

**ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO POR
RESÍDUOS PERIGOSOS NO BAIRRO
MANSÕES SANTO ANTÔNIO**

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

VI. ROTAS DE EXPOSIÇÃO

2005

6.1. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ROTAS DE EXPOSIÇÃO

Uma Rota de Exposição é um processo que permite o contato dos indivíduos com os contaminantes originados em uma fonte de contaminação por poluentes. Não é simplesmente um compartimento ambiental (solo, ar, água, etc) ou uma via de exposição (inalação, ingestão, contato, etc); pelo contrário, inclui todos os elementos que ligam uma fonte de contaminação com a população receptora. A rota de exposição é composta pelos seguintes cinco elementos: Fonte de contaminação, Compartimento ambiental e mecanismos de transporte, Ponto de exposição, Via de exposição e População receptora. Estes elementos podem ocorrer no presente, no passado e/ou no futuro.

1. Fonte de contaminação: É a fonte de emissão do contaminante ao ambiente. Entretanto, no caso em que a fonte original seja desconhecida, pode ser representada pelo compartimento ambiental responsável pela contaminação de um ponto de exposição.

2. Compartimento ambiental e mecanismos de transporte: Os compartimentos ambientais são vários, incluindo: materiais ou substâncias de resíduos, água subterrânea ou profunda (aqüíferos), água superficial, ar, solo superficial, subsolo, sedimento e biota. Os mecanismos de transporte indicam as formas de migração dos contaminantes através dos compartimentos ambientais, desde a fonte até os pontos onde a exposição humana pode ocorrer.

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

4. Via de exposição: São os caminhos pelos quais os contaminantes podem estabelecer contato com o organismo, tais como: a ingestão, a inalação e a absorção ou o contato dérmico.

5. População receptora: São as pessoas que estão expostas ou potencialmente podem chegar a estarem expostas aos contaminantes de interesse em um ponto de exposição.

As diferentes rotas de exposição, mesmo que tenham um mesmo contaminante em comum, podem significar diferentes problemas de saúde. Mesmo assim, um compartimento ambiental específico ou uma via de exposição, podem chegar a ser parte de múltiplas rotas de exposição e mecanismos de transporte diferentes podem dar lugar a que as pessoas se exponham à distintas concentrações dos contaminantes.

As rotas de exposição podem ser categorizadas como completas ou potenciais. Cada rota completa ou potencial representa uma condição de exposição passada, presente e/ou futura. Qualquer contaminante associado com as rotas, sejam completas ou potenciais, requererá uma avaliação posterior na seção de Implicações à Saúde Pública.

Uma **rota de exposição completa** é aquela em que seus cinco elementos ligam a fonte de contaminação com a população receptora. Sem importar que a rota seja passada, presente e/ou futura, em todos os casos em que a rota seja completa, a população será considerada exposta.

Existe uma **rota de exposição potencial** quando não é possível se caracterizar um ou mais componentes de uma rota de exposição. Assim, por exemplo, uma forte contaminação de uma área numa região deserta, sem qualquer população a grandes distâncias, será considerada como potencial, pois não apresentaria os componentes: população exposta e ponto de exposição.

É preciso, no entanto, observar que a não existência de dados ambientais não indica, necessariamente, que uma rota de exposição não exista (ou tenha existido) de forma completa.

Assim, no caso do *site* no Bairro Mansões Santo Antônio, originado pelas emissões da empresa Proquima, apesar da inexistência de dados ambientais no passado (e a impossibilidade de sua elaboração no presente) existem indícios claros de rotas de exposição completas que serão detalhadas adiante.

6.2. ROTAS DE EXPOSIÇÃO NO BAIRRO MANSÕES SANTO ANTÔNIO

6.2.1. Rota: Atmosfera

Quanto às emissões para o compartimento atmosférico, devemos diferenciar os processos industriais quanto à intensidade e extensão.

a) Emissões para o ambiente de trabalho e vizinhança imediata

As formulações de detergentes, desengraxantes, decapantes, desmoldantes e desodorizantes, pela forma de manipulação à frio (mistura dos componentes em tanques), bem como pela baixa volatilidade dos componentes da mistura, não devem ter provocado emissões para atmosfera além da área fabril e sua vizinhança imediata. Algumas formulações continham também solventes orgânicos mais voláteis, inclusive os clorados como clorofórmio, cloreto de metila e monocloro benzeno. Outros procedimentos à frio, como a purificação por filtragem em filtro prensa, envolviam substância altamente tóxicas como *ascarel*¹

