

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

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

2005

PARTICIPANTES DOS ESTUDOS DE AVALIAÇÃO

Coordenação:

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

Equipe de Especialistas:

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

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

Revisores Técnicos:

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

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

Órgão financiador:

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE
CONTRATO BRA/CNT/0400546

SUMÁRIO

Participantes dos estudos de avaliação	II
Lista de Tabelas.	VII
Lista de Figuras.	IX
Lista de fotos	X
Lista de Anexos	X
Lista de Abreviações, Siglas e Símbolos	XII

Capítulo	ÍNDICE
I	INTRODUÇÃO 1 Metodologia de avaliação de risco da ATSDR (1992) 2. Observações sobre a aplicação da metodologia de avaliação de risco da ATSDR no Brasil
II	INFORMAÇÕES SOBRE A ÁREA Antecedentes 1. História de Campinas 2. Perfil sócio-econômico e demográfico de Campinas 3. Localização do Município de Campinas 4. Relevo 5. Geologia 6. Hidrologia e Hidrografia 7. O sistema de saúde de Campinas 8. O local da investigação 8.1. Ocupação do solo 8. Processo de poluição ambiental pela Proquima 9. O caso Mansões Santo Antonio
III	PREOCUPAÇÕES DA POPULAÇÃO COM SUA SAÚDE Preocupação da população
IV	IV. CONTAMINANTES DE INTERESSE 1. Dados ambientais existentes 2. Padrões utilizados na avaliação dos dados ambientais 3. Dados sobre contaminação dos meios ambientais 3.1. Solo 3.1.1. Solo Superficial 3.2. Água 3.2.1. Água para consumo humano 3.2.2. Nascentes e cacimbas localizadas no entorno da área 3.2.2.1. Inventário do uso de água subterrânea na vizinhança 3.2.3. Poços de Monitoramento 3.3. Ar 3.3.1. Emissões atmosféricas durante as atividades da Proquima 3.3.2. Emissões atmosféricas durante a construção dos blocos de apartamentos do Condomínio Primavera 3.3.3. Monitoramento de índices de explosividade e gases voláteis 3.3.4. Monitoramento do ar ambiente 4. Avaliação dos dados ambientais existentes 4.1. Solo 4.2. Água 4.2.1 Água para consumo humano 4.2.2. Água de nascentes e cacimbas 4.2.3. Rede de poços de monitoramento (piezômetros) 4.2.4. Ar - Durante as atividades da Proquima

Capítulo	ÍNDICE
IV	4.2.5. Monitoramento dos índices de explosividade e gases voláteis
	4.2.6. Monitoramento do ar ambiente
	4.5. Dados ambientais produzidos pela equipe de avaliação
	4.5.1. Questões de relevância para a avaliação de risco
	4.5.2. Protocolo de amostragem
	4.5.2.1. Pontos de amostragem
	4.5.2.2. Metodologia de amostragem
	4.5.2.3. Contaminantes analisados
	4.5.2.4. Procedimentos e laudos analíticos
	4.5.2.5. Resultados da campanha de amostragem
	MECANISMOS DE TRANSPORTE
	5.1. Introdução
5.2. Mecanismos de transporte de contaminantes de interesse no Bairro Mansões de Santo Antonio	
VI	ROTAS DE EXPOSIÇÃO
	1. Identificação e avaliação de rotas de exposição
	2. Rotas de exposição no bairro Mansões de Santo Antonio
	2.1. Rota: Atmosfera
	2.2. Rota Água
	2.2.1. Água para consumo humano
	2.2.2. Água subterrânea
	2.3. Rota Solo
	2.3.1. Solo superficial
2.3.2. Solo Profundo	
VII	IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE
	7.1. Introdução
	7.2. Exposição
	7.3. A População
	7.4. Efeitos sobre a saúde
	7.4.1. Câncer
	7.4.2. Efeitos não cancerígenos
	7.4.2.1. Benzeno
	7.4.2.2. Triclorometano
	7.4.2.3. 1,2-Dicloroetano
	7.4.2.4. Cloreto de vinila
	7.4.2.5. Tricloroetano
	7.4.2.6. Tetracloroeto de carbono
	7.4.2.7. Tetracloroetano
7.5. Dados de saúde existentes	
7.6. Respostas às preocupações da comunidade	
7.7. Implicações para a saúde - conclusão	
VIII	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES
	8.1. Determinação do nível de risco do local
	8.2. Principais informações para a caracterização de risco no bairro Mansões Santo Antônio
	8.3. Definição da categoria de risco na área do bairro Mansões Santo Antônio
	8.4. Recomendações
	8.4.1. Recomendações de Saúde
8.4.2. Recomendações de Ações Ambientais	
IX	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LISTA DE TABELAS

Capítulo	TABELA
IV	Tabela 4.1.: Principais Resultados das análises de metais em solo superficial
	Tabela 4.2.: Principais Resultados das análises de metais em solo profundo
	Tabela 4.3.: Principais resultados analíticos do monitoramento realizado nas águas para consumo humano da rede pública.
	Tabela 4.4.: Principais resultados analíticos das amostras de água de cacimbas e nascentes no entorno do <i>site</i> da Proquima
	Tabela 4.5.: - Principais características dos PMs da primeira campanha de amostragem da Arcadis Hidroambiente
	Tabela 4.6.: Principais resultados analíticos de metais nas amostras de água subterrânea da primeira campanha de amostragem.
	Tabela 4.7.: Principais resultados analíticos de compostos orgânicos nas amostras de água subterrânea da primeira campanha de amostragem.
	Tabela 4.8. - Principais características dos poços de monitoramento instalados na segunda campanha de amostragem da Arcadis Hidroambiente
	Tabela 4.9: Principais resultados analíticos de metais em água subterrânea
	Tabela 4.10: Principais resultados analíticos de compostos orgânicos em água subterrânea
	Tabela 4.11.: Tipo e localização dos pontos de medição dos índices de explosividade e concentração de gases voláteis.
	Tabela 4.12.: Principais ocorrências nas medições durante o monitoramento dos índices de explosividade e de gases voláteis.
	Tabela 4.13.: Concentrações médias e valores de referência utilizados no monitoramento do ar ambiente no Condomínio Primavera. (17/10/2002)
	Tabela 4.14.: Profundidade das sondagens
	Tabela 4.15.: Principais resultados analíticos das análises dos compostos orgânicos em águas subterrâneas
	Tabela 4.16.: Principais resultados analíticos das análises de metais em águas
	Tabela 4.17.: Valores de referência utilizados, maiores concentrações dos contaminantes e pontos de amostragem onde estas concentrações foram encontradas.
CAP. VII	Tabela 7.1.: Classificação segundo potencial carcinogênico dos contaminantes de interesse, Campinas - SP, 2005.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo	DESCRIÇÃO
II	Figura 2.1: Entorno da Proquima
	Figura 2.2.: Desenho esquemático das ampliações ilegais da Proquima.
	Figura 2.3.: Localização dos "poços absorventes" utilizados pela Proquima
	Figura 2.4.: Representação da Seção Geológica Esquemática A – A' a partir da área ocupada pela Proquima até o córrego
V	Figura 4.1.: Localização dos pontos de sondagens superficiais
	Figura 4.2.: Localização dos pontos de sondagem
	Figura 4.3.: Localização dos poços de monitoramento e Mapa potenciométrico
	Figura 4.4: Locais de amostragem para água subterrânea (maio 2005)
	Figura 4.5.: Distribuição dos contaminantes nos pontos de amostragem

LISTA DE FOTOS

CAPÍTULO	DESCRIÇÃO
II	Foto 2.1.: Entorno da empresa Proquima no ano de 1982
	Foto 2.2.: Entorno da empresa Proquima no ano de 1994

LISTA DE ANEXOS

CAPÍTULO	DESCRIÇÃO
CAP. II	Anexo 2.1.: Reclamações da população
	Anexo 2.2.: Algumas das Informações contidas nos Relatório de Inspeção da Cetesb sobre emissões atmosféricas da Proquima
	Anexo 2.3.: Autuações da Cetesb à Proquima
CAP. III	Anexo 3.1.: Entrevistas com moradores e ex-trabalhadores
CAP. IV	Anexo 4.1.: Levantamento histórico de ocorrências de rompimento na rede de distribuição no bairro Mansões de Santo Antônio a partir de 2000
	Anexo 4.2.: Histórico de teores de Trihalometanos e Diclorometano na saída da Estação de Tratamento das ETA's 3/4, unidade de produção que abastece o bairro Mansão Santo Antônio
	Anexo 4.3.: 1ª. Visita de reconhecimento para amostragem
	Anexo 4.4.: Visita de reconhecimento para amostragem
	Anexo 4.5.: Procedimentos de amostragem
CAP. VII	Anexo 7.1.: Classificação de potencial carcinogênico
	Anexo 7.2.: Principais efeitos sistêmicos tóxicos

LISTA DE ABREVIÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ATSDR	<i>Agency for Toxic Substances and Disease Registry</i>
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
CGVAM	Coordenação Geral de Vigilância Ambiental em Saúde
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
CMP	Concentração Máxima Permitida
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde.
IARC	International Agency of Research on Cancer
MO	Matéria orgânica
MRL	<i>Minimal Risk Level (Nível de Risco Mínimo)</i>
M.S.	Ministério da Saúde.
NA	Não Analisado.
ND	Não Detectado.
NIOSH	<i>National Institute of Occupational Safety and Health</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde.
pH	Potencial hidrogeniônico
PM	Poço de Monitoramento.
ppb	Partes por bilhão ($\mu\text{g}/\text{Kg}$, $\mu\text{g}/\text{L}$).
ppm	Partes por milhão (mg/Kg , mg/L).
SINVAS	Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde
SUS	Sistema Único de Saúde
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency – USA</i>
VMP	Valor Máximo Permitido.

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

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

I. INTRODUÇÃO

2005

INTRODUÇÃO

1. Metodologia de avaliação de risco da ATSDR

O processo de industrialização tem gerado em todo mundo, de forma crescente, grandes volumes de resíduos. Em muitos casos, os insumos e produtos finais contêm substâncias com diversas características de periculosidade para o meio ambiente e para a saúde humana. Diante dos riscos à saúde humana, as autoridades nos países mais industrializados criaram procedimentos de avaliação que, além de dimensionar o risco, assinalam recomendações para eliminação da exposição humana, ações de saúde direcionadas às populações expostas, bem como de remediação das fontes de emissão.

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

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

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

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

b) Resposta às Preocupações da Comunidade - Compreende a identificação dos membros da comunidade envolvidos, desenvolvimento de estratégias para envolver a comunidade no processo de avaliação, estabelecimento de comunicação com a comunidade por meio de todo o processo de solicitação e resposta dos comentários da comunidade sobre os resultados da avaliação.

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

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

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

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

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

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

Na aplicação da avaliação de risco à saúde humana, segundo a metodologia da ATSDR, no relatório final de avaliação, a classificação dos diversos níveis de perigo à saúde humana impõe ações das diversas áreas de governo, antecipadamente estabelecidas. Estas ações são implementadas com recursos de um fundo próprio, criado em 1980 pelo governo federal dos EUA (Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act –

CERCLA, também conhecido como Superfund law). Estas ações são implementadas independente de quem tenha causado a situação de risco à saúde humana.

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

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

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

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

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

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

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

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

II. INFORMAÇÃO SOBRE A ÁREA

2005

ANTECEDENTES

1. HISTÓRIA DE CAMPINAS

Segundo Tonella¹, a cidade de Campinas “surgiu na primeira metade do século XVIII como um bairro rural da Vila de Jundiáí. Localizado nas margens de uma trilha, aberta por paulistas do Planalto de Piratininga entre 1721 e 1730, o povoamento do “Bairro Rural do Mato Grosso” teve início com a instalação de um pouso de tropeiros nas proximidades da “Estrada dos Goiases”, o pouso das “Campinas do Mato Grosso”.

O povoamento com a chegada de Francisco Barreto Leme, vindo de Taubaté entre 1739 e 1744, fixou-se em terras adquiridas do que era uma antiga sesmaria.

“No mês de maio de 1774, o então governador da Capitania de São Paulo, Morgado Mateus outorgou a Barreto Leme a fundação do núcleo e estipulou algumas medidas urbanísticas básicas para o local. No dia 14 de julho de 1774, em uma capela provisória, foi celebrada a primeira missa por Frei Antonio de Pádua, primeiro vigário da nova paróquia.”²

Em 1797, é elevada a categoria de Vila e passa ser chamada de Vila de São Carlos. Este período é caracterizado pela expansão das lavouras de cana e engenhos de açúcar, atraindo para a região fazendeiros e seus escravos de localidades como Itú, Porto Feliz e Taubaté.

Segundo Tonella (2005), foi por força e interesse destes fazendeiros e o interesse do Governo da Capitania de São Paulo, que o bairro rural do Mato Grosso foi transformado em Freguesia de Nossa Senhora da Conceição das Campinas do Mato Grosso (1774). Somente em 05 de fevereiro de 1842, com 40 casas e cerca de 2.107 habitantes, o povoado é elevado a categoria de cidade e passa a ser chamada de Campinas³.”

“A economia passou, gradativamente, da monocultura açucareira para a monocultura cafeeira no início do século XIX. Em 1830, o café já estava consolidado na região, de modo que em 1854 havia em Campinas 117 fazendas com a produção anual de mais de trezentas mil arrobas de café. A seguir, vieram os imigrantes europeus, substituindo gradualmente, a mão-de-obra escrava nas fazendas e ferrovias, a partir da década de 1870.”⁴

¹ fonte: www.campinas.sp.gov.br por Vanderley Antonio Tonella, acesso em 22/02/05

² fonte: <http://www.psg.com/~walter/campinas.html>, acessado em 22/02/2005

³ fonte: www.solbrilhando.com.br, acessado em 22/02/05

⁴ fonte: <http://www.psg.com/~walter/campinas.html>, acessado em 22/02/2005

Com a crise da economia cafeeira, a partir da década de 1930, a cidade "agrária" de Campinas assumiu uma fisionomia mais industrial e de serviços. No plano urbanístico, por exemplo, Campinas recebeu do "Plano Prestes Maia" (1938), um amplo conjunto de ações voltado a reordenar suas vocações urbanas, buscando impulsionar velhos e novos talentos, como o de pólo tecnológico do interior do Estado de São Paulo.

A cidade passou a concentrar uma população mais significativa, constituída de migrantes e imigrantes procedentes das mais diversas regiões que chegavam à Campinas atraídos pela instalação de um novo parque produtivo (composto de fábricas, agroindústrias e estabelecimentos diversos).

Entre as décadas de 1930 e 1940 a cidade de Campinas passou a vivenciar um novo momento histórico, marcado pela migração e pela multiplicação de bairros nas proximidades das fábricas, dos estabelecimentos e das grandes rodovias em implantação - Via Anhanguera (1948), Rodovia Bandeirantes (1979) e Rodovia Santos Dumont (década de 1980).

Estes novos bairros, implantados originalmente sem infra-estrutura urbana, conquistaram uma melhor condição de urbanização entre as décadas de 1950 a 1990, ao mesmo tempo em que o território da cidade aumentava 15 vezes e sua população cerca de cinco vezes. De maneira especial, entre as décadas de 70 e 80, os fluxos migratórios levaram a população a praticamente duplicar de tamanho".⁵

Hoje Campinas é uma das cidades que mais cresce no interior do Estado. É considerada a terceira maior cidade de São Paulo. Distribuída em distritos (Joaquim Egídio Sousas, Barão Geraldo e Nova Aparecida) e centenas de bairros. Tem uma renda per capita em torno de U\$ 9.800, segundo estimativa da Secretaria Municipal de Planejamento, representando 9% do PIB nacional⁶.

2. PERFIL SÓCIO-ECONÔMICO E DEMOGRÁFICO DE CAMPINAS

Segundo dados do IBGE (2000)⁷ o Município de Campinas tem uma população de 969.396 habitantes e 283.142 domicílios. A rede de esgoto atende a 241.841 domicílios e a cobertura do abastecimento de água a 273.174 domicílios. A coleta de lixo é feita em 278.598 residências. O município conta com 243 estabelecimentos de saúde, sendo 90 de prestadores de serviços do SUS, totalizando 2.921 leitos.⁸

⁵ Fonte: www.nossosaopaulo.com.br/, acesso em 22/02/2005

⁶ Fontes: Banco Central do Brasil, Registros Administrativos 2003

⁷ Fonte: IBGE, Resultados da Amostra do Censo Demográfico 2000

⁸ Fonte: IBGE, Assistência Médica Sanitária 2002

O total de matrículas do ensino médio e fundamental é de 189.078. Campinas conta com mais de 668 empresas de educação e totaliza 1332 instituições que vão do ensino pré-escolar ao universitário, tanto público como privado.⁹

3. LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CAMPINAS

Campinas está localizada na área de contato entre o Planalto Cristalino Atlântico e a Depressão Periférica do Estado de São Paulo, situada em sua porção centro-leste. A altitude de Campinas é de 680 metros acima do nível do mar.

Tem uma extensão de 850Km², localizada nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude S 22°53'20'' e Longitude W 47°04'40''. Tem clima mesotérmico, marcado por verões quentes e temperatura média anual de 20,7°C e média anual da umidade relativa do ar de 72%. O índice pluviométrico anual é de 1382 mm, sendo que nos meses de outubro a março chegam a ser aproximadamente o triplo dos meses restantes.

O Regime de Ventos em Campinas apresenta as seguintes características: velocidade média diária é de 3 m/s. A direção predominante do vento varia de nordeste para oeste, dependendo da época do ano. O mês de agosto registra uma maior intensidade de ventos.

4. RELEVO

Por ser uma área de contato entre terrenos cristalinos e sedimentares, não há uma mudança brusca na paisagem dessas áreas, surgindo gradualmente a diferenciação entre as formas características do Planalto Atlântico e as da Depressão Periférica. As rochas sedimentares são as que apresentam formas mais suaves, enquanto que as cristalinas favorecem o aparecimento de formas mais movimentadas, com algumas serras, tais como a das Cabras e a dos Cocais.

5. GEOLOGIA

A área estudada está situada sobre um corpo de rocha intrusiva, sob forma de sill de diabásio, heterogêneo, descontínuo e anisotrópico. O solo predominante é latossolo roxo; latossolo vermelho escuro-roxo; latossolo vermelho-amarelo-fase-rasa e latossolo vermelho amarelo-orto, com solo superficial argilo-arenoso vermelho de alta permeabilidade e porosidade. Esse sill está intercalado por sedimentos grupo Itararé, localmente visualizadas por uma camada de sedimentos arenosos, fino a médio, de coloração cinza em sub-superfície. O embasamento cristalino é caracterizado por rochas granitóides de idade brasileira.

9 Fonte: Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP -, Censo Educacional 2003.

A vegetação apresenta-se como: Mata tropical latifoliada, possuidora de folhas largas e aplainadas, com árvores como pau d'alho, peroba, jequitibá, caviúna, sucupira, jacarandá, jatobá e ipê; Cerrado, tipo de vegetação menos densa, formada de arbustos pequenos; Campos, formado de gramíneas, possuindo pequenas árvores e arbustos distribuídos de modo esparsos.

