo, sobretudo no que se refere à cubagem de resíduos perigosos, para orientar uma possível remoção destes focos.

Deve-se também ressaltar as ressalvas apresentadas pelo IPT (IPT – setembro 2002) sobre a representatividade da amostragem na caracterização dos resíduos, já que as amostras foram compostas com resíduos de pontos relativamente distantes entre si. Independente da similaridade física das amostras, a composição pode ser um fator de diluição da concentração dos contaminantes. Desta forma, as amostras de resíduo de cada furo de sondagem deveriam ser analisadas individualmente.

Quanto aos compostos e elementos analisados, a falta de um histórico mais detalhado sobre a deposição de resíduos - típico nessas situações de disposição clandestina de resíduos - resultou na análise de um grande número de parâmetros geralmente relacionados nas investigações sobre solos contaminados nas listas da CETESB e da Holanda. Interessante a observação feita pelo IPT (IPT – setembro 2002) sobre a não realização de análise para estireno, diclorobenzeno, hexaclorobenzeno e 1,1,1-trocloroetano, compostos da lista da CETESB.

De qualquer maneira, quanto à amostragem de solos e resíduos realizada, a deposição aleatória e desconhecida dos resíduos, torna inviável uma avaliação precisa. Desta forma, a real delimitação da pluma de contaminação, sua composição e concentração para cada substância perigosa, bem como o volume da área contaminada pode apresentar grandes incertezas.

3.2. Compartimento Atmosférico

3.2.1. Medição de contaminantes na atmosfera

3.2.1.1. Nas áreas externas dentro do condomínio

Não existem padrões de qualidade do ar para benzeno na legislação brasileira. Como valores de comparação internacionais, a CETESB (CETESB,2002) cita a recomendação do Expert Panel on Air Quality Standards (EPAQS) da Agência Ambiental do Reino Unido, de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como média anual; e o valor limite de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, como média anual, estabelecido pela França.

Com relação ao 1,3,5-trimetilbenzeno, a maioria das amostras apresentaram concentrações abaixo do limite de detecção do método, sendo o valor médio observado de $1,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dentro do condomínio e $1,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fora do condomínio.

Com relação ao clorobenzeno foram observadas concentrações abaixo do limite de detecção, que é $1,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para todas as 141 amostras analisadas.

Com relação ao n-decanol/1,2,4-trimetilbenzeno, embora por problemas analíticos não seja possível a distinção entre os dois compostos, as concentrações observadas apresentaram-se em níveis baixos, próximos do limite de detecção.

Com relação ao tolueno, os valores encontrados, de $8,08 \mu/m^3$ (dentro do condomínio) e de $7,07 \mu/m^3$ (fora do condomínio), estão abaixo do valor médio encontrado em estudo da EPA/CETESB na Região Metropolitana de São Paulo, que é de $35,3 \mu/m^3$.

3.2.1.2. Nos apartamentos dentro do condomínio

Os valores de concentração de benzeno encontrados nos apartamentos habitados, são da mesma ordem de grandeza dos observados em estudos internacionais, apesar das condições desses estudos, muitas vezes, não serem as mesmas das do condomínio.

Em um estudo realizado no Rio de Janeiro em escritórios, (Brickus et Al., 1988), citado no Parecer da CETESB, foram observadas concentrações de $15,9 \mu g/m^3$ a $34,5 \mu g/m^3$ em diversos andares, já nos ambientes externos a estas áreas as concentrações estiveram na faixa de $3,3 \mu g/m^3$ a $12,2 \mu g/m^3$.

Com relação ao tolueno, estudo realizado pela EPA/CETESB em 1998 apresentou valores médios de tolueno na RMSP de $35,3 \mu g/m^3$. Segundo a USEPA, os níveis médios de tolueno na atmosfera em áreas urbanas e suburbanas encontram-se na faixa de 1 a $30 \mu g/m^3$.

Dados coletados em 1990 em 11 cidades americanas indicaram concentrações médias de $20 \mu g/m^3$, com uma faixa de 0,3 a $750 \mu g/m^3$. Outro estudo realizado nos maiores centros urbanos americanos indicaram concentrações médias de 24 horas em níveis de 8 a $62 \mu g/m^3$. A ATSDR (2003) recomenda um Minimal Risk Levels (MRL) para tolueno de 1,00 ppm para intoxicação aguda e de 0,008 ppm para intoxicações crônicas.

As concentrações de 1,3,5-trimetilbenzeno encontradas, tanto nos apartamentos em construção como nos apartamentos habitados, são baixas e próximas às encontradas no ambiente externo dentro e fora do condomínio. Em dois apartamentos foram observados valores mais elevados do que nos outros.

As concentrações de n-decano/1,2,4-trimetilbenzeno observadas nos apartamentos habitados e não habitados foram ligeiramente superiores às encontradas nos ambientes externos. Em dois apartamentos foram encontrados valores mais elevados do que nos outros.

As concentrações de clorobenzeno foram baixas, estando os resultados abaixo do limite de detecção do método, em todos os apartamentos, o mesmo ocorrendo nas amostragens ao ar livre dentro e fora do condomínio. As concentrações de clorobenzeno encontradas em um estudo realizado em 13 áreas ao redor dos Estados Unidos (no total de 728 amostras), entre os anos de 1989 e 1991, estiveram na faixa de $<0,09$ a $9,1 \mu g/m^3$.

3.3. Meio Ambiental Águas

3.3.1. Águas do abastecimento público

Nos laudos analíticos, a identificação do local de coleta de cada amostra não é clara, pois indica bloco e apartamento mas não menciona a quadra. Nos laudos analíticos também não se indica os limites de detecção para todos os compostos orgânicos e metais analisados, todos assinalados como ND (presumivelmente “Não Detectado”).

As campanhas de monitoramento da qualidade das águas desses reservatórios realizadas até o final do ano de 2003 não indicavam, quanto aos compostos analisados, nenhuma contaminação que desqualificasse estas águas para consumo humano. No entanto, a composição dos resíduos contendo diversas substâncias complexas e nocivas em misturas (mesmo em concentrações abaixo dos valores de referência), e as inúmeras possibilidades de suas transformações, não asseguram a impossibilidade da formação de substâncias ainda mais tóxicas e nocivas como, por exemplo, da classe das dioxinas.

Desta forma, a presunção de contaminantes de interesse que possam se formar a partir de misturas complexas de substâncias orgânicas com características de mobilidade – por exemplo, voláteis – de alta toxicidade e que possam contaminar no futuro os reservatórios não pode ser totalmente descartada. Os sistemas de exaustão de gases em funcionamento não pode excluir a liberação de compostos voláteis tóxicos que, mesmo em concentrações de nanogramas por litro representem riscos relevantes para a saúde humana. O monitoramento continuado da qualidade da água para consumo humano, inclusive nas normas brasileiras (Portaria 1469 do Ministério da Saúde), não prevê tais circunstâncias excepcionais.

A questão que se coloca – e para qual não existe resposta no momento – é qual, então, a infinidade de compostos (tóxicos) que podem se formar e, por conseguinte, devem ser monitorados (e por quanto tempo) nas águas dos depósitos subterrâneos de um conjunto residencial construído sobre resíduos perigosos. Ou seja, não basta afirmar que estas águas estão dentro dos padrões de potabilidade.

3.3.2. Águas Subterrâneas

A água do lençol freático abaixo do condomínio encontra-se contaminada por alguns metais (manganês, ferro, cobalto, selênio e níquel) e alguns compostos orgânicos (fenol, benzeno, tricloroetano e cresol). Em relação a compostos orgânicos, as presenças de fenol e cresóis em alguns poços distribuídos na área do condomínio, de hidrocarbonetos aromáticos e halogenados e de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (naftaleno, fenantreno, pireno), embora em concentrações abaixo dos valores de intervenção, sugerem a existência de fontes dessas

substâncias no subsolo, uma vez que tais substâncias não são naturalmente presentes nas águas subterrâneas.

Atualmente não foi identificada, no condomínio ou no seu entorno imediato, nenhuma utilização das águas subterrâneas ou dos córregos para consumo humano direto ou indireto.

Os estudos realizados indicam o fluxo subterrâneo na área do condomínio em direção aos córregos Itrapuã e São Vicente. A migração dos contaminantes para estes corpos, ou para outros receptores, deveria ser melhor monitorada através de amostragem e análise nas águas de poços de captação localizados no entorno do conjunto residencial Barão de Mauá.

4. Determinação dos contaminantes de interesse

Os contaminantes de interesse são os compostos químicos específicos do local de risco selecionados para uma avaliação posterior sobre seus efeitos potenciais na saúde. Identificar os contaminantes de interesse é um processo interativo que se baseia na análise das concentrações dos contaminantes no local, a qualidade dos dados da amostragem ambiental e o potencial de exposição humana.

Em princípio, todos os contaminantes devem ser considerados como contaminantes de interesse potencial. Porém, na seleção dos contaminantes de interesse, para monitoramento ambiental ou acompanhamento de saúde, toma-se como base comparativa os padrões ambientais, valores basais locais ou regionais, guias de saúde, as exposições através dos diversos meios, os efeitos recíprocos e as preocupações da comunidade com sua saúde.

É muito importante, sempre que for possível, utilizar dados de amostragem ambiental - análise temporal e espacial - para identificar os contaminantes de interesse no passado, presente e futuro, e a probabilidade de transferência entre os compartimentos ambientais.

No caso da contaminação por resíduos industriais na área do conjunto habitacional Barão de Mauá existem sérias dificuldades para uma determinação precisa e definitiva dos contaminantes de interesse.

Além dos problemas relativos à inconsistência dos dados sobre o histórico da deposição dos resíduos no local (ver item I.1. Histórico da contaminação), existem outras questões relativas aos padrões comparativos a ser utilizados. Assim, por exemplo, a ATSDR determina 4 ppb de benzeno no ar como limite para uma exposição crônica. Isto se baseia nos efeitos neurológicos observados em ratos por Li et al (1992). No entanto, os dados relativos aos ambientes urbanos em vários países estão acima deste valor recomendado.

Afora isto, nos estudos de avaliação de risco, busca-se a delimitação da área contaminada que apresente riscos de exposição às populações humanas. Este critério é válido sob restrições. No caso do Barão de Mauá, os dados não são consistentes o suficiente para se elaborar um zoneamento detalhado. Afora isto, com relação a rota completa de exposição por solos e resíduos contaminados, a que foram expostos os trabalhadores que realizam a manipulação e deposição dos resíduos, bem como os trabalhadores que participaram da construção do conjunto residencial (principais populações de risco), este zoneamento não é adequado.

Por outro lado, as inseguranças quanto a real determinação de todos os contaminantes envolvidos, sua distribuição, sua composição e concentração, impõe – pelo princípio da precaução – a utilização das concentrações máximas detectadas de todos os contaminantes conhecidos da área, em cada compartimento ambiental avaliado, como parâmetro para a definição dos “contaminantes de interesse conhecidos”.

Deve-se ressaltar, por último, que as metodologias existentes para a avaliação de risco à saúde humana leva em consideração, para a definição dos contaminantes de interesse e para os cálculos de exposição, os contaminantes separadamente. É impossível, no momento com o conhecimento existente, prever a ação tóxica sinérgica de misturas de compostos e muito menos a previsão de compostos de degradação ou de reações secundárias com formação de substâncias derivadas das misturas.

Estas questões ressaltam o grau de incerteza que uma avaliação de risco contém em casos como o do conjunto residencial Barão de Mauá.

4.1. COMPARTIMENTO SOLO

Na determinação dos contaminantes na avaliação de risco à saúde, em relação ao meio solo, dá-se maior atenção ao compartimento solo superficial, definido como a camada até 10 cm de profundidade. Isto se justifica, pois esta é a camada com possibilidade de contato direto com as pessoas, principalmente crianças e, entre elas, com maior atenção para aquelas na fase de engatinhar.

Atualmente, após as diversas ocasiões de aterramento (antes, durante e após a construção do conjunto residencial Barão de Mauá), os resíduos ali depositados foram cobertos com camadas de solo/aterro de características diversas. Isto ocorreu principalmente nas áreas onde foram construídos os prédios residenciais e suas áreas acessórias (jardins, playground, estacionamentos). A parte mais à oeste, do final dos prédios até o talude próximo ao córrego Itrapuã, as coberturas não foram realizadas ou realizadas de forma deficiente.

Por estas razões, a definição dos compartimentos do meio solo (solo, superficial, solo subsuperficial e subsolo) não se aplica com rigor à área do conjunto residencial, principalmente a sua porção oeste, a partir do oleoduto da Petrobrás.

A forma aleatória da deposição dos resíduos, tanto quanto a sua origem e quanto a sua composição, torna quase impossível uma real caracterização da contaminação dos solos na área.

Desta forma, pode-se afirmar que, pese aos esforços e qualificação dos estudos realizados pela empresa contratada pela SQG (GEOKLOCK), é possível que os mesmos procedimentos de caracterização, caso venham a ser repetidos em pontos de amostragens próximos aos anteriores, produzam resultados inesperados, bastante diferentes dos atuais.

Com certeza, pode-se afirmar que, durante as diversas fases de deposição e manipulação dos resíduos na área, a mistura de solos e resíduos formavam o solo superficial exposto em cada etapa.

Foi a este tipo de solo contaminado pelos resíduos que estiveram expostos os trabalhadores que transportaram e depositaram os resíduos, bem como os trabalhadores que participaram na construção do conjunto residencial.

4.1.1. Padrões de comparação

Os padrões utilizados para qualificar a poluição do solo, em função de sua natureza complexa e variável, são diferenciados para os diversos países. Uma apresentação e discussão dos critérios e padrões utilizados nos Estados Unidos, Alemanha e Holanda foi realizada pela CETESB (CETESB, 2001).

As normas diferenciadas decorrem das circunstâncias locais, tais como, o sistema legal e administrativo; as responsabilidades; as regras de propriedade do solo; os históricos industriais; os aspectos culturais e sociais, que definem as atitudes em relação aos bens a proteger; a forma de uso e ocupação do solo, incluindo as pressões de reutilização; os aspectos econômicos e a disponibilidade de recursos e tecnologias.

A CETESB (CETESB) realizou um estudo para definição de padrões ambientais para solos do Estado de São Paulo – “Lista Da CETESB” - e, sempre que os contaminantes avaliados constarem dos seus padrões, serão utilizados como valores de comparação. Os contaminantes não constantes da Lista da Cetesb serão avaliados segundo as normas holandesas elaboradas pelo Ministério da Habitação, Planejamento e Meio Ambiente da Holanda (MVRM, 1994), também conhecida como “Lista Holandesa”.

O valor de referência para comparação é o **Valor de Intervenção** das duas normas (CETESB e Lista Holandesa) que se baseiam em critérios semelhantes, ou

seja, indica o o limite de contaminação acima do qual, existe risco potencial de efeito deletério sobre a saúde humana, havendo necessidade de uma ação imediata na área.

As amostras de solo coletadas fora da pluma de contaminação, considerando as litologias predominantes no *site* e analisadas no laboratório da ESALQ-USP (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo), indicaram teores de argila variável entre 50 e 60%. Os teores de matéria orgânica situaram-se entre 5 e 8%. Desta forma, foram utilizados os valores de referência da lista holandesa para 25,0% de argila e de matéria orgânica de 10,0%.

A tabela V-6 apresenta as concentrações máximas dos contaminantes encontradas nos solos, sua comparação com os valores de referência e a definição dos contaminantes de interesse.

Tabela V-6: Concentrações máximas dos contaminantes encontradas nos solos, sua comparação com os valores de referência e a definição dos contaminantes de interesse.

Inorgânicos

Contaminante	Limite de detecção (mg/Kg)	Concent Máxima (mg/Kg)	Classe	Limite Intervenção	Órgão	Contaminante de interesse?
Bário	20	1538	N	400	CETESB	SIM
Cádmio	1	23	C	15	CETESB	SIM
Chumbo	70	1987	C	350	CETESB	SIM
Cianeto	0,33	3	N	20	CETESB	NÃO
Cobalto	30	2175	N	50	CETESB	SIM
Cobre	2	11893	N	500	CETESB	SIM
Cromo total	10	12520	C/N	700	CETESB	SIM
Ferro	24	240000		N/A		NÃO
Manganês	18	8175		N/A		NÃO
Mercúrio	0,01	57	N	5	CETESB	SIM
Molibdênio	100	650	N	100	CETESB	SIM
Níquel	2	4299	N	200	CETESB	SIM
Zinco	0,5	4967	N	1000	CETESB	SIM

Compostos orgânicos semi-voláteis

Contaminante	Limite de detecção (mg/Kg)	Concentr Máxima (mg/Kg)	Classe	Limite de Intervenção	Órgão	Contaminante de interesse?
Naftaleno	0,05	19,0	N	60	CETESB	NÃO
Acenafteno	0,05	1,2778	N	40	LH	NÃO
Acenaftleno	0,05	1,3510	N	40	LH	NÃO
Fluoreno	0,05	4,3967	N	40	LH	NÃO
Fenatreno	0,05	5,4498	N	40	LH	NÃO
Antraceno	0,05	3,5787	N	40	LH	NÃO
Fluoranteno	0,05	0,6116	N	40	LH	NÃO
Pireno	0,05	0,7110	N	40	LH	NÃO
Criseno	0,05	0,1409	C	40	LH	NÃO

Benzo(a)antraceno	0,05	0,1896	C	40	LH	NÃO
Benzo(b)fluoranteno	0,05	0,9178	C	40	LH	NÃO
Benzo(k)fluoranteno	0,05	0,2832	C	40	LH	NÃO
Benzo(a)pireno	0,05	0,4488	C	40	LH	NÃO
Indeno1,2,3-cd-pireno	0,05	0,1000	C	40	LH	NÃO
Fenol	0,05	32,0	N	10	CETESB	SIM
Σcresol	0,1	43,0	N	5	LH	SIM
2,4-Dimetilfenol	0,1	5,6	---	NC	---	NÃO
2,4-Diclorofenol	0,10	0,100	N	NC	---	NÃO
4-Cloro 3-metilfenol	0,1	7,0	---	NC	---	NÃO
2-Nitrofenol	0,05	0,40	N	NC	---	NÃO
4-Nitrofenol	0,1	1,7	N	NC	---	NÃO
Nitrobenzeno	0,5	58,0	---	NC	---	NÃO
2,4-Dinitrotolueno	0,1	1,0	C	NC	---	NÃO
2,6-Dinitrotolueno	0,1	15	C	NC	---	NÃO
alfa-HCH	0,01	0,30	C	NC	---	NÃO
Hexaclorobenzeno	0,01	0,30	C	1	LH	NÃO
Trans-Heptacloropoxide	0,01	0,60	C	4	LH	NÃO
Cis-Clordano	0,01	1,30	C	4	LH	NÃO
p,p'-DDE	0,01	1,10	C	4*	LH	SIM
o,p'-DDD	0,01	7,0	C	4*	LH	SIM
p,p'-DDD	0,01	16,0	C	4*	LH	SIM
p,p'-DDT	0,01	31,0	C	4*	LH	SIM
ΣDDT+DDE+DDD						SIM
Mirex	0,01	0,60	---	N/A		NÃO
ΣPCBs	0,014	7,052	C	1	LH	SIM

Compostos orgânicos voláteis

Contaminante	Limite Detecç (mg/Kg)	Concentr Máxima (mg/Kg)	Classe	Limite Intervenção	Órgão	Contaminante de interesse?
Clorofórmio	0,0005	0,0297	C	10	LH	NÃO
1,2-Dicloroetano	0,0005	0,0198	C	1	CETESB	NÃO
Benzeno	0,0005	0,4521	C	1,5	CETESB	NÃO
Tricloroetano	0,0005	0,0685	N	10	CETESB	NÃO
Tolueno	0,0005	1,4264	N	40	CETESB	NÃO
Tetracloroetano	0,0005	0,0058	N	1	CETESB	NÃO
Clorobenzeno	0,0005	0,0122	N	30	LH	NÃO
Etilbenzeno	0,0005	0,6889	N	50	LH	NÃO
ΣXilenos	0,0005	2,8827	N	6	CETESB	NÃO
1,2,3-Triclorobenzeno	0,0005	0,0021	N	30	LH	NÃO
3-Metil-octano	0,001	0,0150	---	NC	---	NÃO
1,2,4-Trimetilbenzeno	0,001	0,9354	---	NC	---	NÃO
3-Metilnonano	0,001	0,0309	---	NC	---	NÃO
Propilciclohexano	0,001	0,0457	---	NC	---	NÃO

Decano	0,001	0,0883	---	NC	---	NÃO
4-metil-decano	0,001	0,0284	---	NC	---	NÃO
1-metil-4(1- etil)ciclohexano	0,001	0,0075	---	NC	---	NÃO
Trans- decahidronaftaleno	0,001	0,0277	---	NC	---	NÃO
1,3,5- trimetilbenzeno	0,001	0,3727	---	NC	---	NÃO
1,2,3- trimetilbenzeno	0,001	0,3884	---	NC	---	NÃO
Nonano	0,001	0,1509	---	NC	---	NÃO
2,6-dimetiloctano	0,001	0,0309	---	NC	---	NÃO
3-etil-2-metilheptano	0,001	0,0448	---	NC	---	NÃO
4-etiloctano	0,001	0,0061	---	NC	---	NÃO
Butilciclohexano	0,001	0,0566	---	NC	---	NÃO
Undecano	0,001	0,0883	---	NC	---	NÃO
Pentilciclohexano	0,001	0,0481	---	NC	---	NÃO
Isopropilbenzeno	0,001	0,6303	---	NC	---	NÃO

Hidrocarbonetos totais de petróleo

C5-C10	0,01	10	N	40	LH	NÃO
C10-C30	nd	64800	---	N/A		NÃO

N – Substância Carcinogênica

C- Substância Não Carcinogênica

LH – Lista Holandesa

4.1.2. Solos/resíduos – Definição de contaminantes de interesse

A comparação dos dados ambientais existentes com os valores de referência utilizados nos indica a seguinte lista de contaminantes de interesse:

Bário; Cádmio; Chumbo; Cobalto; Cobre; Cromo total; Mercúrio; Molibdênio; Níquel; Zinco; Fenol; Soma de cresóis e Soma de PCBs (Bifenilas Policloradas). Os valores de ferro e manganês não foram considerados como contaminantes de interesse, pois estes metais encontram-se naturalmente nos solos tropicais em altas concentrações.

Há de se ressaltar que as substâncias Criseno; Benzo(a)antraceno; Benzo(b)fluoranteno; Benzo(k)fluoranteno; Benzo(a)pireno; Indeno1,2,3-cd-pireno; 2,4-Dinitrotolueno; 2,6-Dinitrotolueno; alfa-HCH; Hexaclorobenzeno e Trans-Heptacloropoxide, apesar de terem sido detectadas em concentrações abaixo dos valores de intervenção das listas da CETESB e da Lista Holandesa (utilizadas como referência), por se tratar de substâncias carcinogênicas, devem ser consideradas em monitoramentos ambientais futuros e nos acompanhamentos de saúde.

4.2. COMPARTIMENTO ATMOSFÉRICO

A possibilidade da contaminação dos compartimentos atmosféricos foi uma das primeiras e principais preocupações dos órgãos envolvidos, principalmente após o reconhecimento de que os gases que causaram a explosão eram provenientes da

decomposição de resíduos industriais depositados na área do conjunto residencial Barão de Mauá.

No mês de junho de 2000 a GEOKLOCK coletou seis amostras de vapores orgânicos em quatro poços de monitoramento (TR-3/PM-3, TR-5/PM-5, TR-6/PM-6 e TR-14/PM-14), e duas amostras coletadas durante os ensaios de EVS. Os resultados destas análises assinalaram a presença de 44 diferentes compostos orgânicos voláteis.

Entre estes compostos - todos combustíveis e com risco de formar misturas explosivas - alguns se destacam por sua toxicidade. Desta forma, os compostos orgânicos voláteis benzeno, tolueno, clorobenzeno, 1,3,5-Trimetilbenzeno e n-decano foram escolhidos para o processo de monitoramento no interior das habitacionais, nos ambientes externos do conjunto habitacional e no seu entorno.

Não foram observadas diferenças relevantes, dentro e fora do condomínio, entre as concentrações dos compostos monitorados naquele estudo (benzeno, trimetilbenzeno, n-decano, clorobenzeno e tolueno), não se evidenciando influência significativa de fontes internas destes compostos dentro do condomínio durante as amostragens realizadas

4.2.1. Padrões de comparação

A Agência Internacional para a Pesquisa do Câncer (IARC) classifica o benzeno como Grupo 1 carcinogênico para humanos (IARC 1987). A USEPA classifica benzeno como Classe A (carcinogênico para humanos). IRIS classifica o benzeno como uma “substância conhecida como carcinogênica (IRIS, 1996).

A recomendação do Expert Panel on Air Quality Standards (EPAQS) da Agência Ambiental do Reino Unido⁸, de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como média anual A ATSDR recomenda um valor de MRL (Nível de Risco Mínimo) de 0,004 ppm de benzeno baseado em um LOAEL para efeitos neurológicos em ratos expostos a uma dose de 0,78 ppm de benzeno por duas horas ao dia, 6 dias da semana, por 30 dias. No entanto, deve-se observar que o benzeno é carcinogênico e, como tal, qualquer concentração deve ser considerada excessiva.

Levando em consideração que foram encontrados valores superiores nas concentrações de benzeno fora do conjunto habitacional Barão de Mauá e em outras áreas da cidade de São Paulo e em outras localidades, nesta avaliação de risco será observado como valor de referência a recomendação da ATSDR.

A Agência Internacional para a Pesquisa do Câncer (IARC) classifica o tolueno como Grupo 3, ou seja, como não carcinogênico para humanos (IARC 1999). A concentração de referência da USEPA (RfC) para tolueno é de $0,4 \text{ mg}/\text{m}^3$. A ATSDR recomenda para uma inalação crônica um valor de MRL de 0,08 ppm ($0,3 \text{ mg}/\text{m}^3$) para tolueno baseada em um LOAEL para efeitos neurológicos em humanos,

segundo os estudos de Zavalic et al. (1998). Nesta avaliação de risco será observado como valor de referência a recomendação da USEPA (RfC) de $0,4 \text{ mg/m}^3$

A tabela V-7 apresenta os valores máximos encontrados nas medições realizadas nos ambientes internos e externos do conjunto residencial Barão de Mauá, a comparação com valores de referência utilizados e a definição dos contaminantes de interesse.

Tabela V-7: Valores máximos de contaminantes no ar nos ambientes internos e externos do conjunto residencial Barão de Mauá, a comparação com valores de referência utilizados e a definição dos contaminantes de interesse.

