

**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 onexo 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	Evidências
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 vida¹ (ATSDR, 1997). São indicadores de potência carcinogênica que multiplicados pela dose (em se

¹ "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]

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 (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).

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
Mercúrio 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.

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

Contaminante	Fator de potência EPA(1998/1999)	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 ($\text{mg}/\text{Kg}\text{-dia}$)	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 $7.8 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$ 4.4×10^{-4} a $1.6 \times 10^{-3} \text{ mg}/\text{L}$	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 copadoras, 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 sanguínea. 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 sanguínea. 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) AGUDO	MRL (ATSDR) INTERMEDIÁRIO	MRL (ATSDR) CRÔNICO	RfD (EPA) (mg/kg/dia)
DDT	Oral ² 0,0005 mg/kg-dia (1000-incerteza) (LOAEL)	Oral ³ :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 ⁴

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

² Mudanças histológicas em tecido hepático

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 Inalação (Incerteza:30) 0,0002mg/m ³ Efeito: respiratório	Metil mercúrio: 1E-4 (0,0001mg/Kg-dia)
Níquel				Sais solúveis: 2E-2mg/Kg-dia
Bário				0,07mg/Kg-dia
Fenol				0,3mg/Kg-dia ⁵
Σ Cresol	Oral:0,05mg/Kg/dia Efeito: neurológico			
Cobalto		Oral: 0,01mg/Kg-dia Efeito: hematológico		
PCBs ⁶		Oral: 0,03µg/Kg-dia Efeito: neurológico (Incerteza: 300)	Oral: 0,02µg/Kg-dia Efeito: imunológico (Incerteza: 300)	7E-5mg/Kg-dia ⁷
Benzeno	Inalação(inc.30) 0,05ppm Ef. neurológico	Inalação: 0,004ppm (incerteza: 90) Efeito: neurológico		0,004mg/Kg/dia ⁸ (incerteza: 300)
Molibdênio	Não estabelecido	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 constituíam 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

⁴ Estudo em ratos expostos durante 1 ano a água contendo 25mg/L de cromo como K₂CrO₄.

⁵ Menor ganho de peso materno em estudo em ratos.

⁶ Valores referentes ao composto Aroclor 1254

⁷ Estudo em macacos: diminuição do peso de nascimento

⁸ Estudo em homens expostos ocupacionalmente ao composto BMDL (1,2mg/Kg/dia). Efeito crítico: diminuição do número de linfócitos.

forma de minimizar essa incerteza é tomar o limite 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 contaminado⁹ (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	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

⁹ 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.

Cromo total	0,000537	0,000151	0,00069
Mercurio	2,44E-06	----	2,44E-06
Molibdênio	2,79E-05	-----	2,79E-05
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 exposição¹⁰ 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

¹⁰ 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.

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
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 25 μ g/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 ¹¹	NÃO
Mercúrio	Ingestão Absorção dérmica Total*	2,44E-06 NR 2,44E-06	0,0001	RfD ¹²	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 ¹³	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	3,02E-07 1,48E-06	0,00002	MRL - C ¹⁴	NÃO

¹¹ Dose de referência (RfD) para Cromo VI com fator de incerteza de 300.

¹² Dose de referência (RfD) para Metilmercúrio com fator de incerteza de

¹³ Dose de referência (RfD) para sais solúveis de Níquel com fator de incerteza de

¹⁴ MRL para exposição crônica ao composto Aroclor 1254

	Total*	1,78E-06			
--	--------	----------	--	--	--

*somatório das concentrações dos contaminantes.

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, Cádmio 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 congênicas ou alterações do crescimento e desenvolvimento.

Ao se realizar um cálculo da dose de exposição diária ao longo destes 6 anos¹⁵ 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).

¹⁵ 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.

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.

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 expostos¹⁶.

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.

BENZENO	Dose de Exposição	GUIA de saúde para ingestão		Excedida pela dose de exposição estimada
	(mg/Kg/dia)	Valor (mg/kg-dia)	Fonte	
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

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-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 Cr. < 1 ano	DE / Ref Cr.1 - 11 anos	DE / Ref Ad. Mulheres	DE / Ref 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 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	0,0002
Dose exposição para toda vida (sexo masculino)	0,0076	0,0002

* 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 necessário 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 -1 7*, 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. MVR0M - 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