6. HIDROLOGIA E HIDROGRAFIA

A hidrogeologia local é definida por dois grupos: o aquífero fraturado no embasamento cristalino e o aquífero freático raso situado no latossolo do sill de Diabásio e nos sedimentos arenosos do grupo Itararé.

Campinas é cortada pelos rios Capivari e Capivari-Mirim, na faixa sul. Ao norte e ao nordeste pelos rios Atibaia (que tem como afluente o Ribeirão Anhumas e das Cabras) e o Jaguari. A captação de águas é feita por quatro estações da SANASA (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A) por meio do rio Atibaia e do Capivari, sendo distribuída, depois de tratada, para toda a cidade.

7. O SISTEMA DE SAÚDE DE CAMPINAS

Segundo dados do site da Secretaria de Saúde de Campinas¹⁰, foi realizada a descentralização do sistema de saúde, com planejamento e gestão, para áreas com cerca de 200.000 habitantes.

As atividades foram iniciadas com a Atenção Básica, depois os serviços secundários próprios e posteriormente pelos serviços conveniados/contratados. Existem cinco Distritos de Saúde em Campinas: [Norte](#), [Sul](#), [Leste](#), [Noroeste](#) e [Sudoeste](#). Os dados de saúde serão apresentados e discutidos no capítulo Implicações de Saúde Pública

8. O LOCAL DA INVESTIGAÇÃO

A área deste estudo está localizada no bairro Mansões Santo Antônio, mas a área de influência dos contaminantes inclui, também, o bairro de Santa Cândida. Segundo o IBGE-2000, a área está localizada nas áreas censitárias 0620 e 0585.

Segundo dados do Centro de Saúde do Taquaral, o Bairro Mansões Santo Antônio, apresentou grande desenvolvimento imobiliário nos últimos anos. Grande parte das ruas não é pavimentada e não possui rede de esgoto. O fornecimento de água é feito pela SANASA.

Na visita à área a equipe de investigadores identificou que o bairro está localizado em uma discreta elevação. A maioria dos imóveis constitui-se de condomínios residenciais, empreendimentos em construção, poucas casas e terrenos onde funcionam chácaras de pequeno e médio porte. Algumas delas são usadas como local de veraneio e outras onde são desenvolvidas atividades agrícolas, sobretudo, horticultura e criação de animais, com objetivo, inclusive,

¹⁰ www.campinas.sp.gov.br/saude, acessado em 22/02/2005

de comercialização. No local foram identificadas diversas residências/chácaras que foram abastecidas, no passado, por água provenientes de poços e nascentes. Existe pouco comércio no local.

No local identificou-se a presença de terrenos baldios utilizados, entre outros, para deposição de resíduos diversos. Este bairro possuiu um córrego que no passado suas águas eram consideradas limpas e a população as utilizava para consumo doméstico, banhos e outros fins. Hoje este córrego está assoreado, com pouco volume e mobilização da água, que é escura e apresenta forte odor.

No bairro Jardim Santa Cândida observa-se grande concentração de indústrias de pequeno e médio porte. Segundo dados do Centro de Saúde do Taquaral, a concentração é maior nas ruas Lauro Vanucci, Luís Otávio e Frei Alfredo C. Filho. Também se observou terrenos baldios, onde estão depositados resíduos sólidos (pneus, sobras de construção e pouca matéria orgânica). Nesta área também estão localizados inúmeros motéis.

Segundo relato de moradores e técnicos, esta área é considerada de alta valorização, pois está situada próxima ao centro e ao maior shopping de Campinas. Os edifícios são considerados de alto padrão.

O acesso aos bairros é feito por duas grandes vias, a Rodovia Dom Pedro I (SP 340) e a Engenheiro Miguel Burnier. O tráfego é predominante de automóveis, limitando-se a três as linhas de ônibus que circulam pelo bairro.

Após visitar o bairro, levando-se em consideração os dados ambientais e informações dos moradores antigos da localidade (obtidas em entrevistas), delimitou-se a área de influência dos contaminantes, no passado, às ruas: Hermantino Coelho, José Augusto Silva, Lauro Vannucci, Jasmim, Professor Luis de Pádua, João Breda, Júlio de Souza Vale, José Freitas Amorim, Adelino Martins, Alberto Belintani, Mário Reis, Laureço Matyr Almeida Prado, Francisco Roberto Assumpção e Max Kauffmann.

O Condomínio Parque Primavera, situado na rua Hermantino Coelho, é formado por três prédios construídos e um em fase de acabamento. Apenas o bloco "A" está ocupado com aproximadamente 50 famílias vivendo no local. Praticamente toda a área do condomínio é coberta por piso cimentado e lajotas.

Do alto dos prédios do Condomínio Parque Primavera é possível visualizar o terreno identificado como lote 4, que guarda parte das construções dos escritórios da Concima, que foram construídos sobre as estruturas da antiga Proquima. Ainda nas edificações da Proquima, é possível identificar a casa de funcionário que vivia no local e outras estruturas, que serão descritas no capítulo sobre dados ambientais. No lote contíguo, existe uma quadra de tênis, que no momento está desativada, mas que funcionou durante as atividades da Proquima.

A jusante da área, em direção ao córrego, existem empresas, residências e chácaras. Entre as empresas deve-se destacar a Expresso Gardênia Ltda, situada na Rua Hermantino Coelho, nº 704, no antigo lote 6. Nos capítulos onde se discute questões ambientais, será destacado aspectos que indicam a ocorrência de rotas de contaminação neste local.

Deve-se salientar que próximo à Proquima, na rua Jasmim, existiu a escola Curumim, de educação infantil e primeiro grau. Na rua Santa Maria Rosselo há uma instituição de religiosas, que hoje mantêm no local uma creche, que já funcionava na época das atividades da Proquima.

Neste relatório, também serão apresentadas e discutidas as reclamações que os moradores apresentaram no período que a Proquima funcionou (**ANEXO II.1. Reclamações da População**).

O entorno da área ocupada pela Proquima pode ser observado no desenho esquemático da **figura II-1**.

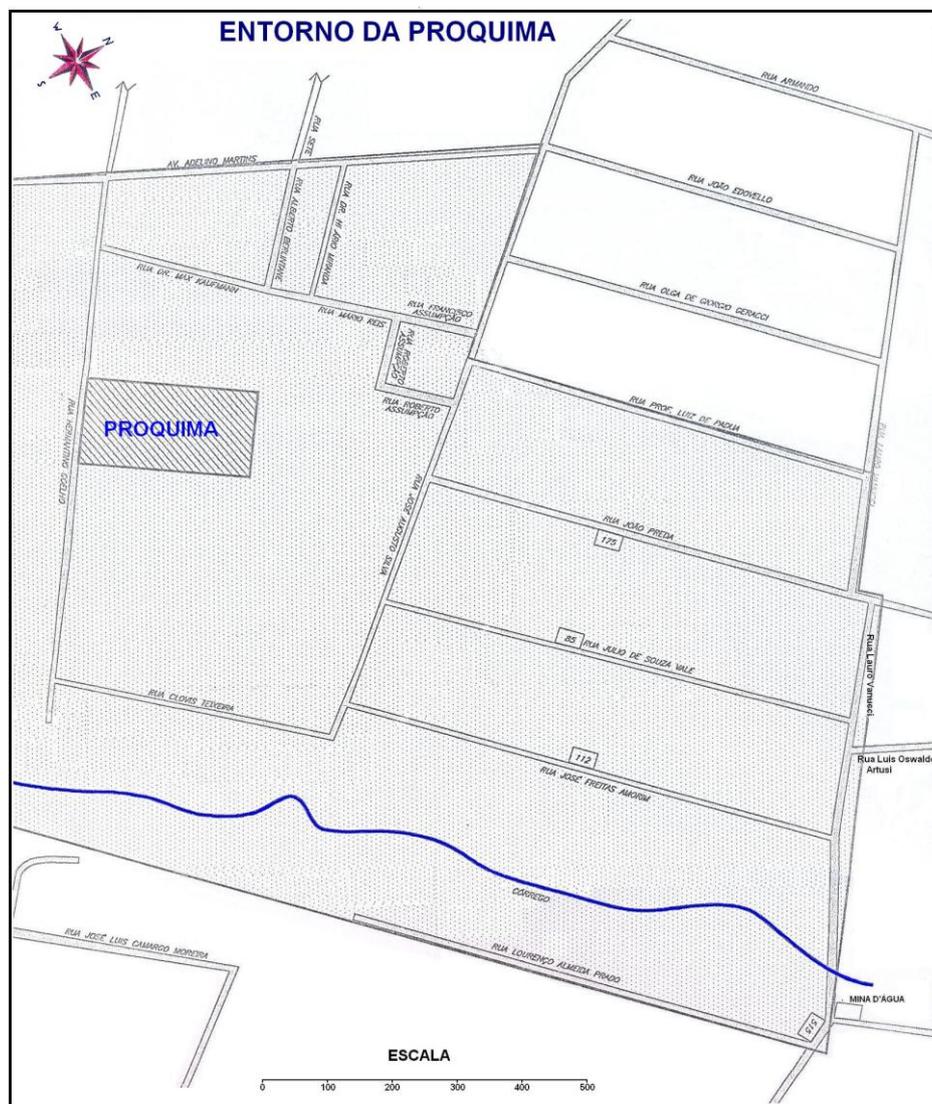


Figura II-1. Entorno da Proquima

8.1 OCUPAÇÃO DO SOLO

A partir de entrevistas feitas com antigos moradores da área, dados de documentos fornecidos pela Prefeitura e Secretaria de Saúde de Campinas, foi possível reconstruir parte da história do local.

A região constituía-se em uma fazenda que foi loteada e vendida. Em 1975, não havia água, luz e asfalto na área. A primeira rua a ser habitada foi a Max Kaufman, inicialmente com uma residência pertencente ao dono de toda a área, e logo depois foram construídas mais três residências. A próxima rua a ser ocupada foi a Mário Reis, sendo que apenas uma casa foi construída neste local.

Segundo relatos dos moradores mais antigos, as ruas eram na sua maioria, ocupadas por terrenos sem uso específico. Um córrego situado entre as ruas José Freitas Amorim e Lourenço de Almeida Prado, tinha águas límpidas onde as crianças brincavam e tomavam banho, também era possível praticar pesca na região. No início da década de 70, a população da área consumia água de poços e das inúmeras minas existentes no local.

Deve-se registrar que algumas ruas tiveram seus nomes trocados, como a rua Francisco Roberto Assunção que anteriormente chamava-se Virgílio Pinto Ribeiro, assim como outras tiveram seus traçados modificados.

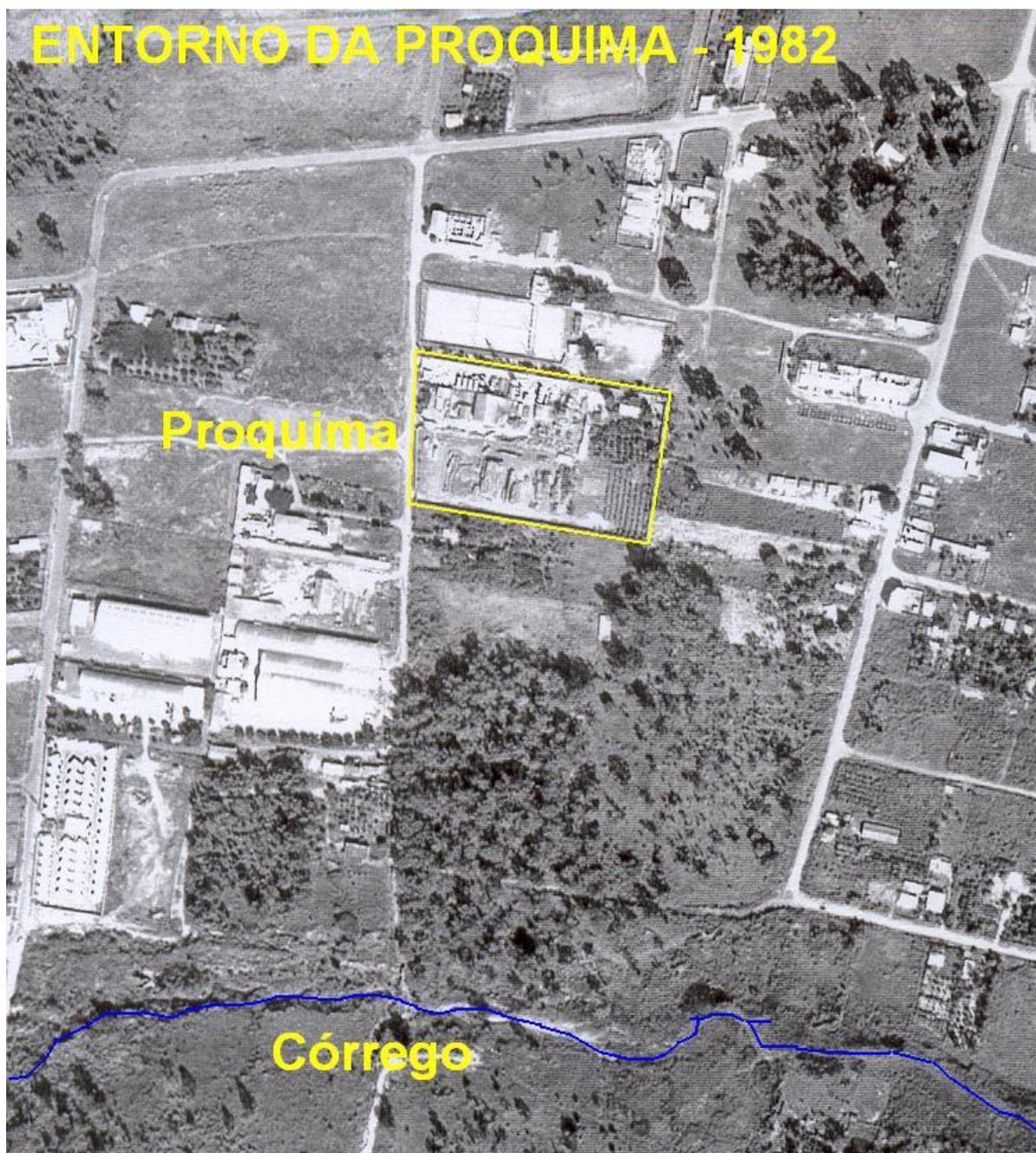
A indústria PROQUIMA PRODUTOS QUÍMICOS LDTA, instalou-se no local em 04 de setembro de 1973, na rua Hermantino Coelho. Nesta ocasião não existiam casas fazendo fronteira direta com o empreendimento, mas na calçada, em frente à fábrica, já existia uma área chamada de Colônia, constituída de um conjunto de casa geminas. As atividades nessa área não são conhecidas. Sabe-se apenas que se tratava de pessoas de nível sócio-econômico baixo.

Em 1979, o número de habitantes aumentou, embora a área continuasse a ter uma baixa densidade demográfica, sendo a maioria das propriedades constituídas por chácaras. Existia também um campo de futebol na rua Adelino Martins.

A evolução da ocupação do solo na área do entorno da Proquima pode ser observado por meio das fotos aéreas do arquivo da Prefeitura de Campinas relativas aos anos de 1982 e 1994 (**Fotos 2.1. e 2.2.**).

Como se observa na **foto II-1.**, até a primeira década de sua existência, a Proquima tinha poucos vizinhos no seu entorno. Ao longo da Rua Hermantino Coelho, em sentido a Avenida Adelino Martins, afora a Academia de Tênis, somente existiam uma residência na Rua Dr. Marx Kaufmann, duas na Rua Alberto Berluntane e um campo de futebol na Avenida Adelino Martins. Na sua área frontal, além de uma chácara, haviam terrenos vagos e uma chácara na Rua Jasmim.

FOTO II-1. Entorno da empresa Proquima no ano de 1982



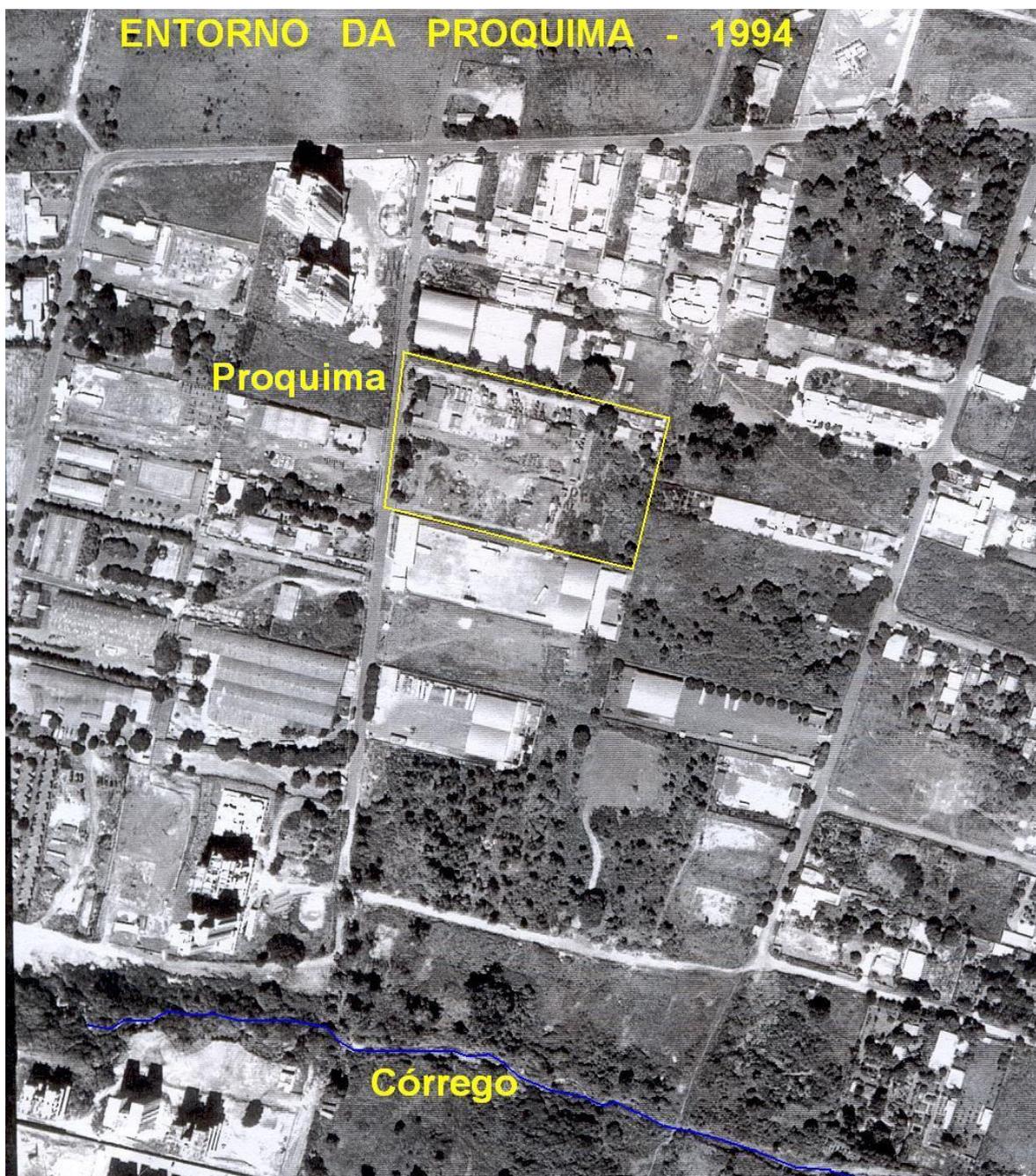
Fonte: Arquivo de fotos aéreas da Prefeitura de Campinas

A Academia de Tênis foi vendida, em 1983, e os novos proprietários ampliaram a oferta de serviços, construindo inclusive uma piscina. Ainda na rua Hermantino Coelho, do lado oposto à Proquima, em direção ao córrego, existia uma chácara e um depósito de madeira. Na Rua Hermantino Coelho, do lado da Proquima, em direção ao córrego não existiam quaisquer edificações. Na área de fundo da Proquima, em direção à Rua José Augusto Silva, haviam duas áreas de plantação com três famílias residentes.