Contaminantes de Interesse: ácido fosfórico, tiuréia, soda líquida, soda em escamas, barrilha, oléina, acetona, acetato de sódio, metil etil cetona, etileno glicol, metanol, cloreto de vinila, clorofórmio, isopropanol, parafina clorada, benzeno, ácido acético, ácido sulfônico, tricloroetileno, nomilfenoletoxilato, isobutilglicol, xileno sulfonato de sódio, sal quartenário de amônio, leve e *tall oil*² e aguarráz. Além desses devem ser consideradas as matérias primas,

¹ **Ascarelé** é um óleo à base de PCBs (bifenilas policloradas) que até sua proibição em 1989 era usado como isolante em geradores e capacitores, pois só queima se elevado a temperaturas acima de 1.400 graus. Sua composição contém

² O *tall oil* é a designação para um líquido escuro, com forte odor proveniente da produção de papel pelo processo *Kraft*. Este material é utilizado como carga para vários produtos como tintas, vernizes, emulsões, lubrificantes e sabões. A sua composição básica é uma mistura de resinas ácidas como o ácido abiético e ácidos graxos, como os ácidos oléicos e linoléicos.

suja, contaminada, de composição incerta, à base de solventes clorados e aromáticos, óleos usados (inclusive **ascarel**)³.

População sob exposição: Ex-trabalhadores da Proquima, residentes do entorno imediato e freqüentadores da academia de tênis.

Local da exposição: no ambiente de trabalho na Proquima e na sua vizinhança imediata (academia de tênis).

Via de exposição: contato dérmico e inalação de vapores e gases.

Classificação da rota: completa. Apesar da inexistência de dados sobre as concentrações de gases e vapores, os procedimentos de manipulação (alimentação manual das substâncias para tanques abertos) e os relatos dos ex-trabalhadores assinalando vazamentos e derrames constantes indicam exposições acima do tolerável.

Temporalidade da exposição: passado, durante a época de funcionamento da Proquima, de 1973 a 1996.

b) Emissões para o ambiente de trabalho e para o entorno da Proquima

Os procedimentos destilativos, à quente, da forma como eram realizados na Proquima resultavam na emissão constante de gases e vapores dos resíduos reciclados na empresa.

Afora isto, a utilização de resíduos como combustível nas caldeiras, pela Proquima, gerava a emissão de fuligem negra, resíduo da combustão incompleta, com composição desconhecida, porém de alto poder tóxico. Neste contexto, por precaução, devido a utilização de resíduos contendo compostos organoclorados, não se deve excluir a possibilidade de geração de compostos altamente tóxicos como as dioxinas.

³ A aguarrás mineral, também conhecida como Mineral Spirit, é composta por uma mistura de hidrocarbonetos alifáticos, com faixa de destilação compreendida entre 151°C e 204°C. A aguarrás é usada como desengordurante de couros e na limpeza industrial de máquinas, peças metálicas e ferramentas, bem como na formulação de tintas e como diluente de resinas e vernizes. Também é componente na fabricação de ceras para assoalhos e na formulação de produtos para limpeza e polidores.

Pela composição dos ventos dominantes na região de Campinas, nas direções sul-norte e sudeste-noroeste, deve-se considerar, além do ambiente representado pela área de atuação da Proquima, as áreas do entorno nestas direções como as de maior exposição.

No entanto, segundo informações de antigos residentes e de professoras da escola infantil Curumim (na época de atuação da Proquima, localizava-se na Rua Jasmim, contrária à direção dos ventos predominantes), sentia-se fortes odores provenientes das emissões de substâncias químicas da Proquima. Estas emissões para o ar ambiente podiam ser originadas dos lançamentos de efluentes ilegais da empresa na rede de águas pluviais da Rua Hermantino Coelho que deságua no córrego.

Contaminantes de Interesse: acetona, metil etil cetona, etileno glicol, metanol, cloreto de vinila, clorofórmio, isopropanol, parafina clorada, benzeno, ácido acético, ácido sulfônico, tricloroetileno, isobutilglicol. Além desses, decorrentes das manipulações à frio, devem ser consideradas as matérias primas, sujas, contaminadas, de composição incerta, à base de solventes clorados e aromáticos e óleos usados (inclusive **ascarel**).

População sob exposição: Ex-trabalhadores da Proquima e residentes nas áreas do entorno, principalmente os residentes nas direções dos ventos dominantes, bem como os residentes e transeuntes da Rua Hermantino Coelho e suas imediações expostos às emanações da rede de águas pluviais contaminadas pela Proquima.