Contaminante/ Locais de Amostragem	Concentração Máxima ($\mu\text{g/m}^3$)	Valor de Referência ($\mu\text{g/m}^3$)	Contaminante de interesse?
Benzeno			
Ar livre no condomínio	9,66	4 ¹	SIM
Fora do condomínio	10,52	4 ¹	SIM
Apartamentos habitados	12,02	4 ¹	SIM
Apartamentos não habitados	200,27	4 ¹	SIM
Apartamento controle	5,86	4 ¹	
Tolueno			
Ar livre no condomínio	52,75	400	NÃO
Fora do condomínio	17,62	400	NÃO
Apartamentos habitados	91,58	400	NÃO
Apartamentos não habitados	15,03	400	NÃO
Apartamento controle	23,32	400	
Clorobenzeno			
Ar livre no condomínio	<1,10	4,5	NÃO
Fora do condomínio	<1,07	4,5	NÃO
Apartamentos habitados	<2,13	4,5	NÃO
Apartamentos não habitados	<1,13	4,5	NÃO
Apartamento controle	<0,48	4,5	
1,2,4-Trimetilbenzeno			
Ar livre no condomínio	2,75	6,0	NÃO
Fora do condomínio	2,27	6,0	NÃO
Apartamentos habitados	5,98	6,0	NÃO
Apartamentos não habitados	3,62	6,0	NÃO
Apartamento controle	2,93	6,0	NÃO
n-DECANO			
Ar livre no condomínio	4,59	12,89	SIM
Fora do condomínio	2,19	12,89	NÃO
Apartamentos habitados	109,80	12,89	SIM
Apartamentos não habitados	3,36	12,89	NÃO
Apartamento controle	12,89	12,89	

As concentrações de clorobenzeno na atmosfera variam entre 0,02 ppb (áreas remotas) até 0,8 ppb em ambientes urbanos. Os valores mais elevados reportados é de 12 ppb (Howard, 1989). As concentrações de clorobenzeno encontradas em 13 diferentes áreas dos Estados Unidos (no total de 728 amostras), entre os anos de 1989 e 1991, estiveram na faixa de <0,09 a 9,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CETESB, 2002b).

Todas as amostras de clorobenzeno analisadas na área do conjunto residencial Barão de Mauá apresentaram valores abaixo do limite de detecção, com exceção de uma que apresentou resultado baixo. Nesta avaliação será utilizado como valor de referência para inalação crônica, na falta de valores de referência, o valor médio encontrado em áreas dos Estados Unidos (4,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Não foram encontrados valores de referência para inalação crônica para trimetilbenzeno. No estudo realizado pela EPA/CETESB na cidade de São Paulo (COLON et al, 2001) a faixa de concentração de 1,2,4-TMB detectada foi de 2 a 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Como valor de referência será utilizado o valor médio dessas medições (6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Não foram encontrados valores de referência para inalação crônica para n-decano. No estudo realizado pela EPA/CETESB na cidade de São Paulo (COLON et al, 2001), em 1998, o n-decano apresentou faixa de concentração de 0,6 a 2,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Como referência para esta avaliação de risco será utilizado o valor máximo encontrado no apartamento controle (12,89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

4.2.2. Definição dos contaminantes de interesse

O benzeno e o n-decano ultrapassaram os valores de referência em alguns dos ambientes analisados. No caso do benzeno, deve-se assinalar que sua inclusão como contaminante de interesse deve-se a sua condição de substância carcinogênica e por ultrapassar os valores de MRL (minimal risk level) propostos pela ATSDR para efeitos neurológicos. O principal aspecto, no entanto, é tratar-se de uma substância carcinogênica.

Por outro lado, os dados indicam que tais valores de referência são ultrapassados em diversos outros ambientes urbanos no Brasil e em outros países. Desta forma, a determinação do benzeno como contaminante de interesse tem o propósito de alertar nas ações de acompanhamento de saúde a presença deste contaminante no ar como um fator adicional de risco.

No caso do composto n-decano, pese sua menor toxicidade, a sua presença em concentração acima do valor de referência, paralelamente a sua baixa concentração no ambientes externos, pode indicar o uso de produtos (sanitário ou

outros) contendo esta substância pelos residentes ou outras fontes, a ser investigada.

4. 3. MEIO ÁGUA

4.3.1. Água de abastecimento público

Os reservatórios de água subterrâneos dos blocos de apartamentos que foram construídos nas áreas mais próximas aos pontos onde foram encontradas as maiores concentrações de resíduos, principalmente das quadras situadas a oeste do oleoduto da Petrobrás, apresentam o risco potencial de contaminação de suas águas pelos compostos orgânicos voláteis já detectados, ou de outros contaminantes voláteis oriundos da decomposição dos resíduos.

Desta forma, e especificamente para as águas para consumo humano armazenada nos depósitos subterrâneos nas proximidades dos pontos de conhecida existência de resíduos, é impossível se prever os contaminantes de interesse que possam se formar (ou já existam) e contaminem as águas dos reservatórios subterrâneos. Estas águas apresentam risco potencial de exposição humana para contaminantes desconhecidos.

4.3.2. Água subterrânea

A referência de comparação dos dados existentes para as águas subterrâneas utilizada nesta avaliação é o valor de intervenção da CETESB que se baseia no Padrão de Potabilidade da Portaria 1.469 de 29.12.2000 do Ministério da Saúde. No caso das substâncias não contempladas na lista da CETESB foi utilizado os valores de intervenção da Lista Holandesa. A tabela V-8 apresenta as concentrações máximas encontradas, os valores de referência utilizados e a definição dos contaminantes de interesse.

Tabela V-8: Concentrações máximas encontradas em águas subterrâneas, os valores de referência utilizados e a definição dos contaminantes de interesse.

Contaminante Inorgânicos	Limite de detecção (mg/L)	Concentração Máxima (mg/L)	Concentração De referência	Órgão	Contaminante de interesse?
Bário	0,05	3,24	0,7	CETESB	SIM
Cobalto	0,08	0,79	0,03	CETESB	NÃO
Cobre	0,005	0,007	2	CETESB	NÃO
Ferro	0,06	110	0,30	CETESB	NÃO
Manganês	0,004	118	0,1	CETESB	NÃO
Mercúrio	0,00005	0,00123	0,001	CETESB	SIM
Níquel	0,005	0,06	0,05	CETESB	SIM
Selênio	0,005	0,18	0,01	CETESB	SIM
Zinco	0,002	0,95	5	CETESB	NÃO

Compostos Orgânicos Semi-Voláteis

Contaminante	Limite de detecção (mg/L)	Concentração Máxima (mg/L)	Concentração de referência	Órgão	Contaminante de interesse?
Naftaleno	0,00001	0,01490	0,1	CETESB	NÃO
Acenafteno	0,00001	0,000114	NC	----	NÃO
Fluoreno	0,00001	0,00010	NC	----	NÃO
Fenatreno	0,00001	0,00015	0,005	LH	NÃO
Fluoranteno	0,00001	0,02520	0,001	LH	SIM
Pireno	0,00001	0,05540	NC	---	NÃO
Σ PAH	0,00001	0,01261	NC	---	NÃO
Fenol	0,00001	0,190	0,0001	CETESB	SIM
Σ cresol	0,0001	0,96900	0,2	LH	SIM
2,4-Dimetilfenol	0,0001	0,02400	NC	---	NÃO
Pentaclorofenol	0,0001	0,00025	0,009	P. 1469	SIM
4-Cloro 3-metilfenol	0,0001	0,00024	NC	---	NÃO
Σ PCBs	0,000002	0,000566	0,01	LH	NÃO

Compostos Orgânicos Voláteis

Contaminante	Limite de detecção (mg/L)	Concentração Máxima (mg/L)	Concentração de referência	Órgão	Contaminante de interesse?
1,2-Dicloroetano	0,0001	0,08439	0,9	LH	NÃO
Benzeno	0,0001	0,15720	0,005	CETESB	SIM
Tricloroetano	0,0001	0,41919	0,07	P1469	SIM
Tolueno	0,0001	0,16174	0,17	CETESB	NÃO
Tetracloroetano	0,0001	0,04190	0,04	CETESB	SIM
Σ Xilenos	0,0001	0,29663	0,3	CETESB	SIM

4.4. Definição dos contaminantes de interesse

As concentrações dos metais Bário, Mercúrio, Níquel e Selênio; e dos compostos orgânicos Fluoranteno, Fenol, Pentaclorofenol e a soma de cresóis ultrapassaram os valores de referência utilizados.

No entanto, os valores de referência utilizados são para água para consumo humano.

No conjunto residencial Barão de Mauá não existe captação de água para consumo humano ou para qualquer outro uso que possa causar exposição humana, sendo a população abastecida pela rede pública.

Afora isto, conforme os dados ambientais existentes, as águas subterrâneas ao passar pelas áreas com resíduos fluem em direção aos córregos Itrapuã e São Vicente cujas águas não apresentam no presente nenhuma captação para qualquer uso. Estas drenagens servem atualmente como esgotamento de efluentes

domésticos e industriais aparentando forte nível de poluição. Desta forma, é pouco provável que suas águas possam vir a ser utilizadas num futuro previsível para qualquer finalidade que cause exposição humana.

A apresentação desses compostos nocivos como contaminantes de interesse deve-se à possibilidade de poços de captação nas proximidades do conjunto residencial Barão de Mauá, principalmente daqueles localizados à jusante da área de resíduo, existirem e estarem realizando captações para uso humano.

Durante as visitas da equipe de avaliação de risco somente foram encontrados poços de captação de águas subterrâneas à jusante da área contaminada em empresas industriais e o uso das águas captadas ocorre somente para processos (tabela V-9).

Desta forma, os dados comprovando a contaminação das águas subterrâneas devem orientar os trabalhos de remediação (ou descontaminação) ambiental e, desde o ponto de vista de saúde pública, servir como alerta para impedir a captação dessas águas para consumo humano – direto ou indireto – no entorno da área.

Tabela V-9: Poços de captação subterrânea localizados próximos ao Conjunto residencial Barão de Mauá

POÇO	FIRMA	ENEDEREÇO	LOCAL
1	CGE	Rua Gen. Castilo de Lima, 150	Parque São Vicente
2	Churrascaria Estrela*	Av. João Ramalho, 2375	Parque São Vicente
3	Horta Eletropaulo	Rua Valdemar Ceslestino da Silva apr. No 500	Parque São Vicente
4	COFAP MAHLEN	Av. João Ramalho, 2.500	Parque São Vicente
5	TRW	Av. João Ramalho, 2.000	Parque São Vicente
6	Transportadora Greco	Av. João Ramalho, 2.100	Parque São Vicente
7	Horta Eletropaulo	Rua Gen. Castilo de Lima, em frente ao no 150	Parque São Vicente
8	COFAP MAHLEN	Av. João Ramalho, 2.500	Parque São Vicente
9	Fundição Tupi	R Pde Manoel da Nóbrega, 500	Capuava
10	COFAP – Sto André	R Pde Manoel da Nóbrega, 500	Capuava
11	Chicaroni	Av. João Ramalho	Bairro São Jorge

* As águas desta captação são usadas somente para limpeza

**ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO POR
RESÍDUOS PERIGOSOS NO CONDOMÍNIO
BARÃO DE MAUÁ**

MUNICÍPIO DE MAUÁ – SÃO PAULO

2004

V. CONTAMINANTES DE INTERESSE

ANEXOS

ANEXO V-1

RELAÇÃO DE DADOS AVALIADOS

(Documentação recebida no dia 26 de agosto de 2003)

GEO-KLOCK

- Relatório DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL - **JANEIRO 2000**
- Relatório DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL **SETEMBRO 2000**
- Relatório DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL - **DEZEMBRO 2001**
- Relatório DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL - **JANEIRO 2002**
- “Histórico sobre a aprovação do empreendimento Conjunto Habitacional Barão de Mauá. **Maio 2001**
- Unidade de Tratamento de Gases – Documentação sobre construção, operação e monitoramento – **Junho de 2001**
- Planta Geral do Sistema de Extração de Vapores – **Maio de 2001**
- Relatórios de Monitoramento dos L.I.E. (limite inferior de explosividade): caixas de passagem de água, de esgoto e poços de elevadores. Período:

Maio de 2000 (dias 26/04; 28/04 e 03/05/2000)

16/12 a 30/12 de 2000

01/01 a 16/01 de 2001

17/01 a 31/01 de 2001

02/04 a 30/04 de 2001

02/05 a 31/05 de 2001

01/06 a 30/06 de 2001

01/08 a 31/08 de 2001

01/09 a 29/09 de 2001

01/11 a 30/11 de 2001

01/02 a 28/02 de 2002

01/03 a 31/03 de 2002

01/04 a 30/04 de 2002

01/05 a 31/05 de 2002

01/06 a 30/06 de 2002

01/07 a 31/07 de 2002

01/08 a 31/08 de 2002

01/10 a 31/10 de 2002

01/12 a 21/12 de 2002

01/01 a 31/01 de 2003

01/02 a 28/02 de 2003

01/05 a 31/05 de 2003

- Laudos Analíticos para Análise de Compostos Voláteis/BTEX/C5-C10 em amostras de SOLOS/RESÍDUOS. BACHEMA BRASIL E SUIÇA – **Dez 2001**
- Laudos analíticos para Análise de Compostos Voláteis/BTEX/C5-C10 em amostras de ÁGUA SUBTERRÂNEA – ANALYTICAL e ALFA – **Dez 2001**
- Laudos Analíticos para Análise de Compostos Voláteis/BTEX/C5-C10 em amostras de SOLOS/RESÍDUOS. ANALYTICAL SOLUTIONS – **Dez 2001**
- Relatório Monitoramento do Sistema de Extração e Tratamento de Vapores Orgânicos - Relatório de Andamento – **Fev 2002**
- Relatório Monitoramento do Sistema de Extração e Tratamento de Vapores Orgânicos - Relatório de Andamento – **Junho – Julho 2002**
- Relatório Monitoramento do Sistema de Extração e Tratamento de Vapores Orgânicos - Relatório de Andamento – **Setembro 2002**
- Relatório Monitoramento do Sistema de Extração e Tratamento de Vapores Orgânicos - Relatório de Andamento – **Mai 2003**
- Relatório Monitoramento do Sistema de Extração e Tratamento de Vapores Orgânicos - Relatório de Andamento – **Julho 2003**
- Relatório Monitoramento do Sistema de Extração e Tratamento de Vapores Orgânicos - Relatório de Andamento – **Agosto 2002**
- Relatório Monitoramento do Sistema de Extração e Tratamento de Vapores Orgânicos - Relatório de Andamento – **Outubro 2002**

SSP – POLÍCIA TÉCNICO-CIENTÍFICA

Laudo Policial sobre o acidente e sobre as obras no Condomínio Barão de MAUÁ

28 agosto 2001

UNICAMP

- Relatório Técnico – Projeto: Concentração de compostos orgânicos voláteis no ar do condomínio Barão de Mauá – Mauá /SP – **Janeiro 2001**

- Relatório Técnico – Projeto: Concentração de compostos orgânicos voláteis no ar do condomínio Barão de Mauá – Mauá /SP – **Fevereiro 2001**

PREFEITURA DE MAUÁ

- Documentação para aprovação do empreendimento: 2 X PLANTA DE IMPLANTAÇÃO **29/06/1995** (FI 06/15, Processo 175.629 – Dept. Obras Particulares e Parcelamento Solo)

- Documentação para aprovação do empreendimento: LOCAÇÃO DOS PERFIS **29/06/1995** (FI 07/15, Processo 175.629 – Dept. Obras Particulares e Parcelamento Solo)

- Documentação para aprovação do empreendimento: PERFIS SL 01 A 09 **11/07/1995** (FI 09/15, Processo 175.629 – Dept. Obras Particulares e Parcelamento Solo)

- Documentação para aprovação do empreendimento: PERFIS SL 16 A 26 **11/07/1995** (FI 11/15, Processo 175.629 – Dept. Obras Particulares e Parcelamento Solo)

- Documentação para aprovação do empreendimento: PERFIS SL 10 A 18 **11/07/1995** (FI 08/15, Processo 175.629 – Dept. Obras Particulares e Parcelamento Solo)

- Documentação para aprovação do empreendimento: CANALIZAÇÃO CORR. ITRAPUÁ **11/07/1995** (FI 13/15, Processo 175.629 – Dept. Obras Particulares e Parcelamento Solo)

- Doc. P/ aprovação do empreendimento: 2 X PLANTA PLANO DE URBANIZAÇÃO **02/02/1996** (FI 02/15, Processo 175.629 – Dept. Obras Particulares e Parcelamento Solo)

- Doc. P/ aprovação do empreend: PLANTA LEVANTAMENTO PLANIALTIMETRICO **11/07/95** (FI 01/15, Processo 175.629 – Dept. Obras Particulares e Parcelamento Solo)

- Documento para aprovação do empreendimento: PLANTA SISTEMA VIÁRIO

11/07/95 (FI 03/15, Processo 175.629 – Dept. Obras Particulares e Parcelamento Solo) – Doc. para aprovação do empreendimento: PLANTA PERFIS DAS RUAS

11/07/95 (FI 04/15, Processo 175.629 – Departamento de Obras Particulares e Parcelamento Solo) - Doc. para aprovação do empreendimento: 2 X PLANTA CANALIZAÇÃO CÓRREGO ITRAPUÃ

11/07/95 (FI 06/15, Processo 175.629 – Dept. Obras Particulares e Parcelamento Solo) - Documento para aprovação do empreendimento: PLANTA LOCAÇÃO

11/07/95 (FI 03/15, Processo 175.629 – Dept. Obras Particulares e Parcelamento Solo)- Doc. aprovação do empreendimento: PLANTA LOCAÇÃO DOS PERFIS

11/07/95 (FI 07/15, Processo 175.629 – Dept. Obras Particulares e Parcelamento Solo)- Documento para aprovação do empreendimento: PLANTA PERFIS SOLO

11/07/95 (FI 08/15, Processo 175.629 – Dept. Obras Particulares e Parcelamento Solo)- 112 fotos tiradas pela Prefeitura no Conjunto Habitacional (SEM DATA)

- Relatório de Avaliação Ambiental – Secr. Saúde – Medição de L.I.E em pontos do Conjunto Habitacional – **22 Agosto 2001**

- Relatório “Ações da Secretaria de Saúde do Município de Mauá, frente à constatação da presença de substâncias tóxicas no sub-solo do condomínio residencial Barão de Mauá”

Agosto de 2001

-Relatório Epidemiológico da População de Moradores quanto à exposição ao Benzeno. Séc. Munic. Saúde/ CVE/FUNDACENTRO

Outubro de 2001.

-Laudos Analíticos – **SAMA – Saneamento Básico de Mauá** -Amostras de água da rede pública no Conjunto Habitacional Barão de Mauá – **Agosto de 2001**

- Relação dos trabalhadores da construção do condomínio Barão de Mauá fornecida á prefeitura pela empresa SOMA. **Setembro de 2001**

- Relatório sobre monitoramento da qualidade da água tratada do condomínio B. Mauá. Anexo laudos analíticos de diferentes instituições (Adolfo Lutz, Fundação Paulista, SAMA). **Setembro 2002.**

FUNDAÇÃO PAULISTA DE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO

-Laudos Analíticos – Amostras de água da rede pública coletadas no Conjunto Habitacional Barão de Mauá – **Agosto de 2001**

IPT

- Relatório Técnico nº 59 010 – “Assessoria Técnica da Área Condomínio Residencial Barão de Mauá – Atividades de Janeiro a Agosto de 2002” – **03 setembro 2002**

INSTITUTO ADOLFO LUTZ

-Laudos Analíticos – Análises de compostos orgânicos e metais em amostras de água coletadas nos reservatórios do Conjunto Habitacional – **Agosto de 2001**

CETESB

- Parecer Técnico nº 09/ECC/01 – Análise dos Documentos “Investigação Ambiental” - Conjunto Residencial Barão de Mauá – SP” e “Projeto do Sistema de Remoção de Vapores Orgânicos do Solo do Condomínio Barão de Mauá” . **23 de julho de 2001**

-Laudos Analíticos – Amostras de água da rede pública coletadas no Conjunto Habitacional Barão de Mauá – **Agosto de 2001**

- Relatório de Avaliação das amostragens de gases em ambientes externos . Comparação de resultados da 1ª (2002) e 2ª campanha (2003) – **Mai de 2002**

- Relatório de Avaliação das amostragens de gases em ambientes internos (apartamentos). Comparação de resultados da 1ª (2002) e 2ª campanha (2003) – **Mai de 2002**

- Informe aos condôminos do conjunto habitacional sobre a **avaliação dos dados ambientais – Julho 2002**

-Laudos Analíticos – Amostras de água da rede pública coletadas no Conjunto Habitacional Barão de Mauá – **Novembro de 2002**

SOMA CONSTRUTOTA/OMEGA GEOLOGIA

- Conjunto de desenhos com perfis de solo, informando características e composições da camadas de solo na área do condomínio Barão de Mauá. Documentação **afirma inexistência de substâncias nocivas no solo. DEZEMBRO 1994**

LABORATÓRIO FALCÃO BAUER

- Análise de amostra de água coletada no cavalete da Quadra 1, Bloco 2 em **14/08 de 2002**

IMPrensa

Cópias xerográficas de artigos diversos de jornais regionais

ANEXO V - 2

História do Love Canal: 1892 -1978

O Love Canal, um bairro no sudeste do distrito de La Salle da Cidade de Niagara Falls, Nova Iorque, tem seu nome em homenagem ao empresário americano do século 19 William T. Love. Aproximadamente quatro milhas rio acima de Niagara Falls, William T. Love viu um local ideal para suprir água para gerar eletricidade para as indústrias localizadas ao longo da sete milhas de extensão desde o rio até a foz do Lago Ontário. Em 1892, segundo o projeto do Sr. Love, o canal seria uma rota alternativa para os navios evitar as Quedas do Niagara.

Alguns anos depois o sonho do Sr. Love de uma via fluvial navegável evaporou. Uma depressão econômica de âmbito nacional, perda de apoio financeiro, e a invenção de alternativas para a geração de eletricidade forçou Amor a abandonar o projeto. Só uma milha do canal tinha sido cavada. Através de fotos aéreas feitas pelo US Geological Aerial Photographs, observa-se o corpo d'água formado pelas escavações com dimensões de 30 metros de largura e 1 km de extensão nas proximidades da cidade, na época pouco desenvolvida. O Love Canal permaneceu como uma área recreativa para natação e canoagem até princípios do século XX.

Em 1920, a propriedade do Sr. Love foi vendida em leilão público para a municipalidade que pretendia usá-la como um aterro sanitário. O Exército americano participou também das negociações que lhe permitiram depositar na área seus resíduos de armas químicas, inclusive do seu projeto nuclear "Projeto de Manhattan".

Em 1942 a empresa Hooker Chemical Company realizou negociações com a Prefeitura da cidade de Niagara Falls, permitindo-lhe usar a área para deposição de seus resíduos químicos. Desta forma, a partir de então, a área do canal se tornou um "caldeirão químicos" depositário de, além de esgoto e lixo urbano, mais de 400 substâncias, inclusive, resíduos de armamentos nucleares (E. Williard Miller and Ruby M. Miller, *Contemporary World Issues; Environmental Hazards: Toxic Wastes and Hazardous Material*. ABC-CLIO: Santa Barbara, 1991, pps 19-21)

De 1942 a 1953, o aterro de lixo de Love Canal era principalmente usado para descarte de resíduos da Hooker Chemical Company, uma das muitas fábricas de produtos químicos localizadas ao longo do Niagara River. Quase 21.000 toneladas do que seria identificado depois por cientistas independentes como "substâncias químicas tóxicas" foram descartadas no local. Muitas destas substâncias eram carcinogênicas ou teratogênicas.

A deposição dos resíduos no canal foi realizada inicialmente na parte norte, de 1942 a 1946, posteriormente na parte sul, de 1946 a 1954, e, finalmente na parte central. Normalmente, as substâncias químicas tóxicas eram depositadas em tambores de metal, geralmente velhos e enferrujados, ou em tambores de fibra

usados recipientes para resíduos de filtragem. O próprio processo de descarte, pela natureza dos tambores, provocavam inúmeros derrames. Já nesta época, a Hooker Chemical Company sabia que, como resultado da forma como os descartes de resíduos eram realizados, com a conseqüente deteriorização dos tambores, haveria o derrame das substância e sua migração para a superfície do solo, criando condições para uma exposição direta das pessoas.

Em várias ocasiões durante o período em que a área serviu como deposição de resíduos, funcionários da Hooker Company visitaram o local e informaram à administração que a água ao longo do canal estava contaminada e que crianças estavam nadando nas seções que não estavam sendo usado para disposição. Apesar de recomendações freqüentes dos técnicos e alguns gerentes para que a área fosse cercada, impedindo o acesso de pessoas e, principalmente, das crianças, a direção da empresa não tomou nenhuma medida de controle. Já em abril, 1945, um memorando interno da Hooker Chemical, escrito por um engenheiro da empresa, descrevia a área do canal como um "Pântano tóxico" (Environmental Science-A Global Concern by Williamson and Saigo, Wm. C. Brown Publishers, 1992).

Após atingir o limite de deposição, a empresa alargou o canal para possibilitar a continuidade da deposição de resíduos. Em 1953, com o aterro de lixo no limite de sua capacidade, Hooker Chemical Company recobriu os resíduos com camadas de entulho e argila procurando formar uma barreira que impedisse a migração das substâncias.

Em 1952, a cidade crescia em direção ao sudeste e uma quantidade crescente de residências foram construídas ao redor do Love Canal. Na ocasião, os moradores do entorno da área não foram advertidos sobre os perigos potenciais associados com a proximidade da área de resíduos.

A crescente população de crianças demandavam a construção de escolas. O Conselho de Educação de Niagara Falls, com a finalidade de construir uma nova escola primária, decidiu pela compra da área central do Love Canal de propriedade da Hooker Chemical, a parte de menor deposição de resíduos.

Inicialmente a direção da Hooker, alegando ser irracional a construção de uma escola nas proximidades de uma área de deposição de resíduos, se recusou vender. O conselho escolar do município insistiu, ameaçando então assumir simplesmente a área através de um recurso jurídico, existente nos EUA, denominado por "domínio eminente". Este recurso permite a um órgão governamental a se apropriar de uma área utilizando o preceito "para o bem comum."

Finalmente a direção da Hooker Chemical Company aceitou a venda do terreno do Love Canal pelo preço simbólico de um dólar e uma dedução tributária pela "contribuição caridosa" no valor de US\$ 2.382,96. (United States v. Hooker

Chems. & Plastics Corp., No. 79-CV-990C - W.D.N.Y. March 17, 1994). A Hooker fez incluir na documentação de transferência um termo de "advertência" sobre a existência dos resíduos químicos enterrados na propriedade e uma cláusula que eximia a Hooker Chemical de qualquer responsabilidade adicional futura. Além disso constavam outras condições impostas pela companhia ao Conselho de Educação de Niagara Falls, entre as quais que a transferência abrangesse todo o terreno, que fosse pago indenização à Hooker, e que lhe fosse permitido continuar realizar a deposição de resíduos na área até que a escola foi construída.