É de se salientar a existência, naquela época, à jusante da Proquima, em direção leste, na Rua José Freitas Amorim, de chácaras e pequenas plantações. Esta observação é importante, pois como se assinala adiante, esta área possui nascente de águas subterrâneas provenientes da área da antiga Proquima.

A ocupação do solo no ano de 1994, conforme se observa na **foto II-2**, apresenta uma situação bastante alterada. Além da Academia de Tênis, observa-se a total ocupação da área por residências nas ruas Dr. Max Kaufmann, Alberto Berluntane e Mário Miranda.

Foto II-2. Entorno da empresa Proquima no ano de 1994



Fonte: Arquivo de fotos aéreas da Prefeitura de Campinas

Na área frontal, a aproximadamente 200 metros da Proquima, na rua Jasmim, há o surgimento de algumas edificações e de uma escola. Na Rua Hermantino Coelho, em direção ao córrego, além da permanência do depósito de madeira, surgem as garagens das empresas de ônibus Gardênia e Casonato.

Nos fundos da Proquima, na Rua José Augusto Silva, surge a garagem de ônibus da empresa José Bonatto Transportes. Nota-se o adensamento de residências e chácaras a Rua José Freitas Amorim.

8.2 PROCESSO DE POLUIÇÃO AMBIENTAL PELA PROQUIMA

A contaminação ambiental do Condomínio Mansões Santo Antônio foi ocasionada pela já extinta indústria Proquima Produtos Químicos LTDA. A empresa esteve instalada no local, Rua Hermantino Coelho, por mais de vinte anos, desde sua abertura em 04 de setembro de 1973 até 1996, e trabalhava com a recuperação de solventes.

As atividades desenvolvidas pela Proquima eram relacionadas à recuperação de resíduos químicos tais como cetonas, álcoois, glicóis, HCU (hidrocarbonetos clorados úmidos) e HCS (hidrocarbonetos clorados secos) para a produção de desengraxantes, detergentes, decapantes e desodorizantes líquidos, manuseando também os produtos necessários ao processo de recuperação de resíduos. Entre os produtos manipulados pela Proquima está o cloreto de vinila, composto comprovadamente cancerígeno.

Entre os produtos declarados pela Proquima na sua solicitação de licença de 1978 estavam *Halothene cm* (cloreto de metileno, ponto de ebulição 50°C/55°C), *Halothene md* (mistura de Tricloroetno/Tricloroetileno, ponto de ebulição 60°C/65°C), *Penvacer* (óleo desmoldante usado em cerâmica) e Isopropanol. Também declarava manusear parafina clorada e oleína.

Para a solicitação de licença de operação, em 1986, a Proquima declara manipular como matéria prima os compostos nomilfenoletoxilato, isobutilglicol, ácido fosfórico, soda líquida, ácido sulfônico, xileno sulfonato de sódio, sal quartenário de amônio, soda em escamas barrilha leve e *tall oil*.

Nota-se que a Proquima omite na sua declaração os resíduos de solventes clorados que continuava manipulando. Em várias ocasiões técnicos da Cetesb, realizando vistorias, constatavam manipulações para purificação de outros resíduos para os quais a Proquima não estava licenciada.

A composição dos produtos declarados pela Proquima em 1978 é apresentado na tabela a seguir.

Produto	Composição	Embalagem
GRL 1000 (Desengraxante líquido) 78% água	10% Nomilfenoletoxilato 10% Isobutilglicol 2% Metassilicato de Sódio	Tambores de 100 lts
DCP 50 (Decapante líquido) 40% Água	55% Acido Fosfórico 5% Nomilfenoletoxilado	Bombonas de 50 lts
Procleaner (Detergente líquido) 8% Água	80% Soda Líquida 2% Acido Sulfônico 10% Xileno Sulfonato de Sódio	Bombonas de 50 lts
Proquisan QA (Desodorizante para descargas)	90% Água 10% Sal quartenário de amônio	Bombonas de 50 lts
DSX 80 (Desengraxante em pó)	20% Soda em escamas 10% Ácido sulfônico 40% Metassilicato de sódio 30% Barrilha leve	Barricas de 50 Kg
DSX 70 (Desengraxante em pó)	90% Soda em escama 10% Tall Oil	Barricas de 50 Kg

A Cetesb, em levantamento na empresa, realizado em 8 de junho de 1979, constatou a seguinte relação de matérias primas e produtos, com as respectivas quantidades de processamento:

Matéria prima	Quantidade anual (Kg)
MEK (metil etil cetona) sujo ou contaminado	2.160
Acetona sujo ou contaminado	5.608
Acetatos contaminados	4.155
Ácido acético contaminado	12.300
Solvente clorado sujo ou contaminado	291.407
Solvente aromático sujo ou contaminado	159.760
Óleo sujo ou contaminado	119.600
Solventes diversos	100.896

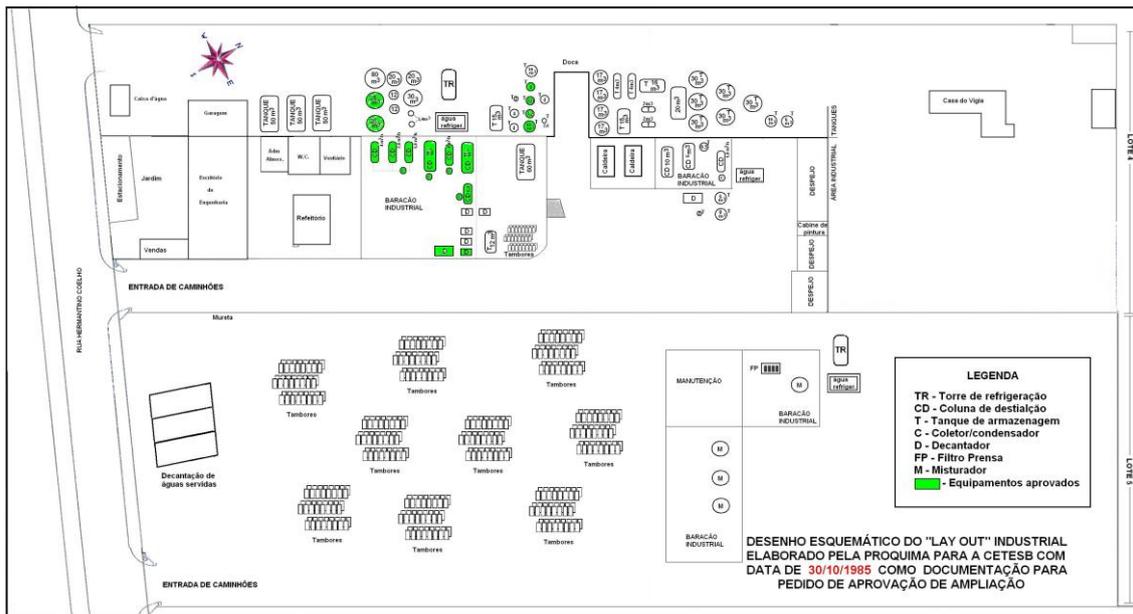
Sem as devidas licenças do órgão ambiental, desde o início de suas atividades, a Proquima ampliou rapidamente suas instalações. Em vistoria realizada pela em 28-02-84 a Cetesb constatou que a Proquima ampliou suas instalações da seguinte forma: aumentou de 9 para 41 tanques de armazenagem de matéria

prima e produtos acabados; aumentou de 4 para 8 torres de destilação e retificação; instalou uma cabine de pintura com cortina d'água; instalou um misturador para fabricação de detergente em pó; e instalou um tanque de armazenagem de hipoclorito. A capacidade de tancagem nominal passou de aproximadamente 100 m³ para cerca de 650 m³.

Produtos elaborados	Quantidade anual
Xilol	20.000 L
Isopropanol	111.200 L
Proquima A21	214.000 L
Acetato de Etila	10.671
Proquima A70	210.00 L
Resíduos Industriais	41.640 Kg
Álcool etílico	114.900 L
Penvacer	441.200 L
Toluol	143.600 L
Hecotheene CM	636.460 Kg
Penvaclor	22.880 Kg
Acetona	62.420 Kg
Hecotheene TRI	660 Kg
Ácido sulfônico	800 Kg
Benzol	82.000 L
Oleína	350 Kg
MEK	400 L
Ácido acético	29.400 Kg
Água destilada	3.200 L
Metanol	52.200 L
Aditivos	5.200 L

O desenho esquemático a seguir (**Figura II-2.**), a partir do *lay out* elaborado pela Proquima em 1985 para solicitar licença para os novos equipamentos (já em operação, sem licença), demonstra a dimensão dessas ampliações ilegais.

Figura II-2. Desenho esquemático das ampliações ilegais da Proquima.



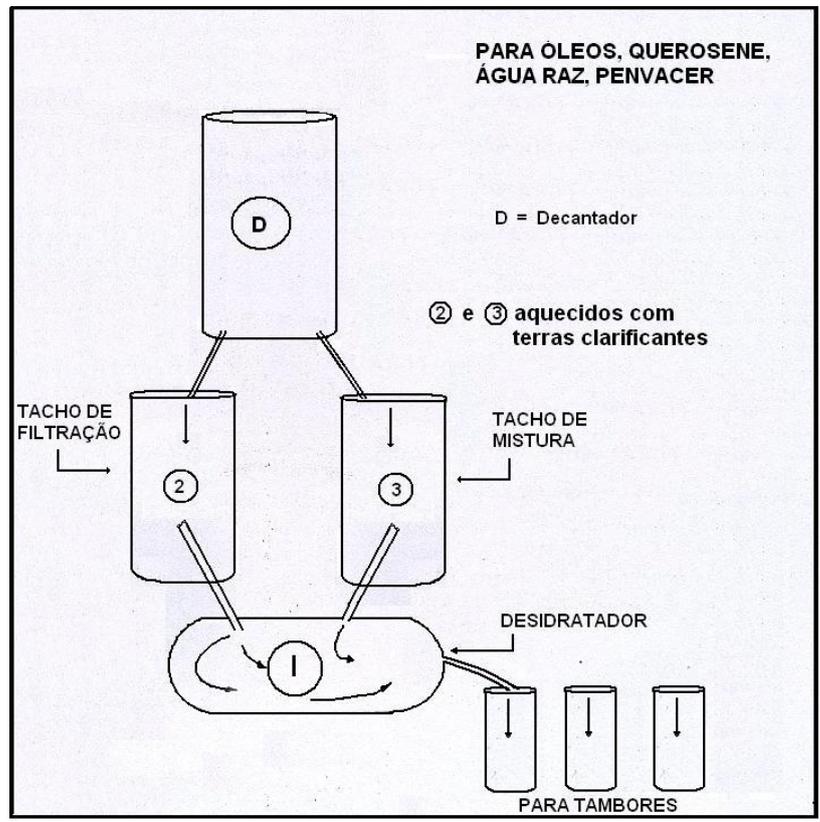
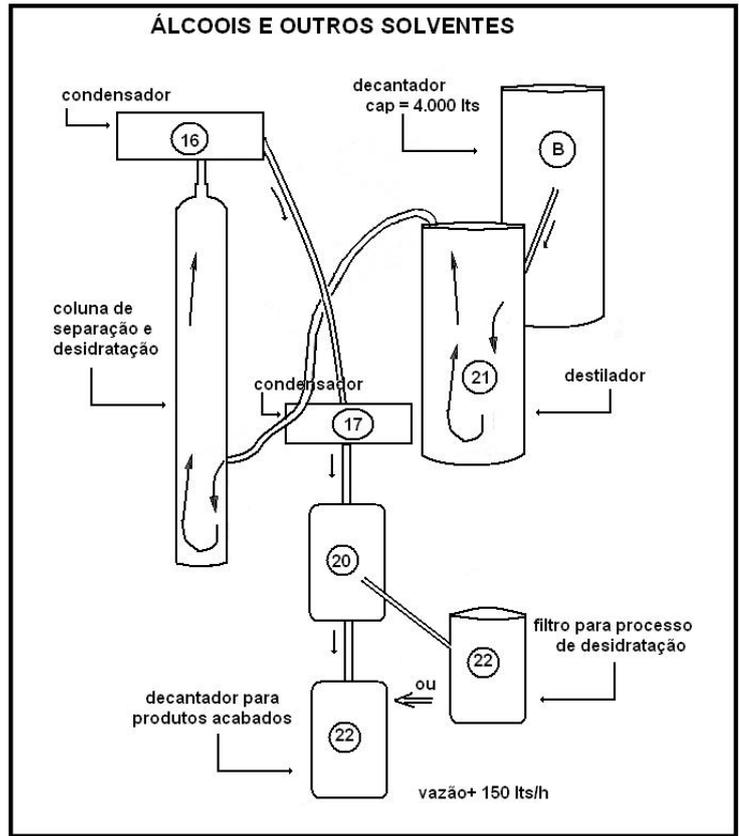
No desenho esquemático observa-se, assinalado em verde, os equipamentos e instalações autorizados pela Cetesb, pela Licença de Instalação concedida em 17 de maio de 1978 (Licença de Instalação Cetesb nº 0004005 - Processo 05/0783/7). Em 21 de maio de 1986, a Divisão de Controle de Fontes da Cetesb manifesta-se desfavoravelmente quanto ao pedido da Proquima de Licença de Instalação para os novos equipamentos.

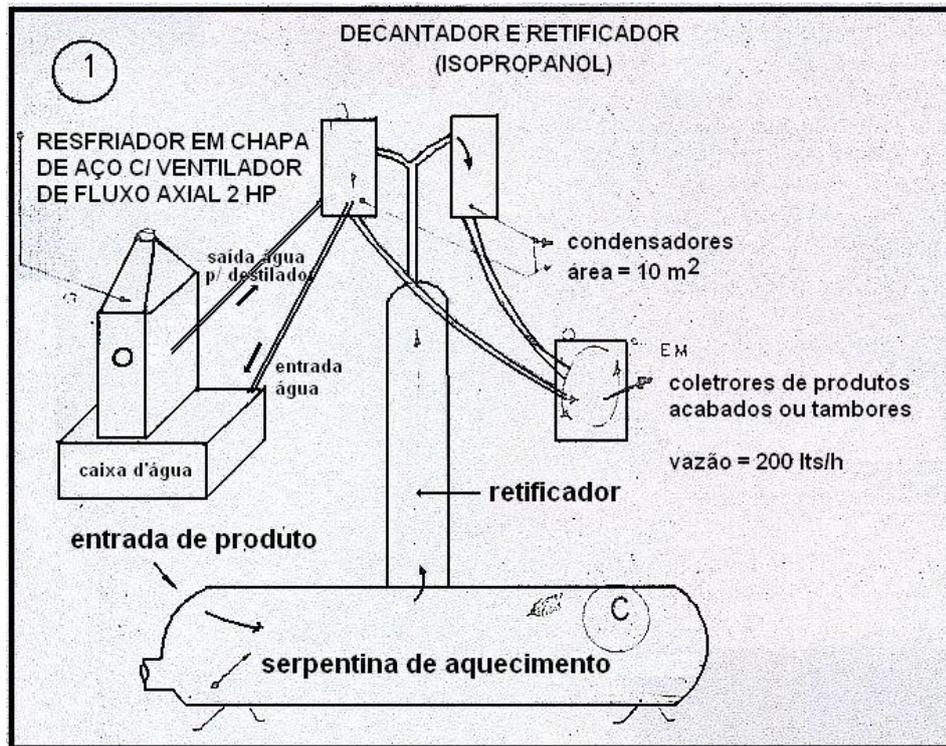
Os processos de recuperação dos solventes ocorriam por sistema de batelada. De um modo geral, os resíduos mais voláteis a serem purificados (álcoois e outros solventes), após decantação em tanques, alimentavam uma coluna de destilação, de onde os vapores seguiam para a coluna de separação e desidratação. Após condensação, os produtos eram filtrados.

Resíduos menos voláteis (óleos, querosene, água raz e Penvacer), após decantação, eram filtrados sob aquecimento com terras clarificantes. Por último, o filtrado era secado com material desidratante.

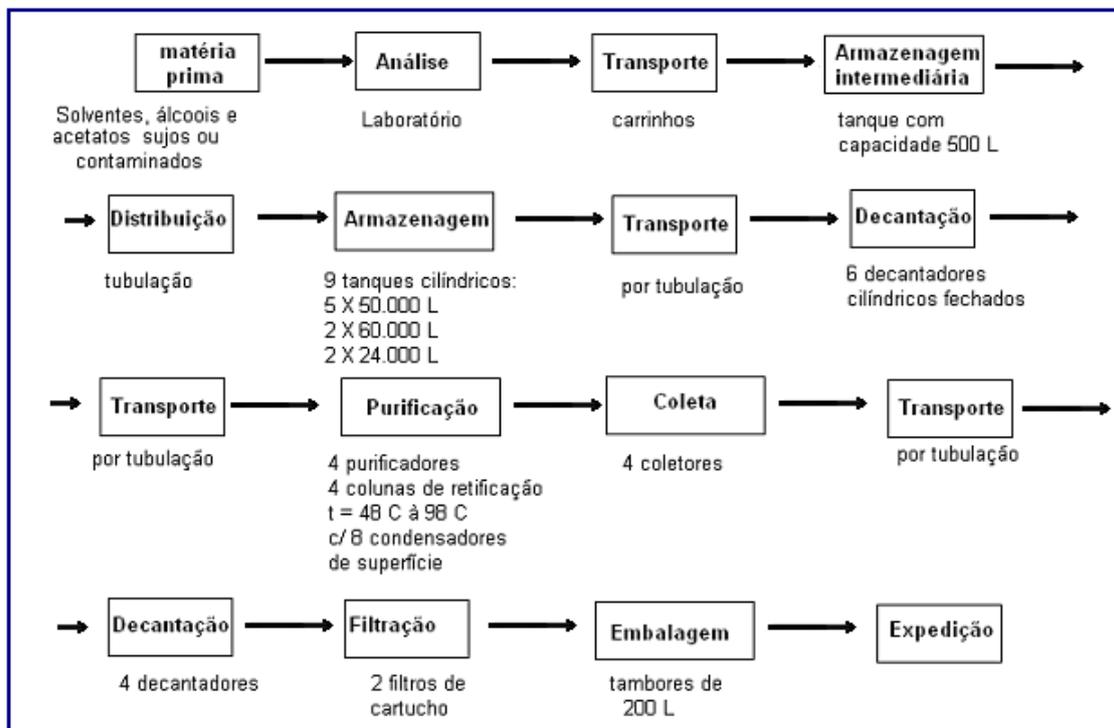
Havia também procedimentos de destilação alternativos para purificação de outros resíduos (como, por exemplo, isopropanol), onde, após aquecimento e passagem por coluna de retificação, os produtos eram condensados e filtrados.