Local da exposição: no ambiente de trabalho na Proquima e nas áreas do entorno imediato da Proquima, principalmente na Academia de Tênis, bem na Rua Hermantino Coelho e suas imediações onde ocorriam as emanações da rede de águas pluviais contaminadas pela Proquima.

Via de exposição: contato dérmico e inalação de vapores e gases. Contato dérmico, ingestão e inalação de material particulado proveniente das emissões de fuligem pela queima de resíduos nas caldeiras.

Classificação da rota: Apesar da inexistência de dados sobre as concentrações de gases e vapores, os procedimentos de manipulação (alimentação manual das substâncias para tanques abertos) e os relatos dos ex-trabalhadores assinalando vazamentos e derrames constantes indicam exposições acima do tolerável para os ex-trabalhadores, deve-se estabelecer duas rotas:

- **completa** para os ex-trabalhadores da Proquima e freqüentadores da Academia de Tênis.
- **potencial** para os residentes nas áreas do entorno, principalmente os residentes nas áreas na direção dos ventos predominantes, bem como os residentes e transeuntes da Rua Hermantino Coelho, e suas imediações, expostos às emanações da rede de águas pluviais contaminadas pela Proquima.

Temporalidade da exposição: passado, durante a época de funcionamento da Proquima, de 1973 a 1996.

6.2.2. Rota: Água

6.2.2.1. Água para consumo humano

É comum a preocupação com a água para consumo humano em áreas com solo contaminado, mesmo com a existência de abastecimento pela rede pública. 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.

Os dados de monitoramento da qualidade da água para consumo humana fornecida pela SANASA indicam que a água da rede pública, inclusive as águas tratadas nas ETAS 3 e 4 (que abastecem a área do bairro Mansão Santo Antônio) apresenta qualidade dentro dos padrões de potabilidade determinados pela Portaria 518 do Ministério da Saúde.

Amostras coletadas nos reservatórios de água no subsolo do bloco habitado, em 26/07/2002 e analisadas pelo Laboratório Tasqa, detectou teores de diclorometano próximos do limite máximo da Portaria 518/MS e acima das concentrações da água fornecida pela SANASA, levantando a hipótese de contaminação das águas deste reservatório.

Entretanto, laudos recentes produzidos pelo laboratório da SANASA não detectaram a presença deste contaminante nas águas destes reservatórios **(Anexo IV-5)**.

A presença de benzeno e tolueno, em concentrações acima dos padrões de potabilidade determinados pela Portaria 518, em uma única amostra coletada no apartamento nº 4 do bloco A, pode ser fruto de uma contaminação pontual durante a coleta ou devido ao manuseio destas substâncias pelos residentes, comuns em produtos de limpeza.

Entretanto, pela existência de tubulações e reservatórios de água em área com solo contaminado, deve-se admitir a possibilidade de uma contaminação futura, exigindo monitoramento permanente da qualidade destas águas até que ocorra a eliminação dos focos de contaminação.

Desta forma, pode-se estabelecer a existência de **rota de exposição potencial futura** para a rota água da rede pública na área.

Contaminantes de Interesse: cloreto de vinila, 1,1-dicloroetano, trans-1,2-dicloroetano, 1,1-dicloroetano, cis-1,2-dicloroetano, clorofórmio, 1,2-dicloroetano, tetracloreto de carbono, benzeno, tricloroetano, 1,1,2-tricloroetano e tetracloroetano.

População sob exposição: Residentes e consumidores das águas da rede pública no Condomínio Parque Primavera.

Local da exposição: Nas residências do Condomínio Parque Primavera.

Via de exposição: Ingestão, inalação e contato dérmico com água contaminada.

Temporalidade da exposição: Futuro para residentes e consumidores das águas da rede pública no Condomínio Parque Primavera.

Classificação da rota: Potencial futura para residentes e consumidores das águas da rede pública no Condomínio Parque Primavera.

6.2.2.2. Água subterrânea

Informações colhidas entre moradores e ex-trabalhadores da Proquima assinalam que a maioria dos resíduos gerados pela empresa eram destinados a “**poços sumidouros**” (poços absorventes), construídos em diversas áreas da empresa.

Esta forma de emissão irregular, por meio dos poços de absorção, persistiu pelo menos até 19 de janeiro de 1996, quando, em resposta à carta da Cetesb, e após mais de 20 anos de funcionamento, a Proquima informa que “tendo em vista a impossibilidade de descarte direto dos efluentes líquidos industriais, iremos canalizar e armazenar em tanque para posterior destilação”.