Afora isto, antes da transferência ser concluída, a Hooker Chemical levou os membros do Conselho de Educação para a área do canal, assinalando-os os resíduos, procurando convencê-los a evitar a construção de edifícios e instalações subterrâneas de qualquer tipo, insistindo em que os usos futuro do solo teriam que ser limitados a estacionamentos e área de recreação, preferencialmente somente para estacionamento com cobertura asfáltica. Entretanto, a Hooker indicou ao Conselho de Ensino que a área central da propriedade era apropriada para uma escola, e que o resto da propriedade era apropriado para pátios de recreio. Apesar do histórico da área, foi construída uma escola, a 99th Street School, diretamente sobre o aterro de resíduos.

Mal a Hooker havia entregue a área, os perigos apareceram. O local da escola teve que ser movido dentro da Seção Central porque os construtores descobriram duas covas cheias de substâncias químicas depositadas pela Hooker naquela seção.

De acordo com os moradores recentes que viviam na área desde 1950 até início da década de 1970, as constantes reclamações sobre odores e "substâncias" que afloravam nos solos levou a que funcionários da prefeitura visitassem a área. Como providência, a prefeitura recobria as "substâncias" com entulhos ou barro, agindo da mesma forma com os resíduos encontrados no pátio de recreio da 99th Street School.

De 1954 até metade da década de 1970, houve uma série de incidentes tais como rebaixamento do solo, tambores e resíduos tóxicos migraram para a superfície, expondo e até mesmo queimando crianças que brincavam nos terrenos escolares. A Hooker era constantemente chamada ao local, e a companhia contestava declarando que não faria nada a menos que fosse notificada oficialmente pelo conselho escolar, a quem tinha transferido o Love Canal e, por isso, que não era mais responsável pela área.

Apesar das advertências e ocorrência já registradas, a cidade começou construção das redes pluvial e de esgoto em 1957. Em 1958, crianças que brincavam na área entraram em contato com as substâncias químicas expostas e desenvolveram irritação de pele.

Em 1978, o bairro de Love Canal possuía aproximadamente 800 residências unifamiliares, 240 apartamentos de baixo-renda, e a escola primária 99th Street Elementary School - situada justamente nas proximidades do centro do aterro de resíduos. Duas outras escolas, 93rd Street School e a 95th Street School - também localizadas no mesmo bairro, tinham entre seus alunos principalmente crianças de famílias de operários.

Com a continuidade das reclamações, as autoridades do Município de Niágara decidiram contratar a consultoria da empresa Calspan Corporation para investigar. O relatório dos estudos indicou a presença de resíduos químicos tóxicos no ar e nas fossas das residências localizadas na parte sul do canal. Também foram encontrados tambores de 50 galões abaixo da superfície de solo bem como níveis altos de PCB (bifenilas policloradas) na rede de esgoto. A consultoria recomendou a cobertura do canal com uma camada de argila, o fechamento das casas de bombeamento das fossas e um sistema de drenagem para controlar a migração dos resíduos. Nenhuma destas recomendações foi realizada.

Em abril de 1978, Michael Brown, um repórter do jornal *Niágara Gazette*, escreveu uma série de artigos sobre as áreas com resíduos perigosos na área de Niagara Falls, incluindo no seu relato a situação do Love Canal. Reagindo a estes artigos, os residentes de Love Canal começaram a exigir da municipalidade uma investigação mais profunda na área. Naquela época, muitos residentes começaram a questionar sobre os riscos à saúde e relatar problemas de saúde já constatados e tidos como inexplicáveis.

Ao mesmo tempo, o Departamento Estatal de Saúde de Nova Iorque (NYSDOH) começou a realizar amostragem de ar e de testes em amostras de solo, bem como realizar estudos de saúde nas 239 famílias que habitavam nas imediações do canal. No dia 25 de abril de 1978, o Comissário Estatal de Saúde de Nova Iorque, Dr. Robert Whalen, emitiu uma determinação de perigo de saúde pública em relação à comunidade de Love Canal. Ele ordenou ao Departamento de Saúde Município de Niágara a remoção das substâncias químicas expostas do local e instalar uma cerca protetora ao redor da área.

Após a publicação do relatório, Lois M. Gibbs, uma residente e mãe de duas crianças, organizou um abaixo assinado no bairro para exigir o fechamento da Escola 99th Street School, onde tinha um filho no jardim de infância.

Ao longo da primavera e verão de 1978, funcionários do Departamento de Saúde Estatal de Nova Iorque, da Cidade de Niagara Falls e do Município de Niagara Falls se reuniram com os residentes de Love Canal para discutir a periculosidade crescente.

No dia 2 de agosto de 1978, o Comissário Estatal de Saúde de Nova Iorque, Dr. Robert M. Whalen, declarou Love Canal em Estado Médico de Emergência e ordenou o fechamento imediato da escola 99th Street School. Foram imediatamente iniciada a elaboração de planos de remediação da área e feitas recomendações para a remoção de mulheres grávidas e crianças menor que dois anos residentes na área circunvizinha imediata ao Love Canal.

O Presidente do Estados Unidos Jimmy Carter declarou a área de Love Canal uma emergência federal no dia 7 de agosto de 1978. Esta declaração proveria fundos para a remoção permanente das 239 famílias que residiam nas primeiras duas filas de casas que cercam o aterro de resíduos. Os restantes 10 blocos residenciais da área do Love Canal, inclusive a casa de Lois Gibbs, não foi incluída nesta declaração.

Afora os custos com assistência médica por adoecimento de residentes que perduram e é de difícil avaliação, o governo americano mais de 30 milhões de dólares para evacuar a área e 250 milhões de dólares para descontaminar o local. Os desembolsos totais pagos pela Hooker não cobrem estes danos.

ANEXO V - 3

Ensaio piloto de extração de vapores do solo (EVS)

A técnica de Extração de Vapores do Solo (EVS) consiste em promover a circulação de ar pela zona não-saturada do aquífero, propiciando a volatilização e estimulando o processo natural de biodegradação dos compostos orgânicos voláteis presentes.

Segundo a descrição do procedimento EVS, proposto pela GEOKLOCK, sistemas capazes de gerar vácuo são conectados a poços de extração de vapores promovendo, com isso, um fluxo radial de ar no solo. Esse fluxo faz com que os vapores de compostos orgânicos voláteis existentes nas imediações do poço de extração migrem em direção a ele, sendo então removidos do solo por carreamento.

Para determinar a aplicabilidade e a grandeza dos fatores determinantes no processo de EVS, realiza-se um ensaio piloto através da utilização de um sistema de extração de vapores compacto e uma estrutura subterrânea limitada e específica. Esta configuração permite a aplicação da tecnologia em uma pequena área, com elevado grau de controle e monitoramento das respostas do aquífero em função da aplicação de diferentes condições de operação. Normalmente, um poço de extração de vapores e 4 poços de observação constituem a infra-estrutura subterrânea suficiente para o ensaio piloto.

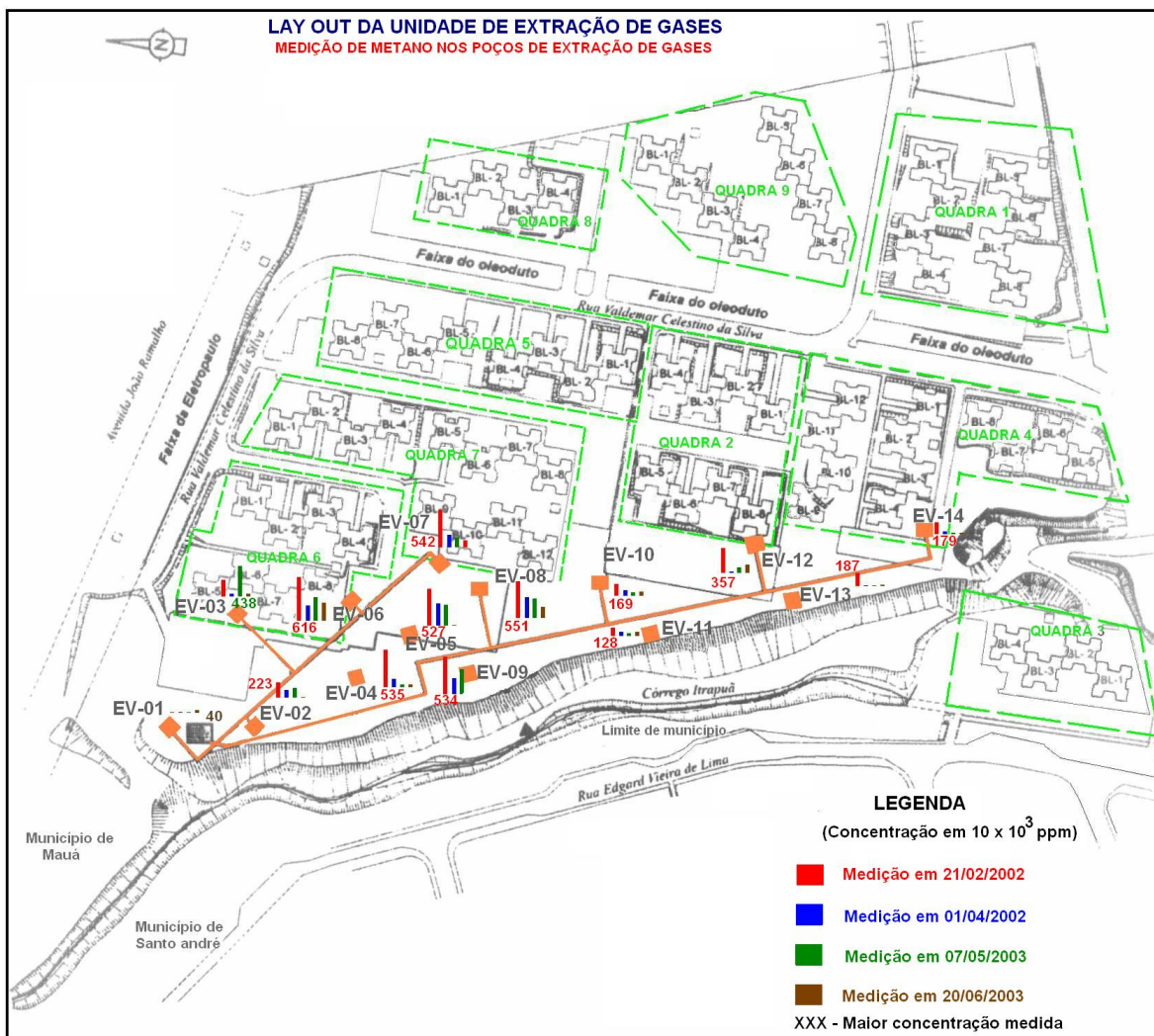


Figura 1: Lay out da localização dos poços de extração no condomínio e variação das concentrações de metano desde o início de operação do sistema de extração.

Os resultados obtidos em um ensaio piloto são utilizados e extrapolados para a determinação das características do sistema EVS que vai atuar sobre toda a área contaminada, sendo definido itens de localização e quantidade de poços de extração, dimensões e quantidade de equipamentos, instrumentos e tubulações, isso em função do raio de influência obtido também como resultado das pressões e vazões aplicadas no sistema. Assim, os principais objetivos do ensaio são:

- Determinar a permeabilidade ao ar do solo nos horizontes de interesse;
- Obter o raio de influência da extração de vapores nas diferentes camadas do substrato, considerando a presença/ausência de cobertura impermeabilizante;
- Determinar a taxa de circulação de ar no solo e o fluxo volumétrico de

vapores extraídos, estimando a taxa de remoção de contaminantes voláteis.

No caso do conjunto residencial Barão de Mauá, a GEOKLOCK, instalou dois conjuntos de poços de extração e monitoramento de vapores do solo localizados, respectivamente, no estacionamento em frente ao Bloco 5 (área pavimentada de concreto), e outro mais a NW, no topo do talude do córrego Itrapuã (área sem cobertura impermeabilizante). O *lay out* da localização dos poços de extração no condomínio e a variação das concentrações de metano desde o início de operação do sistema pode ser visualizado através do desenho esquemático da figura 1 deste anexo. O princípio básico da unidade de tratamento de gases pode ser visualizado através do desenho esquemático (Figura 2) apresentado pela GEOKLOCK .

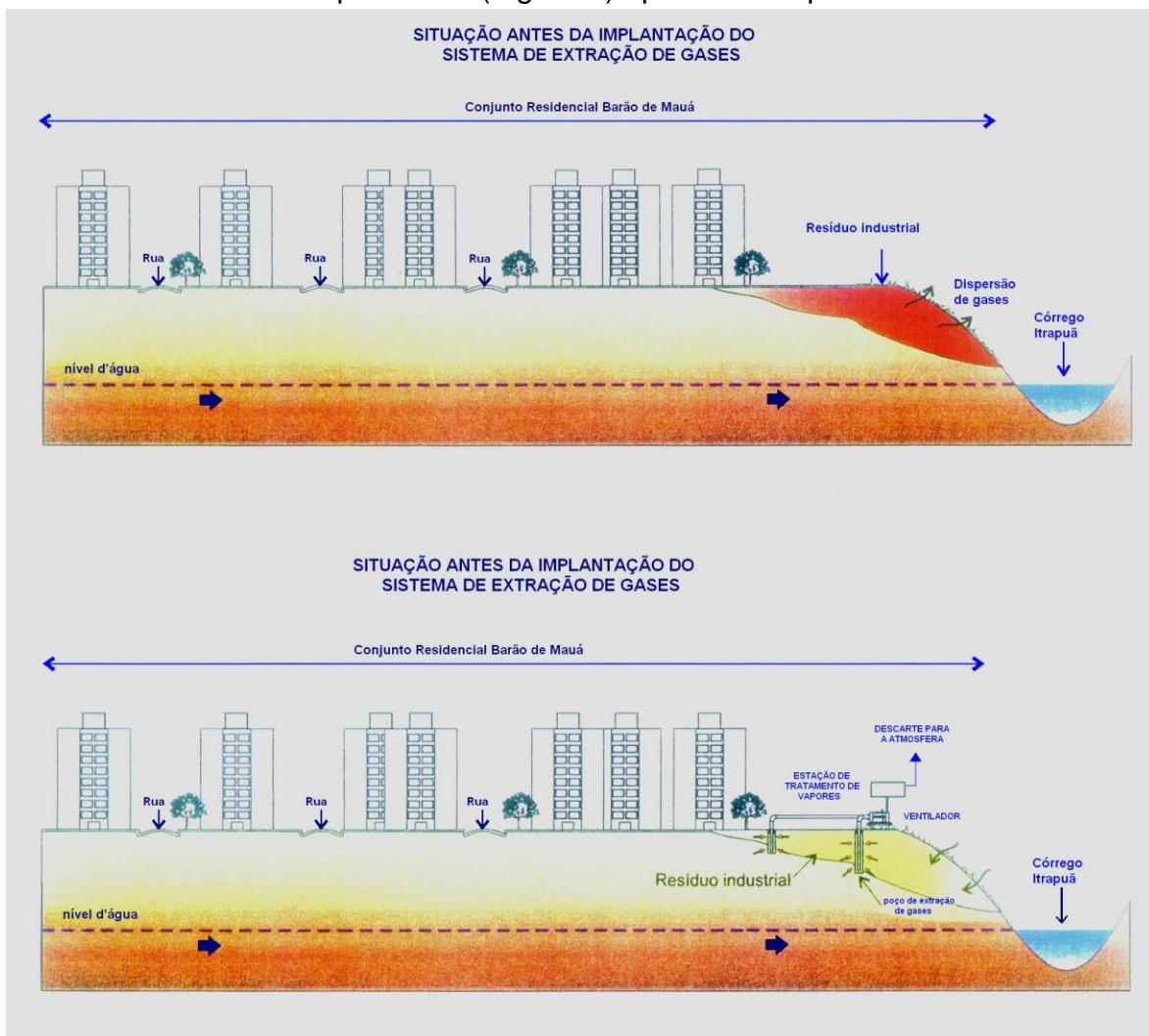


Figura 2: Sistema de Extração e Tratamento de Vapores desenvolvido pela GEOKLOCK como remediação para o Conjunto Barão de Mauá.

Cada ensaio compõe-se de um conjunto de cinco poços, um de extração e quatro de monitoramento de gases, organizados num mesmo alinhamento e com profundidades semelhantes (nível A). O arranjo dos poços de monitoramento se dá em função da distância deste para o poço de extração, sendo instalados a 1,5 m, 3,0 m, 5,0 m e 7,0 m de distância do primeiro. Esse mesmo conjunto se repete para uma profundidade maior. Quatro ensaios de extração de vapores do solo – EVS - foram realizados pela GEOCLOCK entre 16/06 e 19/06/2000, em locais e profundidades distintas.

Os resultados dos ensaios de extração de vapores do solo assinalaram decaimento das medições de VOCs no vapor extraído, indicando o efeito de ventilação do solo, obtido através da extração de vapores. Estes ensaios, segundo a GEOCLOCK, sinalizaram a possibilidade da instalação de um sistema EVS no conjunto residencial Barão de Mauá como forma de remediação para a geração de vapores tóxicos e/ou explosivos.

ANEXO V - 4: Resultados das análises químicas em amostras de vapores de solo coletadas em poços de monitoramento e durante ensaios de EVS (em mg/m³)

COMPOSTO	AMOSTRA					
	TR-3	TR-5	TR-6	TR-14	EV-01	EV-02
Octano	1.99	1.33	U	ND	0.65	0.47
1,3-Dimetil Ciclohexano	15.00	4.90	5.60	0.58	3.80	3.80
1-Etil-2-Metil Ciclopentano	2.20	0.92	0.90	0.12	0.56	0.62
1,1-Dimetil Ciclohexano	1.64	0.93	0.28	Trace	0.30	0.33
1,2-Dimetil Ciclohexano	4.50	1.68	1.73	0.15	1.29	1.34
4-Metil Octano	2.50	1.26	1.69	U	0.55	0.79
1,4-Dimetil Ciclohexano	6.20	2.70	4.20	0.20	1.32	2.10
3-Metil Octano	14.70	1.60	3.30	0.08	0.56	1.11
1,1,3-Trimetil Ciclohexano	5.90	3.00	6.50	0.68	2.60	2.50
Propil Ciclopentano	0.75	0.27	0.27	U	0.25	0.26
1,3,5-Trimetil Ciclohexano	1.40	0.72	1.84	0.13	0.50	0.60
Etil Ciclohexano	4.40	1.64	3.10	0.22	1.54	1.44
Nonano	3.80	2.10	3.20	ND	0.44	0.77
2,6-Dimetil Octano	12.00	3,60	11.70	0.21	1.27	2.30
3-Etil-2-Metil Heptano	0.70	6.00			1.66	3.50
Etil Octano	4.30	4.00	U	0.42	U	U
4-Metil Nonano	12.90	4.00	8.50	U	0.64	1.66
Benzeno	5.40	0.21	ND	ND	0.93	2.20
3-Metil Nonano	8.80	3.50	11.00	0.15	U	U
Propil Ciclohexano	420	1.19	5.80	0.19	0.31	0.73
Decano	5.50	1.54	2.20	0.08	0.10	0.29
4-Metil Decano	19.20	4.20	12.70	0.30	0.80	2.30
1-Metil-4-(1-Metitetil) Cidohexano	25.0	5.00	23.0	0.13	1.20	3.60

Alpha-Pineno	3.40	2.10	0.43	ND	0.15	0.28
Tolueno	0.72	0.07	0.15	ND	0.10	0.42
Pentil Ciclopentano	4.50	1.10	2.10	0.19	0.17	0.48
Butil Ciclohexano	5.70	1.21	4.40	0.12	0.27	0.87
Undecano	3.90	0.58	U	U	U	U
Pentil Ciclohexano	2.50	0.55	1.71	U	U	U
Etil Benzeno	4.50	0.20	0.20	ND	0.44	0.08
p-Xileno	2.00	0.10	0.08	ND	0.06	0.07
m-Xileno	2.50	0.23	0.21	ND	0.23	0.18
trans-Decahidro Naphtaleno	15.50	4.50	20.0	0.69	0.75	2.90
Isopropil Benzeno(Cumeno)	4.00	6.00	9.60	Trace	1.18	3.20
o-Xileno	1.61	0.08	0.12	ND	0.39	0.06
Propil Benzeno	1.51	0.34	0.13	ND	0.03	0.09
Clorobenzeno	5.60	ND	ND	ND	ND	ND
m/p-Etil Tolueno	2.50	0.29	0.08	ND	0.03	3.10
t-Butil Benzeno	0.66	0.46	0.95	ND	Trace	0.09
1,3,5-Trimetil Benzeno	1.76	0.55	0.06	ND	0.01	0.06
o-Etil Toluene	1.39	0.47	0.13	ND	0.03	0.05
1,2,4-Trimethyl Benzene	3.50	0.80	0.10	ND	0.04	0.11
1,2,3-Trimethyl Benzene	1.09	0.69	0.27	ND	0.03	0.05
1-Methyl Indan	1.16	1.07	U	ND	ND	ND
Aliphatics	129.0	36.0	104.0	4.60	5.70	16.90
Complex Aliphatics	10.00	7.60	133.0	0.70	ND	3.80
C3 Benzenes	1.44	ND	ND	ND	ND	ND
C4 Benzenes	18.00	2.30	4.40	ND	ND	ND
C5 Benzenes	1.92	0.78	ND	ND	ND	ND
C6 Benzenes	5.40	9.20	9.30	ND	ND	0.09
TVOCs (Toluene)	470	148	420	11.6	39	75
TVOCs (Quantified)	400	134	420	10.5	31	63
Molhave-Clausen TVOCs (Toluene)	400	131	440	10.3	33	66

Fonte: Relatório de Avaliação Ambiental – GEOKLOCK DEZEMBRO 2000

**ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO POR
RESÍDUOS PERIGOSOS NO CONDOMÍNIO
BARÃO DE MAUÁ**

MUNICÍPIO DE MAUÁ – SÃO PAULO

**VI. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO
DE ROTAS DE EXPOSIÇÃO**

2004

INTRODUÇÃO

Um objetivo importante de todo estudo de avaliação de risco à saúde humana é identificar a cada um dos cinco elementos de uma rota de exposição, determinando, por sua vez, se estes elementos estão ligados entre si.

A partir de então, se estabelecerão os parâmetros para categorizar as rotas de exposição, porventura existentes, como completa ou como potencial e se avaliarão os pontos que definem se a rota deve ser eliminada ou deve ser analisada mais adiante na avaliação de saúde.

Uma rota de exposição é um processo que permite o contato dos indivíduos com os contaminantes originados em uma fonte de contaminação. Uma rota de exposição é composta pelos seguintes cinco elementos:

Fonte de contaminação: É a fonte de emissão do contaminante ao ambiente. Caso a fonte original seja desconhecida, esta pode ser representada pelo compartimento ambiental responsável pela contaminação de um ponto de exposição. Como exemplo pode-se considerar a hipótese das águas subterrâneas cuja contaminação seja desconhecida, porém seus efeitos sejam previsíveis da população que a consuma.

No caso do Condomínio Barão de Mauá, a fonte de contaminação é conhecida e caracterizada. Trata-se de resíduos industriais depositados de forma clandestina e aleatória na área. O Conjunto Habitacional Barão de Mauá foi construído em área contaminada por resíduos industriais que geram gases tóxicos nocivos à saúde e prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade, tornando o solo impróprio e causando inconvenientes ao bem estar público. Há de se ressaltar, no entanto, que persistem incertezas quanto a todos os contaminantes e suas reais concentrações no subsolo, sua distribuição espacial e de profundidade.

Existe um aterro industrial (resíduo) sob a porção oeste do condomínio com um volume calculado de 326.519 m³, equivalente à cerca de 653.000 toneladas. Sem entrar em detalhes sobre as diferenças nas composições dos resíduos, é importante ressaltar que no caso “Love Canal”, nos Estados Unidos, que tanta repercussão causou, a quantidade de resíduos dimensionada era de 21.000 toneladas.

Sob os resíduos no conjunto residencial Barão de Mauá encontram-se sedimentos terciários e solos de alteração de rocha do embasamento cristalino da bacia Sedimentar de São Paulo. Segundo Parecer Técnico da Cetesb (Parecer Técnico nº 09/ECC/01- 23/07/01), a área onde se concentram os resíduos no subsolo é de 33.000m², ocupando 14% da área edificada, correspondendo à porção oeste das quadras 2, 4, 6 e 7. Nas quadras 1, 3, 8 e 9 não foram encontradas concentrações relevantes de compostos orgânicos voláteis durante as medições em solos.

Foram identificados diversos tipos de resíduos industriais, destacando-se plásticos diversos, borrachas, madeiras, vidros e porcelanas, peças de máquinas, fios de cobre, sacos de estopa contendo borras oleosas, baterias e latas de metal. Estes achados confirmam as declarações do empresário Antenor (Ver item Histórico da contaminação).

No mesmo Parecer, a Cetesb assinala que “está demonstrado que pelo menos parte do conjunto residencial foi construído sobre um antigo depósito de resíduos industriais, o qual está apenas parcialmente coberto por material composto por solo de alteração, em desacordo com a legislação federal pertinente. Os dados indicam que se trata de área comprovadamente contaminada, conforme mostra o mapeamento de concentrações de composto orgânicos voláteis, os quais estão associados aos resíduos ali depositados. Além disso, esse mapa mostra que as plumas de contaminação já ultrapassam os limites do terreno e, mesmo interiormente à área, se espera ter atingido pontos situados à leste da faixa da Petrobrás (quadras 1, 8 e 9)”.

Compartimento ambiental e mecanismos de transporte: Os compartimentos ambientais são vários, incluindo: materiais ou substâncias de resíduos, água subterrânea ou profunda (aqüíferos), água superficial, ar, solo superficial, subsolo, sedimento e biota.

No caso do Condomínio Barão de Mauá, os compartimentos ambientais contaminados são os resíduos industriais, o subsolo e água subterrânea. No passado, durante o processo de formação do aterro clandestino, o que hoje pode ser considerado subsolo formava o solo exposto contaminado com resíduos. Mesmo depois da construção e habitação dos blocos, havia a presença de resíduos. Nas quadras 2, 4, 5, 6 e 7 foram encontrados resíduos nos solos expostos. Segundo relatos da GEOKLOCK, esses materiais estavam dispostos de forma heterogênea, sendo que em muitos pontos havia uma mistura de vários grupos, ora entulho de obras com areia de fundição, ora lixo doméstico com resíduos industriais. Para as áreas das quadras 1, 3, 8 e 9, nenhum dos perfis de solo expostos indicaram a presença de aterro industrial confirmando as informações das leituras de vapores voláteis menores que 1000 ppm para esses locais.