Os três processos básicos de purificação utilizados pela Proquima são apresentados nos desenhos esquemáticos a seguir.

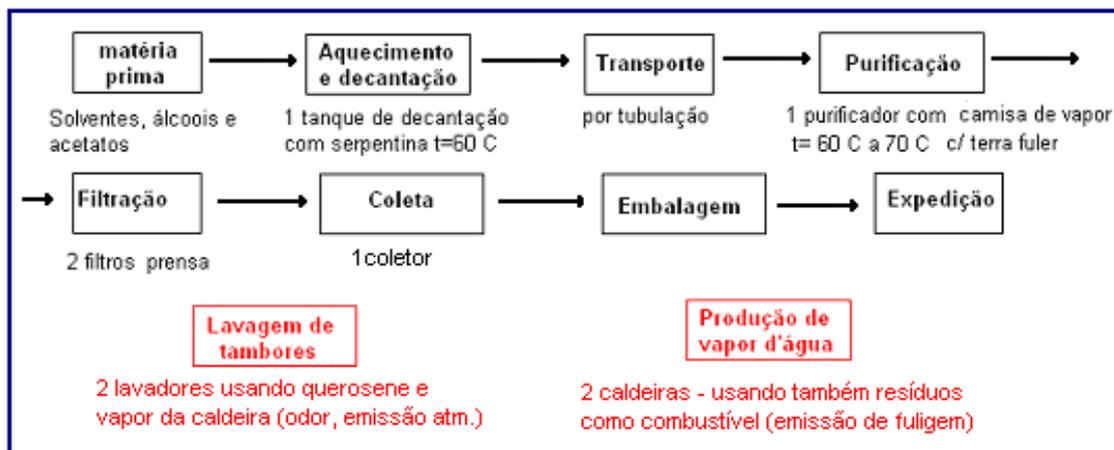




O fluxograma de processo, segundo levantamento realizado pela Cetesb, eram os seguintes:



Fluxograma para solventes, álcoois e acetatos



Fluxograma de desmoldantes de cerâmica

Além dos processos destilativos, utilizando calor, a Proquima realizava manipulações a frio, formulando produtos por meio de misturas a frio. Estas formulações eram realizadas, segundo informações dos ex-trabalhadores da empresa, em tanques homogenizadores abertos com alimentação direta. Estes procedimentos, envolvendo muitas vezes substâncias tóxicas – como solventes clorados, além dos constantes derrames e respingos, resultava em ambientes de trabalho insalubres.

Em função dos processos utilizados, pela forma de disposição dos produtos e matérias primas, bem como pela forma de eliminação dos seus resíduos e efluentes, podemos observar as diversas formas de contaminação dos compartimentos ambientais que foram confirmadas pelas entrevistas realizadas pela equipe de avaliação de risco com ex-trabalhadores da Proquima, conforme apresentado a seguir.

- **Estocagem de produtos e matéria prima**

As condições de estocagem de produtos e matérias primas na Proquima, desde o início do seu funcionamento, nunca foram adequadas. Estes materiais eram armazenados em tanques sobre o solo, sem as necessárias bacias de contenção para casos de acidentes, vazamentos ou derrames.

A indústria recebia material a granel, de carro tanque e, também, sob a forma de tambores e, em menor escala, de bombonas plásticas.

Na lateral do terreno que se confronta com uma escola de tênis estavam localizados os tanques de estocagem (em cor alumínio), enquanto na outra lateral encontram-se empilhados os tambores e bombonas.

Os resíduos para purificação, bem como os produtos acabados, eram também estocados em tambores de 200 litros dispostos diretamente sobre o solo em áreas dos lotes 4. A partir de 1981, com a compra do lote 5 pela Proquima, as atividades da empresa foram ampliadas para esta área onde, além de se transformar na principal área de estocagem de tambores, foi construído um galpão industrial para a produção de detergentes e outros produtos de limpeza.

A ocorrência de vazamentos dos tambores e derrames durante as manipulações é muito comum neste tipo de operação.

Os efluentes provenientes da lavagem das instalações e de tambores vazios eram absorvidos diretamente pelo solo das áreas da Proquima (lotes 4 e 5) ou fluíam por ralos para os **poços absorventes**.

As emissões de contaminantes pela estocagem inadequada de produtos e matérias primas, bem como pelos efluentes provenientes da lavagem das instalações e de tambores vazios, resultaram na contaminação, principalmente, da atmosfera e do solo.

- **Resíduos sólidos dos processos de purificação**

Seguindo os fluxos dos resíduos durante os processos de purificação, podemos estabelecer diferentes momentos da geração de resíduos:

Decantação – Os resíduos a serem purificados eram primeiramente armazenados em tanques onde ocorria a decantação de impurezas sólidas. Estes resíduos de fundo dos tanques de decantação eram, após determinados períodos, drenados por meio de sistemas de filtragem (possivelmente filtro prensa).

Neste contexto, é importante salientar que, segundo informações de ex-trabalhadores, além de óleos usados na lubrificação de motores, a Proquima também realizou manipulações para purificação de óleo para transformadores, conhecido como **ascarel**, cuja composição à base PCBs (bifenilas policloradas) é altamente tóxica, com evidências de serem carcinogênicos.

Procedimentos de filtragem e desidratação - Em todos os processos utilizados pela Proquima existem etapas de filtragem e desidratação dos destilados. Estes procedimentos se utilizam de filtros contendo diferentes materiais filtrantes (*terra fuller*) e de absorventes de água (diatomitos, carvão). Após sua utilização, este material filtrante, que é de baixo custo, é removido. Impregnado de contaminantes, inclusive metálicos, a deposição irregular destes resíduos gerou contaminação dos solos nos locais onde ocorreu sua deposição inadequada. O destino final desses resíduos sólidos gerados na Proquima é **desconhecida**. Mas é bastante provável que tenham sido dispostos em aterros clandestinos ou ilegalmente em estradas do Município de Campinas, conforme comprovado em algumas ocasiões¹¹. É provável também que parte desses resíduos tenham sido dispostos no solo dos lotes 4 e 5, onde operava a Proquima.

¹¹ a - Relatório de Inspeção da Cetesb de 04/05/88 assinado pelos engenheiros Antonio Fernando Cabral e Fernando Iorio Carbonari.

b - Ofício 192/90 da Delegacia de Polícia de Elias Fausto

c - Relatório de Inspeção da Cetesb de 19/04/89 assinado pelo Químico Mário Ferreira

- **Emissões durante os processos de destilação**

Entre suas atividades, a Proquima realizava a recuperação destilativa de solventes orgânicos contaminados em outras atividades industriais. Dependendo da origem e uso (lubrificação ou desengraxante), estes resíduos eram contaminados com outros óleos e aditivos, de composição química diversa.

Segundo Relatório de Inspeção Técnica da Cetesb, realizada em 31/05/84 (AI nº 17L4808), a empresa contava com seis unidades independentes para destilação/condensação/coleta, sendo que quatro destas encontravam-se no galpão principal juntamente com um sistema para clarificação de óleo, 5 tanques verticais intermediários e um conjunto percolador/decantador. Entre os tanques da Proquima existiam dois tipos: com e sem dutos de transferência (utilizados com bomba móvel). Os outros dois conjuntos eram de uso mais específico e encontravam-se em outra edificação junto às caldeiras. Um desses conjuntos era um destilador a vácuo (*water-jet*) usado para compostos de alto ponto de ebulição, o outro era utilizado para a retificação de álcoois.

Conforme já assinalado, desde a concessão de sua primeira licença de operação junto à Cetesb, no ano de 1978, a Proquima ampliou de forma considerável sua capacidade de manipulação de resíduos para purificação por meio de processos por destilação.

A operação se dava de forma inadequada com vazamentos e emissões constantes de contaminantes para a atmosfera. Uma relação das principais ocorrências, comprovadas pela Cetesb, pode ser observada no **ANEXO II-2**.

A população vizinha iniciou as reclamações em 1979, com registros na Cetesb, reclamações estas que permaneceram até 1996. As mais frequentes eram de odor e fumaça (por vezes preta, outras vezes branca). As reclamações de odor eram as mais diversas: acetona, inseticida, creolina, BHC, ácido, enxofre, mas, principalmente, amoníaco. Essas emissões ocorriam, principalmente, à **noite**. As reclamações de saúde mais ocorrentes eram irritação dos olhos, garganta, náusea e vômitos. Um registro das principais reclamações da população do entorno quanto aos incômodos causados pelas emissões atmosféricas da Proquima pode ser observado no **ANEXO II-1..**

Afora as emissões atmosféricas, os processos de purificação de resíduos por destilação geravam resíduos em cada batelada de destilação, também conhecidos como *fundo de tacho*, comumente da ordem de 2-3% do material total a ser destilado.

A própria Proquima declara, em 5 de julho de 1989 (Relatório “Inventário de Resíduo” para Cetesb), produzir 10 toneladas/ano de “resíduo oleoso de destilação”, caracterizando-o como “líquido escuro com odor de petróleo”.

O destino deste resíduo de *fundo de tacho* não é documentado de forma satisfatória. Porém, um bom indício sobre o destino destes resíduos é assinalado nos documentos de “Caracterização do Empreendimento”, dos anos de 1978 e 1986, utilizados pela Proquima para a solicitação de licença de operação junto à Cetesb.

Na sua caracterização do empreendimento, do ano de 1978, a Proquima declara que os efluentes líquidos, após tratamento em tanque de decantação, são encaminhados para “**poço absorvente**”. No mesmo documento assinala a existência de “um poço absorvente tendo 2,00 m de diâmetro por 6,00 m de fundo e o outro 1,80 m de diâmetro por 4,00 m de fundo.”

A existência de “poços de absorção” é também documentada, em 21 de maio de 1986 (Parecer Cetesb no 005/86 DCFCA 3 do Processo nº 05/0089/6), pela Divisão de Controle de Fontes da Cetesb que posiciona-se contrária ao pedido de Licença de Instalação (na verdade, legalização da extraordinária ampliação - já operante desde muito), fundamenta, entre outros, pelos seguintes motivos:

- “as águas residuárias geradas nas lavagens de pisos e equipamentos no setor de fabricação de detergentes, decapantes, desengraxantes e desodorizantes estão sendo lançados diretamente na galeria de águas pluviais”;
- “as águas residuárias geradas nas lavagens dos demais equipamentos são encaminhadas a uma caixa de separação de óleo e dispostas em poço absorvente. Em uma das vistorias constatou-se o extravasamento do poço de absorção para a galeria de águas pluviais.”

No mesmo documento a Cetesb assinala que “o poço de absorção foi desobstruído - segundo a Proquima - através de limpa-fossas, cujo destino dos resíduos extraídos não era de conhecimento da Proquima”, e que “análises realizadas pela Cetesb (17/03/86) nos efluentes destinados ao poço de absorção indicaram valores altíssimos para DBO (43200 mg/L) e para o DQO (57637 mg/L)”.

O Parecer Cetesb nº 144/86-CORE (Processo: 05/0089/6), de 17 de setembro de 1986, assinala que “existe risco de poluição das águas subterrâneas devido à grande mobilidade dos solventes orgânicos nos solos, uma vez que uma das formas de disposição dos despejos é por poço de absorção.”

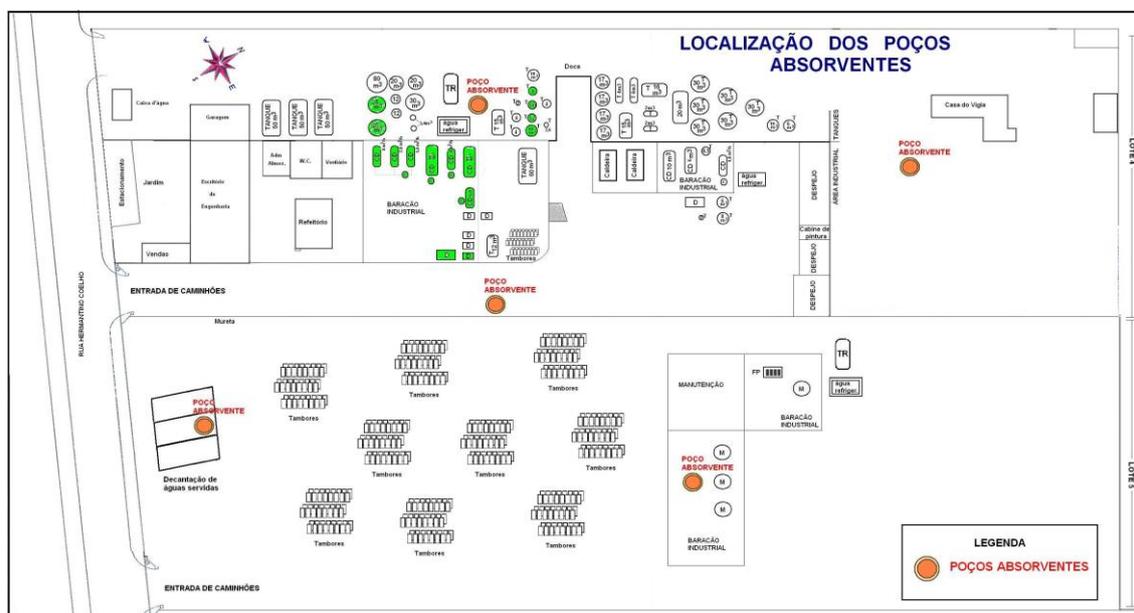
Informações colhidas com moradores e ex-trabalhadores da Proquima assinalam que a maioria dos resíduos gerados pela empresa eram destinados a “**poços sumidouros**” (poços absorventes) construídos em diversas áreas da empresa.

Ex-trabalhadores, por meio de entrevistas, ou diretamente, acompanhando a equipe de especialistas de avaliação de risco na área da Proquima, informaram a localização e dimensões exatas dos **poços absorventes** existentes nas áreas dos lotes 4 e 5.

Segundo essas informações, os **poços absorventes** tinham dimensões de diâmetro variável entre 1,5 a 2,0 metros com 10 metros de profundidade.

Por meio dessas informações foi possível assinalar a localização exata dos **sumidouros** apresentados no desenho esquemático da **Figura II-3**.

Figura II-3. Localização dos “poços absorventes” utilizados pela Proquima



Segundo informações de ex-trabalhadores da Proquima, um dos sumidouros assinalados, onde a empresa operava um conjunto de tanques de decantação para as águas servidas (local onde atualmente se encontra o *play ground* do Condomínio Primavera), tinha uma ligação clandestina para a rede de águas pluviais da rua Hermantino Coelho, que desaguava no córrego. Antigos residentes e ex-trabalhadores da Proquima assinalam que os fortes odores daí decorrentes eram sentidos inclusive na rua Jasmim.

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”.

Uma outra informação que sustenta a hipótese de destinação dos resíduos da Proquima em “sumidouros” é dada pelos dados sobre a contaminação das águas subterrâneas.

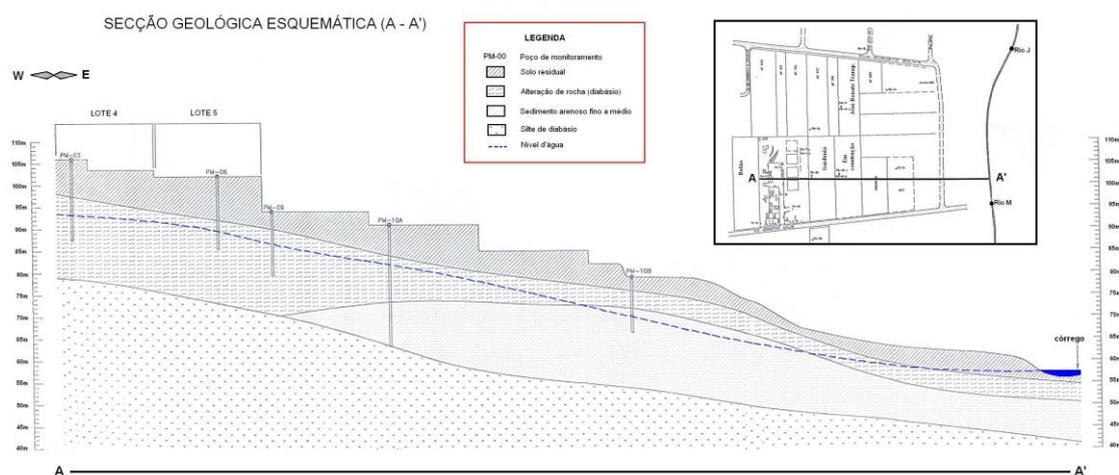
Os estudos elaborados pela empresa Arcadis Hidroambiente assinalam que o nível de profundidade da água do aquífero mais superficial na área ocupada pela Proquima tem variação entre 10 e 14 metros.

Sobre este aquífero, na área ocupada pela Proquima (lotes 4 e 5), uma camada de solo residual argilosa com espessura por volta de 7 a 10 metros,

seguida de uma camada de rocha alterada onde flui o aquífero freático. A descrição dos perfis das sondagens realizadas assinalam, para a primeira camada: “argila siltosa porosa, marrom escura a vermelha escura, com porções pouco arenosas”.

A **figura II-4.** assinala a representação da Seção Geológica Esquemática A – A’ a partir da área ocupada pela Proquima até o córrego que flui nas proximidades do *sítio*, segundo os dados levantados pela Arcadis.

Figura II-4. Representação da Seção Geológica Esquemática A – A’ a partir da área ocupada pela Proquima até o córrego



Pela dimensão da contaminação comprovada nas águas subterrâneas e principalmente pela constatação de “depósitos de fase livre”, ou seja, locais de acúmulo de substâncias orgânicas mais pesadas que a água, pode-se deduzir que tais depósitos de contaminantes somente poderiam ultrapassar a grossa camada de argila, em tais dimensões, por meio dos dutos de perfuração representados pelos poços absorventes ou “sumidouros”.

Esta hipótese também é reforçada quando se observa o perfil litológico (de quase 4 metros de profundidade) visível na garagem subterrânea (interditada) do Condomínio Parque Primavera. Não se observa naquele perfil, mesmo após mais de 10 anos de paralisação das atividades da Proquima, machas, escoamentos ou mesmo odor de produtos químicos.

Esta observação faz supor que a camada de argila apresenta capacidade de contenção para as “colunas” de contaminantes inseridas nos poços de absorção instalados.

É bastante provável que estes poços de absorção, por ocasião da venda do terreno para a empresa Concima, tenham sido convenientemente cobertos com camadas de solo argiloso, de tal forma que não deixassem vestígios visíveis ou mesmo de odor.

Levando também em consideração as características de alta volatilidade da maioria dos resíduos manipulados pela Proquima, as contaminações de solo superficial, detectadas durante as investigações iniciais com detectores de vapores orgânicos (PID), foram resultado principalmente das contaminações de solo superficial provenientes de atividades contaminantes “menores” como as produzidas por derrames de tambores e tanques, bem como de lavagens de tambores e das instalações. É provável que esta contaminação do solo superficial tenha ocorrido principalmente na área do lote 4, onde a Proquima mantinha suas principais operações. Nesta área observam-se as maiores detecções de vapores orgânicos medidos pelo PID (detector por foto-ionização).