Os dados ambientais até então produzidos para o compartimento ambiental água subterrânea, além de não explicitar a real dimensão e origem da contaminação, não apresentavam os requisitos de qualidade e suficiência exigidos pela metodologia de avaliação de risco da ATSDR.

Desta forma, a equipe de avaliação de risco à saúde humana teve que produzir os dados que julgava necessários. Os procedimentos e metodologias de amostragem e análise química utilizados são apresentados no “Protocolo de amostragem”. Os resultados e avaliações sobre os dados analíticos produzidos são apresentados e discutidos no capítulo “Contaminantes de interesse”.

As maiores concentrações dos contaminantes encontrados nos resultados analíticos assinalam contaminação, para a maioria dos contaminantes, superiores em muitas vezes aos valores de referência: Cloreto de vinila (3536 vezes); tetracloreto de carbono (254 vezes); benzeno (250 vezes); Cis-1,2-dicloroeteno (192 vezes); tricloroeteno (58 vezes); tetracloroeteno (30 vezes); 1,1-dicloroeteno (54 vezes); clorofórmio (30 vezes) e Trans-1,2-dicloroeteno (12 vezes).

Com base nos novos dados produzidos, comparando-se os resultados analíticos com os valores de referência utilizados (Portaria 518/MS e a lista holandesa), a seguir, são assinalados os componentes e classificação da rota de exposição determinada.

Contaminantes de Interesse: cloreto de vinila, 1,1-dicloroeteno, trans-1,2-dicloroeteno, 1,1-dicloroetano, cis-1,2-dicloroetano, clorofórmio, 1,2-dicloroetano, tetracloreto de carbono, benzeno, tricloroeteno, 1,1,2-tricloroetano e tetracloroeteno.

População sob exposição : Conforme assinalam os resultados analíticos produzidos pela Ambios, a contaminação ainda não chegou nas águas das nascentes localizadas à jusante da Proquima. No entanto, como demonstram as concentrações de alguns contaminantes detectadas nos piezômetros instalados pela Ambios, é somente uma questão de tempo para que isto ocorra.

Por outro lado, foi constatada forte contaminação dos contaminantes de interesse no poço tubular profundo que operava na garagem da empresa Transporte Gardênia. Informações indicam que as águas desta captação era utilizadas para consumo humano.

Desta forma, são as seguintes as **populações expostas:**

- **Passado:** Existem informações contraditórias sobre o período e uso das águas contaminadas do poço tubular profundo existente na empresa Transporte Gardênia. Caso tenha havido realmente uso humano das

águas desta captação, houve exposição humana dos trabalhadores desta empresa no período entre 1994 (construção do poço) até a data da interdição desta captação (2002).

- **Futuro:**

- Pessoas que venham a se utilizar das águas de captação subterrânea à jusante da Proquima, principalmente os residentes nas ruas Augusto Silva e José de Freitas Amorim, ou outras populações que venham a existir na área e consumir águas subterrâneas contaminadas; e
- Pessoas que venham a se utilizar das águas do córrego.

Local da exposição:

- Poços de captação de água subterrânea contaminada; e
- Água do córrego que venha a ser utilizada para consumo humano.

Via de exposição: Ingestão, inalação e contato dérmico com a água contaminada.

Classificação da rota:

- **completa** para trabalhadores da garagem da empresa Transporte Gardênia até a data da interdição desta captação (2002).
- **Completa** para pessoas que, no futuro, venham a se utilizar das águas de captação subterrânea à jusante da Proquima.
- **Potencial** pessoas que venham a se utilizar das águas do córrego.

Temporalidade da exposição:

- **Passado** para pessoas que consumiram água contaminada do poço de captação da garagem na empresa Transporte Gardênia.
- **Futuro** para pessoas que, no futuro, venham a se utilizar das águas de captação subterrânea à jusante da Proquima e para pessoas que venham a utilizar águas do córrego.

6.2.3. Rota: Solo

6.2.3.1. Solo superficial

O solo mais superficial até 8 (oito) cm é o que apresenta maior possibilidade de exposição por contato direto, bem como é desta camada de solo que ocorre a mobilização de material particulado suspenso de granulometria mais fina que, por inalação, se alojará nos pulmões por longos períodos, resultando na absorção eficiente dos contaminantes. Por esta razão a camada mais superficial de até 8 cm de profundidade é a de maior importância nos estudos de avaliação de risco à saúde humana (ATSDR, 1992).

Nos estudos anteriores, somente duas amostras foram coletadas da camada mais superficial de solo, de 0,0 a 50 cm. Estes dados não atendem plenamente aos requisitos da metodologia da ATSDR.