O subsolo, segundo os dados existentes, está contaminado na porção oeste das quadras 2, 4, 5, 6 e 7, onde foram encontrados as maiores concentrações dos resíduos. Nas amostras compostas de solo obtidas através das sondagens realizadas nas Quadras 5 e 6 foram encontradas concentrações de chumbo até 15 vezes superiores ao limite máximo da norma. Vale ressaltar que, em amostras compostas, pode sempre ocorrer a diluição dos teores reais dos contaminantes. Além do chumbo, foram detectadas concentrações de alumínio, cromo, ferro total,

surfactantes, manganês, fenol e selênio acima dos limites definidos na norma ABNT-10.004.

Pela foto aérea (Foto 1, CAPÍTULO III – Avaliação dos dados existentes) do ano de 2001, nota-se que, na ocasião, a maior parte da área do condomínio já era calçada ou estava coberta por jardins que foram implantados pelos moradores.

Porém observa-se também que áreas consideráveis da porção oeste do condomínio, justamente onde se concentram as maiores quantidades de resíduos detectados, estavam expostas. Durante nossas visitas à área, no período entre junho e dezembro de 2003, observamos que as áreas expostas na foto encontram-se atualmente niveladas, cercadas e com uma cobertura de gramínea.

Segundo informações de um jardineiro, que além de prestar este serviço é morador no condomínio, as áreas gramadas nos jardins tiveram que ser implantadas com cobertura de solo não contaminado, trazido de outros locais, pois de outra forma o gramado “não vingava” (as gramas morriam pela toxicidade do solo). Na ocasião, observamos que nas pequenas cavas realizadas os resíduos eram visíveis a partir de 20 cm de profundidade.

O odor de produtos químicos era claramente perceptível e nauseante. As fotos VI-2 e VI-3, a seguir, ilustram esta situação. A foto VI-2 do ano de 2001 apresenta a situação do local quando a contaminação foi reconhecida. A foto VI-3 foi tirada pela equipe de avaliação de risco em novembro de 2003.



Foto VI-2: Contaminação exposta (2001) Foto VI-3: Visita da equipe de avaliação (2003)

A investigação da contaminação do solo deve considerar, necessariamente, os efeitos que esses locais contaminados produzem em outros compartimentos do meio físico, particularmente as águas subterrâneas subjacentes.

Os resultados das análises em amostras de água coletadas nos poços de monitoramento instalados nas quadras 8 e 9 (nos piezômetros PM-6, PM-10 e PM-

21), apresentaram concentrações de manganês acima dos valores de intervenção da Cetesb (100 µg/L); a amostra coletada no PM-21 apresentou concentração de manganês e ferro superiores às normas.

Em relação aos compostos orgânicos, as amostras dos poços PM-1 ,PM-2, PM-6, PM-7, PM-10 e PM-21 apresentaram concentrações de benzeno, tolueno, xilenos, naftaleno, 2,4,6 triclorofenol, pentaclorofenol, γ-HCH, aldrin, endrin, dieldrin e DDT abaixo dos valores de intervenção. As concentrações medidas para fenol (<0,1 µg/L) não permitem tal avaliação, pois a concentração reportada sugere ser o limite de detecção da técnica empregada, cuja concentração coincide com o valor de intervenção.

Mecanismos de transporte. Os mecanismos de transporte servem para mover os contaminantes através dos compartimentos ambientais, desde a fonte até os pontos onde a exposição humana pode ocorrer.

No caso do Condomínio Barão de Mauá, pelos dados deficientes sobre o histórico da deposição de resíduo e dificuldade de se estabelecer com precisão todos os possíveis contaminantes enterrados, é difícil se determinar os mecanismos de transporte. No entanto, é certo que além de metais pesados, muitos compostos orgânicos foram depositados no local.

A mobilidade descendente dos contaminantes, aparentemente, tem sido obstruída pela composição do solo antrópico que se formou, principalmente com as sucessivas camadas compactadas com participação de argila. Para isto, tem contribuído também a grande quantidade de areia de fundição, com tendência à cimentação.

A intensa formação de gases, ascendente, tem demonstrado uma eficiente ação de decomposição bacteriana dos resíduos orgânicos, formando principalmente metano e arrastando consigo compostos orgânicos voláteis mais tóxicos. A baixa velocidade de fluxo constatada nas águas subterrâneas, e sua direção de fluxo para os córregos Itrapuã e São Vicente, bem como a não utilização das águas subterrâneas e dos córregos para qualquer consumo humano, direto ou indireto, são fatores atenuantes do risco de exposição aos humanos pela água. Além disso, com exceção dos fenóis, os compostos orgânicos detectados apresentam baixa miscibilidade em águas.

Ponto de exposição: É o lugar onde pode ocorrer ou ocorre o contato humano com o compartimento ambiental contaminado, por exemplo, uma residência, local de trabalho, parque desportivo, jardim, curso de água (rio, etc), corpo de água (lago, etc), um manancial, um poço ou uma fonte de alimentos.

No caso do Condomínio Barão de Mauá, no passado, durante o período de formação do aterro clandestino, os pontos de exposição ocorriam desde os locais onde eram coletados e transportados os resíduos, bem como no próprio local de deposição na área onde hoje se encontra o conjunto residencial.

Atualmente e no futuro, os possíveis pontos de exposição são, principalmente nas quadras 2, 4, 6 e 7 nas áreas de solo não calçadas ou não cobertas, pelo ao menos, com jardins, através do contato direto ou ingestão solos contaminados e nas residência e áreas do condomínio, por inalação de contaminantes voláteis e de material particulado suspenso originado dos solos contaminados. Os blocos construídos que estão sobre o resíduo são os da quadra 2 (blocos 6 e 8 e parte dos blocos 5 e 7); da quadra 4 (blocos 4 e parte do bloco 3); e quadra 6, bloco 5 e parte dos blocos 1, 2 e 4). Desta forma, quatro blocos estão completamente sobre o resíduo e seis blocos estão parcialmente.

Via de exposição: São os caminhos pelos quais o contaminante pode estabelecer contato com o organismo, tais como: a ingestão, a inalação e a absorção ou o contato dérmicos.

No caso do Condomínio Barão de Mauá, principalmente em relação aos trabalhadores que participaram do transporte e deposição dos resíduos no aterro clandestino, bem como os trabalhadores que construíram o conjunto residencial, as vias de exposição podem ter ocorrido através do contato direto ou por ingestão de solos contaminados, ou por inalação de contaminantes voláteis e de material particulado suspenso originado dos solos contaminados.

Existe a possibilidade, atual e futura, principalmente nas quadras 2, 4, 6 e 7, da mobilização de contaminantes desde o subsolo, através de partículas do solo, vapores e gases, criando situações de exposição através de vias por contato direto ou por ingestão de solos contaminados, ou por inalação de contaminantes voláteis e de material particulado suspenso originado dos solos contaminados.

Também não se pode excluir a possibilidade de contaminação das águas da rede pública nos reservatórios subterrâneos, principalmente nas quadras 2, 4, 6 e 7, por compostos orgânicos voláteis já detectados ou outros que possam se formar na mistura dos resíduos.

População receptora: São as pessoas que estão expostas ou potencialmente podem chegar a estarem expostas aos contaminantes de interesse

em um ponto de exposição. No caso do Condomínio Barão de Mauá, as populações receptoras são:

No passado:

1. trabalhadores que manipularam os resíduos durante o transporte e deposição no aterro e moradores do entorno (principalmente crianças) que visitavam a área dos resíduos. A temporalidade dessa exposição é individual para cada trabalhador e indefinida para os visitantes casuais. Segundo levantamentos aerofotogramétricos realizados entre 1962 e 1993, os estudos realizados indicaram deposição de resíduos e aterramentos nesse período. Até 1971, não existe nenhum registro de como e que trabalhadores operavam a deposição dos resíduos na área. Segundo declarações do empresário Antenor Alonso, ao Jornal Diário do Grande ABC (24/08/01), a área de deposição dos resíduos foi por ele administrada por 22 anos, no período entre 1971 até 1993. Mesmo no período de “administração” por Alonso não existem registros das condições e turnos de trabalho, nem quantos trabalhadores operavam a deposição na área.

Desta forma torna-se impossível a determinação exata dos trabalhadores envolvidos e tampouco da temporalidade da exposição a que estiveram expostos.

2. Trabalhadores da construção civil que participaram na construção do condomínio. Quanto à temporalidade dessa exposição, apesar da documentação dos órgãos municipais para aprovação do empreendimento datarem do ano de 1995, desde o ano de 1994 a Construtora SOMA já realizava trabalhos na área. Em 1998, a Construtora SOMA, que já havia concluído a construção de 32 dos 59 prédios previsto para o condomínio, vendeu para a SQG o direito de finalizar e comercializar o empreendimento. Desta forma, os operários de construção da Soma estiveram trabalhando na área e, portanto, expostos, no período entre os anos de 1994 e 1998. Os operários de construção da SQG trabalharam na área no período entre 1998 e 2001, ano em que a continuidade de novas obras foi embargada.

No presente:

Moradores do condomínio Barão de Mauá, principalmente os residentes nas quadras 2, 4, 5, 6 e 7. A temporalidade da exposição direta aos solos contaminados abrange o período desde o ano de 1995, quando foram entregues as primeiras habitações, até o ano de 2001, quando foram tomadas as primeiras medidas de prevenção como, por exemplo, a proibição de escavações e impedimentos de acesso às áreas mais contaminadas.

No futuro:

Trabalhadores que realizem procedimentos de jardinagem, de manutenção nas redes de água, esgoto ou outras facilidades subterrâneas, ou trabalhadores em procedimentos de remediação da área.

1. Categorização das rotas como potenciais ou completas

As rotas de exposição podem ser categorizadas em completas ou potenciais. Cada rota completa ou potencial representa uma condição de exposição passada, presente ou futura que deve ser definida na avaliação.

Desta forma, deve-se discutir a possibilidade da exposição humana aos contaminantes existentes no local para cada rota potencial ou completa.

Apesar do enfoque de maior importância na avaliação de saúde ser sobre as rotas de exposição completas, deve-se discutir a possibilidade de existência de rotas potenciais. Principalmente quando se constate a inexistência de rotas completas, deve-se prestar maior atenção às rotas potenciais. Isto é de relevância, pois qualquer contaminante associado com as rotas, sejam completas ou potenciais, requererá uma avaliação posterior na seção de Implicações à Saúde Pública.

2.1. Rotas de exposição completas

Uma rota de exposição completa é aquela em que seus cinco elementos ligam a fonte de contaminação com a população receptora (fonte de contaminação, compartimento ambiental, ponto de exposição, via de entrada ao organismo e população receptora). Sem importar que a rota seja passada, presente ou futura, em todos os casos em que a rota seja completa, a população será considerada exposta.

É necessário evitar confundir futuras rotas de exposição completas com futuras rotas potenciais, avaliando o estado da contaminação no ponto de exposição. Convém assumir que uma rota de exposição completa futura existe se cada uma das seguintes condições se apresenta:

1. Existência de uma contaminação atual em um ponto de exposição ou em um meio ambiental em um lugar que poderia chegar a ser um ponto de exposição em dias, semanas ou meses (p.ex.: áreas em via de urbanizar-se, terrenos em zonas residenciais que têm solo contaminado ou durante trabalhos de reparos ou remediação em áreas com solos contaminados).

No caso do conjunto residencial Barão de Mauá, enquanto persistir a existência de resíduos perigosos nos solos contaminados expostos e, adicionalmente, a formação de compostos orgânicos voláteis, haverá sempre a possibilidade de rotas de exposição completas futuras.

Afora isto, quanto aos riscos de explosão por acúmulo de gases, apesar da existência e operação da unidade de extração e tratamento de gases, existe a possibilidade de bolsões de gases explosivos (e tóxicos) em áreas ainda não bem identificadas e onde o sistema de exaustão não se mostre eficiente. Tais situações são bastante plausíveis conforme ficou demonstrado durante as ocorrências no bloco 2 da quadra 6. Estas ocorrências demonstraram que o programa de monitoramento existente não foi eficiente para constatar tais ocorrências, que somente foi detectada pela percepção de odores pelos moradores. Além disso, o risco futuro ocorrerá caso a unidade de extração e tratamento dos gases torne-se inoperante (ou deficiente) por longos períodos.

Caso ocorra a remoção dos resíduos, pelos riscos envolvidos, torna-se indispensável a saída e realocação dos moradores das áreas (quadras, blocos) onde ocorram os trabalhos, bem como medidas de prevenção quanto aos demais moradores do Conjunto e do seu entorno.

2. Pessoas de uma comunidade que no futuro terão acesso irrestrito a um ponto de exposição ou poderão participar em atividades do meio em questão.

No caso do Condomínio Barão de Mauá, conforme já relatado, existem problemas nas redes de água e esgoto. Os trabalhadores da empresa de saneamento (ou terceiros contratados), durante os procedimentos de abertura de valas e cavas para as adequações nestas redes, principalmente aquelas localizadas na porção oeste do condomínio, estarão expostos aos contaminantes contidos nos resíduos. Também estarão expostos a riscos potenciais futuros os trabalhadores que participem de ações de remediação da área.

3. A inexistência de controles institucionais, restrições em certas zonas ou edifícios, para prevenir o contato com contaminantes atuais em pontos de exposição já definidos ou prováveis, onde é alta a possibilidade de contato humano com um meio contaminado que pode aparecer a qualquer momento em um futuro próximo.

Outra possibilidade de uma futura rota completa é quando existe a probabilidade de que a rota presente continue no futuro. Se uma residência habitada está construída sobre solos contaminados, os residentes seriam a população receptora para rotas presentes e futuras.

Se uma residência vacante ou uma em construção se localiza na área com solos contaminados, existe uma futura rota de exposição completa pela alta probabilidade de que se apresente contato humano em um futuro próximo. Deve-se designar uma futura rota de exposição completa quando existe a probabilidade de uma atividade humana/contato em um meio contaminado em qualquer momento.

Deve-se ter em mente que as rotas de exposição completas, tanto presentes como futuras, refletem uma exposição contínua e provável em qualquer momento.

Levando em conta que as rotas completas envolvem uma exposição atual ou uma alta probabilidade de exposição no futuro, deve-se prestar mais atenção à avaliação e às medidas recomendadas para prevenir a exposição presente. Este enfoque permitirá que os órgãos de saúde e ambiente se concentrem naquelas rotas para as quais existem preocupações imediatas sobre a saúde pública.

1.2. Rotas de exposição potenciais

Uma rota de exposição potencial existe quando falta um ou mais dos elementos que constituem uma rota de exposição. Também se incluem nesta categoria aquelas rotas para as quais se empregou a modelagem a fim de completar os furos de informação (por exemplo, modelagem de dados de um aquífero empregando informação de níveis em um solo ou de outros aquíferos). Uma rota potencial indica que a exposição a um contaminante pode haver ocorrido no passado, que pode ocorrer no presente ou que poderia ocorrer no futuro.

Recomenda-se assumir que uma rota potencial poderia ocorrer no futuro quando no ponto de exposição não se encontra evidência atual de contaminação. Por exemplo, a futura rota potencial de exposição se estabelece quando:

- (1) a contaminação tem que migrar para algum ponto de exposição, ou
- (2) calculou-se (mediante modelos) ou projetou-se que a contaminação se apresentará em algum ponto de exposição. Por exemplo, se existem possibilidades de que um poço privado de água potável seja afetado pelo contaminante encontrado à montante dele, pode-se, então, antecipar a existência de uma futura rota de exposição potencial.

As rotas de exposição possíveis ou suspeitas podem ser eliminadas se as características do local indicam como muito pouco provável a exposição humana no passado, presente ou futuro. Da mesma forma, caso se comprove que um meio ambiental não está contaminado, o assessor pode eliminar todas as rotas de exposição suspeitas associadas com tal meio.

Entretanto, a eliminação de rotas baseando-se em informação sobre ambientes não contaminados deve ser tomada com cuidado já que, por um lado, deve-se considerar a possibilidade de uma futura contaminação e, por outro lado, também se deve levar em conta que os dados desta informação devem ser analisados quanto a sua confiabilidade e representatividade, antes de tomar uma decisão final.

Não podemos descartar todas as rotas de exposição relacionadas com um meio específico tão somente porque uma (ou mais) rota(s) de exposição de tal meio

não foi considerada de importância. Por exemplo, ainda que a inalação de contaminantes voláteis poderia não ser de importância em um solo com abundante cobertura vegetal, o gás poderia migrar através do subsolo para entrar nas vizinhanças próximas.

Uma rota de exposição provável pode ser eliminada se ao menos um dos seus cinco elementos está ausente e nunca se apresentará. Há que recordar que o julgamento profissional deve ser usado quando se busque eliminar uma rota por falta de dados ambientais.

Somente nos casos em que uma rota de exposição suspeita não pode ser categorizada como completa ou potencial e nenhum contaminante de interesse é identificado, a rota deve ser eliminada.

No caso do Condomínio Barão de Mauá, não se pode excluir totalmente a migração dos resíduos, principalmente os de características voláteis, a partir do subsolo para outros compartimentos ambientais.

Quanto aos riscos de exposição aos contaminantes voláteis, existe a possibilidade futura de tal fato ocorrer. Conforme já assinalado no capítulo “Contaminantes de Interesse”, a unidade de extração extrai de forma contínua somente 15% dos gases gerados no subsolo. O restante dos gases pode estar exalando do solo para a atmosfera ou se acumulando em bolsões ainda não identificados, conforme foi demonstrado através das ocorrências no bloco 2 da quadra 6. Esta exalação de gases foi comprovada pela equipe de avaliação de risco durante visita à área, em dias de chuva, quando bolhas emergiam do chão nas proximidades da quadra 6.

Afora isto, existem dúvidas se a unidade extrairá gases de forma eficiente de áreas onde também foram detectados bolsões de resíduos enterrados, como na quadra 5. Além do metano e outros compostos orgânicos voláteis combustíveis – geradores de riscos de explosão – a presença de compostos orgânicos voláteis tóxicos, como o benzeno ou outros que possam se formar a partir das misturas dos resíduos, indicam claras situações de risco eminentes ou futuras que exigem monitoramento permanente.

Também em relação aos riscos futuros devido aos solos contaminados, levando em conta a possibilidade de mobilização dos contaminantes e sua concentração nos solos superficiais por processos diversos (por exemplo através da elevação dos níveis das águas subterrâneas, ou por processos físicos por pressões pontuais em áreas onde a extração não esteja ocorrendo - ou deficitária), faz-se imprescindível o monitoramento rotineiro do solo superficial através de campanhas de “soil gas survey”, como a realizada no início da investigação ambiental, principalmente nas áreas não calçadas das etapas 2, 4, 6 e 7.

A existência continuada de reservatórios subterrâneos de águas para consumo humano sobre solos onde, comprovadamente, existe a deposição de resíduos com geração, inclusive, de gases tóxicos é outra fonte de preocupação quanto aos riscos futuros. A existência de fase volátil indica também que é bastante provável a existência de fases adsorvida, livre e dissolvida, assim como eventuais resíduos sólidos que as contenham.

Nesse aspecto deve-se lembrar que as tubulações subterrâneas da rede de água estão sujeitas a situações de depressão ou ausência de carga nas redes de distribuição de água potável (por exemplo: ruptura de linhas ou cortes de fornecimento) quando será possível a migração de poluentes para dentro das tubulações e sua conseqüente distribuição e consumo por parte da população.

Afora isto, apesar da construção recente dos prédios do conjunto residencial Barão de Mauá, já se observou falhas e ranhuras em reservatórios de água para consumo humano elevados (sobre os prédios). Este tipo de problema, pelos seus transtornos, é facilmente perceptível e geralmente de reparos imediatos. Diferente a situação em reservatórios subterrâneos onde somente falhas na impermeabilização de maior dimensão, com perdas de grandes volumes de água, são observadas e (nem sempre) reparadas. A impermeabilidade a gases, diferente aos líquidos, nem sempre é totalmente eficaz. Desta forma é plausível se considerar como risco potencial futuro à contaminação das águas para consumo humano dos reservatórios subterrâneos, principalmente os existentes nas etapas 2, 4, 5, 6 e 7.

Outra questão relevante quanto aspectos de ordem psicológica e de bem estar geral, para garantir a inexistência de riscos de exposição futura aos solos das camadas inferiores, contaminados, os moradores serão forçados a viver sobre uma área onde não devem realizar furos de nenhuma profundidade nos solos, evitar atividades sobre estes solos e viver numa área com diversas incertezas quanto aos riscos físicos ou de contaminação.

2. Determinação das rotas de exposição no Conjunto

Residencial Barão de Mauá

Nas áreas do Conjunto Residencial Barão de Mauá onde se localizam as quadras 1, 3, 8 e 9 existem dados ambientais disponíveis para todos os meios ambientais aos quais os humanos poderiam estar sendo expostos. Para esta área do conjunto residencial, os dados disponíveis não indicam a existência de rotas de exposição no passado e no presente decorrentes da contaminação do solo.

Não se observam atualmente rotas de exposição completas na área do Conjunto Habitacional Barão de Mauá. Apesar de ainda existirem áreas com solos expostos possivelmente contaminados nas proximidades das quadras 2, 4, 5, 6 e 7, estas áreas encontram-se cercadas, sem acesso facilitado. Até o momento, não

existem dados sobre os solos superficiais das áreas com solos ainda expostos. Seria, no entanto, recomendável a análise de solo superficial e, em seguida, dependendo dos resultados, medidas de remediação.

No caso do Condomínio Barão de Mauá pode-se assumir que os trabalhadores que manipularam os resíduos durante o transporte e deposição no aterro; os trabalhadores da construção civil que participaram na construção do condomínio; moradores das etapas 2, 4, 5, 6 e 7; e (caso tenham havido) moradores do entorno - principalmente crianças - que visitavam a área dos resíduos, **estiveram expostos a uma rota completa de exposição** aos resíduos, por meio do contato e ingestão de solo contaminado e da inalação de contaminantes voláteis e de partículas de solos contaminados.

Caso não seja realizada a descontaminação da área através da efetiva remoção dos resíduos, pode-se prever a formação de **rotas potenciais futuras** por meio da mobilização de contaminantes em forma de vapores e gases oriundos dos resíduos existentes no subsolo, principalmente nas áreas edificadas sobre os resíduos.

Existe também a possibilidade dos corpos de água subterrânea e superficial nas redondezas apresentarem contaminação que resultem em **rotas potenciais completas futuras**, caso suas águas sejam captadas para qualquer uso humano direto ou indireto.

Existe também a possibilidade de contaminação da água da rede pública dos reservatórios subterrâneos. Esta constatação é válida principalmente para as áreas construídas sobre os resíduos, mas também – como se demonstra pela migração dos gases e vapores assinalada no mapa de isoconcentrações dos compostos orgânicos voláteis – para toda a área do conjunto residencial.

Desta forma, a água da rede pública armazenada nos depósitos subterrâneos do conjunto residencial Barão de Mauá oferecem a possibilidade de **rotas potenciais completas futuras** e, durante o tempo em que a população ainda permanecer no local deve ser objeto de um programa de monitoramento constante.

Pode-se concluir também pela **existência de rotas potenciais futuras** tendo como contaminantes os compostos tóxicos orgânicos e inorgânicos contidos nos resíduos e outros que venham a se formar. Os compartimentos ambientais potencialmente afetados no futuro podem ser solos mobilizados para a superfície por processos diversos e os compartimentos atmosféricos nas imediações das etapas 2, 4, 5, 6 e 7. As populações sob risco potencial de exposição são os moradores dos blocos residenciais construídos nestas etapas. As vias de exposição potencial seriam o contato e ingestão de solos contaminados e a inalação de gases e material particulado suspenso, principalmente os moradores das quadras 2, 4, 5, 6 e 7.

**ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO POR
RESÍDUOS PERIGOSOS NO CONDOMÍNIO BARÃO DE
MAUÁ**

MUNICÍPIO DE MAUÁ – SÃO PAULO

VII. IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE PÚBLICA

2004

INTRODUÇÃO

Este capítulo é composto de três seções. Na primeira seção - **Avaliação Toxicológica** – são discutidos os possíveis efeitos adversos de cada substância contaminante, nas condições em que foram encontradas na área estudada, sobre o organismo humano. Na seção seguinte - **Avaliação dos Efeitos na Saúde** – analisam-se os dados disponíveis sobre a saúde da população exposta. Na terceira seção – **Resposta às Preocupações da Comunidade com a sua Saúde** – tenta-se responder às questões levantadas pela comunidade e apresentadas nos capítulos anteriores.

1. EXPOSIÇÃO

Para que se proceda a avaliação toxicológica, é necessário que tenha sido caracterizada a contaminação ambiental. Para isto, é preciso a identificação dos contaminantes de interesse e a análise de todas as possíveis rotas de exposição humana, desde os focos de emissão dos diversos contaminantes, todos os caminhos percorridos até atingir a população exposta, tanto os atuais quanto os passados e futuros. Nos capítulos anteriores foram relatadas as ações realizadas para atingir estes objetivos, com a realização de exaustiva revisão dos estudos existentes e análise cuidadosa da sua metodologia e resultados e várias visitas de inspeção a área contaminada.

Como referido anteriormente, contaminantes definidos como de interesse são aqueles que apresentarem concentrações nos meios examinados (solo, ar, água, biota) acima dos valores de referência e constituem rota de exposição completa, ou seja, entram em contato com a população através da inalação de ar contaminado ou ingestão de alimentos, solo ou água contaminados. Vale salientar que os contaminantes são considerados de interesse na medida em que podem produzir efeitos adversos, atuais ou futuros, sobre a saúde humana. No caso do Condomínio Barão de Mauá não foi constatado nenhuma rota completa de exposição atual às substâncias existentes no subsolo dos prédios. Pelos dados existentes, estes contaminantes não estão presentes na água de uso domiciliar e no solo superficial. O terreno do condomínio não é utilizado para agricultura ou criação de animais. As concentrações existentes no ar são semelhantes às encontradas no meio urbano em geral, inclusive para as substâncias consideradas carcinogênicas, como o benzeno.

O cálculo das doses de exposição é realizado a partir dos dados de contaminação ambiental, ou seja, a partir das concentrações encontradas dos contaminantes no solo, ar, água ou alimentos, que entram em contato com a população e que ultrapassam os níveis de segurança estabelecidos. São necessárias estimativas do consumo de alimentos, ingestão de água e solo, absorção dérmica, volume de ar inalado, frequência e duração da exposição entre

outros itens, para cada rota completa e potencial. Além disto, a população exposta é dividida em faixas etárias, considerando o peso corporal médio.

No caso do Condomínio Barão de Mauá, não é possível realizar o cálculo das doses de exposição, porque não existe exposição, NO PRESENTE, aos compostos tóxicos existentes no subsolo. Embora exista no subsolo uma grande quantidade de substâncias tóxicas, estas não estão entrando em contato com a população residente, porque não chegam ao solo superficial, não contaminam a água de uso domiciliar e não há alimentos gerados ali. Os gases que chegam a superfície não apresentam concentrações dos contaminantes acima dos níveis estabelecidos, segundo os parâmetros de segurança utilizados internacionalmente e pela legislação brasileira.