Pelo exposto, é bem provável que parte significativa das 10 toneladas anuais de resíduos produzidos (declarados pela Proquima à Cetesb) tenha sido aduzida para os poços de absorção.

2.4- O CASO MANSÕES SANTO ANTONIO

A Proquima e seus sócios, venderam à Concima os lotes 4 e 5 da rua Hermantino Coelho, onde anteriormente ficava a planta fabril da empresa.

Não resta demonstrado, diante da análise documental, a permissão para utilização do solo pela Proquima, antes da data das aquisições dos referidos lotes (4 e 5), como se segue abaixo, embora, como foi citado anteriormente no relatório, a empresa Proquima, tenha funcionado no referido local de 1973 até 1996, quando foi fechada definitivamente e vendida à Construtora Concima S.A. Construções Civis, neste relatório denominada como Concima.

Conforme Certidão do 2º Cartório de Registro de Imóveis de Campinas/São Paulo, lavrada em 03 de novembro de 1977, Livro 2 folha 1, a pessoa jurídica PROQUIMA-PRODUTOS QUÍMICOS LTDA, comprou o lote de terreno nº 4, da Quadra F, do loteamento denominado Mansões Santo Antônio, com área de 8.555,00m².

O lote 5, foi adquirido pelas pessoas físicas, Luiz Carlos S. Farjallat e Maria Tereza Dissessa, (sócios da Proquima), quando casados, conforme escritura de compra e venda, lavrada no 4º Cartório de Notas, livro 323, folha 154, em 26 de agosto de 1980.

Não foram identificados documentos que provem a permissão para uso e gozo desse solo, pela Proquima, embora não restem dúvidas que a mesma funcionava no local desde 1973.

Segundo Escritura de Compra e Venda, lavrada no 1º Tabelião de Notas de Campinas, conforme livro 1.555, folha 201, foram comprados pela Concima, em 19 de dezembro de 1996, os lotes contíguos de nº 4 e 5, da quadra “F” (16.888m²), situados na rua Hermantino Coelho, no loteamento Mansões Santo Antônio, sendo o primeiro da Empresa Proquima e o segundo de Luiz Carlos S.

Farjallat e Maria Thereza Dissessa, na ocasião divorciados e sócios da Proquima. Nos terrenos seriam construídos 8 prédios de apartamentos, 4 em cada lote, totalizando 396 apartamentos.

A Concima, submeteu à Prefeitura de Campinas o projeto do empreendimento que seria erguido, primeiramente, no lote 5, com área de 8.325,00m², na Rua 8, atual Rua Hermantino Coelho, nº 758. Obteve, em 23 de dezembro de 1998, aprovação da Prefeitura Municipal de Campinas, para que fosse erguida residência multifamiliar com 14 pavimentos e 196 unidades.

A Concima, também fez consulta a GRAPROHAB/Secretaria de Habitação de São Paulo, que informou em 23 de fevereiro de 1999, que cita o alvará de aprovação da Prefeitura e destaca que o empreendimento não se enquadraria nos critérios de análise pelo colegiado, tais como: a- não possuir infra-estrutura básica e ter mais de 200 unidades; b- localizar-se em área de proteção ambiental; e c- ser maior de 15.000m². Isto quer dizer que a área não se enquadrava neste itens. Neste parecer, a GRAPROHAB informa que a área é de competência exclusiva da municipalidade.

Quase um ano após, em 3 de novembro de 1999, a Prefeitura forneceu o alvará de aprovação para construção no lote 4, com área de 8.555,00m², na então denominada Rua 8, atual rua Hermantino Coelho, nº 818, para que fosse erguida residência multifamiliar com 13 pavimentos e 200 unidades.

A Concima, em documento enviado a Cetesb, solicitando cancelamento do Auto de Infração para Imposição de Penalidade Para Advertência, (AIIP), de nº 05000657, de 30 de outubro de 2001, prometeu vender, para entrega futura, o conjunto Residencial Parque Primavera à Cooperativa CR Taboão-Cooperativa Autofinanciada, que havia obtido a adesão de 239 associados.

Neste mesmo documento, justifica que a obra deve ser feita por etapas, como prevê as regras desse tipo de financiamento.

A Concima iniciou a construção do empreendimento pelo lote 5, quadra F, Quarteirão 03793, onde seriam erguidos 4 blocos, com 196 apartamentos, denominados "A, B, C e D". Em 2001, o bloco "A", já estava vendido e habitado. Os blocos "B" e "C" estavam em fase de construção com previsão de entrega em 2002. O bloco "D" não tinha sido edificado até 30 de outubro de 2001.

A Concima solicitou ao GRAPROHAB aprovação para a construção no lote 4, que, por sua vez, solicitou a Cetesb parecer sobre a área. A Concima, a partir desse fato, contatou a Cetesb e solicitou orientações.

Em 14 de setembro de 2001, a CETESB emitiu o parecer técnico nº 05100088, do Processo 05 00745 01, para a Concima, onde é declarado que a área foi da empresa Proquima, que funcionou neste local até 1997, tendo como principal atividade a recuperação de solventes a partir de resíduos industriais ou solventes contaminados tais como: Isopropanolol residual, metanol,

hidrocarboneto clorado úmido, toluol, butanol, dicloroetano, álcool etílico, acetona, clorofórmio em metanol e piridina, e fabricação de produtos de limpeza, tais como, desengraxantes em pó e líquido, detergentes, decapantes e desodorizantes líquidos, usando como matéria prima nomilfenoletoxilado, isobutilglicol, ácido fosfórico, soda líquida, ácido sulfônico, xileno, sulfonato de sódio, sal quartenário de amônio, barrilha e tall-oil.

Neste Parecer são citadas, ainda, as multas aplicadas pela Cetesb em 23/06/1989 e 28/05/1990, assim como o incêndio ocorrido em 1987 e as inúmeras intervenções realizadas pelo referido órgão, que culminou com sua interdição. A Cetesb ainda declara que "...a firma Proquima Produtos Químicos LTDA, foi uma empresa que nunca agiu efetivamente para solucionar os seus problemas de poluição ambiental". A conclusão do relatório assinala que o projeto está em área "suspeita de contaminação" e indefere a solicitada do GRAPROHAH.

A Concima envia carta a CETESB, em 10 de outubro de 2001, onde se coloca à disposição para realizar os estudos necessários e, se for o caso, proceder as correções. Neste mesmo documento declara que "...preocupa a empresa que a suspeita de contaminação venha a ser conhecida por terceiros, possibilitando a inevitável divulgação pela mídia, o que comprometeria o empreendimento". Também aponta que a Prefeitura tinha autorizado a construção dos imóveis e que as Cetesb era conhecedora da contaminação desde 1998.

Em parecer técnico nº 23/ECC/01 - PA N 00187/01, de 10/10/2001, sobre a implantação do Condomínio Residencial em área industrial suspeita de contaminação, emitido pelo Grupo de Gestão em Áreas Contaminadas (GGAC), enviado a Concima, a Cetesb conclui que a área deve ser considerada contaminada, procedimentos de remediação devem ser realizados e as unidades habitacionais não devem ser comercializadas, assim como decide impedir, por ação cautelar, que as obras continuem, apontando, ainda, possíveis rotas que possam contaminar os moradores. Este parecer solicita também a autuação da Concima. Deve-se destacar que neste parecer foi apontado com recomendações que o Ministério Público e os órgãos de saúde fossem notificados do caso.

Em 17/10/2001, a Cetesb lavra auto de inspeção nº 887953. Na mesma época, a Cetesb realiza avaliações preliminares com emprego dos equipamentos explosivímetro e fotoionizador, concluindo que não há situação de alto risco, no que diz respeito à explosão e emanação de gases tóxicos, desde que a situação se mantenha para o futuro.

Em 25/10/2001, a Cetesb lavrou auto de infração AIIP nº 0555657, onde foram feitas diversas exigências técnicas, como, investigação ambiental da área, (água aduzida, gases do subsolo, explosividade, identificar poços de captação de água a jusante da área), para fins de futura ocupação, assim como, interdição do terreno a pessoas estranhas a área, paralisação de obras que façam mobilização de solo, comunicação às imobiliárias de que a venda dos imóveis deveriam ser paralisadas.

Em 01/11/2001, a Concima, por meio do ofício nº 273/01, solicita à CETESB o cancelamento do AIIPA nº 05556570, onde imputa a Proquima como culpada pela contaminação da área e ainda declara que a Cetesb havia lavrado 18 autos de infração a indústria química, evocando a aprovação concedida pelo GRAPROHAB “órgão no qual a CETESB tem assento”.

Em 14.11.2001, a Concima informa que contratou a empresa Arcadis Hidro Ambiente S/A para elaborar estudo de Avaliação de Risco e Estabelecimento de Estratégias e Remediação¹².

A Cetesb permanece emitindo autos de infração à Concima e Proquima referentes a contaminação de águas, ar e solos que torna as áreas “impróprias, nocivas ou ofensivas à saúde humana” datados de 2001,2002, 2003 e 2004.

A Concima, em documento enviado à Cetesb, referente ao Processo nº 05/01222/01, apresenta informes sobre as medidas que foram implementadas no condomínio e a multa nº 05000403, emitida em 19/08/2002, pela Cetesb. Apresentando, também, laudos de explosividade da empresa Hidro Ambiente; sondagens de voláteis; planta da situação dos lotes 4 e 5; e laudo emitido pelo Ceatox-Centro de Assistência Toxicológica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP, datado de 23/09/2002 - esse relatório será discutido no Capítulo Implicações para saúde Pública.

Em todos os documentos analisados sobre a defesa das infrações, imputadas à Concima, esta argumenta, repetidas vezes, que a única responsável pela contaminação é a Proquima e que a Cetesb tinha conhecimento de suas irregularidades, embora o órgão ambiental do município tenha liberado o uso do solo para construção dos prédios.

Em reunião realizada e convocada pela Cetesb, em março de 2003, a Concima apresentou plano de remediação para a área contaminada, elaborado pelas empresas: Concima e Proquima, embora esta última não tenha comparecido a reunião¹³.

Em Folha de Despacho elaborada por técnico da Cetesb, ao gerente da CPr-C, de 16/05/2003, é informado que as empresas Concima e Proquima, não estão negociando as condições para remediação da área e cita que a Concima, em reunião no dia 22/04/2003, na Promotoria de Justiça de Campinas, “mostrou intenção de impetrar ação judicial contra a Proquima e seu proprietário, para disponibilizar a comercialização de apartamentos do Residencial Parque Primavera, a fim de custear a remediação da área”¹⁴.

A Agência Ambiental da Cetesb de Campinas, em despacho n 1/1, de 21/07/2003, informa que as questões referentes à Concima e Proquima estão se desenvolvendo com a mediação do Ministério Público, sendo acompanhadas por meio da PA/MP/ 05/00135/01.

¹² Informação Técnica da CETESB N 001/02/CPr-C – Processo PA/ 00187/01, DE 02/02/2002

¹³ Nota Ata da reunião realizada na CETESB em, 05/00784/03, folha 15. doc 12.

¹⁴ Folha de Despacho da CETESB elaborada em 16/05/2003

Em 09/10/2003, outro despacho da Agência Ambiental de Campinas aponta que a Proquma foi autuada com as AIIPA N 05000815 e 05000428, respectivamente os Processos 05/00766/02 e 05/00766/02. Como a empresa não se pronunciou, outro auto foi emitido. No **ANEXO 2.3**. Relação de autuações oficiais existe uma lista com todas as autuações emitidas à Proquima.

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

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

**II. INFORMAÇÃO SOBRE A ÁREA
- ANEXOS -**

2005

ANEXO II-1: RECLAMAÇÕES DA POPULAÇÃO

Observação: Nesta relação não estão incluídas **todas** as reclamações. Buscou-se elaborar um registro das reclamações da população mais comuns à Cetesb, o tipo e as pessoas mais ativas da comunidade. As reclamações foram registradas pela Cetesb por número ou por data.

Nº ou DATA	NOME	MOTIVO	OBSERVAÇÕES
	José Queiroz Guimarães	Odor, fumaça	Cita quadra tênis
	José Queiroz Guimarães	Odor, fumaça	Fumaça invade casas
08/06/79	Neuza Arlacha	Odor, fumaça	
	Maria Ercília Carmelo	Odor, fumaça	
	Edelaine Gomes	Odor, fumaça	
	Ana Almeida e Silva	Odor, fumaça	
08/06/79	José Queiroz Guimarães	Odor, ruído, fumaça	Fumaça das chaminés obriga a fechar residências
23/04/82 03/07/82	Antonio Oriiz das Neves	Forte odor de ácido (noite e manhã)	
19/08/82	Vera Cleto	Odor, fumaça e pó preto gorduroso	Proprietária academia de tênis
	Guilherme Marchant	Fumaça escura	
14/08/82	Vera Cleto	Fumaça escura	Lançamento de detritos em terreno próximo à Proquima
	Renata Ferreira (R. Hermantino Coelho)	Fumaça escura	Lançamento de detritos em terreno próximo à Proquima
	Vera Cleto	Fumaça escura	Lançamento de detritos em terreno próximo à Proquima
	Neuza Lyra	Fumaça escura	Lançamento de detritos em terreno próximo à Proquima
	Achiles Froes	Fumaça escura Odor forte amoníaco	Lançamento de detritos em terreno próximo à Proquima
19/09/83	Vera Cleto	Odor	
10/11/83	Achiles Froes	Odor à noite	
22/03/84	Vera Cleto	Odor Forte	
23/03/84	Luis Arnaldo Maia	Odor insuportável	
	Vera Cleto	Odor Forte à cloro	
	Achiles Froes	Odor à amoníaco	(R. Mário Reis, 41)
	Renata Ferreira (R. Hermantino Coelho, 856)	Odor à Amoníaco	
10/07/84	Neusa Aira	Odor de Gás	(R. Mário Reis, 116)
	Guilherme Marchant	Fortes Odores	academia de tênis
	Achiles Froes	Odor de ovo podre	(R. Mário Reis, 41)
4/11/84	Achiles Froes	Emissão poluente	à noite
	Ana Helena Froes	Odor amoníaco	(R. Mário Reis, 41)
20/03/85	Renata Ferreira	Odor amoníaco	academia de tênis
20/03/85	Neusa Aira	Odor ácido	(R. Mário Reis, 116)

	Renata Ferreira	Odor insuportável à amoníaco + fumaça)	(academia de Tênis) (pessoas com Vômito)
	Achiles Froes	Odor de gás, ruído	à noite
	Vera Cleto	Fumaça Preta	
	Alair M. Chiquetti (prefeitura)	Fumaça	
	Achiles Froes	odor e ruído	Trabalho noturno
22/04/86	Elizabeth Cristina Nascimento (R. Allevino Martins. 370)	Intenso odor no dia 18/04/86	
29/04/86	Vera Cleto	Pessoas na academia com dores de cabeça	academia de tênis
01/07/86	Renata Ferreira	Odor forte amônia	academia de Tênis
20/03/87	Maurício Abreu	Intenso odor	academia de Tênis
27/08/86	Kunico Hoga	Odor à amônia ou inseticida	R. Mário Rei, 41
17/09/86	Neusa Aira	Forte odor de acetona	(R. Mário Reis, 116)
09/09/86	Renata Ferreira	Odor amônia	(academia de tênis)
28/10/86	Neusa Aira	Odor à álcool	(R. Mário Reis, 116)
10/11/86	Kunico Iwamoto Hoga (R. Mário Reis, 41)	Odor de soda, amônia e éter	todos os dias a qualquer hora
17/11/86	Neusa Aira	Odor à álcool ou eucalipto	
	Neusa Aira	Odor à inseticida	
16/12/86	José Carlos Francisco	Odor à acetona e álcool muito forte	(R. Mário Reis, 58)
09/01/87	José Carlos Francisco	Falta da reunião anunciada	R. Mário Reis, 58
16/01/87	Vagner Costa	Incômodos pela queima de borracha	(R. Mário Reis, 82)
21/01/87	Renata Ferreira	Fumaça preta e odor	(academia de tênis)
06/04/87	Renata Godoy Francisco	Emissão de Fumaça e odor forte de enxofre	(R. Mário Reis, 58)
10/04/87	Kunico Iwamoto Hoga (R. Mário Reis, 41)	Emissão de fumaça preta incêndio na proquima	Eng. Lúcio Flávio foi ao local as 13 horas ("está explodindo")
28/05/87	Neusa Aira	Forte odor de gás	
21/01/88	Luis Arnaldo Maia Garcia	Vem aumentando a emissão de fumaça e odor	(academia de tênis)
13/02/88	José Carlos Francisco (R. Mário Reis, 58)	Emissão de fumaça com forte odor	
09/03/88	Vera Cleto	Forte odor de amoníaco	
08/03/88	Kunico Iwamoto Hoga	Forte odor de criolina, BHC (todos os dias)	
19/05/88	Sonia Barbosa (R. Jasmin, 800)	Explosão de uma caldeira => escola atrás da proquima com 100 alunos	
19/05/88	Evaristo Barbosa (r. Hermantino Coelho, 589)	Explosão caldeira: fumaça amarela arde o nariz	
19/05/88	Renata Ferreira (R. Hermantino Coelho, 856)	Explosão caldeira	
19/05/88	Dante Marcolan Filho (R.	Explosão Caldeira	

	Mário Reis, 100)		
25/04/89	Clarice Guimarães (escola curumim)	odor	Questiona quais poluentes no ar? Podem causar problemas de saúde as crianças?
19/01/90	Neusa Artocha Aira	Odor químico “enjoativo”	
16/01/90	Renata Ferreira	Fumaça Branca com odor	
07/02/90	Neusa Artocha Aira	Odor inseticida fumaça escura	
05/05/90	Vera Cleto	Odor de gás	
20/04/90	Vera Cleto	“situação bastante agravada”	
27/06/90	Paulina Maionchi Leite	Odor de enxofre e acetona	(R. Marx Kaufmann, 57)
13/07/90	Paulina M. Leite	Odor	
06/08/90	Vera Cleto	Emissão de poluentes	devido ao retorno das atividades da proquima
08/08/90	Wagner Costa	Odor de Solventes	
13/08/90	Paulina M. Leite	Odor forte	
17/08/90	José Carlos Francisco	Densa Fumaça Branca	Firma opera por força de ação judicial
21/08/90	Ana Lúcia Augusto (R. José Freitas Amorim, 34)	Forte odor de acetona	
04/09/90	Vera Cleto	Odor	
24/09/90	Paulina M. Leite (R. Marx Kaufmann, 57)	Forte odor	
16/10/90	Paulina M. Leite	Odor de enxofre e emissão de fumaça	(R. Marx Kaufmann, 57)
16/11/90	Paulina M. Leite	Emissão de odor	(R. Marx Kaufmann, 57)
26/12/90	Vera Cleto	Intensa emissão de odor	
07/01/90	Renata Ferreira	forte emissão de odor	(academia de tênis)
18/03/91	Mary de Souza	forte emissão de odor	(R. das orquídeas, 587)
02/07/91	Ede Mendonça (R. Marx Kaufmann, 62)	Intensa emissão de odor de ácido e fumaça escura	
27/09/91	Paulina M. Leite	Odor insuportável	(R. Dr. Marx Kaufmann, 55)
10/09/92	Ede Mendonça	Emissão de fumaça escura com odor ácido	
13/08/94	Renata Ferreira (academia de tênis)	Odor	
22/09/94	Paulina M. Leite	Odor	
27/10/94	Paulina M. Leite	Odor	
12/06/95	Paulina M. Leite	Odor de soda cáustica e enxofre	
29/07/95	Paulina M. Leite	Emissão de fumaça preta com odor de enxofre que arde os olhos e garganta	
10/01/96	Henrique Sales Gentil	Funcionamento durante toda a noite. Emissão de mau cheiro e odor ácido	

ANEXO II-2.: Algumas das Informações contidas nos Relatório de Inspeção da Cetesb sobre emissões atmosféricas da Proquima

Relatório de inspeção 04-09-79

Em 03 de outubro de 1979, a Cetesb (referência 1028/79/GURCA), por ocasião da vistoria realizada por técnicos desta Companhia, em 04.09.79, constata em relação à Proquima que:

a - Não foram tomadas medidas a fim de evitar a emissão de substâncias odoríferas em quantidades perceptíveis, fora dos limites da propriedade da empresa, conforme Exigência Técnica/001719;

b - Existe esporadicamente efluentes líquidos provenientes do armazenamento de tambores na pátio de estocagem e da operação de lavagem de tambores.