A equipe de avaliação de risco não pode produzir dados novos sob os critérios da ATSDR, pois a área industrial da Proquima, como medida preventiva exigida pela Cetesb, para evitar o contato direto, a emissão de vapores e gases, bem como o arraste de partículas a partir do solo contaminado, foi coberta com uma camada de 30 cm de espessura de argila compactada e pedriscos.

A amostragem de solo no lote 5 também é impossível pelos fortes impactos no solo superficial resultantes da construção do Condomínio Parque Primavera.

Desta forma, somente como referência, as duas amostras de solo “superficial” analisadas - somente na área industrial da Proquima - indicaram concentrações elevadas dos metais cádmio e cobre, porém dentro dos valores de referência utilizados. Das substâncias orgânicas somente os parâmetros tetracloroetano e TPH (hidrocarbonetos totais de petróleo) apresentaram valores acima das referências utilizadas.

Estes dados devem ser avaliados com cautela, desde o ponto de vista de avaliação de riscos à saúde humana, principalmente dos ex-trabalhadores da Proquima, devido aos seguintes fatores:

- O número de amostras não é significativo nem representativo da real situação de contaminação do solo da área da Proquima;
- A maioria dos contaminantes manipulados apresentavam características de alta volatilidade e a amostragem do solo, realizada 5 anos após a paralisação da empresa, não poderia indicar a real contaminação da época de atuação da Proquima; e
- A forma de amostragem com coleta de amostras até 50 cm de profundidade pode resultar em “diluição” das camadas mais superficiais (mais contaminadas).

Desta forma, apesar da ausência de dados, pode-se supor a existência de solo superficial contaminado com concentrações acima de normas aceitáveis para todos os contaminantes manipulados de forma inadequada na Proquima.

A seguir, são assinalados os componentes e classificação da rota de exposição a partir do solo superficial contaminado.

Contaminantes de Interesse: ácido fosfórico, tiuréia, soda líquida, soda em escamas, barrilha, oléina, acetona, acetato de sódio, metil etil cetona, etileno glicol, metanol, cloreto de vinila, clorofórmio, isopropanol, parafina clorada, benzeno, ácido acético, ácido sulfônico, tricloroetileno, nomilfenoletoxilato, isobutilglicol, xileno sulfonato de sódio, sal quartenário de amônio, leve e *tall oil* e aguarráz. Além desses devem ser consideradas as matérias primas, sujas, contaminadas, de composição incerta, à base de solventes clorados e aromáticos, óleos usados (inclusive **ascarel**).

População exposta: Ex-trabalhadores da Proquima, residentes e freqüentadores da academia de tênis.

Local da exposição: no ambiente de trabalho na Proquima e na sua vizinhança imediata (academia de tênis).

Via de exposição: ingestão de solo, contato dérmico, inalação de vapores, gases e material particulado a partir do solo contaminado.

Classificação da rota:

- **Completa** para os ex-trabalhadores da Proquima; e
- **Potencial** para residentes e freqüentadores da academia de tênis.

Temporalidade da exposição: passado, durante a época de funcionamento da Proquima, de 1973 a 1996.

6.2.3.2. Solo Profundo

Geralmente, para estudos de avaliação de riscos à saúde humana em áreas contaminadas, os dados de interesse limitam-se ao solo superficial.

No entanto, durante a construção dos blocos de apartamento do Condomínio Parque Primavera, os trabalhadores da Concima estiveram diretamente expostos a solos de maiores profundidades. Devem também ser incluídos na avaliação de exposição aos contaminantes os trabalhadores da firma que realizou as sondagens de reconhecimento para a Concima.

No lote 4, local onde a Proquima concentrava suas atividades industriais, com relação à presença de metais pesados nas amostras de solo, os resultados das análises químicas apresentaram concentrações abaixo dos limites de intervenção para o padrão Cetesb. Os parâmetros tetracloroetano, 1,1,2-Tricloroetano e xileno total apresentaram concentrações muito acima dos valores de referência. O contaminante 1,1,2,2-tetracloroetano, apesar de não constar entre os compostos referenciados, apresentou concentração de até 2.600 µg/kg.

No lote 5, local onde foram construídos os blocos de apartamentos do Condomínio Parque Primavera, as amostras de solo não apresentaram concentrações de contaminantes acima dos valores de referência.

Desta forma, pelos dados existentes, deve-se concluir que não houve rota de exposição para os trabalhadores da Concima envolvidos na construção do Condomínio Parque Primavera, nem dos trabalhadores que realizaram as sondagens.