Um estudo realizado pela empresa GEOCLOCK (GEOCLOCK, 2001) em 2001 mostrou níveis elevados de compostos orgânicos voláteis dentro e fora dos apartamentos do Condomínio Barão de Mauá. Embora estes níveis estivessem acima dos parâmetros de segurança estabelecidos (MRL – *Minimal Risk Level* / ATSDR) eles estavam dentro da faixa encontrada nos grandes centros urbanos, em especial em áreas industriais (CAPÍTULO V) sendo oriundos da contaminação do compartimento atmosférico causado pelas indústrias do entorno, em especial a refinaria, não se originando do subsolo.

No entanto, a equipe técnica optou por realizar o cálculo da dose de exposição para o benzeno, em virtude do alto grau de toxicidade deste contaminante, embora, deve-se novamente enfatizar, não exista rota completa atual de exposição ao benzeno existente no subsolo para a população moradora no Condomínio.

Foi estabelecida rota de exposição completa NO PASSADO para os ex-trabalhadores das empresas SOMA e SQG. Estas pessoas manipularam os resíduos existentes no subsolo, estando expostas aos compostos tóxicos através da inalação, ingestão e absorção pela pele.

Foram estabelecidas rotas de exposição potenciais futuras para a população de moradores a partir de várias possibilidades. Pelo risco de explosão dos gases, caso o sistema de exaustão permanente deixe de funcionar por alguma razão, ou pela contaminação da água de consumo humano pela infiltração de gases tóxicos através de eventuais rachaduras nas caixas de água subterrâneas ou quando da formação de pressão negativa nas tubulações, ou, ainda, pela exposição do subsolo quando de algum procedimento de reforma do sistema de saneamento básico ou mesmo através de atividades de jardinagem (o que incluiria uma nova população exposta de trabalhadores envolvidos nestas atividades).

1.1. A POPULAÇÃO

Para uma análise mais detalhada da exposição humana e seus efeitos sobre a saúde devemos analisar a população em relação a vários aspectos, constituindo-se na verdade esta em várias sub-populações ou grupos. É importante dividir a

população exposta entre moradores e trabalhadores, embora ocasionalmente os dois se confundam. A atividade laborativa propicia formas e níveis de intensidade de exposição diferentes daquela que ocorre quando somente da habitação na área contaminada. A atividade física decorrente do trabalho aumenta a frequência respiratória e, conseqüentemente, a inalação de gases ou poeiras. Facilita também o contato próximo com produtos.

Outros grupos que merecem atenção especial são as ditas populações susceptíveis. Uma população susceptível exhibe respostas diferentes ou mais acentuadas a uma determinada substância química do que a maioria das pessoas expostas ao mesmo nível da substância no meio ambiente. Entre as razões para esta susceptibilidade estão: herança genética, mecanismos imunológicos de defesa ou mecanismos enzimáticos ainda não totalmente ativos ou já em processo de desgaste, estado nutricional e de saúde, entre outros. Estes fatores vão contribuir para uma diminuição da capacidade do organismo de detoxificar ou excretar as substâncias químicas contribuindo para o aumento do seu potencial tóxico. Entre os grupos populacionais particularmente susceptíveis aos contaminantes de interesse definidos estão as crianças, idosos, mulheres (VAHTER, BERGLUND, AKESSON et al, 2002), pessoas com doenças genéticas ou disfunções renais ou hepáticas, alcoólatras e fumantes.

Ao se estudar os efeitos dos contaminantes sobre a saúde de uma população exposta, deve-se estratificá-la por faixa etária. Há, freqüentemente, diferenças no metabolismo dos xenobióticos entre crianças e adultos. Se estas diferenças tornam as crianças mais ou menos susceptíveis vai depender se as enzimas envolvidas atuarão na detoxificação ou na formação de novos metabólitos tóxicos a partir do composto químico original. A vulnerabilidade freqüentemente depende do estágio de desenvolvimento. Há períodos críticos no estágio de desenvolvimento de uma determinada estrutura orgânica ou funcional, no qual ela é mais sensível à lesão, tanto no período pré como no pós-natal. O dano pode não ser evidente até um estágio bastante posterior da vida.

Podem também haver diferenças na capacidade de excreção, em particular em recém-nascidos que têm menor capacidade de filtração glomerular e reabsorção tubular. Crianças e adultos podem também diferir na sua capacidade de reparar danos teciduais a partir de insultos químicos. As crianças têm também maior tempo de vida para expressar o dano ocorrido; esta característica é particularmente relevante para câncer. Desta forma no caso do Condomínio Barão de Mauá realizou-se o cálculo da dose de exposição para as seguintes populações: ex-trabalhadores (NO PASSADO) para os contaminantes do solo; moradores adultos homens e mulheres; e moradores crianças, para o benzeno.

1.2. EFEITOS SOBRE A SAÚDE

Os efeitos adversos que têm sido referidos ao longo deste trabalho serão considerados segundo a capacidade do agente químico produzir câncer e/ou efeitos adversos sistêmicos.

1.2.1. Câncer

O corpo humano pode ser considerado como uma sociedade bem organizada de células. Cada conjunto de células (tecidos) tem funções determinadas e colaboram para a manutenção de todo o organismo. Diferentemente das sociedades de seres humanos que conhecemos, no organismo humano, assim como qualquer organismo vivo, sadio, as células somáticas são comprometidas com sua própria morte, dedicam suas existências ao suporte das células germinativas. As células germinativas são destinadas à reprodução do organismo. Qualquer mutação que dê origem a um comportamento egoísta de uma célula somática fazendo-a reproduzir-se indefinidamente compromete toda a sociedade – essa é a origem do câncer. Em geral deriva de uma única célula que se reproduz em detrimento das vizinhas normais e invadem e colonizam outros territórios reservados para outras linhagens de células.

Para que ocorra um câncer, ou melhor, para que uma única célula se torne cancerosa, é necessária uma série de modificações. Uma substância química é dita cancerígena quando é capaz de produzir dano ao funcionamento normal da célula. Um carcinógeno pode participar da origem do câncer de duas formas diferentes. Como iniciador do tumor ele produz alterações mutagênicas que preparam a célula para tornar-se cancerosa. Por si só essas substâncias não são capazes de gerar câncer, mas modificam a célula permanentemente de tal forma que quando entram em contato com promotores de tumor, essas células são então transformadas e geram câncer, não importa o tempo que tenha decorrido entre os dois eventos.

No mecanismo normal de divisão celular há genes que inibem a divisão e há genes que a estimulam. Ocorre câncer quando há mutação em um dos genes que controlam esses mecanismos. Os genes que inibem a divisão celular são chamados de genes supressores de tumor e o gene alterado que hiperestimula a divisão celular é chamado oncogene. As substâncias químicas podem atuar promovendo mutações genéticas e chegar a essas alterações permanentes. Aqui se enquadra a maior parte das substâncias carcinogênicas. É por isso que quando uma substância é suspeita de ser carcinogênica ela requer todo cuidado.

Há sempre poucas evidências de carcinogenicidade em humanos (é preciso que ocorram em torno de sete mutações específicas, em uma única célula), pode ocorrer após uma única exposição, mas é mais garantido que ocorra após exposições repetidas por um período longo de tempo.

Se as características físico-químicas da substância fazem com que tenha uma longa meia-vida, portanto persista muito tempo sem se metabolizar, e também

facilitem sua acumulação nos organismos vivos, então haverá mais substância no interior do organismo para promover tais mutações genéticas. De toda forma, o câncer é sempre um evento muito raro e pode ocorrer longo tempo após o momento de contaminação. Essa é uma das razões inclusive pela qual o câncer devido a substâncias químicas é pouco diagnosticado, é difícil estabelecer o nexo causal.

Em vista dessas dificuldades, a carcinogenicidade é um dos testes toxicológicos que são realizados para avaliar uma substância química. São realizados diversos ensaios em animais de laboratórios com diversas doses, vias de administração, duração da exposição e espécies diferentes de animais para avaliar o tipo e local de câncer produzido. Normalmente, é com dados em animais que contamos com maior frequência, o que implica em grandes incertezas: o organismo do rato é muito diferente do humano; os ratos têm algumas estruturas anatômicas diferentes dos humanos; há uma variabilidade muito grande entre os humanos; em geral as doses usadas para experimentos com animais são altas e como extrapolar esses resultados para baixas dosagens que, em geral, é como os humanos são expostos? São incertezas com as quais vamos lidar o tempo todo nesse capítulo uma vez que é com dados de experimentos com animais que vamos trabalhar.

As substâncias são classificadas segundo sua carcinogenicidade. Aqui utilizaremos a classificação elaborada pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (Environmental Protection Agency - EPA) e pela Agência Internacional de Investigação do Câncer (International Agency for Research on Cancer - IARC). Conforme veremos a seguir, essas classificações estão baseadas, em sua maioria, em experimentos com animais. Quando a EPA classifica um agente como 2b significa que existem evidências suficientes de carcinogenicidade em animais, mas não são suficientes os dados em humanos. Diz-se então que o agente é um carcinógeno provável. As tabelas VII-1 e VII-2 apresentam as classificações dos carcinógenos segundo as duas instituições.

Tabela VII-1: EPA classificação dos carcinógenos

Categorias	Evidências
Carcinógeno humano	Dados suficientes em humanos
Provável carcinógeno humano	
B1	Dados limitados em humanos e dados suficientes em animais
B2	Dados em humanos inadequados ou ausentes e dados suficientes em animais
Possível carcinógeno humano	Dados em humanos ausentes e dados limitados em animais

Não há evidências de ser carcinógeno humano

Dados ausentes ou inadequados em humanos ou em animais

Não carcinógeno humano

Nenhuma evidência em estudos adequados em humanos ou animais.

Fonte: Hallenbeck, 1993:25-26.

Tabela VII-2: IARC classificação de carcinogenicidade para humanos.

	Categorias	Evidencias
	Agente (mistura) é carcinogênico	Dados suficientes em humanos
A	Agente provavelmente carcinogênico	Dados limitados em humanos e dados suficientes em animais OU dados suficientes em animais e outros dados relevantes
B	Agente possivelmente carcinogênico	Dados limitados em humanos OU dados suficientes em animais OU dados limitados em animais e outros dados relevantes
	Agente não é classificável quanto a sua carcinogenicidade	Dados ausentes ou inadequados em humanos ou em animais
	Agente é provavelmente não carcinogênico	Nenhuma evidência em estudos adequados em humanos e animais.

Assim, um agente químico é considerado carcinogênico quando aumenta a ocorrência de câncer ao ser administrado a animais, em comparação com controles não tratados. Existem quatro tipos de respostas neoplásicas aceitas como evidências de carcinogenicidade, o aumento da taxa “normal” de ocorrência de tumores, o desenvolvimento de novos tipos de câncer, uma diminuição do tempo médio para o aparecimento de um tumor e uma nova multiplicidade de cânceres.

Uma das grandes dificuldades do estudo da carcinogenicidade das substâncias químicas é a escassez de dados em humanos. A maior parte dos agentes, quando há informações, são extraídas de dados de experimentos em animais. Para a extrapolação desses dados para humanos, é preciso ter em conta que além das diferenças entre as espécies, são utilizados experimentos que usam grandes doses, em geral os animais são submetidos a curtos períodos de exposição. Na maioria das situações de exposição humana encontramos baixas doses e exposição de longa duração. Para minimizar essas dificuldades diversas instituições internacionais desenvolveram modelos para permitir que se faça, com alguma

segurança, essa extrapolação dos dados em animais para situações de exposição humana.

O modelo em estágios múltiplos é o método de extrapolação de altas para baixas doses utilizado pela EPA. É um modelo que pressupõe que a resposta câncer ocorra após uma série de eventos celulares. Também é admitido que resposta 0 se obtém quando a dose é 0, ou seja a curva dose-resposta passa necessariamente pela origem (0,0). Essa estimativa de resposta humana para baixas doses produz uma reta cujo fator de inclinação (*slope factor*) é o indicador utilizado para estimar o excesso de risco de câncer para cada substância. Ele significa a potência carcinogênica de uma substância, quando a pessoa está exposta durante toda sua vida a 1mg/kg-dia via oral desta substância. Ele é, então, apresentado como um risco por (mg/kg)/dia. Por exemplo, para o benzeno a EPA atribui um *slope factor* de $2,9 \times 10^{-2}$ mg/kg-dia, o que significa a resposta câncer estando exposto durante toda a vida a uma dose de 1 mg/kg-dia de benzeno.

O risco unitário de câncer é outro indicador que informa o risco estimado de câncer para cada unidade de concentração no meio considerado. Ele é uma estimativa quantitativa de risco ou por $\mu\text{g/L}$ de água potável ou por $\mu\text{g/m}^3$ de ar respirado. Por exemplo, a EPA atribui um risco unitário de câncer por inalação do benzeno de $8,3 \times 10^{-6}$ $\mu\text{g/m}^3$ e para ingestão de água contaminada por benzeno de $8,3 \times 10^{-7}$ $\mu\text{g/L}$. Isto significa a estimativa de risco, caso haja exposição a uma concentração de benzeno no ar de 1 $\mu\text{g/m}^3$ de ar inalado ou de 1 $\mu\text{g/L}$ de água ingerida durante toda a vida² (ATSDR, 1997). São indicadores de potência carcinogênica que multiplicados pela dose (em se tratando de fator de inclinação) ou pela concentração no ar ou água (risco unitário) darão as estimativas de excesso de risco de câncer conforme veremos adiante.

Estes são parâmetros que devem ser levados em conta quando se realiza a investigação e o acompanhamento de saúde de uma população exposta a compostos químicos.

1.2.2. Efeitos Sistêmicos

A maior parte dos estudos de toxicidade de uma substância química é feita com animais. Esses estudos são realizados oferecendo uma dose conhecida de uma substância a uma população de animais. Eles são realizados com diversas doses para que se possam determinar alguns indicadores de toxicidade como o NOAEL (no-observed-adverse-effect-level) que é o nível de maior dose oferecida a uma população de cobaias que não apresentou nenhum efeito adverso; e o LOAEL

² “In terms of quantitative risk assessment per se, ATSDR does not currently engage in low-dose modeling efforts or in the development of associated cancer potency factors or slope estimates. In some instances, cancer potency factors, developed by the Environmental Protection Agency (EPA), are used by ATSDR to estimate cancer risk levels”. [ATSDR Cancer Policy Framework, Janeiro, 1993]

(lowest-observed-adverse-effect-level) indica qual o menor nível de dose em que foi observado efeito adverso.

Cada um desses indicadores é elaborado para cada tipo de exposição, quanto a duração (pode ser aguda, intermediária e crônica) e quanto a via de exposição (respiratória, digestiva e cutânea). Outro indicador de toxicidade é a DL50 (dose letal 50 – aquela que mata 50% da população de cobaias). Com base nesses estudos com animais são elaboradas as curvas de dose-resposta (para cada efeito, nas abscissas são colocadas as doses e nas ordenadas a população de cobaias que apresenta o efeito). Os efeitos sistêmicos ocorrem quando a substância produz efeitos sobre os mais diversos órgãos (rins, fígado, cérebro, coração, etc) e tecidos, que são observados em animais. Nem sempre eles são os mesmos observados em humanos, mas é lícito supor a ocorrência de efeitos em humanos caso ocorram em animais. Essa extrapolação de animais para humanos é realizada considerando graus de incerteza.

Um dos indicadores que vamos utilizar nesse estudo é o Nível onde o Risco é Mínimo (Minimal Risk Level - MRL). É definido como uma estimativa de exposição diária humana a uma substância perigosa que provavelmente não trará risco apreciável de efeito adverso diferente do câncer, considerando uma duração específica de exposição (aguda – 1 a 14 dias; intermediária – 15 a 364 dias; e crônica – 365 dias ou mais) para uma determinada via de exposição. O MRL foi criado para dar idéia do perigo que representa cada substância. Exposições acima do MRL não significam que ocorrerão efeitos adversos. É um indicador de perigo e quer dizer que exposições até esse nível provavelmente não acarretarão efeito adverso inclusive à pessoa mais sensível.

O MRL é baseado no NOAEL referido ao estudo que menor dose utilizou para verificar o efeito mais sensível que a substância produziu, associado aos graus de incerteza. Quando se dispõe de informações suficientes de diversos estudos em animais, em diversas espécies, é utilizado o maior nível de dose em que não foi observado nenhum efeito adverso (NOAEL). O MRL é produzido dividindo-se o NOAEL pelos fatores de incerteza. Em geral, quando se usa o NOAEL, os fatores de incerteza são 2 (10^2) agregando um fator 10 pela extrapolação de animais para humanos e outro fator 10 pela variabilidade e suscetibilidades humanas.

Outro indicador utilizado é a dose de referência (oral Reference Dose- RfD). Ela é baseada no conceito de que existem limites para a ocorrência de certos efeitos tóxicos, como necrose celular. Em geral a RfD é uma estimativa (com graus de incerteza) de uma exposição diária para uma população humana (incluindo subgrupos sensíveis) que é provável de ocorrer sem um risco apreciável de efeitos nocivos durante a vida inteira.

Conforme veremos adiante, quando examinarmos cada substância *per si* e seus possíveis efeitos na população do Condomínio Barão de Mauá, cada nível de exposição corresponderá à possibilidade, ou não, de ocorrerem determinados efeitos

adversos na população exposta. Serão apresentadas estimativas de dose de exposição para os diversos grupos populacionais do Condomínio Barão de Mauá, baseadas nas concentrações de cada substância encontradas nos diversos compartimentos ambientais.

2. AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA

2.1. Efeitos tóxicos dos contaminantes de interesse

2.1.1. Efeito carcinogênico

É importante ter em conta que, quando uma substância é considerada carcinogênica, o câncer pode ocorrer em qualquer lugar do organismo humano. Significa também que uma célula desta substância pode levar ao desenvolvimento do câncer, dependendo das características próprias de cada pessoa. Mesmo que só existam evidências em animais e com altas doses (como na classificação B2 da EPA, por exemplo), e mesmo que em animais o câncer apareça em um único sítio, a IARC recomenda que se considerem todas as possibilidades de câncer (HALLENBECK, 1993).

Entre os compostos químicos identificados na área estudada, são considerados como cancerígenos para os seres humanos o Cádmiio (IARC), o Cromo hexavalente (EPA e IARC), o Níquel metálico (EPA) e o Benzeno (EPA e IARC). O Zinco, o Cobre, o Bário, o Mercúrio elementar e o Fenol estão classificados no grupo D pela EPA (EPA /IRIS, 2003) e o Cobre no grupo 3 pelo IARC. Isto significa que estas substâncias não apresentam evidências até o momento de terem potencial de causar câncer em seres humanos (tabela VII-3). Alguns compostos Cromo (VI) têm sido associados com a ocorrência de câncer de pulmão em trabalhadores e demonstrado causar câncer em animais.

O benzeno pode causar câncer dos órgãos formadores do sangue. Tanto a IARC como a EPA determinaram que o benzeno é cancerígeno para os seres humanos. Exposição por longo tempo a níveis relativamente altos de benzeno no ar pode causar câncer dos órgãos formadores do sangue. Esta condição é chamada de leucemia. A exposição ao benzeno tem sido associada com o desenvolvimento de um tipo particular de leucemia, chamada leucemia mielóide aguda.

O chumbo é classificado pela EPA como B2, provável carcinógeno humano, por via oral, a partir de experimentos em animais com desenvolvimento de tumores renais após ingestão de sais solúveis de chumbo.

É considerado possível carcinógeno humano pelo IARC (grupo 2B) indicando que existem dados de ocorrência de câncer em humanos, associada com a exposição ao chumbo, mas que eles são inadequados, ausentes ou limitados O Metilmercúrio (compostos) e o Cobalto são classificados como 2B, pelo IARC, indicando-os como possíveis carcinogênicos. O DDT e seus derivados e as Bifenilas

policloradas são consideradas como prováveis carcinógenos humanos a partir de experimentos em animais (grupo B2 da EPA).

Para todos os compostos classificados do grupo B2 ao grupo A, a EPA estabelece o fator de potência para que ele cause câncer. Este fator é definido dependendo da forma como o contaminante se encontra no meio ambiente e da via de contato, a partir de experimentos em animais ou estudos observacionais em seres humanos (tabela VII-4).

Tabela VII-3: Classificação dos contaminantes de interesse segundo potencial carcinogênico.

Contaminante	EPA	IARC
METAIS e INORGÂNICOS		
Bário	D	-
Cádmio	B1	1
Chumbo	B2	2B
Cobre	D	3
Zinco	D	-
Cobalto		2B
Cromo (VI)	A	1
Mercurio elementar	D	
Metilmercúrio (compostos)	C	2B
Molibdênio	----	-----
Níquel metálico	A	2B
COMPOSTOS ORGÂNICOS SEMI-VOLÁTEIS		
Fenol	D	
Σ Cresol	-	-
DDT/DDD/DDE	B2	-
Σ PCBs	B2	-
COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS		
Benzeno	A	1

Fonte: EPA – IRIS / 2004.

Tabela VII-4: **Potência (fator de inclinação ou risco unitário) de câncer por contaminante de interesse.**

Contaminante	Fator de potência EPA(1998/1999)	1. Fonte
Cromo	1,2E – 2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Risco unitário (ar)
DDT	$3,4 \times 10^{-1}(\text{mg}/\text{kg}\text{-dia})^{-1}$	Fator de inclinação EPA(1998)
DDD	$2,4 \times 10^{-1} (\text{mg}/\text{kg}\text{-dia})^{-1}$	Fator de inclinação EPA(1998)
Níquel metálico	2,4E -4	Risco unitário (ar)
PCBs	2 per (mg/Kg-dia)	Fator de inclinação EPA
Cádmio	$1,8 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$	Risco unitário (ar)
BENZENO	$1,5 \times 10^{-2}$ a $5,5 \times 10^{-2}$ ($\text{mg}/\text{kg}\text{-dia}$) 2.2×10^{-6} a 7.8×10^{-6} $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 4.4×10^{-4} a 1.6×10^{-3} mg/L	Fator de inclinação EPA Risco unitário (ar) - 1996 Risco unitário (água) - 1996

Fonte: IRIS - EPA (2004)

2.1.2. Efeito não-carcinogênico

2.1.2.1 Benzeno

É um líquido incolor, com um odor adocicado. Evapora-se no ar muito rapidamente e dissolve-se levemente na água. O benzeno é altamente inflamável. É achado no ar, água e solo. O benzeno é comumente encontrado no ambiente, a partir de fontes naturais como vulcões e incêndios florestais e a partir de atividades humanas. Atualmente é originário principalmente do petróleo. É uma substância com grande uso industrial sendo a base para elaboração de outros químicos que vão fazer parte de resinas, plásticos (estireno), nylon e fibras sintéticas (ciclohexano), e para a manufatura de alguns tipos de borrachas, lubrificantes, detergentes, drogas e pesticidas. É parte do óleo bruto, gasolina e fumaça do cigarro.

Processos industriais são a principal fonte no ambiente. Os níveis de benzeno no ar podem aumentar por emissões a partir da queima de carvão e óleo, descargas de motores de veículos, operações de armazenagem de resíduos e evaporação a partir de postos de gasolina. Descargas industriais, deposição de produtos contendo benzeno e gasolina liberada a partir de tanques de armazenamento subterrâneos, podem liberar benzeno para a água e solo. O benzeno pode passar para o ar a partir da água e superfície do solo. No ar ele se degrada rapidamente (alguns dias). Ele pode retornar a superfície através da chuva. No solo e na água ele se degrada mais lentamente. Ele pode passar através do solo para a água subterrânea.

A maioria das pessoas é exposta a pequenas quantidades de benzeno diariamente, ao ar livre, no local de trabalho e dentro das suas residências. Esta exposição é principalmente através da inalação de ar contaminado com benzeno. As principais fontes de exposição são a fumaça do cigarro, oficinas mecânicas, descargas de veículos e emissões industriais. Vapores ou gases de produtos que contém benzeno como colas, vernizes, tintas, removedores e detergentes também podem ser fontes de exposição. Pessoas que moram em cidades ou áreas industriais são geralmente mais expostas ao benzeno do que pessoas morando em áreas rurais. Aquelas que moram próximas de refinarias de petróleo, empresas petroquímicas e postos de gasolina, podem ser expostas a níveis maiores de benzeno no ar. Os níveis de benzeno dentro das casas são geralmente maiores do que ao ar livre.

O benzeno penetra no organismo através da inalação de ar contaminado, da ingestão de produtos contaminados (alimentos, água e poeiras) e por absorção dérmica pelo contato com produtos contendo benzeno, como gasolina. Cerca da metade do benzeno que penetra pelo organismo é eliminado sem ser absorvido, não chegando até a corrente sanguínea. A quantidade que é absorvida pode ser temporariamente estocada na medula óssea ou no tecido adiposo ou ser convertida em metabólitos do benzeno no fígado e medula óssea. Alguns dos efeitos mais nocivos do benzeno são devidos a estes metabólitos. A maioria destes é eliminada pela urina cerca de 48h após a exposição.

A maioria dos efeitos nocivos sobre a saúde, causados pelo benzeno, está associada com a quantidade da substância e tempo de exposição. A maioria dos dados a respeito de efeitos de exposição por longo prazo é a partir de estudos em trabalhadores empregados em indústrias que produzem ou usam benzeno, que estão expostos a níveis maiores de benzeno do que a população geral. Quando inalado agudamente, exposições breves (5-10 minutos) a níveis muito altos (10.000 – 20.000ppm) podem resultar em morte. Em níveis mais baixos (700 – 3.000ppm) podem causar sonolência, tonteira, taquicardia, cefaléia, tremores, confusão e perda da consciência.

A ingestão de alimentos ou água com níveis altos de benzeno pode causar vômitos, irritação gástrica, tonteira, convulsões, taquicardia, coma e morte. Com níveis menores os efeitos não são conhecidos. Benzeno na pele pode causar rubor (vermelhidão) e coceira. Nos olhos pode causar irritação e lesão da córnea.

O benzeno tem efeito nocivo sobre os tecidos que produzem as células do sangue, em especial a medula óssea, podendo causar interrupção da produção e diminuição destas células. Diminuição das células vermelhas (hemácias) pode causar anemia. Redução em outros componentes pode causar sangramento excessivo. O benzeno também pode ser lesivo ao sistema imunológico, aumentando a chance de infecções e diminuindo as defesas contra o câncer. Os efeitos da exposição humana ao benzeno a partir da ingestão de alimentos ou água

contaminados são desconhecidos, porém em animais pode causar lesão ao sangue e sistema imunológico e mesmo câncer.

A exposição ao benzeno pode ser nociva aos órgãos reprodutores. Algumas mulheres trabalhadoras que respiraram altos níveis de benzeno por muitos meses tinham irregularidade dos seus períodos menstruais e diminuição do tamanho dos seus ovários. Entretanto os níveis exatos de exposição foram desconhecidos e os estudos não provaram que o benzeno causou este efeito. Não é conhecido que efeitos a exposição ao benzeno podem ter sobre o desenvolvimento do feto em mulheres grávidas ou sobre a fertilidade masculina. Estudos em animais grávidos mostram que respirar benzeno tem efeitos nocivos no desenvolvimento do feto como baixo peso, atraso na formação óssea e lesão da medula óssea.