Relatório de inspeção 14-10-82

A vistoria realizada pela Cetesb, em 14/10/82, detecta que a operação de recuperação do produto denominado ULTRA CLEANER resultava em emissão atmosférica de substâncias com forte odor enjoativo.

A poluição se originava de um reator que, segundo o operador, operava com a tampa aberta. Os técnicos da Cetesb relataram que o odor era sentido a uma distância considerável da indústria.

Relatório de inspeção 05-07-83

A vistoria realizada pela Cetesb, em 05/07/83, constatou que, em cumprimento às exigências do AIIPA no. 033681, foi instalado um sistema fechado para a recirculação dos produtos elaborados no reator, o qual está operando com a tampa fechada.

Relatório de Inspeção 21-09-83

A vistoria realizada pela Cetesb, em 21/09/83, constatou a emissão de poluentes na atmosfera. Os técnicos da Cetesb relatam que a emissão procedia da operação de retificação do metanol em coluna de destilação de circuito fechado. Esta emissão decorria da existência de um vazamento na torre de destilação o que provocava que o metanol, ao alcançar o tanque de alimentação da torre, evaporasse na atmosfera. As emissões também eram originadas no envasamento, de forma inadequada, do metanol em tambores.

Relatório de Inspeção 09-12-83

Atendendo reclamação dos moradores do entorno da Proquima sobre os incômodos causados por ruído, fumaça e odor, a Cetesb constatou a emissão de substâncias odoríferas (odor de solventes) na atmosfera, inclusive fora dos limites da empresa. Não foi possível realizar inspeção no interior da empresa, pois, sendo à noite, não foi autorizada a entrada dos técnicos da Cetesb.

Relatório de Inspeção 28-02-84

A vistoria realizada pela Cetesb, em 28/02/84, constatou que, procurando atender às exigências da Cetesb, a Proquima substituiu a principal torre de retificação do metanol e etanol (há 6 meses) por uma torre mais alta, com maior desempenho e melhoria da qualidade do produto.

Também foi instalada (há 3 meses) uma nova torre de resfriamento de água, resultando em água mais fria e melhor condensação do álcool produzido,

Na saída da chaminé do reator da fábrica foi instalada (há 8 meses) uma pequena caixa contendo carvão ativo, visando a absorção das substâncias odoríferas. Aparentemente a caixa de absorção está funcionando bem, já que, na ocasião da inspeção, o odor emitido restringia-se as dependências da Proquima.

As chaminés das caldeiras foram substituídas por uma única chaminé com novo cata fagulha.

Atualmente, segundo as informações, a maioria do metanol e etanol produzido está sendo vendido a granel (onde ocorre mais emissão de poluentes, gás e vapores).

Relatório de Inspeção 10-10-84

A vistoria realizada pela Cetesb, em 28/02/84, constatou que a Proquima ampliou suas fontes de poluição do ar da seguinte forma:

- Aumentou de 9 para 41 tanques de armazenagem de matéria prima e produtos acabados;
- Aumentou de 4 para 8 torres de destilação e retificação;
- Instalou uma cabine de pintura com cortina d'água;
- Instalou um misturador para fabricação de detergente em pó;
- Instalou um tanque de armazenagem de hipoclorito.

Os técnicos da Cetesb responsáveis pela vistoria assinalam que a Proquima não possui licença para as novas fontes de poluição.

Relatório de Inspeção 20-03-85

A vistoria realizada pela Cetesb, em 20/03/85, devido às reclamações das populações da vizinhança quanto às emissões de odores com características de amônia, constatou que a Proquima desenvolve atividades de recuperação de solventes e fabricação de detergentes, fosfatizantes, desinfetantes e similares, por meio de simples misturas a frio.

Afora os odores de amônia, mesmo fora dos limites da empresa, não foram observadas emissões significativas de substâncias odoríferas.

Entretanto, os técnicos ressaltam em seu relatório de inspeção que os processos de recuperação de solventes em resíduos industriais de procedência

variada constituem-se em grandes fontes de poluição atmosférica, dependendo da origem desses resíduos líquidos e das condições técnicas e operacionais dos equipamentos de destilação.

Os técnicos constataram que a fonte das emissões observadas provinha de uma torre de resfriamento de águas do sistema de vácuo de uma coluna de destilação, situada no galpão anexo à casa de caldeiras.

Relatório de Inspeção 20-03-87

A vistoria realizada pela Cetesb em 20/07/87, devido às reclamações da vizinhança, constatou a emissão de poluentes na atmosfera, provenientes da operação de oleína de sebo em reator provido de condensador e válvula de alívio de pressão.

Segundo informações da empresa, tal operação deveria ser realizada à 60°C, porém estava sendo realizada à 80°C para acelerar o processo. Informou, ainda, que tal operação é realizada em dias chuvosos para que “as águas de chuva lavem o ar contaminado”.

Foi também constatado a fermentação em um tambor de sebo (200 l), acompanhado de expansão de volume e derrame do produto, acarretando também a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera.

Os técnicos da Cetesb relataram que o processamento do sebo à 80°C (ao invés de 60°C) acarreta um maior desprendimento de vapores que não seriam eficientemente condensados no condensador de saída do reator e, possivelmente, provocando a abertura da válvula de alívio.

Carta de pais e professores da Escola Cooperativa Curumim

Em 24 de maio de 1988, por meio de carta à Cetesb, pais e professores da Escola Cooperativa Curumim, situada à Rua Jasmim nº 800 - Mansões Santo Antônio, assinalam sua preocupação com a situação de segurança de seus filhos, em função da proximidade com a Empresa Proquima - Produtos Químicos Ltda, localizada à Rua Hermantino Coelho nº 908, a 200 metros da Escola.

Assinalam a ocorrência, em 1988, de um incêndio de grandes proporções na Proquima, que acabou mobilizando não só o Corpo de Bombeiros do Município, como também os Bombeiros da Rhodia - Paulínia, conforme registro das duas corporações.

Informam também que no dia 19 de maio de 1988, às 15:20 hs., ocorreu mais um incidente na referida empresa, com o estouro de um reator, criando pânico entre as crianças e os professores presentes no momento do referido incidente e criando, também, insegurança nos pais de deixarem suas crianças na Escola, sabendo que há uma fábrica funcionando nestas condições.

Relatório de inspeção de 19/05/88

Atendendo à reclamação sobre um incêndio, os técnicos da Cetesb foram informados que ocorreu um acidente no reator de oleínas onde, devido ao rompimento do visor de inspeção, ocorreu a emissão de odores, fumaça (resíduos de oleína) e vapor de água. O reator encontrava-se com água para limpeza com alguns resíduos de oleína.

O comandante do Corpo de Bombeiros afirmou que não foi possível constatar princípio de incêndio.

Manipulação de resíduos não autorizados

Em resposta à carta do IBAMA (Sra Leda Famer – coordenadora de proteção ambiental), a Cetesb contesta, em 08/08/94, que “a Empresa PROQUIMA Produtos Químicos Ltda não se encontra licenciada para operar sucata ou desperdício de polietileno, nem apresenta condições de tratar ou dispor adequadamente os resíduos gerados”.

Informa também que “a empresa foi interditada pela Cetesb em 25.07.90, após inúmeros episódios de poluição do ar e disposição inadequada de resíduos sólidos” e que “a indústria vem funcionando graças a uma liminar concedida pelo MM. Juiz de Direito da sa Vara Cível de Campinas, que permitiu a deslactração dos equipamentos”.

ANEXO II-3. AUTUAÇÕES DA CETESB À PROQUIMA¹⁵

PA/00253/79 - Caderno/ Ar
PA/00044/88 - Caderno/Água
PA/00754/90 - Mandado Judiciário
PA/00044/96 – Caderno/Resíduos
MP/00135/01 - Ministério Público
RIRS - 0033
05/00783/77-- Licença Instalação Ampliação
05/02090/79 - Penalidade/Ar
05/01687/79 - Licença de funcionamento
05/00469/83 - Fiscalização de Ringelmann
05/00089/86 – Licença/Novos Equipamentos e Ampliação
05/01316/88 - Penalidade/Ar
05/00479/88 – Penalidade/Resíduos (cópia)
05/01302/88 - Penalidade/Ar
05/00482/88 – Penalidade/Resíduos
05/00617/89 - Penalidade/Resíduos
05/00693/89 – Penalidade/Resíduos (cópia)
05/00131/89 - Penalidade/Licença
05/00149/89 - Penalidade/Ar
05/00707/95 – Licença de Instalação/Novo Estabelecimento
05/00331/90 – Penalidade/Resíduos
05/00751/90 – Licença de Instalação/Novo Estabelecimento
05/00640/92 - Penalidade/Ar
05/00716/96 - Parecer Técnico - Viabilidade de Localização
05/00371/03 - Penalidade/Solo
05/00784/03 - Penalidade/Solo
05/00766/02 - Penalidade/Solo (cópia)
PA/00187/01 – Caderno/Área Contaminada
05109/02 Caderno/Solo – Vol. 1, 2, 3, 4 e 5 cópia
05/00514/02 – Penalidade/Solo (vol 1 e 2)

¹⁵ Memorando CETESB - Código: 016/04/CPr-C - Data: 31/05/2004
Assunto: Envio de Processos – Concima S/A Construção Civil e Proquima Produtos Químicos Ltda

Outras penalidades/multas

Em 27/12/88 (Documento Cetesb134/88/DACA), a Cetesb informa (carta endereçada ao Sr. José Carlos Francisco) que a Proquima foi multada em 100 OTN's (Cz\$ 377.473,00) por emitir poluentes na atmosfera (substâncias odoríferas, provenientes das operações de embalagem e manipulação de tambores com fundo podre), acarretando inconvenientes ao bem estar público. (carta assinada pelo Eng. José Righi Neto).

Prefeitura Campinas reclama à Cetesb

Em carta de 3 de maio de 1979 (assinada pelo Sr. David Sampaio da Fonseca) a Prefeitura de Campinas reclama à Cetesb “enérgicas providências contra a firma Proquima” “pelo motivo que a referida firma vem exalando um terrível mal cheiro causando náuseas, e tonturas nos moradores da redondeza”.

Mudança da Proquima

Em carta de 15 de fevereiro de 1990, a Cetesb comunica, em resposta à Academia de Tênis que, conforme reunião, em 21/12/89, a Proquima, assinou compromisso para mudança de sua unidade fabril para o Distrito Industrial de Campinas até 31.12.90.

A Cetesb informa que a Proquima adquiriu em 17/11/89 nova área para a transferência do local. Afirmo também que está limitando as atividades industriais da Proquima, visando minimizar os incômodos causados à população vizinha.

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

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

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

2005

PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE

As preocupações apontadas pela comunidade com a sua saúde fazem parte do tripé dessa metodologia, que se fundamenta, em dados de ambiente, de saúde e preocupações da comunidade.

Portanto, antes de se iniciarem as investigações que subsidiam esse relatório, foram mantidos contatos com diversas instituições do município de Campinas, com lideranças locais e órgão judiciários.

Deve-se destacar que todos os documentos utilizados como fonte de pesquisa para citações e apoio na elaboração do presente estudo de avaliação de risco à saúde foram fornecidos oficialmente pelos órgãos de governo. As fontes aqui citadas são todas públicas e os depoimentos, cuja autoria não foi autorizada, serão apresentados, mas os depoentes permanecerão incógnitos.

A área onde no passado existia a Proquima e hoje está situado o Condomínio Parque Primavera, fica na área de abrangência do Centro de Saúde Padre Milton Santana (Taquaral), conhecido com CS Taquaral, existente na região desde 1945. Atualmente, está subordinado à Vigilância em Saúde da Região Leste, da Secretaria de Saúde de Campinas.

A Cetesb informou oficialmente a Prefeitura de Campinas, em abril de 2002, sobre a situação ambiental e, desde então, ações de saúde estão sendo realizadas na área. Em 2002, foi constituída uma comissão com os seguintes representantes: equipe do Centro de Saúde do Taquaral, Vigilância Sanitária do Distrito Leste (visa Leste), COVISA (Coordenação de Vigilância Sanitária), SANASA, CRST (Centro de Saúde do Trabalhador) e UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas). Foi decidido pela investigação da água para consumo humano proveniente de poços, cacimbas e minas existentes nas chácaras.

Segundo projeto elaborado pela equipe do Distrito Leste/C.S. Taquaral, constituída pela Enfermeira Érika Midori Fukui, Auxiliar de Consultório Dentário Eliane de F. M. Nassu e CD Silvia R. M. Christóforo, em 2002, foram definidos os seguintes objetivos para o projeto: (i) minimizar os riscos de exposição por meio de ações educativas; e (ii) adotar medidas preventivas e terapêuticas para a área e para a população alvo.

Também estavam previstos diagnóstico ambiental, levantamento da área de risco, mapeamento dos poços, conscientização da população para que não usassem a água de poços, detecção de indivíduos com doenças supostamente relacionadas à contaminação, monitoramento desses pacientes (moradores, trabalhadores da Proquima e Concima) e ações educativas para a comunidade. Na população alvo foram incluídos os trabalhadores da Gardênia.

O resultado desse trabalho, após visita a 200 imóveis (sendo 79 fechados e 52 terrenos abandonados) apurou que o total de moradores era de 847 e 195 residências tinham fornecimento de água pela SANASA. Os levantamentos indicaram a existência de 11 poços, 40 criadores de animais e agricultores

(hortas e pomares), 50 imóveis com rede de esgoto, 142 com fossas e 1 com emissão de esgoto diretamente no córrego.

Dos 7 poços freáticos, 1 estava desativado a 25 anos, 2 estavam lacrados e 4 estavam sendo utilizados. Dos 4 poços artesianos encontrados nenhum estava em uso. Foram encontradas 3 nascentes, das quais 1 estava lacrada, 1 não era usada e a outra estava em um terreno abandonado.

Apenas um poço tubular profundo foi encontrado em um raio de aproximadamente 1.000 metros da área sob potencial impacto pela contaminação. Este poço foi construído pela EDISONDA Indústria e Comércio Ltda, em 1994, e possuía profundidade total de 114 metros.

No seu perfil geológico apresenta, na sua parte superior, um solo de alteração que vai até 30m, em seguida, até 72 m, está presente um sillite diabásio seguido por um granito róseo. Segundo informações obtidas no local, sua exploração foi inviabilizada pelo forte odor da água retirada do poço. Outras informações indicam a utilização de suas águas durante momentos de falta de água pelo abastecimento da rede pública.

Na ocasião dos levantamentos, os moradores declararam que todas as hortas eram irrigadas com água da SANASA e que existia um tanque de peixes que utilizava água da mina.

Foram convidados 63 moradores e 15 trabalhadores da área, mas apenas 24 moradores e 15 trabalhadores compareceram para realização de exames clínicos e provas de função hepática. No capítulo de Implicações para a Saúde Humana , essa questão será discutida¹⁶.

Para a realização do trabalho de campo, a equipe de investigadores do Estudo de Avaliação de Risco à Saúde Humana contou principalmente com a colaboração de técnicos da Secretária de Saúde de Campinas.

Nas visitas à área a equipe “Vinho” do Programa de Saúde Família do CS Taquaral e técnicos da VISA/COVISA, participaram como agentes facilitadores de todo o processo. Nas etapas de campo os investigadores optaram por desenvolver a seguinte estratégia:

1. Reunião com técnicos do Centro de Saúde do Taquaral;
2. Visitas de observação e levantamento de dados no Condomínio Parque Primavera;
3. Visitas a empresas dentro da área de influência;
4. Entrevistas semi-estruturadas com moradores e técnicos locais;
5. Entrevistas com ex-trabalhadores;
6. Reuniões com moradores do Condomínio Parque Primavera e população do entorno; e
7. Reuniões com técnicos de governo.

¹⁶ Projeto elaborado pela equipe do Distrito Leste/ C.S. Taquaral/ Campinas em 2002

Os objetivos dessas atividades eram:

- Reconhecimento detalhado do local do empreendimento;
- Identificar fontes e rotas de transporte dos contaminantes;
- Identificar depósitos de resíduos na área da Proquima;
- Levantar informações sobre o local dos empreendimentos;
- Identificar e entrevistar moradores e ex-trabalhadores;
- Identificar quais as preocupações no passado e no presente da população.

Foram valorizadas as informações e percepções que a população tinha no passado. Tendo em vista que já são passados quase 10 anos do fechamento da fábrica, considera-se que o que ficou na lembrança dessas pessoas deve ser algo de relevante. Todavia, foram encontradas pessoas que viveram toda a sua vida em contato com a fábrica, desde a sua inauguração, e que, no passado, foram agentes de mobilização no sentido de denunciarem as condições ambientais da localidade.

A equipe de investigadores realizou reunião com técnicos do Centro de Saúde do Taquaral, que traçaram um panorama da situação na área de investigação, no que tange as questões de saúde. Foi apresentado o Projeto de Intervenção Coletiva, que havia sido implementado em junho de 2002, assim como alguns dados que foram divulgados, como relatado acima.

Os técnicos relataram que a maior parte dos moradores da região compraram aquelas terras, no passado, como o objetivo de “fazerem renda”. Atualmente, a “grande maioria dos moradores é de estudantes da PUC e UNICAMP”. Havia sido diagnosticados três casos de dengue no condomínio, onde a recusa para visitas nos domicílios é alta.

A equipe do Centro de Saúde fez uma delimitação da área entre março e abril de 2002. A população foi orientada a não consumir água de poços, cacimbas e nascente, assim como, o seu uso em hortas e tanques de criação de peixes.

Em um segundo momento foi feito um levantamento de morbi-mortalidade, tentando associar o tempo de permanência no local e tempo de consumo de água, cujo critério foi de selecionar moradores que viviam a mais de 10 anos no local e consumiram água de nascentes da região. Este aspecto será discutido no capítulo de Implicações para a Saúde Pública.

Conforme relatado acima, houve baixa adesão da população às investigações de saúde, onde apenas 60 pessoas compareceram ao Centro de Saúde.