O benzeno pode ser dosado no sangue, no entanto como ele desaparece rapidamente, a dosagem pode ser acurada somente para exposições recentes. No organismo o benzeno é convertido para produtos chamados metabólitos. Certos metabólitos do benzeno como fenol, ácido mucônico e S-fenil-N-acetil cisteína (PhAC) podem ser mensurados na urina. A dosagem do ácido mucônico na urina é o mais sensível e adequado indicador de exposição ao benzeno. No entanto, sua presença na urina também pode resultar da ingestão de ácido sórbico, uma substância que é comumente usada como preservativo em alimentos. Ele também é encontrado em níveis mais elevados em fumantes. A dosagem de benzeno no sangue ou seus metabólitos na urina não pode ser usada para fazer previsões a cerca da ocorrência de futuros efeitos sobre a saúde.

2.1.2.2. Cobre

O cobre é um elemento essencial para o organismo dos mamíferos. Está envolvido na respiração celular, defesa contra radicais livres, neurotransmissão, metabolismo do ferro e síntese de tecido conectivo. Existem enzimas que são dependentes do cobre como a citocromo-oxidase e a dopamina beta-hidroxilase. A doença ocorre quando sua ingestão é deficiente ou excessiva. A principal rota de exposição é através da ingestão, porém pode também ocorrer inalação, a partir de poeiras e fumos de indústrias, ou absorção dérmica, a partir de aplicações tópicas a base de cobre (FISHER, 2001b).

Um adulto ingere 1,2 a 5mg de cobre por dia, cerca de metade do qual é absorvida. Mais de 75% do cobre circulante é ligado a proteínas plasmáticas. Ele é distribuído através do corpo, mas é estocado primariamente no fígado, músculos e ossos. O cobre é eliminado principalmente através das fezes após excreção dentro da bile. A excreção urinária é baixa em humanos.

A intoxicação aguda pelo cobre pode ser fatal dependendo da dose. Os achados predominantes são gastrintestinais estando também associado com a ocorrência de febre de fumos metálicos. A toxicidade crônica e os efeitos a longo prazo da exposição ao cobre não tem sido bem estabelecidos. Está associado com a

ocorrência da febre dos fumos metálicos e de perfuração do septo nasal, em trabalhadores expostos a inalação de poeiras ou fumos de cobre.

O cobre causa imobilização irreversível dos espermatozóides *in vitro*. Nenhum efeito teratogênico atribuído ao cobre foi relatado em humanos, porém altas doses em ratas grávidas foram relacionadas com aumento da mortalidade fetal e malformações no sistema nervoso central. Não há relatos de carcinogenicidade associada (ATSDR,2002).

Os níveis séricos normais são cerca de 1mg por litro variando de 0,87 a 1,37. Eles são levemente superiores nas mulheres e aumentam com a idade. O cobre no plasma está 95% na ceruloplasmina. Esta é uma proteína que se eleva nos estados inflamatórios agudos e crônicos, no uso de pílulas (pelo estrogênio), na gravidez, cirrose, câncer e tireotoxicose.

2.1.2.3. Cromo

É um elemento achado naturalmente nas rochas, solo, plantas, animais, poeiras e gases vulcânicos. Ele está presente no ambiente de várias formas. As mais comuns são Cromo, Cromo trivalente (III) e Cromo hexavalente (VI). O Cromo (III) existe naturalmente no ambiente e é um nutriente essencial para o organismo promover a ação da insulina nos tecidos para a metabolização de açúcares, gorduras e proteínas pelo organismo. Cromo (0) e Cromo hexavalente (VI) são geralmente produzidos por processos industriais. O metal Cromo (0) é usado principalmente para fazer aço e ligas. Os compostos de Cromo, principalmente as formas Cromo trivalente (III) e Cromo hexavalente (VI) produzidos pelas indústrias químicas são usados para atividades de galvanização, manufatura de tintas e pigmentos, curtimento de couros e como preservativos de madeira. Pequenas quantidades são usadas como toner para máquinas copiadoras, inibidores de corrosão e ferrugem e tecidos.

No ar os compostos de Cromo estão presentes como poeiras, podendo permanecer por até 10 dias. Quando se deposita no solo o Cromo não é facilmente dissolvido e carregado pela água. Peixes não acumulam grandes quantidades de Cromo em seus organismos. As pessoas podem ser expostas ao Cromo através da inalação de ar, ingestão de água, solo ou alimentos contendo Cromo, ou pelo contato da pele com compostos de Cromo ou Cromo (0). O Cromo (VI) é absorvido pelo organismo mais facilmente que Cromo (III), porém é transformado neste quando dentro do organismo. Partículas de Cromo podem se depositar nos pulmões, e, quando em vias aéreas inferiores, podem ser absorvidas para a corrente sangüínea. Posteriormente pode ser eliminado pelos rins em alguns dias. A maioria do Cromo que é ingerido não é absorvido pelo intestino, sendo eliminado através das fezes. Uma pequena quantidade, cerca de 0,4 – 2,1%, passará através da membrana intestinal para a circulação sangüínea. O cromo pode ser dosado no cabelo, urina e sangue

Cromo (VI) é mais tóxico que Cromo (III). Quando inalado na forma de ácido crômico ou trióxido, o Cromo (VI) pode causar lesão da mucosa nasal como úlcera e perfuração do septo nasal, entre outros. Exposição crônica está associada a câncer de pulmão em trabalhadores expostos a níveis, no ar, cerca de 100 a 1.000 vezes maiores do que os naturalmente existentes. O câncer pode ocorrer muitos anos após a exposição ter cessado. Ingestão de grandes quantidades de Cromo (VI) pode causar úlceras, convulsões, lesão renal e hepática e mesmo morte. O Cromo (VI) também causa lesões da pele como reações alérgicas, úlceras e irritações cutâneas.

2.1.2.4. Bifenilas Policloradas (PCBs)

PCBs são um grupo de químicos orgânicos sintéticos que podem causar diferentes efeitos lesivos à saúde. Não existem fontes naturais conhecidas de PCBs no ambiente. PCBs são líquidos ou sólidos incolores ou amarelo claro. Alguns são voláteis e podem existir como vapores no ar. Eles não têm gosto ou odor conhecido. Os PCBs entram no ambiente como misturas contendo uma variedade de componentes bifenilas clorinados conhecidos como congêneres, assim como impurezas. Os efeitos sobre a saúde mais conhecidos são referentes a 7 tipos de misturas de PCBs. Algumas misturas de PCBs são conhecidas pelo seu nome industrial, como Aroclor. Eles são usados em equipamentos elétricos (transformadores, etc.) como lubrificantes e colas. Sua produção foi interrompida nos EUA desde 1977 porque são lesivos ao meio ambiente e a saúde humana.

Alguns estudos em trabalhadores sugerem que PCBs podem causar acne e rash cutâneo, irritação dos pulmões e nariz, desconforto gastrointestinal, alterações no fígado e sangue, depressão e fadiga. Estudos em trabalhadores têm fornecido evidências de que PCBs podem estar associados com certos tipos de câncer como de fígado e trato biliar. Ratos que são expostos a misturas comerciais de PCBs durante toda a sua vida desenvolvem câncer hepático. Tanto a EPA como a IARC determinam que PCBs são prováveis cancerígenos humanos.

Existem testes para determinar PCBs no sangue, leite materno e gordura corporal. Fetos e crianças são mais susceptíveis a PCBs do que adultos porque seu cérebro, sistema nervoso, sistema imunológico, tireóide e órgãos reprodutivos estão em desenvolvimento e os efeitos dos PCBs sobre estes podem ser mais acentuados após exposição durante os períodos pré-natal e neonatal.

2.1.2.5. Zinco

A principal rota de exposição ao zinco é através da dieta. Ocorre também inalação de poeiras e fumos de zinco e absorção cutânea a partir de preparados tópicos. A absorção intestinal de zinco é influenciada por fatores da dieta. A ingestão concomitante com proteínas vegetais, cádmio e fósforo diminui a absorção, já com proteínas animais, aumenta. Ele se concentra no pâncreas, próstata, rins, fígado, músculos e retina. Um grande número de enzimas do organismo humano necessita

de zinco para funcionar. Ele interage com proteínas para regular a síntese de DNA e RNA e controlar a neurotransmissão. É necessário para o hormônio do crescimento e ajuda a manter a integridade estrutural da membrana celular (FISHER, 2001a).

Sua meia vida biológica excede 300 dias. Cerca de 70 a 80% é excretado nas fezes, o que é acentuado pela ingestão de proteínas de origem vegetal. Ele também é eliminado através da urina (15%), suor (pode chegar a 25% em países quentes) e leite materno.

Os sintomas agudos de intoxicação pelo zinco são fundamentalmente gastrintestinais. Ele também é lesivo aos olhos (irite e glaucoma) e pele (úlceras e dermatite). Ingestão crônica de altas doses de suplementos a base de zinco (mais de 100mg/dia) dão origem à anemia sideroblástica e leucopenia. Está associado à febre dos fumos metálicos. O zinco parece não ser teratogênico, embora sua deficiência seja. Não é considerado carcinogênico.

As concentrações de zinco em seres humanos são maiores na próstata e retina (500mg/kg). Níveis altos são achados também no fígado, rins, ossos, músculos e pâncreas. As concentrações de zinco no soro e plasma são próximas a 1µg/mL (100µg/dL). No sangue é cerca de 4 vezes maior pela concentração deste nos eritrócitos. A excreção urinária em humanos não ocupacionalmente expostos é cerca de 0.5mg na urina de 24hs (ATSDR, 1994).

2.1.2.6. Efeitos não carcinogênicos – INDICADORES DE RISCO

Conforme dito anteriormente, os Níveis de Risco Mínimo (Minimal Risk Level – MRL) são indicadores que nos darão idéia do perigo que representa para a população a exposição a cada uma dessas substâncias acima descritas. A Dose de Referência (RfD) é o indicador utilizado pela EPA baseado no NOAEL, associado aos graus de incerteza correspondendo à extrapolação de animais para humanos e à variabilidade intraespécie (100 de incerteza). A tabela VII-5 mostra o MRL e/ou RfD de cada contaminante de interesse.

Para o chumbo não há RfD ou MRL estabelecido. Vários fatores sociais, nutricionais, culturais e individuais influenciam a absorção, biotransformação e excreção do chumbo, e o conhecimento atualmente existente em relação a sua farmacocinética supõe que um indicador derivado de um método padronizado poderia não representar totalmente a população exposta.

O chumbo tem um NOAEL estabelecido para exposição intermediária por via digestiva de 0.0015mg/kg/dia (estudo em ratos, com avaliação de efeitos lesivos sobre o sistema reprodutor, neurológico, hematopoiético e fígado). Da mesma forma não foi possível encontrar padrão de referência para o molibdênio.

Tabela VII-5: Normas e valores padrões de referência - Níveis de Risco Mínimo (Minimum Risk Level – MRL) e Dose de Referência (Reference Dose – RfD) - para os contaminantes de interesse.

Substância	MRL (ATSDR)	MRL (ATSDR)	MRL (ATSDR)	RfD (EPA)
	AGUDO	INTERMEDIÁRIO	CRÔNICO	(mg/kg/dia)
DDT	Oral ³ 0,0005 mg/kg-dia (1000-incerteza) (LOAEL)	Oral ⁴ :0,0005mg/kg-dia (100 incerteza)		5,00x10 ⁻⁴ mg/kg-dia (100 incerteza)
Cádmio	Não estabelecido	Não estabelecido	Oral: 0,0002mg/kg/dia (Incerteza: 10) Efeito: Renal	Água: 0,0005mg/kg/dia (Incerteza:10) Efeito: Renal Alimentos: 0,001mg/kg/dia (Incerteza: 10) Efeito: Renal
Chumbo	Não estabelecido	Não estabelecido	Não estabelecido	Não estabelecido
Cobre	Oral: 0,02mg/kg/dia (Incerteza: 3) Efeito:Gastrintestinal	Oral: 0,02mg/kg/dia (Incerteza: 3) Efeito: Gastrintestinal	Não estabelecido	Não estabelecido
Zinco	Não estabelecido	Oral: 0,3 mg/kg/dia (Incerteza: 3) Efeito: Hematológico	Oral, 0,3 mg/kg/dia (Incerteza: 3) Efeito:Hematológico	0,3 mg/kg/dia (Incerteza: 3) Efeito: Hematológico
Cromo (VI)		Inalação (incerteza 100) Aerossóis mistos: 0,000005mg/m ³ Particulados:0,001mg/m ³		3E-3mg/Kg-dia (Incerteza: 300) Efeito: não relatado ⁵
Mercúrio		Cloreto de Mercúrio Oral: 0,002mg/Kg-dia Efeito: renal (Incerteza: 100)	Mercúrio elementar Inalação (incerteza 30): 0,0002mg/m ³ . Efeito neurológico Metil mercúrio: Oral: 0,0003mg/Kg-d Ef.: desenvolvimento	Metil mercúrio: 1E-4 (0,0001mg/Kg-dia)

¹ Desenvolvimento perinatal do sistema nervoso e neurotoxicidade em adultos - ratos

² Mudanças histológicas em tecido hepático

⁵ Estudo em ratos expostos durante 1 ano a água contendo 25mg/L de cromo como K₂CrO₄.

Níquel		Inalação (Incerteza:30) 0,0002mg/m ³ Efeito: respiratório	Sais solúveis: 2E-2mg/Kg-dia
Bário			0,07mg/Kg-dia
Fenol			0,3mg/Kg-dia ⁶
Σ Cresol	Oral:0,05mg/Kg/dia Efeito: neurológico		
Cobalto		Oral: 0,01mg/Kg-dia Efeito: hematológico	
PCBs ⁷		Oral: 0,03μg/Kg-dia Efeito: neurológico (Incerteza: 300)	Oral: 0,02μg/Kg-dia Efeito: imunológico (Incerteza: 300)
Benzeno	Inalação(inc.30) 0,05ppm Ef. neurológico	Inalação: 0,004ppm (incerteza: 90) Efeito: neurológico	0,004mg/Kg/dia ⁹ (incerteza: 300)
Molibdênio	Não estabelecido	Não estabelecido	Não estabelecido

Fonte: EPA – IRIS/2004.

2.2. Cálculo das doses de exposição no Condomínio Barão de Mauá.

O cálculo das doses de exposição foi realizado a partir dos contaminantes definidos como de interesse, ou seja, aqueles que apresentaram concentrações nos meios examinados acima dos valores de referência e constituíram rota de exposição completa.

Todas as normas aqui expressas são baseadas em estudos com animais e a extrapolação para humanos, no caso de uma população específica - a população do Condomínio Barão de Mauá, envolve muitas incertezas. Essas incertezas são de ordem geral, que estão presentes em toda e qualquer extrapolação, mas também tem que considerar outras que são específicas para o caso de Mauá. Em relação ao cálculo da dose de exposição a partir dos dados de concentração ambiental, há incertezas envolvidas como o fato de trabalhar com um número limitado de amostras do meio contaminado. Uma forma de minimizar essa incerteza é tomar o limite

⁶ Menor ganho de peso materno em estudo em ratos.

⁷ Valores referentes ao composto Aroclor 1254

⁸ Estudo em macacos: diminuição do peso de nascimento

⁹ Estudo em homens expostos ocupacionalmente ao composto BMDL (1,2mg/Kg/dia). Efeito crítico: diminuição do número de linfócitos.

superior de concentração de contaminante encontrado nas amostras, como foi adotado neste trabalho.

Como descrito anteriormente (CAPÍTULO VI) foi estabelecida uma rota de exposição completa no passado para a população de ex - trabalhadores do aterro e da construção do Condomínio Barão de Mauá, e para eventuais visitantes do aterro, assim como moradores que já residissem no local enquanto outros prédios eram erguidos.

Para o cálculo das doses de exposição (ANEXO VII-1) além dos dados de contaminação ambiental são necessárias estimativas da frequência e duração da exposição, para cada rota completa e potencial. Para as populações expostas no passado, não é possível estabelecer a frequência de exposição, para os frequentadores e trabalhadores do aterro. Para os eventuais moradores à época, não existem dados de concentração dos contaminantes no ar. Os dados existentes apresentam as concentrações dos contaminantes nos solos, que eram diretamente manipulados pelos ex-trabalhadores na construção do condomínio. Para estes, calculou-se a dose de exposição tendo como base uma frequência de 6 dias de exposição por semana, com duração de 6 anos (tempo de início das obras até a interrupção destas: 1994 – 2000).

Foram realizadas estimativas da dose de exposição a partir da ingestão e absorção dérmica do solo contaminado¹⁰ (tabela VII-6). Não foi possível estimar esta dose a partir da inalação dos compostos orgânicos semi-voláteis devido a ausência de dados referentes as concentrações destes no ar. No entanto, enfatizamos que não há dúvidas a respeito da exposição destes trabalhadores a estes compostos.

Tabela VII-6: Dose total de exposição diária para a população de ex-trabalhadores da construção do Condomínio Barão de Mauá (mg/Kg- dia).

Contaminante	Dose diária por ingestão de poeira do solo	Dose diária por absorção dérmica de poeira do solo	2. Dose diária total (mg/Kg/dia)
Bário	6,59E-05	-----	6,59E-05
Cádmio	9,86E-07	9,27E-06	0,00001
Chumbo	8,52E-05	-----	8,52E-05
Cobalto	9,32E-05	0,000175	0,00027
Cobre	0,00051	0,005749	0,00626
Cromo total	0,000537	0,000151	0,00069
Mercúrio	2,44E-06	----	2,44E-06
Molibdênio	2,79E-05	-----	2,79E-05

¹⁰ No ANEXO VII-1 podem ser vistas as fórmulas que deram origem aos valores apresentados assim como nos anexos VII-2 e VII-3 estão as tabelas demonstrativas dos cálculos realizados.

Níquel	0,000184	7,97E-05	0,00026
Zinco	0,000213	0,026013	0,02623
Fenol	1,37E-06	0,000206	0,00021
Σ Cresol	1,84E-06	-----	1,84E-06
Σ DDD/DDT/DDE	2,36E-06	1,47E-05	0,00002
PCBs	3,02E-07	1,48E-06	1,78E-06

Não foi possível calcular para todos os contaminantes de interesse a dose de absorção dérmica. Não existe na literatura consultada fator de biodisponibilidade definido para todos os compostos apresentados. O fator de biodisponibilidade é o percentual aproximado da substância química que, uma vez aderida à pele, é absorvida. Ele é calculado a partir de estudos em animais ou seres humanos, que freqüentemente não refletem a realidade da exposição humana na área estudada, seja pela preparação química distinta do composto, do meio onde se realizou a contaminação (diferente de estudos *in vitro*), da pele exposta, entre outros.

Não foram estabelecidas rotas completas de exposição no presente para os moradores do Condomínio. No entanto, existem dados referentes ao compartimento atmosférico no Condomínio para alguns compostos orgânicos voláteis: Benzeno, Tolueno, Clorobenzeno, n-Decano, 1,3,5-Trimetilbenzeno (CAPÍTULO V). As concentrações de Benzeno, dentro e fora dos apartamentos, ultrapassaram os padrões de segurança (MRL-ATSDR) sendo, portanto, considerado um contaminante de interesse e realizado cálculo da dose de exposição, considerando-se uma exposição contínua por toda a vida (70 anos).

Foram consideradas três faixas etárias para o cálculo da dose de exposição¹¹ ao benzeno, até 01 ano, considerando-se peso corporal médio de 10 Kg e inalação diária de 3,8m³/dia de ar; de 1 a 11 anos, considerando peso corporal médio de 30kg e inalação diária de 15m³/dia de ar; e 12 anos e mais, considerando peso corporal médio de 70 kg. Para esta faixa etária a estimativa da dose de exposição foi diferenciada para o sexo feminino e masculino, de acordo com taxas médias diárias de inalação de ar distintas, 21m³/dia e 23m³/dia, respectivamente (tabela VII-7).

Tabela VII-7: Dose total de exposição diária ao benzeno para a população de moradores do Condomínio Barão de Mauá (μ/Kg- dia).

BENZENO	Ao ar livre no condomínio	Dentro dos apartamentos habitados	Dose total diária (μg/Kg-dia)
DE em crianças até 1 ano	3,6708	4,5676	8,2384
DE em crianças de 1 – 11 anos	4,83	6,01	10,84

¹¹ No anexo VII-1 podem ser vistas as fórmulas que deram origem aos valores apresentados assim como no anexo VII-4 está a tabela demonstrativa dos cálculos realizados.

DE em adultos do sexo feminino	2,898	3,606	6,504
DE em adultos do sexo masculino	3,174	3,949429	7,123429

2.2.1 Efeito não-carcinogênico

Para avaliação do efeito não-carcinogênico dos contaminantes de interesse no Condomínio Barão de Mauá tomou-se o Nível onde o Risco é Mínimo (MRL – Minimal Risk Level - ATSDR) baseado no NOAEL para exposição crônica ou a Dose de Referência (RfD - EPA) para exposição oral. O ideal é comparar os valores encontrados com o MRL de exposição crônica definido para cada contaminante de interesse. No entanto, para o cobre, cobalto, DDT e seus metabólitos só está definido o MRL de exposição intermediária e para os compostos Cresol o MRL de exposição aguda.

Na tabela VII-8 são apresentadas as doses de exposição diária total (ingestão mais absorção dérmica) para a população de ex-trabalhadores em comparação com o MRL ou RfD estabelecido. As referências utilizadas são (exceto para os compostos Cresol) as relativas aos experimentos com baixa dose e longa duração (crônicos), os que mais se assemelham à situação vivida pelos trabalhadores durante a construção do Condomínio Barão de Mauá.

O chumbo não tem nível de risco mínimo estabelecido para exposição humana (item 2.1.2.5), consideramos que qualquer valor de exposição pode significar risco de lesão para a saúde. Utilizando-se o critério da Organização Mundial da Saúde (OMS) através do seu comitê de especialistas em aditivos alimentares (FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) para ingestão semanal provisória tolerável (PTWI) para o chumbo de 25µg/kg de peso corporal (FAO/WHO,2000) como contaminante de alimentos, a dose de exposição encontrada para a população exposta encontra-se abaixo deste limite proposto.

Tabela VII-8: **Dose total de exposição diária para a população de ex-trabalhadores na construção do Condomínio Barão de Mauá (mg/Kg- dia) e valores padrões de referência.**

Contaminante	Rota de exposição Solo /Resíduos	Dose de Exposição	GUIA de saúde para ingestão		Excedida pela dose de exposição estimada
			Valor (mg/kg-dia)	Fonte	
Chumbo	Ingestão Absorção dérmica Total*	8,52E-05 ----- 8,52E-05	-----	-----	Não existe MRL estabelecido

Cádmio	Ingestão Absorção dérmica Total*	9,86E-07 9,27E-06 0,00001	(oral) 0,0002	MRL – C	NÃO
Cobre	Ingestão Absorção dérmica Total*	0,00051 0,005749 0,00626	(oral) 0,02	MRL – I	NÃO
Zinco	Ingestão Absorção dérmica Total*	0,000213 0,026013 0,02623	(oral) 0,3	MRL – C	NÃO
Bário	Ingestão Absorção dérmica Total*	6,59E-05 NR 6,59E-05	(oral) 0,07	RfD	NÃO
Cobalto	Ingestão Absorção dérmica Total*	9,32E-05 0,000175 0,00027	(oral) 0,01	MRL - I	NÃO
Cromo total	Ingestão Absorção dérmica Total*	0,000537 0,000151 0,00069	0,003	RfD ¹²	NÃO
Mercúrio	Ingestão Absorção dérmica Total*	2,44E-06 NR 2,44E-06	0,0001	RfD ¹³	NÃO
Molibdênio	Ingestão Absorção dérmica Total*	2,79E-05 NR 2,79E-05			
Níquel	Ingestão Absorção dérmica Total*	0,000184 7,97E-05 0,00026	0,02	RfD ¹⁴	NÃO
Fenol	Ingestão Absorção dérmica Total*	1,37E-06 0,000206 0,00021	0,3	RfD	NÃO
Σ Cresol	Ingestão Absorção dérmica Total*	1,84E-06 NR 1,84E-06	(oral) 0,05	MRL - A	NÃO
Σ DDD/DDT/DDE	Ingestão Absorção dérmica Total*	2,36E-06 1,47E-05 0,00002	(oral) 0,0005	MRL - I	NÃO
PCBs	Ingestão Absorção dérmica Total*	3,02E-07 1,48E-06 1,78E-06	0,00002	MRL - C ¹⁵	NÃO

*somatório das concentrações dos contaminantes.

¹² Dose de referência (RfD) para Cromo VI com fator de incerteza de 300.

¹³ Dose de referência (RfD) para Metilmercúrio com fator de incerteza de

¹⁴ Dose de referência (RfD) para sais solúveis de Níquel com fator de incerteza de

¹⁵ MRL para exposição crônica ao composto Aroclor 1254

MRL – A: Nível de risco mínimo para exposição de duração aguda (menor que 15 dias);
MRL – I: Nível de risco mínimo para exposição de duração intermediária (15 – 364 dias);
MRL – C: Nível de risco mínimo para exposição crônica (maior que 365 dias)

Todas as doses de exposição calculadas estão abaixo dos parâmetros de segurança estabelecidos (MRL ou RfD). Isto porque a dose de exposição reflete a dose a que uma pessoa é exposta diariamente ao longo de sua vida. Assim, para o seu cálculo, a duração da exposição (no presente caso, 6 anos) é medida pelo tempo de exposição ao longo da vida inteira da pessoa (em média, 70 anos). Portanto, esta dose é calculada para uma exposição diária de 70 anos e, dentro destes parâmetros, ela está abaixo dos limites de segurança estabelecidos.

Lembramos que o MRL tem por objetivo servir como nível de *screening* a partir dos quais são identificados contaminantes e potenciais efeitos a saúde de interesse em sítios perigosos. No entanto, duas questões devem ser consideradas.

Quase todos os compostos listados são tóxicos aos seres humanos, havendo cinco compostos com potencial carcinogênico e quatro considerados carcinogênicos (Cromo, Níquel, Cádmiio e Benzeno). Sob estas condições, qualquer nível de exposição pode ser agressivo ao organismo, causando lesões aos sistemas e órgãos, no presente ou no futuro. Infelizmente, a equipe técnica não teve acesso aos registros de atendimento de saúde das empresas durante a construção do Condomínio.

Por outro lado, o processo de adoecimento pode vir a ocorrer muitos anos mais tarde, secundário a mecanismos que se desencadearam a partir da exposição. Ele pode se manifestar através do desenvolvimento de cânceres ou, na prole destes trabalhadores, de malformações congênitas ou alterações do crescimento e desenvolvimento.

Ao se realizar um cálculo da dose de exposição diária ao longo destes 6 anos¹⁶ encontramos doses de exposição acima dos valores de segurança para Cromo (DE: 0,00814) e Cobre (DE: 0,07407) em cerca de 2,7 vezes e 3,7 vezes respectivamente (tabela VII-9).

Além disso, as doses para Bifenilas policloradas (DE:0,00002) e para Zinco (DE: 0,31034) estavam no limite de segurança. Isto mostra que durante o período de 6 anos estes trabalhadores estiveram expostos a concentrações excessivas destes contaminantes. O efeito lesivo a saúde quando da exposição a químicos, pode ocorrer devido à exposição a pequenas doses durante um período longo de tempo, ou pela exposição a doses maiores durante um período menor de tempo.

¹⁶ Considerando-se para o cálculo de uma dose de exposição diária para o período de 6 anos um fator de exposição = 0,71 onde a duração é igual ao tempo de exposição.

Tabela VII-9: Demonstrativo da margem de exposição para efeitos não carcinogênicos (DE/Referência) para os contaminantes de interesse para a população de ex-trabalhadores expostos¹⁷.

Contaminante	Referência (1)	DE / Referência
Cobre	0,02	3,7
Cromo	0,003	2,7

(1) –MRL - I e RfD respectivamente.

Para a população de moradores do Condomínio Barão de Mauá, as doses de exposição ao Benzeno superam as normas estabelecidas (tabela VII-10). Para as crianças, a margem de exposição para a ocorrência de efeitos não carcinogênicos é cerca de duas vezes maior e para adultos cerca de uma vez e meia maior (tabela VII-11). É necessário enfatizar que esta situação não é específica desta população, refletindo na verdade uma condição vivida por todos os moradores dos grandes centros urbanos.

Tabela VII-10: Dose total de exposição diária ao benzeno para a população de Moradores do Condomínio Barão de Mauá (mg/Kg-dia) e valores padrões de referência.

	Dose de Exposição (mg/Kg/dia)	GUIA de saúde para ingestão		Excedida pela dose de exposição estimada
		Valor (mg/kg-dia)	Fonte	
BENZENO				
Crianças até 1 ano	0,0082	0,004	MRL	SIM
Crianças de 1 – 11 anos	0,0108	0,004	MRL	SIM
Adultos do sexo feminino	0,0065	0,004	MRL	SIM
Adultos do sexo masculino	0,0071	0,004	MRL	SIM

Tabela VII-11: Demonstrativo da margem de exposição para efeitos não carcinogênicos para o benzeno (DE/Referência) para a população de moradores.

Contaminante	MRL (mg/Kg/dia)	DE / Ref	DE / Ref	DE / Ref	DE / Ref
		Cr. < 1 ano	Cr.1 - 11 anos	Ad. Mulheres	Ad. Homens
BENZENO	0,004	2,05	2,7	1,6	1,7

2.2.2. Excesso de risco de câncer

Para toda substância considerada carcinogênica, a exposição a uma molécula pode levar ao câncer, porém, conforme demonstrado na tabela VII-12, o excesso de risco para a ocorrência de câncer devido à exposição ao Benzeno, na população de

¹⁷ Considerando-se para o cálculo de uma dose de exposição diária para o período de 6 anos um fator de exposição = 0,71 onde a duração é igual ao tempo de exposição.

moradores, é cerca de 0,02% tendo por base a dose de exposição total para toda vida.

Tabela VII-12: Demonstrativo do excesso de risco para câncer a partir de doses estimadas de exposição para o benzeno (mg/Kg-dia) para a população de moradores do Condomínio Barão de Mauá, 2004.

BENZENO	Fator de inclinação* (mg/Kg/dia)	Excesso de risco para toda vida
Dose exposição para toda vida (sexo feminino)	0,0071	0,029
Dose exposição para toda vida (sexo masculino)	0,0076	0,029

* Considerando-se o slope factor para o Benzeno de $2,9 \times 10^{-2}$ (mg/kg-dia)

3. AVALIAÇÃO DOS EFEITOS SOBRE A SAÚDE

Nesta seção, procuramos identificar as repercussões sobre a saúde da população residente no Condomínio Barão de Mauá, que ocorreram ou estão ocorrendo, a partir de uma revisão dos estudos e pesquisas realizadas, dados de atendimento de saúde existentes e informações colhidas junto à comunidade durante a etapa de levantamento das suas preocupações.

3.1. Estudos existentes

Até o presente momento e com base na bibliografia que nos foi disponibilizada, não foi possível estabelecer a ocorrência de nenhum efeito lesivo sobre a saúde da população exposta a partir da contaminação ambiental. No entanto existem poucas informações de saúde sobre a população exposta. Como observado nos primeiros capítulos deste relatório, trata-se de uma comunidade de nível sócio-econômico médio que recorre a serviços de saúde privados quando apresenta alguma questão. Assim, os dados de atendimento do posto de saúde local não refletem a realidade. Da mesma forma, ainda não existem suficientes estudos e pesquisas na área da saúde.

De toda a bibliografia disponibilizada, dois são os principais estudos que buscam identificar possíveis efeitos lesivos sobre a saúde da população exposta. O relatório “Avaliação epidemiológica da população de moradores do Condomínio Barão de Mauá, quanto à exposição ao benzeno” (SESSP/SMSM, 2001), foi realizado em outubro de 2001 pelas Secretarias Estadual de Saúde de São Paulo

(Centro de Vigilância Epidemiológica / Divisão de Doenças ocasionadas pelo meio ambiente – DOMA) e Municipal de Saúde de Mauá (Departamento de Vigilância à Saúde). Ele teve por base para sua realização a identificação de compostos orgânicos voláteis em caixas de esgoto, água e solo em uma avaliação ambiental realizada pela Cetesb, em agosto de 2001.

Este estudo teve uma primeira etapa onde foi realizado um inquérito populacional identificando-se um total de 3.649 moradores e 1.261 apartamentos. Em uma segunda etapa, foi definida uma amostra de 303 moradores para dosagem do ácido trans,transmucônico (t,tMA) utilizado como indicador biológico da exposição ao benzeno, a ser correlacionado com as seguintes variáveis: idade, andar de moradia e localização do morador em uma pluma hipotética de ar de contaminação pelo benzeno.

O estudo procurou afastar outros fatores ou condições que poderiam levar a confusão nos resultados, como história de exposição ocupacional a solventes e hábitos alimentares. Foram encontrados quatro moradores com níveis de t,tMA acima de 0.5mg/g de creatinina. Foi realizada nova dosagem nestes moradores, confirmando-se este resultado em apenas um morador, para o qual foi solicitado exame de ácido difenil-mercaptúrico, cujo resultado foi normal.

O outro estudo foi realizado pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Laboratório de Patologia Molecular), em data não identificada. Foi solicitado pela SQG Empreendimentos e Construções Ltda constituindo-se do “primeiro relatório parcial” de uma “Avaliação Toxicológica de amostras de água e solo provenientes do Condomínio Barão de Mauá”.

Trata-se da pesquisa da ocorrência de efeitos tóxicos sobre a função reprodutiva de ratos machos e fêmeas (número e peso de nativos, número e peso de natimortos, peso da placenta, *sex ratio* e número de abortos) e sobre o material genético de espécies vegetais (efeito mutagênico). O estudo conclui, provisoriamente, pela “ausência de evidências de toxicidade reprodutiva nos animais expostos às amostras de água coletadas em dois pontos distintos” e definitivamente pela “ausência de evidências de mutagenicidade e citotoxicidade nas amostras de água e solo nas espécies vegetais analisadas”.

No entanto, além da dificuldade de extrapolação destes resultados pelas diferenças entre espécies e de tempo de exposição, não há identificação do local onde foi coletada a água para teste. Embora este procedimento garanta a neutralidade do pesquisador, traz dificuldades adicionais pela impossibilidade de verificação do nível e tipo de contaminação das amostras utilizadas para teste. O material bibliográfico disponível não traz os relatórios posteriores.

3.2. Informações coletadas durante a visita à área

Durante a etapa inicial do estudo foram realizadas várias visitas à área como parte da metodologia proposta para identificar as preocupações da comunidade do

Condomínio Barão de Mauá (CAPÍTULO III). Durante este processo foram relatados, por vários moradores, sintomas de cefaléia (dor de cabeça) e tonteiras ocasionais associados com o cheiro de gás que ocasionalmente exalava do subsolo. Foi referido que durante períodos de temperaturas elevadas, era possível sentir o cheiro de gás próximo ao solo, principalmente nas áreas de jardins e parques ou nos apartamentos térreos.

Foi também levantado durante a visita à área, a existência de um caso de intoxicação em um jardineiro morador do local. Este morador referiu que cavava buracos a uma profundidade máxima de 80 cm, sendo que começava a “sentir cheiro de gás” a profundidade de 30 cm. Isto foi também constatado pela equipe quando da observação da abertura de uma cava para plantio de uma muda, durante a realização desta visita. Chama a atenção a pouca profundidade em que se pode entrar em contato com os resíduos depositados. Este morador apresentava sintomas e sinais claros de intoxicação crônica, tendo sido encaminhado para avaliação médica e acompanhamento. Ele também relatou quadro de intoxicação aguda em um ajudante por ocasião da realização daquela atividade.

É importante lembrar a ocorrência de um óbito, de um trabalhador do condomínio, em abril do ano 2000, com ferimentos graves em outro, por ocasião da explosão de um bolsão de gás na caixa de água de um dos edifícios. Este é um fato que não deve ser esquecido quando se levantam os efeitos que ocorrem ou ocorreram sobre a saúde da população exposta.

4. RESPOSTA ÀS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE

Esta seção tem o objetivo de tentar esclarecer algumas dúvidas da população, dentro do escopo de ação deste relatório e do que é possível para a equipe. Durante as várias visitas realizadas ao Condomínio Barão de Mauá, houve a oportunidade de entrar em contato com vários moradores e lideranças locais que conversaram a respeito das ansiedades e preocupações da comunidade como relatado nos capítulos anteriores.

Ao longo deste relatório, houve o cuidado de nortear as pesquisas e estudos no sentido de não só estabelecer o risco existente para a população exposta, mas também procurar as respostas a estas questões apresentadas.

4.1. Preocupações da comunidade quanto a sua saúde

Várias questões abordaram o risco a saúde. Tentar-se-á respondê-las nesta seção.

1. Que problemas de saúde os gases podem causar? Qual a confiabilidade dos exames e testes feitos?

Dentre todas as substâncias presentes nos gases que emanam do subsolo do Condomínio, o benzeno é a mais tóxica a saúde. O estudo de saúde realizado

pela Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo, em parceria com a Secretaria Municipal de Saúde de Mauá (item 3), teve o objetivo de investigar a exposição ao benzeno, através da dosagem do ácido trans,transmucônico (t,tMA). Este é o mais sensível e adequado indicador biológico de exposição ao benzeno. Tanto o desenho epidemiológico quanto às análises laboratoriais foram feitas com rigor metodológico indiscutível.

Os resultados obtidos apresentam-se desta forma confiáveis e indicam que não há indícios na população exposta de contaminação pelo benzeno. O perfil toxicológico do benzeno é discutido com mais detalhes no item 2.1.2.1 deste capítulo, onde são dadas mais informações a respeito da realização destes testes, assim como as reações cruzadas que podem ser encontradas.

2. Problemas de saúde futuros nas crianças / risco de câncer no futuro.

Até o momento não há nenhuma razão para acreditar que haja um risco maior da população deste Condomínio, em relação à população geral, de vir a desenvolver câncer devido ao problema da contaminação ambiental. Como já relatado anteriormente, os compostos presentes no subsolo não entraram em contato com a população. De todos os compostos identificados nos gases, o benzeno é o de maior potencial carcinogênico, sendo classificado como do grupo 1A pelo IARC, ou seja, é capaz de produzir câncer em seres humanos. No entanto, os níveis encontrados nos gases estão na faixa do que é encontrado em geral no ar atmosférico de uma cidade como São Paulo. Os trabalhadores na construção do Condomínio e os moradores que trabalham nos jardins cavando a terra, inalaram uma quantidade maior de gás e podem se constituir em dois sub-grupos específicos a terem um monitoramento de saúde periódico.

3. Ocorrência de problemas respiratórios nas crianças. Problemas de bronquite.

As crianças são sempre um grupo que merece atenção prioritária quando se investiga uma área contaminada por resíduos químicos. Como já discutido anteriormente (item 1.2) elas são mais sensíveis às alterações ambientais. O Município de Mauá se caracteriza por sua extensa área industrial e o Condomínio Barão de Mauá dista cerca de 1 Km do Pólo Industrial de Capuava. Em decorrência, os níveis de poluentes atmosféricos são altos, o que pode explicar estas queixas referidas pela população, não havendo associação com a contaminação do subsolo.

4. Dúvidas sobre malformações do feto e ameaça de aborto

A exposição ao benzeno pode ser nocivo aos órgãos reprodutores. Algumas mulheres trabalhadoras que respiraram altos níveis de Benzeno por muitos meses tinham irregularidade dos seus períodos menstruais e diminuição do tamanho dos seus ovários. Entretanto, os níveis exatos de exposição foram desconhecidos e os estudos não provaram que o Benzeno causou este efeito. Não é conhecido que

efeitos a exposição ao Benzeno podem ter sobre o desenvolvimento do feto em mulheres grávidas ou sobre a fertilidade masculina. Estudos em animais grávidos mostram que respirar Benzeno tem efeitos nocivos no desenvolvimento do feto como baixo peso, atraso na formação óssea e lesão da medula óssea. No entanto, não há, no presente, exposição ao Benzeno derivado da contaminação do subsolo, para os moradores do Condomínio Barão de Mauá, em níveis diferentes do que o observado para outras populações residentes em áreas industriais.

Portanto, não existe associação entre a possível ocorrência de abortos ou malformações fetais e a exposição ambiental no presente caso.

4.2. Preocupações da comunidade relativas ao meio ambiente

1. Medo do risco de explosão

Após o início de operação do sistema de extração e tratamento dos vapores do subsolo, em 15/01/2002, com base nas medições diárias nos pontos de amostragem, verificou-se a queda das concentrações de L.I.E. para valores inferiores a 20%. No entanto, a paralisação temporária resultou na elevação dos valores de L.I.E em vários pontos, indicando a necessidade imperiosa que o sistema funcione de forma otimizada por tempo indeterminado.

As medições realizadas em dezembro de 2003 na camada de brita e areia sob o piso do hall do bloco 2, quadra 6, detectaram a presença de gases inflamáveis em concentrações que indicam índice de 100% do LIE. A amostra de gases coletada no local assinalaram, também, concentrações de benzeno (667 ppb) e metano (173.300 ppm) superiores àquelas medidas nos gases dos solos submetidos ao sistema de extração (136 ppb para benzeno e 90.600 ppm para metano).

Estas medições indicam que, pese a todos os dados positivos até agora apresentados, principalmente os relativos ao sistema de extração e tratamento de vapores do subsolo, existem áreas do Condomínio Barão de Mauá onde ocorre o acúmulo de gases que, por sua composição e concentração, oferecem riscos potenciais de explosão e de toxicidade.

2. Toda a região esta contaminada?

O conceito contaminação indica concentrações de substâncias não naturais (ou seja, substâncias originadas da atividade humana) em um meio (água, solo, ar) acima de valores basais (background) reconhecidos para a área. Uma área urbana apresenta, geralmente, para a maioria dos contaminantes, valores basais superiores aos encontrados em áreas rurais.

No caso do Condomínio Barão de Mauá foram encontradas concentrações de substâncias nos resíduos misturados aos solos acima dos valores de referência para solos em áreas residenciais.

Os dados ambientais indicam que os blocos construídos e que estão sobre os

resíduos são os da quadra 2 (blocos 6 e 8 e parte dos blocos 5 e 7); da quadra 4 (blocos 4 e parte do bloco 3); e quadra 6 (bloco 5 e parte dos blocos 1, 2 e 4). Desta forma, quatro blocos estão completamente sobre o resíduo e seis blocos estão parcialmente. Ou seja, as áreas construídas sobre os resíduos estão com seus solos contaminados e apresentam riscos não totalmente determinados, mas iminentes, para os residentes dos blocos ali construídos.

No entanto, os estudos sobre a concentração de compostos orgânicos voláteis nos solos (também conhecido como “Soil Gas Survey”) indicam concentrações de VOCs acima de 1000 ppm em quase toda a área do conjunto residencial Barão de Mauá.

Existe a possibilidade de formação de compostos voláteis ainda mais perigosos, além dos já detectados, a partir das misturas de resíduos, que mesmo em concentrações menores, podem criar situações de risco para a saúde humana, principalmente por meio da contaminação das águas dos reservatórios subterrâneos.

A mobilidade desses gases no subsolo do conjunto residencial Barão de Mauá, bem como a possibilidade de contaminação de outros meios (água nos reservatórios e ambientes atmosféricos dentro e fora dos apartamentos) não pode ser totalmente excluída.

3. Os problemas são diferentes em cada etapa?

Sim. Os blocos das etapas construídas sobre os resíduos apresentam riscos não totalmente determinados, mas iminentes, para os residentes dos blocos ali construídos.

Os demais blocos apresentam riscos potenciais futuros, que medidas de prevenção podem minimizar ou excluir. Estas medidas podem ser, quanto aos aspectos ambientais, nas áreas onde não foram detectados resíduos, por exemplo:

- O monitoramento contínuo da qualidade do ar;
- O monitoramento contínuo da qualidade das águas do abastecimento público armazenadas nos reservatórios subterrâneos; e
- Monitoramento periódico dos gases no solo.

4. A quantidade de gases é diferente em cada etapa?

Sim. Com exceção da quadra 3, em todas as demais quadras do conjunto residencial Barão de Mauá localizadas à oeste da faixa do oleoduto da Petrobrás, foram encontradas concentrações de compostos orgânicos voláteis em solo acima de 2.000 ppm.

Nas quadras situadas à leste da faixa de oleoduto da Petrobrás as concentrações de VOCs detectadas estiveram sempre abaixo de 1000 ppm.

5. As etapas de baixo estão contaminadas?

Sim. Ver respostas para as questões 2, 3 e 4.

6. Cheiro de gás no local.

O cheiro de gás no local pode ser um indicativo da presença dos gases provenientes dos resíduos no subsolo, como ficou demonstrado com os resultados da coleta e análise de amostra de gases no bloco 2, quadra 6. Ver também resposta para a questão 1.

7. Quais os gases que realmente existem?

Os estudos ambientais realizados até o momento indicaram a presença de 44 compostos orgânicos voláteis (*gases*). Ver a relação dos gases detectados no ANEXO V - 4 (Resultados Vapores do Solo).

Existe a possibilidade de formação de compostos voláteis ainda mais perigosos, além dos já detectados, a partir das misturas de resíduos, que mesmo em concentrações menores, podem criar situações de risco para a saúde humana, principalmente por meio da contaminação dos ambientes atmosféricos e das águas dos reservatórios subterrâneos.

8. Medo de que o gás esteja andando por baixo do terreno

Ver resposta à questão 2.

9. O gás metano pode causar explosão. Não sabe se o equipamento que faz as medições funciona bem.

O monitoramento atual sobre a presença de compostos orgânicos voláteis tem como objetivo acompanhar a evolução dos índices de explosividade presentes nos espaços confinados. O monitoramento dos índices de explosividade é realizado por equipe própria da SQG - Construções e Empreendimentos Ltda., com apoio e supervisão técnica da GEOKLOCK. A equipe conta com dois aparelhos tipo Neotox XL, que operam dentro da faixa do Limite Inferior de Explosividade (L.I.E.), expressando os resultados em porcentagem. Os valores medidos possuem um erro +/- 5%.

Este tipo de aparelho de medição, quando bem calibrado, possui uma resposta adequada para o fim a que se destina, ou seja, detectar misturas de gases acima de 40% do L.I.E. que, na presença de fonte térmica ou faísca poderia resultar na combustão explosiva dos gases.

10. O solo esta realmente contaminado? Quais são os locais?

Ver resposta à questão 2.

11. É possível fazer controle eficaz dos gases de todo o condomínio?

Apesar da existência e operação da unidade de extração e tratamento de

gases, existe a possibilidade da existência de bolsões de gases explosivos (e tóxicos) em áreas ainda não bem identificadas e onde o sistema de exaustão não se mostre eficiente. Tais situações são bastante plausíveis conforme ficou demonstrado durante as ocorrências no bloco 2 da quadra 6.

Por outro lado, conforme observado pela equipe de avaliação de risco em dias de chuva, mesmo com a unidade de exaustão operando, observa-se a exalação de bolhas de gases a partir dos solos.

Desta forma, pelo menos no momento, não se constata a exaustão eficiente de todos os gases gerados pela presença dos resíduos.

12. Até quando vão ficar tratando o solo?

Talvez esta pergunta possa melhor ser respondida com outras questões como, por exemplo, a eficácia de medidas de remediação como as atualmente em execução para uma área residencial habitada.

13. Cheiro forte de água podre

Ver respostas às questões 1 e 6.

14. A caixa de água esta contaminada?

No momento, segundo os dados das análises realizadas por diversas instituições públicas e privadas, não existe indícios de contaminação das águas da rede pública nos reservatórios de água, mesmo os de maior risco, ou seja, os reservatórios subterrâneos nas áreas consideradas mais contaminadas (quadras 2, 4, 5, 6 e 7).

No entanto, não se pode excluir a possibilidade de contaminação futura dessas águas. Nesse aspecto deve-se lembrar que as tubulações subterrâneas da rede de água estão sujeitas a situações de depressão ou ausência de carga nas redes de distribuição de água potável (por exemplo: ruptura de linhas ou cortes de fornecimento) quando será possível a migração de poluentes para dentro das tubulações e sua conseqüente distribuição e consumo por parte da população.

15. Em alguns momentos o elevado o ruído no condomínio, assim como o local é frio e úmido.

Estas preocupações da comunidade não estão relacionadas aos problemas de contaminação ambiental originadas pela deposição irregular de resíduos na área.

16. Cheiro forte e poluição da Petroquímica.

Os impactos ambientais causados pela existência da indústria petroquímica nas proximidades, principalmente os relativos à emissão de contaminantes para a atmosfera são objeto de monitoramento pela CETESB. No entanto, as avaliações sobre a qualidade do ar realizadas pela estação de monitoramento localizada na

Escola Estadual Prof. Terezinha Sartori – Rua Vitorino Del’Antonia 150, Mauá – se baseiam nas medições dos parâmetros partículas inaláveis (PI), monóxido de nitrogênio NO, dióxido de nitrogênio NO₂, óxidos de nitrogênio NO_x e ozônio O₃ (CETESB, 2000). Destes parâmetros somente o dióxido de nitrogênio NO₂ teria características de cheiro forte e irritabilidade.

Os dados da Cetesb para NO₂, no entanto, indicam índices “bom” e “regular” em 99,7% da frequência, no ano de 2000. Segundo a Cetesb (CETESB, 2000), no índice geral de qualidade do ar em Mauá para o ano de 2000 foi de 36,4% “bom” e 55,6% “regular”.

Conforme ficou demonstrado com as ocorrências de mau cheiro no bloco 2, quadra 6, a percepção de cheiro forte na área do conjunto habitacional Barão de Mauá se origina, com maior probabilidade, de emanações locais dos resíduos existentes na área.

17. Os apartamentos do térreo apresentam mofo

A presença de mofo não deve ser relacionada à presença dos resíduos na área do conjunto habitacional Barão de Mauá. A formação de mofo está mais diretamente ligada a ambientes úmidos, pouco ventilados e ausência de radiação solar.

18. As áreas do terreno são muito úmidas.

A umidade do terreno (solo) pode ser resultado das camadas de argila compactadas, pouco permeáveis, que não permitem uma maior infiltração das águas das chuvas, que permanecem retidas nas camadas mais superficiais do solo. O constante aterramento e compactação do solo durante as diversas etapas da formação do aterro, como demonstram os estudos geofísicos, bem como a ausência de vegetação com maior participação de raízes profundas, são as causas prováveis para o fenômeno observado.

19. O oleoduto é perigoso?

A existência de um oleoduto da Petrobrás cruzando a área do Conjunto Residencial Barão de Mauá, e a possibilidade de vazamentos de combustíveis, foi uma das hipóteses levadas em consideração sobre a origem dos gases que causou a explosão. No dia 25 de abril de 2000, a Petrobrás enviou técnicos ao local para vistoriarem o gasoduto, não sendo detectado qualquer vazamento na faixa de duto, fato oficialmente comunicado pela empresa à CETESB.

**ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO POR
RESÍDUOS PERIGOSOS NO CONDOMÍNIO
BARÃO DE MAUÁ**

MUNICÍPIO DE MAUÁ – SÃO PAULO

VIII. CONCLUSÕES - RECOMENDAÇÕES

2004

1. DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DO LOCAL

Uma das principais conclusões de uma avaliação de riscos à saúde é determinar nível de perigo que representa um local, classificando-o dentro de uma das seguintes cinco categorias:

- A. Perigo urgente para a Saúde Pública;
- B. Perigo para a Saúde Pública;
- C. Perigo Indeterminado para a Saúde Pública;
- D. Perigo Não Aparente para a Saúde Pública; e
- E. Não Há perigo para a Saúde Pública.

Estas categorias foram selecionada para:

- Caracterizar o grau de perigo de saúde pública do local com base em fatores tais como a existência de rotas potenciais de exposição humana, a susceptibilidade da comunidade exposta, a comparação dos níveis esperados de exposição humana com as normas aplicáveis relacionadas com saúde, e a avaliação de dados de efeitos na saúde específicos para a comunidade.
- Determinar: (1) se devem ser tomadas ações para reduzir a exposição humana às substâncias perigosas no local; (2) se é necessária informação adicional sobre a exposição humana e riscos associados à saúde; (3) se esta informação deve ser obtida através de amostragem ambiental mais ampla ou de outras ações de saúde, incluindo estudos epidemiológicos, ou com o estabelecimento de um registro ou de um programa de vigilância de saúde, ou de educação em saúde ambiental.
- Identificar as lacunas de informação toxicológica específicas para uma substância e para aspectos toxicológicos gerais. Estas lacunas de dados poderiam ser considerados para estabelecer prioridades de investigação.

Estas categorias são definidas pelas condições existentes no lugar. Poucas vezes se dispõe de informação sobre as exposições passadas no local. Em alguns casos, estas exposições passadas podem haver causado efeitos adversos à saúde que persistem até o presente, mesmo que o local tenha sido remediado e já não ocorram mais exposições.

Com o objetivo de reconhecer e responder ao impacto na saúde por tais exposições, o local deve ser caracterizado nas categorias A ou B. Além disso, se é possível, devem ser feitas recomendações para mitigar o impacto na saúde por exposições passadas. Estas podem incluir um monitoramento ou vigilância médica inicial, estabelecimento de um registro ou instrumentar outras ações apropriadas.