Os técnicos de saúde relataram que a população tem sido refratária às ações propostas e demonstra passividade diante dos fatos. Também relatam que muitos moradores não acreditam na contaminação e não têm preocupação com a sua saúde, sendo as maiores preocupações relativas ao patrimônio e sua possível desvalorização. Alguns moradores já pediram isenção de IPTU, em decorrência da contaminação.

Na época de funcionamento da fábrica havia muitas reclamações sobre doenças de pele e respiratórias.

A equipe de investigadores, inicialmente, não teve acesso aos prédios habitados do Condomínio Residencial Parque Primavera. As informações obtidas davam conta que os moradores não queriam discutir questões relativas à possível contaminação e até mesmo os Agentes de Saúde da Família do Centro de Saúde do Taquaral têm dificuldades para entrar na área para desenvolverem ações de saúde pública.

A entrada no prédio inacabado da Concima foi autorizada pelo proprietário e facilitada por um funcionário do local. Esta visita foi de fundamental importância para a equipe de investigadores conhecerem detalhadamente a área da antiga fábrica, bem como ter uma visão panorâmica de toda a região, o que contribuiu para delimitação da área de abrangência dos possíveis impactos a ser avaliados.

Depois de alguns contatos facilitados pela COVISA/VISA, foi possível agendar uma reunião com os moradores do condomínio, intermediada pelo síndico do mesmo. A data e o horário foram estabelecidos pelo síndico do local. A reunião, na qual participaram dois investigadores da equipe do estudo e 8 moradores, ocorreu no dia 11/05/2005, às 19:00 horas no salão de festas do condomínio.

Tendo em vista que as preocupações levantadas por essa população seguir um mesmo padrão das outras populações entrevistadas, elas serão apresentadas de forma conjunta no final desse capítulo.

Deve-se destacar, que a partir desta reunião e de dados levantados juntos aos moradores, além da permissão de acesso da equipe de investigadores ao condomínio, foi possível se acordar uma ampliação dos pontos de monitoramento da água para consumo humano.

A equipe de avaliação de risco agendou uma segunda reunião com moradores das ruas próximas a antiga Proxima, onde os convites foram entregues pela associação de moradores da área.

Com o objetivo de se verificar a receptividade da população ao convite, foram realizadas algumas visitas domiciliares com a colaboração das agentes de saúde, constatando-se que vários moradores não haviam recebido os convites. Mudou-se a estratégia e imediatamente foram visitados os moradores mais antigos e lideranças que vivem na área próxima ao Condomínio Parque Primavera, para que a informação fosse multiplicada e houvesse presença significativa.

No dia 11/05/2005, às 19:00 hs em local conhecido e cedido pela comunidade, foi realizada a reunião, com a presença da equipe de avaliação de risco, da Coordenadora do Centro de Saúde do Taquaral, dos agentes comunitários da equipe Vinho e de 17 moradores.

Inicialmente a reunião ocorreu em clima tenso. Os objetivos eram de levantar preocupações da população com saúde e os moradores queriam colocar outros temas em discussão.

Seguem abaixo listadas as preocupações e expectativas da população, expressas nas duas reuniões realizadas:

1. Preocupação com a desvalorização do patrimônio;
2. Desejo de receberem um laudo ambiental, que ateste que o local onde vivem não está contaminado;
3. Iniciar imediatamente a remediação da área;
4. Liberar as construções para que as obras continuem;
5. Não divulgar para a imprensa ou mesmo para outras pessoas o problema da contaminação;
6. Liberar os poços e nascentes que não estão contaminados, para que possam usar essa água para irrigar plantações;
7. Saber se foram contaminados, no passado, quando beberam água da região;
8. Saber se podem ter câncer;
9. Saber se os problemas respiratórios e de pele, no passado, estavam relacionados à poluição do ambiente; e
10. Receber informações sobre o andamento das ações ambientais.

Quanto às entrevistas realizadas com moradores e ex-trabalhadores, volta-se a enfatizar o caráter ético que envolve as mesmas e, portanto, não serão revelados nomes ou locais onde as mesmas ocorreram.

O objetivo principal dessa atividade foi o de levantar informações da época em que a Proquima estava em operação. Vale ressaltar que houve certa resistência das pessoas em informar, um certo medo envolvia os relatos, assim como também foram expressados sentimentos de dor, angústia, ressentimento, ódio e principalmente de inutilidade do papel de cidadão das pessoas.

As primeiras reclamações da população sobre as operações da Proquima ocorreram em 1979 e desencadearam uma vistoria da Cetesb ao local, e inúmeras reclamações foram feitas (**ANEXO II-1. - Reclamações Da População¹⁷**).

Pode-se fazer uma correlação das reclamações feitas no passado e agora no presente. De modo bastante claro, as pessoas lembram dos problemas que viveram naquela época e o desgaste emocional e físico a que foram submetidas, sobretudo pela frustração de não terem suas reclamações atendidas e terem lutado por mais de 20 anos para que a Proquima fosse fechada.

¹⁷ Essa lista de reclamações é um condensado das inúmeras reclamações que feitas a CETESB, são públicas e por isso os nomes dos reclamantes e locais são apresentados.

A equipe de investigadores ouviu dos moradores inúmeros depoimentos de pessoas que foram submetidas às condições das áreas próximas a fábrica, no passado, tais como:

“Existia no terreno, no fundo da empresa uma cisterna, que diziam que tinha resíduos...”

“ O vento trazia a fuligem que era liberada de madrugada, era uma fumaça escura com cheiro ocre..”

“As pessoas tinham vermelhidão pelo corpo...”

“Eu acho que o meu filho morreu por causa daquela fábrica...”

“...o pessoal da colônia tinha uns tambores azuis que pegavam na fábrica... eu queria muito ter um igual, para lavar roupa...”

...”No passado o riacho era limpo e hoje está preto...”

“...escorria pela rua, saindo da fábrica uma água, constantemente e ia desaguar no riacho lá em baixo...”

“ A fumaça acontecia todos os dias, as vezes condensava e tinha um cheiro insuportável”

“O pessoal da fábrica doava desinfetante, ele era grosso e pinicava a pele”

“Em 1983 a fumaça era branca..”

..”. o pessoal da fábrica lavava tambores no terreno e a água ia escorrendo para baixo da rua, as vezes saía pelo portão...”

“Tinha uma fuligem, que cobria tudo...”

“ Eu não acredito em punição, mas gostaria que alguma coisa fosse feita....”

Em 1983, houve relato de um sinistro de pequenas proporções, que ficou restrito ao âmbito da fábrica.

Vale ressaltar que uma ocorrência que impactou a população foi o incêndio ocorrido nas dependências da fábrica, que ocorreu em 19/05/89. Segundo relato de um trabalhador, provavelmente houve um curto na área de caldeiras provocando uma explosão que resultou no incêndio. Segundo os relatos, tonéis contendo metanol explodiam e voavam como se fossem bombas.

Segundo a comunidade que vivia no entorno, inclusive na rua Jasmim, esses tonéis caíram em vários terrenos ao redor. Esse fato ensejou na reclamação de uma escola que funcionava, na época, na rua Jasmim e que tinha 100 alunos. Por se tratar de uma escola de modelo e proposta ecológica, as áreas externas eram usadas como palco de ações educativas e recreação. Um ano após a ocorrência do incêndio, a Escola reiterou o questionamento à Cetesb sobre a possibilidade dos poluentes causarem danos à saúde das crianças.

Foram realizadas algumas entrevistas individuais e uma coletiva com ex-trabalhadores da fábrica. Algumas dessas pessoas expressaram o desejo de não terem seus nomes identificados.

Portanto, nos anexos, alguns desses relatos não identificarão os setores e o tempo de trabalho dessas pessoas. O **ANEXO II-1**, assinala entrevistas com moradores e ex-trabalhadores de empresas da área. Um dos depoimentos foi feito em juízo e será apresentado na íntegra (Depoimento na Justiça do Trabalho do Sr. Oswaldo Juvenal).

Concluindo, pode-se perceber que essa população que teve a sua história de vida associada à empresa Proquima e os moradores atuais precisam ser esclarecidos sobre os fatos e suas possíveis repercussões. Esses aspectos serão discutidos no Capítulo de Conclusões e Recomendações.

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

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

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

- ANEXOS -

2005

ANEXOIII-1. ENTREVISTAS COM MORADORES E EX-TRABALHADORES DE EMPRESAS DA ÁREA

Por razões éticas, com exceção do depoimento prestado à Justiça do Trabalho (Documento Público), não serão divulgados os nomes dos entrevistados, nem os locais de realização das entrevistas.

ENTREVISTA 1 Data da entrevista: 11.05.05

Trabalhou na Proquima de 1988 até 1992/3 na área de produtos de limpeza, atuando no setor de Produtos de limpeza, localizado nos fundos do terreno (lote 5). Relatou que no local havia tanques de soda e de hipoclorito de sódio, os demais produtos ficavam em tambores e sacos.

Produzia: detergentes, decapantes fosfóricos, removedores.

Matéria-prima: ácido fosfórico, água e tiuréia.

Produto final: Proquima CR e Proquima AP.

O removedor era solvente clorado, quando possível trabalhava com cloreto de metila, mas era considerado um produto nobre. Trabalhava também com monoclorobenzeno em pequena quantidade. Informa que o IODO era produzido por decantação e embalado em barricas de 25 litros. Chegava a produzir, sozinho, até 200 toneladas/mês de ácido fosfórico. Havia no local dois misturadores (agitação por hélice, aberto, alta rotação – 1.800) e três destiladores.

Informou que o fundo de tacho era descartado fora da área. Havia uma canaleta coletora que levava os produtos para uma caixa, que quando enchia o caminhão levava embora. Informou que caía muito produto no chão.

Informou da existência de um tubo, mas não soube esclarecer se era poço. Citou a palavra “Plumbu” como referência.

Questionado se houve funcionário da construtora que passou mal. Achava que seria impossível trabalhar no local com o solo contaminado como estava sem que os funcionários da construtora passassem mal.

Revelou que os resíduos do fundo de tacho eram colocados em uma cisterna, no fundo da empresa. O ambiente de trabalho era hostil, os empregados e seus supervisores tinham um relacionamento baseado em conflitos.

Informou que trabalhava com carteira assinada e tinha plano de saúde da UNIMED, assim como outros trabalhadores. Embora, algumas vezes, tenha procurado assistência no hospital da UNICAMP. Fez exame admissional e demissional. Não fazia exames de rotina pela Proquima.

Ele foi demitido por ter discutido em trabalho. Tempos depois foi readmitido, pois era um dos poucos funcionários que sabia ler as formulações e desenvolvê-las. Todavia, relata que considerava o seu trabalho braçal, pois constantemente tinha que colocar o conteúdo de tonéis no destilador, segurando os barris com as mãos e os elevando até derramar todo o produto. Também revelou que não

existia muro separando os terrenos, hoje denominados como antiga área da Proquima e o local onde estão construídos os prédios.

Constantemente, os trabalhadores circulavam entre as áreas transportando tonéis em carrinhos de mão. Existiam algumas rampas ligando os dois terrenos sendo que o terreno onde hoje se encontram construídos os prédios era mais baixo que o outro.

Relatou que as famílias que residiam na área em frente da fábrica, na rua Hermantino Coelho, costumavam pegar tambores “azuis”, constituídos de material plástico, para ser usado para diversas finalidades, tais como, armazenar água, limpeza e lavagem de roupas.

Relatou que, no dia do acidente, os tambores que explodiram continham METANOL. A explosão ocorreu próximo da hora do almoço e os trabalhadores estavam nos fundos do terreno, onde costumavam ficar para almoçar.

ENTREVISTA 2 Data 11.05.05

Trabalhou como motorista de 1991 a 1997. Informou haver cerca de 12 funcionários na empresa. Após o fechamento continuou fazendo o transporte do maquinário para ferro-velho por mais 6 meses. Informou os nomes dos trabalhadores que operavam os destiladores.

Fazia a entrega do produto pronto. Informou que o fundo de tacho era tamborizado e transportado por terceiros. Na entrada, próximo ao viveiro de pássaros, havia uma fossa, quase em frente ao laboratório. O desnível do terreno 4 para o 5 era de 3 a 4 metros.

Fazia exames periódicos em uma “Kombi” que vinha até a empresa. Nunca teve acesso aos resultados.

ENTREVISTA 3

Vive no local desde 1975. Trabalhava onde ainda hoje existe a igreja e casa das irmãs. A creche existe desde 1980 e informa que da área onde a mesma está localizada conseguia sentir o “cheiro de química”. Disse que em frente à entrada da fábrica saía uma “água” que descia a rua Hermantino Coelho.

A sua mãe morava atrás da rua José Augusto Silva, onde também era possível sentir o “forte odor de química”. Informou que o riacho era limpo e hoje tem uma cor escura.

No dia 8 de junho de 2005, o Dr. Alexandre Pessoa da Silva (Coordenador Técnico-Científico dos Estudos de Avaliação de Riscos no caso Mansões de Santo Antonio) e o Dr. Marcos de Oliveira Sabino (Médico, Analista Pericial do CRST), entrevistaram ex-trabalhadores da Proquima que foram localizados e convidados para as entrevistas pela Vigilância Sanitária do Município de Campinas. A seguir são apresentadas as informações colhidas nessas entrevistas.

ENTREVISTA 4

Escolaridade: 3^a. série do curso básico Idade: 50 anos

Período de atuação na Proquima: de 1980 a 1998 (18 anos)

Funções exercidas: Pedreiro (de 1980 a 1982)

Auxiliar de Produção (de 1982 a 1994)

Encarregado (de 1994 a 1998)

Antes da Proquima o entrevistado trabalhava como pedreiro. Já havia sido entrevistado pela equipe de especialistas no dia 12 de maio e, no dia 13, foi com a equipe à área onde existia a Proquima, assinalando os locais de existência dos “poços absorventes”, escavações de 10 metros de profundidade e 1,5-2,0 metros de diâmetro, onde a empresa fazia a deposição de resíduos que culminariam na contaminação das águas subterrâneas.

O entrevistado acrescentou detalhes sobre as informações prestadas.

Em relação ao manuseio para recuperação de *ascarel* (material à base de bifenilas cloradas, altamente tóxico, utilizada até sua proibição como óleo de transformadores elétricos), declarou que este material foi manuseado na Proquima entre os anos de 1980 e 1983. O procedimento de purificação consistia na separação de água, seguida de filtração em filtro prensa e, finalmente filtração em filtro desumificador com diatomita. Não soube precisar o destino dos materiais filtrantes contaminados.

Segundo seu relato, o recebimento do *ascarel* era em tambores de 200 litros e, após decantação e separação da água, era bombeado para filtração pelos filtros. Nesses procedimentos era comum a ocorrência de derrames e respingos. Os uniformes sujos, muitas vezes contaminado, e era levado para ser lavado nas residências dos trabalhadores.

O entrevistado informou possuir quatro filhos, nascidos nos anos de 1981, 1983, 1989 e 1998 que, segundo ele, gozam de boa saúde.

Afirmou que, que no ano de encerramento das atividades a Proquima somente produzia produtos de limpeza, sem mais utilizar processos destilativos.

Afirmou que o ambiente de trabalho era bastante insalubre, com forte emanção de vapores e odores que causavam mal estar, principalmente para os trabalhadores do galpão das caldeiras, onde também eram destilados os solventes organoclorados.

No outro galpão industrial, próximo aos escritórios, eram destilados os álcoois e cetonas. Segundo seus relatos, de 1973 a 1983 a produção de produtos de limpeza era realizada no galpão próximo aos escritórios, nas proximidades da instalação do filtro prensa.

As piores situações de exposição dos trabalhadores aos vapores e gases ocorriam durante os procedimentos de limpeza em ambientes fechados,

inclusive nos interiores de tanques e destiladores. O resíduo da destilação dos solventes (“fundo de tacho”), líquido denso, quase pastoso, era inicialmente bombeados ainda quente para tambores ou diretamente para os “poços absorventes”. Os resíduos “grudados” no fundo dos destiladores tinham que ser removidos manualmente pelos trabalhadores.

O entrevistado relatou que foi obrigado a realizar este trabalho algumas vezes e que eram freqüentes os contatos com produtos aquecidos, havendo um episódio de necessidade de levar trabalhador para atendimento de urgência, em pronto socorro, por contato com fenol quente. Em outra ocasião, houve um acidente de trabalho, com mutilação (um trabalhador perdeu partes de dois dedos da mão).

Além disso, relata que eram freqüentes a realização de horas-extras, sob imposição da empresa, em especial nos serviços mais pesados, com muito esforço físico, “principalmente de madrugada”.

A eliminação dos resíduos gerados pela Proquima ocorria de diversas formas. Na sua primeira década de operação, em 1979, foi instalada uma tubulação clandestina (cano de ferro de 4 polegadas de diâmetro), enterrada, que, a partir da Proquima e ao longo da rua Hermantino Coelho, conduzia os efluentes da empresa diretamente para o córrego que flui nas proximidades.

Quanto às maiores emissões de contaminantes por acidentes, relata que, afora o incêndio de grandes proporções, seguido de explosões, em 1987, no ano de 1985 ocorreu a explosão durante a destilação do solvente 1,2-dicloroetano, ocasião em que todo o conteúdo do destilador foi espalhado na área.

Afirma que eram constantes os vazamentos e derrames de produtos e matérias primas durante o manuseio nas diversas etapas.

A forma aleatória como os resíduos eram dispostos nos “poços absorventes”, com disposição de materiais líquidos, pastosos ou sólidos, criavam situações de “entupimento” destes poços. Nessas ocasiões eram contratados caminhões “limpa-fossa” que, segundo o entrevistado, levavam os resíduos de forma irregular para o aterro Mantovani.

Informou que desde o início de suas atividades na Proquima, a água para consumo humano e utilizada nos processos era fornecida pela rede pública da SANASA.

O número de trabalhadores na Proquima oscilava entre 20 e 25. A rotatividade era alta. O uso de equipamentos de segurança e higiene do trabalho não era rotina, principalmente no período inicial até a ocorrência do grande incêndio em 1987. Em 1990 houve uma inspeção do Ministério do Trabalho. Segundo o entrevistado, houve autuação e exigência de uso dos EPIs que, no entanto, continuaram não sendo usados.

Em relação à sua saúde, relata que:

- tinha episódios com falta de ar, que teve ganho de peso (vindo depois a emagrecer, cerca de 17 quilos, pois era obeso), e que freqüentemente perdia o apetite e tinha alguma dificuldade de memória;
- atualmente apresenta-se com manchas, principalmente nos membros, resultantes das queimaduras ocorridas no trabalho na Proquima, além de ter as unhas alteradas (distróficas);
- nega outras patologias, e que já tinha tido hepatite (não relaciona ao trabalho na Proquima);
- tinha obstrução nasal freqüente, em especial quando do contato com ácido fluorídrico e clorídrico, que era acondicionado em bombonas plásticas e que recorda-se ter feito exames de abreuografias (uma vez);

ENTREVISTA 5

Escolaridade: 4^a. série do curso básico Idade: 43 anos
Período de atuação na Proquima: de 1989 a 1990 (1 ano e meio)
Funções exercidas: Ajudante de produção e motorista

Antes da Proquima, o entrevistado trabalhava como agricultor em um sítio em Campos Gerais (MG). Na Proquima atuava primordialmente como motorista transportando matérias primas e produtos, o que correspondia a aproximadamente 50% do seu tempo operacional. Na condição de motorista ajudava no carregamento e descarga dos caminhões utilizando empilhadeiras. Como motorista, recorda-se que retirou resíduos industriais na Sanofi (em Cosmópolis); na empresa Bosch (Campinas), óleo sujo (que seria reciclado e depois destinado à empresa FORD; e em Salto (empresa Eucatex), não referiu o produto. Durante os transportes não presenciou derrames.