As condições em um local podem estar dramaticamente alteradas como resultado das atividades de remediação, de remoção ou outras estratégias de intervenção. As condições também podem alterar-se como resultado de uma migração não diminuída de contaminantes ou de mudanças no uso do solo no lugar ou em suas proximidades.

Ao selecionar a categoria de saúde apropriada, deve-se considerar o total de informação disponível para o local. Alguns dos fatores importantes que devem ser examinados na análise incluem:

- Presença de rotas de exposição potenciais ou completas;
- As concentrações dos contaminantes dentro e fora do local;
- O potencial de fontes de exposição múltiplas;
- Interações dos contaminantes;
- Presença de subpopulações sensíveis;
- Possibilidade de exposições crônicas ou agudas;
- Efeitos tóxicos associados com os contaminantes do lugar;
- Dados sobre efeitos na saúde específicos para a comunidade;
- Preocupações da comunidade por sua saúde; e
- Presença de perigos físicos.

Uma vez que as populações particulares tenham sido identificadas como correndo risco de sofrer efeitos adversos na saúde pela contaminação do local, deve-se determinar a realização de ações necessárias para proteger a saúde pública e prevenir exposição humana.

Durante o processo de avaliação de saúde pode ter sido identificado a carência de dados sobre a caracterização ambiental ou a falta de informação suficiente sobre saúde humana.

1.1. PRINCIPAIS INFORMAÇÕES PARA A CARACTERIZAÇÃO DE RISCO NO CONJUNTO RESIDENCIAL BARÃO DE MAUÁ

No conjunto residencial Barão de Mauá existem evidências de exposições passadas e , potencialmente, futuras. Os riscos potenciais existentes atualmente são indefinidos.

O conjunto Habitacional Barão de Mauá foi construído sobre um aterro industrial com área de 33.000m². Esse aterro ocupa 14% da área edificada,

correspondendo à porção oeste das quadras 2, 4, 5, 6 e 7, não existindo indícios de aterro nas quadras 1, 3, 8 e 9.

- **Exposições passadas:**

- É bastante provável que tenha havido exposições dos trabalhadores que manipulavam os resíduos para sua deposição no aterro clandestino.

- É bastante provável que tenha havido exposições dos operários da construção do Conjunto Residencial tenham sofrido exposições aos solos contaminados.

- É também bastante provável que tenha havido exposições dos residentes nos blocos das quadras 2, 4, 5, 6 e 7

- As exposições estimadas são em relação a substâncias em tais concentrações no meio ambiente que em caso de exposição durante o período de 6 anos, podem ter causado efeitos adversos à saúde nas população receptoras. O efeito adverso à saúde pode ter ocorrido como resultado de efeitos tóxicos não carcinogênicos ou vir a ocorrer devido a toxicidade carcinogênica de uma exposição química.

- **Exposições presentes:**

- Dados disponíveis limitados não indicam que os seres humanos estão sendo expostos a níveis de contaminação que pudessem causar efeitos adversos à saúde. Entretanto, em função do histórico da contaminação, não se dispõe de informação sobre todos os possíveis contaminantes existentes ou que possam se formar nas misturas dos resíduos. Não existem dados sobre solo superficial em áreas da porção oeste com solos, possivelmente contaminados, expostos.

- A observação sobre a exalação de gases a partir do solo, presenciada pela equipe de avaliação de risco, bem como as ocorrências no bloco 2, quadra 6, deixam incertezas sobre a dimensão dos riscos físicos (explosão) ou de contaminação química.

- Não existem dados sobre os efeitos à saúde específicos para a comunidade ou são insuficientes - dado às incertezas sobre todos os contaminantes potenciais - os quais indiquem que o local tenha tido um impacto adverso sobre a saúde dos atuais residentes ou de populações do entorno.

- As preocupações dos residentes no conjunto habitacional Barão de Mauá assinalam que vivem sob pressão psicológica, estigmatizados e com percepção sobre riscos que não conseguem dimensionar. Esta situação resulta em problemas de qualidade com possíveis repercussões para a saúde física e mental dessas pessoas.

- **Exposições futuras:**

- Existe a possibilidade de exposições futuras devido à existência de resíduos perigosos na área pela exalação de compostos voláteis e arraste de material particulado a partir do solo para os compartimentos atmosféricos.

- Os compostos voláteis tóxicos já detectados, ou outros que possam se formar, podem também contaminar as águas dos reservatórios subterrâneos. A observação sobre a exalação de gases a partir do solo, presenciada pela equipe de avaliação de risco, bem como as ocorrências no bloco 2, quadra 6, não podem excluir os riscos de natureza física, notadamente por explosão, ou de contaminação química.

1.2. DEFINIÇÃO DA CATEGORIA DE RISCO NA ÁREA DO CONJUNTO RESIDENCIAL BARÃO DE MAUÁ

Não parece razoável que medidas de remediação, sejam de que natureza for, possam eliminar totalmente os riscos existentes na área. Medidas de remediação e monitoramento, como as atualmente existentes, têm demonstrado deficiências e, mesmo quando aprimoradas, teriam que ser mantidas por longo prazo, pois as fontes ainda estarão presentes em um futuro previsível.

Aqui se coloca outra questão aonde não existe uma definição institucional. Não existem garantias para a população de que as ações remediadoras e de monitoramento serão adequadamente mantidas ao longo do tempo. Nesse caso, as ações emergenciais teriam que ser tomadas de forma imediata, sem depender dos prazos judiciais. No Brasil ainda não dispomos de instrumentos legais que imponham tais providências imediatas. Caso ocorra, por algum motivo, a interrupção desses serviços, a população estará exposta a riscos não definidos.

Por outro lado, como ficou demonstrado nas ocorrências do bloco 2, quadra 6 e nas observações de campo da equipe de avaliação de risco, o sistema de monitoramento e prevenção não é eficiente o suficiente para antecipar todos os possíveis riscos para a população residente sobre uma área de deposição de resíduos perigosos.

Nas áreas do conjunto residencial Barão de Mauá que corresponde às quadras 2, 4, 5, 6 e 7 existe evidência que tenha ocorrido, ou é provável que ocorram exposições no futuro; e as exposições estimadas a uma substância ou substâncias são em concentrações tais no meio ambiente que em exposições a longo prazo (maiores de um ano), podem causar efeitos adversos à saúde em qualquer segmento da população receptora. O efeito adverso à saúde pode ser resultado, seja por toxicidade carcinogênica ou não carcinogênica de uma exposição química.

Foi estabelecida a existência de rota de exposição potencial futura, como já referido nos capítulos anteriores, para a população residente nos blocos situados sobre o depósito. Isto significa que existe o risco de afloramento futuro dos contaminantes do subsolo, com possível contaminação do solo superficial, água e ar, em contato direto com a população. Esta hipótese já se configurou como situação concreta no caso de *Love canal* já referido (CAPÍTULO V).

Uma questão a ser abordada é uma discussão conceitual sobre saúde. É muito comum entender-se que o dano à saúde existe quando se encontram evidências de lesão a estrutura ou ao funcionamento dos sistemas e aparelhos do organismo humano. Estas evidências podem ser desde alterações bioquímicas, até sintomas e sinais clínicos. No entanto, o conceito de saúde é mais amplo. A constituição brasileira assinala que *saúde significa não somente ausência de doença e acesso a serviços sanitários, mas é resultado da possibilidade de que o cidadão brasileiro tenha trabalho, moradia, ambiente saudável, lazer, cultura, educação*. Esta assertiva traz a condição de ambiente saudável como diretamente relacionado a aquisição de saúde e permite que se discuta o seu significado, ou seja, pode-se inferir que para o desenvolvimento sustentável propiciar maior expectativa de vida com qualidade, é preciso que se formulem políticas públicas que permitam a aquisição desta qualidade de vida.

A saúde ambiental é o componente da Saúde Pública que se ocupa das formas, substâncias, forças e condições do ambiente entorno do homem que podem exercer influência sobre sua saúde e bem-estar. Atualmente, este conceito compreende o enfoque ecológico que considera o ambiente na totalidade dos seus componentes. Ele também passou, nos últimos vinte anos, a incorporar questões mais amplas como, por exemplo, a pobreza, o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida.

Esta definição ultrapassa a dimensão biológica e abrange o campo do subjetivo. Tanto como a condição de estar saudável é importante a sensação de estar saudável. Ou seja, é importante “sentir-se bem” estando fatores e condições do ambiente diretamente relacionados à produção desta sensação.

No presente caso do Condomínio Barão de Mauá trata-se fundamentalmente de abordar a discussão da qualidade de vida como se configura para os seus moradores. Vários depoimentos tratam da sensação de insegurança vigente, tanto referente ao risco de explosão quanto à possibilidade de adoecimento futuro, em especial quanto às crianças. Esta sensação longe estar de situar-se apenas no imaginário coletivo, originando-se de uma condição concreta a partir do estabelecimento da existência de rota de exposição potencial futura aos contaminantes e risco potencial futuro de explosão.

Durante o processo de levantamento das preocupações da comunidade (CAPÍTULO IV) foi possível perceber através dos depoimentos colhidos, os sonhos e esperanças envolvidos na aquisição do imóvel e a desilusão e angústia decorrentes da descoberta da contaminação. Fica claramente configurado a preocupação e medo subjacentes a condição em que vivem. Paralelamente é possível perceber indignação com uma situação em que consideram que houve negligência dos órgãos responsáveis pela permissão para a construção dos imóveis. Isto se reflete na ausência de credibilidade para qualquer medida tomada pelos órgãos públicos, ou qualquer ação realizada pela empresa responsável pela construção, o que potencializa esta sensação de insegurança.

Entendendo-se qualidade de vida como uma condição que reúne fatores objetivos e subjetivos, fica claro que esta população perdeu a sua qualidade de vida. Mais do que se basear apenas nos depoimentos dos moradores pode-se procurar entender as questões levantadas por estes quando se analisam algumas situações observadas pela equipe quando dos seus trabalhos de campo. Os moradores são proibidos de mexer no solo trazendo problemas para a realização das melhorias desejadas como plantio de jardins e cobertura de garagens, que se constituem em parte do processo de apropriação coletiva daquele espaço. Não podem também realizar obras para modificar a rede de esgoto e água no condomínio, cujo dimensionamento é inferior ao ideal, o que trás transtornos consideráveis. Alguns blocos têm suas áreas de recreação interditadas, estando os moradores, em especial as crianças, impedidos de usufruir os espaços de diversão e lazer.

A equipe também teve a oportunidade de presenciar a estrutura montada para se investigar a queixa da população quanto à presença de “cheiro de gás” no interfone de um dos blocos (CAPÍTULO V). A presença dos vários órgãos era necessária para garantir as condições de segurança necessárias, porém é improvável que esta mesma queixa em outro local fosse objeto de tamanho aparato. Este fato claramente demonstra a situação de anormalidade que esta população está vivendo e fornece uma base concreta para suas dúvidas e angústias.

Outra questão apontada foi o preconceito social. Várias foram às referências quanto a situações vividas pelos moradores e seus filhos na escola, trabalho e vida cotidiana em geral em que eram rotulados como “contaminados” ou “potencialmente contaminantes”. Eram identificados pelo fato de residirem no Condomínio.

Pode-se considerar assim que embora não existindo doses de exposição acima dos limites recomendáveis, existe dano a saúde secundário a exposição ambiental a partir do pressuposto de que esta se configura como uma situação de profundo estresse para a população exposta e que afeta a sua saúde, não como um processo de intoxicação química estabelecido, mas como de desgaste emocional e social que traz repercussões sobre a vida destas pessoas.

Em função do conjunto dos dados avaliados, levando em consideração às incertezas sobre os riscos eminentes (físicos e químicos), e também pelos aspectos de ordem psicológica e de qualidade de vida pela situação em que vivem os residentes do conjunto residencial Barão de Mauá, a equipe de avaliação de risco define o local que corresponde às quadras 2, 4, 5, 6 e 7, como **Categoria B - Perigo para a Saúde Pública**.

Por razões de saúde pública, recomendamos que os residentes do conjunto habitacional Barão de Mauá, especialmente os habitantes nos blocos residenciais das quadras 2, 4, 5, 6 e 7, sejam removidos para local seguro e que somente retornem para as atuais residências caso seja realizada uma completa descontaminação da área.

Nas áreas do conjunto Barão de Mauá onde se localizam as quadras 1, 3, 8 e 9 existem dados ambientais disponíveis para todos os meios ambientais aos quais os humanos poderiam estar sendo expostos. Para estas áreas do conjunto residencial, os dados disponíveis não indicam a existência de rotas de exposição no passado e no presente decorrentes da contaminação do solo.

A proximidade da área contaminada e, principalmente, a possibilidade de migração de compostos orgânicos voláteis pelo subsolo para as áreas das quadras 1, 3, 8 e 9 podem representar riscos potenciais futuros. Os dados disponíveis indicam estas áreas do conjunto residencial Barão de Mauá como **Categoria D - Perigo Não Aparente para a Saúde Pública**.

Devido à existência de reservatórios subterrâneos de água da rede pública, enquanto perdurar a situação de contaminação dos solos na porção oeste do conjunto residencial Barão de Mauá, recomendamos monitoramento da migração de gases nos solos nas áreas onde estão localizadas as quadras 1, 3, 8 e 9.

2. RECOMENDAÇÕES

2.1. Recomendações de Saúde

Nos Estados Unidos, quando um local é considerado **CATEGORIA B - Perigo para a saúde pública**, a ATSDR elabora recomendações para mitigar os riscos à saúde oriundos do local. As recomendações emitidas pela avaliação de saúde devem ser consistentes com o grau de perigo e as preocupações temporais que apresentam as exposições a substâncias perigosas no local.

Com base no grau de perigo que apresenta o local e a presença de rotas de exposição completas atuais, passadas ou futuras suficientemente definidas, podem ser recomendadas as seguintes ações de saúde pública:

- Estudos de indicadores biológicos de exposição;

- Provas biomédicas;
- Estudo de caso;
- Estudo de prevalência de sintomas e enfermidade;
- Investigação de saúde comunitária;
- Registros;
- Vigilância específica do lugar;
- Sistema voluntário de acompanhamento informado de residentes;
- Investigação de grupo (cluster);
- Revisão de estatística de saúde;
- Educação de profissionais de saúde;
- Educação para a saúde; e/ou
- Investigação aplicada específica de uma substância.

O processo de adoecimento é particular de cada pessoa, sendo conseqüente a fatores de caráter coletivo como o meio ambiente, e o contexto social, econômico, histórico e cultural de uma dada sociedade. É também determinado por outros fatores de caráter individual, como o mapa genético de cada um, a carga genética que herdamos de nossos antepassados, o estado nutricional, de desenvolvimento e o grau de maturidade do nosso organismo. A junção destas duas ordens de fatores é que determina a relação entre saúde e doença em uma pessoa, e explica porque alguns adoecem e outros não, quando expostos a substâncias químicas, e porque podem ocorrer patologias diferentes em pessoas expostas ao mesmo composto.

A certeza de que estamos diante de uma população exposta ao risco de dano à saúde, associado à compreensão da ocorrência de diferentes padrões de adoecimento, recomendam o acompanhamento específico e diferenciado e assessoria permanente a estas pessoas. No entanto o estabelecimento de uma categoria de perigo para uma determinada área, como recomendado pela ATSDR, e a definição das recomendações pertinentes deve levar em conta todos os fatores e condições apresentados ao longo do estudo.

Estas são questões que devemos levar em conta para a tomada de decisões, em um estudo de avaliação de risco a saúde humana. Além disso, para as recomendações devemos também considerar todas as populações expostas no passado, presente e futuro.

Pelas considerações acima expostas são propostas as seguintes recomendações de saúde:

1. Identificação, busca e acompanhamento de saúde de todos os moradores e ex-moradores do Condomínio Barão de Mauá;
2. Identificação, busca e avaliação de saúde de todos os trabalhadores e ex-trabalhadores envolvidos na construção do Condomínio Barão de Mauá;
3. Organização, implantação e implementação de um programa de vigilância e assistência à saúde específico para estas populações que contemple os seguintes aspectos:
 - Formação e capacitação de profissionais e membros da comunidade (agentes comunitários de saúde e programa de saúde da família) para a prevenção e identificação precoce da ocorrência de eventos mórbidos associados com a exposição aos compostos identificados;
 - Construção de um sistema de informações em saúde com o objetivo de monitorar todos os eventos relacionados à saúde desta população;
 - Monitoramento das populações expostas para acompanhamento e identificação precoce dos agravos à saúde decorrentes da contaminação ambiental;
 - Estabelecer parcerias com instituições de saúde e ensino para: oferecer assistência especializada e investigações em subgrupos populacionais específicos (gestantes, crianças, etc.); e realizar pesquisas que contribuam para a melhoria da assistência a saúde destas populações e o aumento do conhecimento científico existente;
 - Realizar controle dos níveis de exposição através dos indicadores biológicos: é necessário que se estabeleçam laboratórios de referência que realizem estrito controle de qualidade de seus procedimentos;
 - Estabelecer um programa de educação ambiental e comunicação de risco para a população a fim de que ela possa apropriar-se de conhecimentos para melhor conduzir-se, com autonomia, para a proteção e promoção de sua saúde.

3.2. Recomendações de Ações Ambientais

Por tudo que foi exposto e avaliado nos capítulos anteriores deste relatório, a recomendação de caráter ambiental mais adequada é a descontaminação da área, precedida da remoção da população das quadras 2, 4, 5, 6 e 7, avaliadas como **Categoria B - Perigo para a Saúde Pública**.

Durante o período que, por razões diversas, a população tiver que permanecer nestas áreas, recomendamos:

- Criterioso levantamento sobre o sistema de monitoramento com relação à possibilidade de formação de bolsões de gases em áreas das quadras 2, 4, 5, 6 e 7;

- Monitoramento de gases tóxicos nos compartimentos atmosféricos com possibilidade de exposição humana, nas quadras 2, 4, 5, 6 e 7, incluindo outras substâncias tóxicas que possam ser formadas a partir da mistura dos resíduos;
- Monitoramento da qualidade das águas dos reservatórios subterrâneos de águas existentes nas quadras 2, 4, 5, 6 e 7, incluindo outras substâncias tóxicas que possam ser formadas a partir da mistura dos resíduos;
- Construir barreiras subterrâneas que impeçam a migração dos gases originados nos resíduos para outras áreas do conjunto habitacional Barão de Mauá ou de seu entorno.

**ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO POR
RESÍDUOS PERIGOSOS NO CONDOMÍNIO
BARÃO DE MAUÁ**

MUNICÍPIO DE MAUÁ – SÃO PAULO

IX. BIBLIOGRAFIA

2004

BIBLIOGRAFIA

1. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1992. Public Health Assessment Guidance Manual. Lewis Publishers. Boca Raton – Ann Arbor – London – Tokyo. 220 pp.
2. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1992. Evaluación de Riesgos en Salud por la Exposición a Residuos Peligrosos. Servicio Nacional de Información Técnica (SNIT) del Departamento de Comercio de los E.E.U.U. Numero: PB92-147164.
3. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1994. Toxicological Profile for Zinc. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
4. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1997. Toxicological Profile for Benzene. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
5. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1998. Toxicological Profile for Phenol. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
6. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1999. Toxicological Profile for Cadmium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
7. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1999. Toxicological Profile for Lead. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
8. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2000. Toxicological Profile for Chromium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
9. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2000. Toxicological Profile for PCBs (polychlorinated biphenyls). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

10. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2001. Public Health Assessment Guidance Manual.
11. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2001. Toxicological Profile for Cobalt. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
12. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2002. Toxicological Profile for DDT, DDD e DDE. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
13. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2002. Toxicological Profile for Copper. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
14. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2003. Toxicological Profile for Nickel. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
15. ATSDR - ATSDR Agency for Toxic Substances and Disease. (2003) - Toxicological Profile – Minimal Risk Levels (MRLs) -Toluene. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/mrls.html> . Acesso em: 15/12/2003.
16. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2003. Toxicological Profile. [Http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles](http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles).
17. Brickus L. Et Al. (1988). Distribution of Indoor and Outdoor Air Pollutants in Rio de Janeiro, Brazil: Implications to Indoor Air Quality in Bayside Offices. *Environ. Sci. Technol.* 1988,32, 3485-3490.
18. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2000). Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo.
19. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2001a). Laudo Técnico. 23/07/01.
20. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2001b). Relatório de estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo.
21. CETESB (2002a). Parecer Técnico nº 03/ECC/02 de 28/03/2002.
22. CETESB (2002b). Parecer Técnico nº: 004/002/EQQA, de 14/05/2002.
23. COLON, Maribei; et al. (2001). *“Survey of Volatile Organic Compounds Associated with Automotive Emissions in the Urban Airshed of São Paulo,*

Brazil” Atmospheric Environment, 35,4017-4031.

24. Environmental Protection Agency (EPA) – Integrated Risk Information System. 2003. [Http://www.epa.gov/iris/subst](http://www.epa.gov/iris/subst).
25. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Laboratório de Patologia Molecular. Projeto Condomínio Barão de Mauá. Avaliação Parcial Avaliação Toxicológica de Amostras de Água e Solo. (Sem data).
26. Fisher, D.C. 2001a. Zinc. Specific Health Hazards and Toxins. In: Clinical Environmental Health and Toxic Exposures. Sullivan, J.B. and Krieger, G.R. (eds). Williams & Wilkins, Philadelphia, USA.
27. Fisher, D.C. 2001b. Copper. Specific Health Hazards and Toxins. In: Clinical Environmental Health and Toxic Exposures. Sullivan, J.B. and Krieger, G.R. (eds). Williams & Wilkins, Philadelphia, USA.
28. Food and Agriculture Organization of the United Nations / WHO. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 2001. Food Additives and contaminants. WHO Technical Reports Series, 901.
29. Food and Agriculture Organization of the United Nations / WHO. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 2000. Food Additives and contaminants. WHO Technical Reports Series, 896.
30. GEOKLOK (Dezembro 2000). Avaliação Ambiental na Área do Conjunto Residencial Barão de Mauá” .
31. GEOKLOK (Dezembro 2001). Avaliação Ambiental na Área do Conjunto Residencial Barão de Mauá” .
32. GEOKLOK (Janeiro 2002). Avaliação Ambiental na Área do Conjunto Residencial Barão de Mauá” .
33. GEOKLOK (Julho 2003) Monitoramento do Sistema de Extração e Tratamento de Vapores Orgânicos – Relatório de Andamento IXX.
34. Governo do Canadá – Província de Ontário – Normas para a qualidade do ar (2003) Point of Impingement Standards, Point of Impingement Guidelines, And Ambient Air Quality Criteria – AAQCS in:
<http://www.ene.gov.on.ca/envision/gp/2424e01.htm> visto em 22-09-2003.
35. Governo do Canadá – Província de Ontário – Manual para Áreas de Risco (1996). Guidance on Site Specific Risk Assessment for Use at Contaminated Sites in Ontario). In:<http://www.ene.gov.on.ca/envision/gp/326701e.htm#appe>. Visto em 16/01/04.
36. Hallenbeck, W.H. 1993. Quantitative risk assessment for environmental and occupational health. Lewis Publishers. INC. 224pp. International Agency Research Cancer (IARC). 1993. Lyon, IARC Monographs, 58: 119.

[Http://www.monographs.iarc.fr/htdocs/monographs/vol58/mono58-2.htm](http://www.monographs.iarc.fr/htdocs/monographs/vol58/mono58-2.htm)

37. Howard, P.H., Ed. 1989. Chlorobenzene. In: Handbook of Environmental Fate and Exposure Data, Vol I. Lewis Publishers, Chelsea, MI, pp. 138-145.
In:<http://www.epa.gov/opptintr/chemfact/chlor-sd.txt>, visto em 19/01/2004
38. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas – (Setembro 2002). Relatório Técnico nº59010 – Assessoria técnica da área do condomínio residencial Barão de Mauá – atividades de janeiro a agosto de 2002.
39. Li L, Sun W, Gong Z, et al. 1992. Effect of low benzene exposure on neurobehavioral function, AChE in blood and brain and bone marrow picture in mice. *Biomed Environ Sci* 5(4):349-354.
40. McClenny, W. A., et al., *Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air: Method TO -17*, U. 5. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC 27711, EPA 625/R-96/01Ob, January 1999.
41. Ministério Público do Estado de São Paulo. Ação Civil Pública / Processo 1087/01.
42. Ministério Público do Estado de São Paulo. Relatório de Inspeção. 21/08/01.
43. Ministério Público do Estado de São Paulo. Autos do Inquérito Civil 02/2001. Ofício 678/01.
44. MVRM - Ministério da Habitação, Planejamento e Meio Ambiente da Holanda (1994). (Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer) Directoraat-Generaal Milieubeheer. *Stofen en Normen – Overzicht van velangrijke stoffen en normen in het milieubeleid*. Samson, Alphen aan den Rijn, Nederland.
45. Prefeitura Municipal de Mauá. Ofício 468/01Gab. SS. 2001.
46. Robert Emmet Hernan (1994) A state's right to recover punitive damages in a public nuisance action: The *Love Canal* Case Study *Touro Environmental Law Journal*. Touro College Law Center. Vol.1. 48 pp. Também disponível no site (consultado em 10 de dezembro de 2003) <http://www.tourolaw.edu/Publications/EnvironmentalLJ/vol1/part3.html>
47. Saldiva, P.H.N.; Rivero, D.H.R.F.; Lobo, D-J. A.; Guimarães, H.M.B.; Soares, S.R.C.; Lichtenfels, A.J.F.C., XXX. “Avaliação Toxicológica de amostras de água e solo provenientes do Condomínio Barão de Mauá. Primeiro relatório parcial”. Relatório de pesquisa. São Paulo / SP.
48. Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo / Secretaria Municipal de Saúde de Mauá (SESSP/SMSM), 2001. “Avaliação epidemiológica da população de moradores do Condomínio Barão de Mauá, quanto a exposição ao benzeno”. Relatório de pesquisa. São Paulo / SP.

49. Thier, R.; Golka, K.; Bruning, T.; Ko, Y.; Bolt, H.M._ 2002. Genetic susceptibility to environmental toxicants: the interface between human and experimental studies in the development of new toxicological concepts. Toxicological letters, 127: 321 – 327.
50. TOXNET. [Http://www.toxnet.nlm.nih.gov](http://www.toxnet.nlm.nih.gov)

Outros *sites* consultados

www.seade.gov.br. Consultado em 27/06/2003

www.coneleste.com.br. Consultado em 27/05/2003

www.ibge.net/cidades. Consultado em 26/05/2003

www.estacoesferrovias.com.br. Consultado em 26/05/2003

www.camaramaua.sp.gov.br. Consultado em 27/05/2003

www.estadao.com.br. Consultado em 26/05/2003

www.maua.sp.gov.br. Consultado em 27/05/2003

www.greenpeace.com. Consultado em 26/05/2003