Quando interno, atuava como auxiliar de produção, ajudando no bombeamento dos tambores. Isto ocorria na “plataforma” (pátio elevado junto às docas). Dos tambores as matérias primas eram bombeadas inicialmente para um tanque e, deste ponto, alimentavam os destiladores do galpão próximo aos escritórios. Presenciou várias ocorrências de derrames de produtos e matérias primas em diversas etapas do processo industrial.

As vestimentas utilizadas no trabalho, quem tinham sempre forte odor, eram lavadas em casa.

Presenciou alguns procedimentos de limpeza de tanques, destiladores e outros agregados. Não presenciou ninguém passar mal. Relata nunca haver tido algum problema de saúde no período de atuação na Proquima. Negou queixas de saúde, exceto que sempre teve muita cefaléia (que cessou quando parou de fumar). Recentemente teve crise de hipertensão arterial, atendimento em pronto socorro, em Campinas.

ENTREVISTA 6

Escolaridade: Superior Idade: 42 anos
Período de atuação na Proquima: de 1983 a 1991 (8 anos)
Funções exercidas: Técnico Químico

O entrevistado trabalhava no laboratório realizando os procedimentos analíticos de avaliação das matérias primas e produtos. O procedimento consistia na destilação dos solventes contaminados, determinando o índice de recuperação. Também eram realizados ensaios cromatográficos para determinar a composição das matérias primas e dos produtos. As avaliações da matéria prima era a base para as negociações comerciais.

Durante seu período de atuação no laboratório, a matéria prima mais analisada era o *thinner* (composição: álcool etílico 40%, acetona 30% e tolueno 30%) proveniente primordialmente do Estado de São Paulo.

Trabalhavam no laboratório, além do entrevistado, um estagiário (a cada 3 - 4 meses havia troca) e um químico. O laboratório não dispunha de *capela* e seu ambiente apresentava forte odor das substâncias manuseadas. Não havia a utilização de EPIs, que somente passaram a ser utilizados após o ano de 1990, como resultante das constantes inspeções da Cetesb.

Relata que na época estudava em Bragança e que os colegas de curso reclamavam de seu forte odor à produtos químicos que ela não sentia.

Relata que até o ano de 1983 não havia a deposição de tambores no lote 5. Naquele ano começou a deposição de tambores, inicialmente somente de tambores novos, não usados.

Quando iniciou suas atividades na Proquima, em 1983, o filtro prensa já havia sido desativado.

A emissão de “fumaça preta” pelas caldeiras, em função da queima irregular dos resíduos da destilação, era constante. Isto ocorreu principalmente no período até o grande incêndio, no ano de 1987.

Além disso, relatou que:

- no fundo a propriedade da Proquima havia um pomar, onde todos comiam frutas;
- no decorrer do período de vínculo de trabalho, foi deixando de perceber e notar os odores dos produtos que manipulava, no laboratório;
- durante o período de vínculo era estudante universitária, que quando saía da empresa e chegava à classe de aula, os colegas referiam que o entrevistado estava chegando, pelos odores da produção industrial;
- a sua mãe tinha que lavar o seu jaleco de trabalho, em separado (odores); que se recorda de alguns casos de outros ex-trabalhadores, citando alguns; e que;

- na empresa trabalhavam poucas mulheres, entre elas 01 menina (“Gardinha”), 01 senhora da limpeza, além dela, Técnica Química (teria havido outra técnica, que a substituiu).

Quanto aos aspectos de Saúde, referiu que nunca passou mal, não teve náuseas, nega alteração de memória; nega queixas durante o período de vínculo. Além disso, relata que:

- chegou a fazer audiometria nos 3 últimos anos de vínculo;
- uma certa vez sofreu um acidente de trabalho, quando explodiu 01 frasco com thinner cola, em sua frente;
- que é portadora de traço talassêmico (uma doença da hemoglobina), o que sempre a obrigou ao uso de ácido fólico; nega queixas de saúde na esfera ginecológica, acrescentando que teve uma primeira gestação ainda durante o período de vínculo com a Proquima (nega queixas durante a gravidez ou problemas com a prole) e refere a mãe com Mal de Alzheimer;

DEPOIMENTO À JUSTIÇA DO TRABALHO

PEÇA DE INFORMAÇÃO Nº 14282/2002-08

DENUNCIANTE: MPT/ PRT 15ª REGIÃO

INVESTIGADOS: PROQUIMA

CONSTRUTORA CONCIMA

EMPRESA DE ÔNIBUS GARDÊNIA

OBJETO: MEIO AMBIENTE DO TRABALHO

TERMO DE AUDIÊNCIA

Às catorze horas (14h) do dia oito do mês de junho do ano de dois mil e cinco (08/06/2005), na Procuradoria Regional do Trabalho da 15ª Região, com sede na Avenida Marechal Carmona, 686, Vila João Jorge, Campinas/SP, compareceu, o Sr. Oswaldo Juvenal, portador da cédula de identidade RG nº 8.458.000 SSP/SP. Participam também o Sr. Alexandre Pessoa da Silva, Consultor do Ministério da Saúde, portador da cédula de identidade RG nº 3.862.901 e o Analista Pericial desta PRT, Dr. Marcos de Oliveira Sabino. Preside a audiência a Exmo. Sr. Procurador do Trabalho Dr. MARIO ANTÔNIO GOMES.

DEPOIMENTO QUE PRESTA o Sr. Oswaldo Juvenal acima qualificado, devidamente advertido e compromissado sob as penas da Lei, às perguntas respondeu: “que trabalhou para a empresa PROQUIMA no período de 20 de maio de 1975 até o encerramento das atividades em outubro de 1998; que durante todo o período laborou na Rua Ermantino Coelho, 908, Mansões Santo Antônio – Campinas/SP; que exercia a função de operador; que como operador tomava conta da caldeira e fazia destilaria; que a destilaria que o depoente operava era apenas coberta, mas sem paredes laterais, nos destiladores existentes ao lado da caldeira; o depoente confirma que de uma maneira usual

eram utilizados resíduos dos processos destilativos como aditivo no óleo DPF combustível das caldeiras; os resíduos destilativos utilizados eram os provenientes da destilação de misturas contendo benzeno e álcool-óleo; que o depoente assinala a existência de 5 poços absorventes para onde eram encaminhados resíduos dos diversos processos industriais da PROQUIMA, entre eles os resíduos destilativos de solventes organoclorados; que algumas vezes esses resíduos eram levados pelo sucateiro toda vez que o mesmo levava os tambores (sucatas); que o depoente saberia dizer onde ficam os 5 poços se for no local, tendo inclusive os indicado em um desenho esquemático da área apresentada, que ora se junta no presente procedimento; que antes de trabalhar na empresa PROQUIMA o depoente era tratorista em uma fazenda na cidade de Novo Horizonte; que durante a realização de seu trabalho o odor era muito forte, sendo que, por diversas vezes durante a jornada diária de trabalho, o depoente era obrigado a “sair de perto da destilaria porque não agüentava o cheiro”; que a empresa, no início (de 1975 a 1986) fornecia luvas, máscaras e roupas; que os trabalhadores não usavam os equipamentos e por isso, após o ano de 86, a empresa parou de fornecer os EPI’s e os uniformes, mas se o trabalhador pedisse o EPI ou uniforme a empresa os fornecia; que os uniformes eram levados para serem lavados nas residências dos trabalhadores; que o depoente as vezes em que tinha contato com o butanol sentia um aperto muito forte no peito, mas que isto (o contato com o produtos) acontecia poucas vezes e só ocorria pois a empresa comprava resíduos de outras empresas que eram levados à PROQUIMA em tambores sem qualquer identificação; que a identificação era feita pelo Sr. Laudelino, Sr. José Donizete e o Sr. José Carlos; que a forma de identificação era a seguinte “um dos três empregados mencionados colocava o dedo no produto e cheirava para saber qual era o tipo”; que o depoente em algumas ocasiões também chegou a fazer a identificação dos produtos desta forma; que normalmente tanto os outros empregados como o depoente acertava o tipo de produto pelo cheiro, devido ao forte odor que caracterizava e distinguia cada produto; que a empresa não realizava exames médicos periódicos; que quando da admissão o depoente fez um único exame, a saber Abreugrafia; que por ocasião da rescisão do contrato de trabalho foi encaminhado pela empresa a um médico, cujo nome não se recorda, com consultório próximo ao Posto do INSS (próximo à Igreja do Carmo) que não chegou a fazer qualquer exame no depoente, apenas assinou um atestado médico demissional; que o médico “nem mexeu” no depoente; que foi fazer o exame demissional juntamente com o Sr. José Carlos; que a empresa não tinha refeitório, por isso o depoente e os outros trabalhadores faziam suas refeições no local de trabalho; que acredita que não sentia mais o cheiro dos produtos pois já havia se acostumado ao cheiro dos mesmos; que o depoente tem problema de pressão alta, não sentindo qualquer outro sintoma, se considerando bem de saúde; que no ano de 1994 o depoente apresentou o quadro de pressão alta, sendo encaminhado a São Paulo para fazer um cateterismo”. NADA MAIS DISSE OU FOI PERGUNTADO

Encerrado o ato às quinze horas e trinta minutos (15h30min), eu, *Maria Alice Forchesatto*, secretária do procedimento, lavrei o presente termo que, após lido e achado conforme, vai assinado por todos os presentes.

MÁRIO ANTÔNIO GOMES
Procurador do Trabalho

Oswaldo Juvenal - depoente

Alexandre Pessoa da Silva
Consultor do Ministério da Saúde

Marcos de Oliveira Sabino
Analista pericial

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

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

IV. CONTAMINANTES DE INTERESSE

2005

1. DADOS AMBIENTAIS EXISTENTES

Afora alguns levantamentos iniciais de caracterização, produzidos pela Cetesb, e de algumas análises de água para consumo humano, produzidos pela Cetesb ou contratados pela Secretaria de Saúde de Campinas aos laboratórios Tasqa e TCA, a maioria dos dados ambientais existentes sobre a área foram produzidos pela Arcadis Hidro Ambiente S.A., empresa de consultoria ambiental contratada pela Concima, em dezembro de 2001. Dependendo da natureza dos serviços, a Arcadis Hidro Ambiente contratou as empresas especializadas American Drilling do Brasil Ltda. (sondagens, perfuração e instalação dos poços de monitoramento), laboratório TASQA (análises químicas) e CEIMIC Análises Ambientais S/C Ltda (análises químicas).

Os dados ambientais a seguir relatados e avaliados, quando não especificamente assinalado, foram produzidos pela empresa Arcadis Hidro, contratada pela Concima para atender às exigências da Cetesb de estudos de caracterização ambiental para remediação.

2. PADRÕES UTILIZADOS NA AVALIAÇÃO DOS DADOS AMBIENTAIS

Neste relatório, para a avaliação dos dados existentes de solo foi utilizado o “Padrão da Cetesb” que assinala valores de intervenção para a qualidade dos solos e água subterrânea do Estado de São Paulo em função do uso da área (área de proteção máxima, área de uso residencial, área de uso agrícola e área de uso industrial) e o valor “I” da lista holandesa. O valor “T” da lista holandesa, que indica o nível de contaminação do solo que exige investigação, será apresentado somente como uma referência.

A avaliação da qualidade da água subterrânea foi baseada na Portaria nº 518/MS (padrões de potabilidade do Ministério da Saúde) e pelo Padrão Holandês.

Tanto na avaliação dos dados de solo como de água serão adotadas as concentrações limites mais conservadoras.

3. DADOS SOBRE A CONTAMINAÇÃO DOS MEIOS AMBIENTAIS

3.1. Solo

A primeira etapa da pesquisa sobre a contaminação do solo foi realizada pela Arcadis, no mês de janeiro de 2002. Inicialmente, de forma prospectiva, foram realizadas sondagens superficiais (até 1,0 m de profundidade) com uso de trado manual e coleta de amostras a cada manobra do trado (aproximadamente 10 centímetros), com medida de gases voláteis com uso de fotoionizador portátil (PID). A localização dos pontos de sondagens superficiais para medição do PID podem ser visualizadas na **Figura IV-1**.

Tabela IV-1. Principais resultados das análises em solo superficial

Poço Monitoramento	ST01 Prof.: (0,0-0,5m)	ST02 Prof.: (0,0-0,5m)	Cetesb*	Padrão Holandês**	
				T	I
Metais (mgKg)					
Cd	15	6	15	5,5	10,4
Cu	103	35	500	104	174
Orgânicos (mgKg)					
Tetracloroetano	1,12	24,3	1	1	2
Fenol total (mg/Kg)	5,5	<1,9	0,025	10	20
TPH (mg/Kg)	3.300	3.400	25	1262,5	2500

*Valores de intervenção para zonas residenciais

** Valores da Lista Holandesa para solo padrão contendo 25% de argila e 5% de matéria orgânica, sendo T= indicativo de contaminação que requer mais investigação e

I = Nível de intervenção por representa risco potencial à saúde humana e ao meio ambiente.

Na investigação inicial também foram coletadas amostras de 11 sondagem em diferentes profundidades. As sondagens foram realizadas por meio do sistema de amostragem conhecido com "*direct push*" com o uso de perfuratriz Geoprobe-540M, utilizando amostrador especial com camisas internas - "liner" - para amostragem contínua do perfil do solo investigado, realizados pela equipe da American Drilling do Brasil e Arcadis. Também foram realizadas sondagens por meio de trado manual de 3" de diâmetro em pontos onde o acesso da perfuratriz Geoprobe-540M não foi possível.

Durante a execução das sondagens foram coletadas amostras de solo a cada 1,0m perfurado ou a cada mudança de litologia, de modo a compor o perfil geológico e realizadas medições de PID (fotoionizador portátil) para a identificação da presença de gases voláteis. Os principais resultados analíticos das amostras coletadas nestas sondagens são apresentados na **Tabela IV-2.**

Tabela IV-2a. Principais resultados das análises de metais em solo profundo

Furo de sondagem	ST-01	ST-02		ST-03		ST-04		Cetesb*	Padrão Holandês**	
	Prof. amostra (m)		T	I						
	8,4-9,6	2,4-3,	9,6-10,	8,6-9,1	11,6-12,	8,7-9,3	12,1-13			
Metais (mgKg)										
Cd	16	16	15	18	16	20	28	15	5,5	10,4
Cu	654	114	524	298	493	208	957	500	104	174
Zn	104	55	85	94	106	76	178	1000	407	681

Tabela IV-2b. Principais resultados das análises de metais em solo profundo

Furo de sondagem	ST-05	ST-06		ST-07		Cetesb*	Padrão Holandês**	
	Prof. am (m)	Prof. amostra (m)		Prof. amostra(m)			T	I
	8,4-9,6	4-5m	14-15m	7,2-8,4m	11,6-12			
Metais (mgKg)								
Cd	20	15	18	16	20	15	5,5	10,4
Cu	330	62	470	100	395	500	104	174

*Valores de intervenção para zonas residenciais

** Valores da Lista Holandesa para solo padrão contendo 25% de argila e 5% de matéria orgânica, sendo T= indicativo de contaminação que requer mais investigação e I = Nível de intervenção por representa risco potencial à saúde humana e ao meio ambiente.

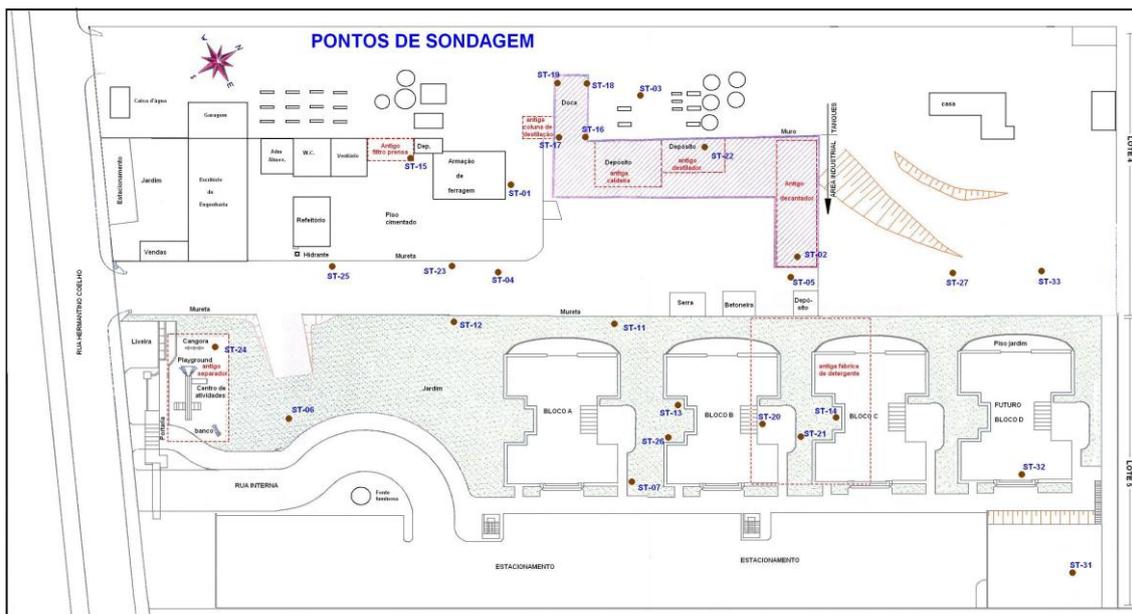
A etapa de detalhamento, realizada pela Arcadis em junho de 2002, foi baseada nos resultados obtidos na etapa de investigação inicial e em função de informações adicionais sobre as atividades da antiga indústria Proquima. Foram realizados 28 furos de sondagem, denominados (ST) e numerados de ST-11 até ST-38, com profundidade variável entre 1,5 m até 12 metros. Foram executadas sondagens adicionais na área dos fundos do Residencial Parque Primavera 2 (lote 4), ocupada pelo caseiro da indústria e utilizada na plantação de hortaliças.

No lote 4, onde se encontravam as instalações industriais da Proquima (Área de Tanques e Área Industrial), as investigações (ST-15 a ST-19, ST-22 a ST-25, ST-27, ST-33 a ST-38), com medidas de gases voláteis, apresentaram valores registrados pelo PID variando em média de 20,2 ppm a >2000 ppm, sendo que a Área Industrial e a Doca apresentaram os maiores valores registrados do PID, além do forte odor de óleo e solventes observados nas amostras analisadas.

No lote 5, área denominada de Residencial Parque Primavera 1, as investigações (ST-11, ST-12, ST-13, ST-14, ST-20, ST-21, ST-26, ST-31 e ST-32), com medidas de gases voláteis, apresentaram valores registrados pelo PID variando em média de 2,6 ppm a 210 ppm. No ponto ST-13, próximo ao Bloco A, no primeiro metro apresentou valor de PID >2000 e odor médio a forte de solventes nas amostras analisadas.

Além das medições de gases voláteis também foram coletadas amostras de solo em profundidades em função dos valores de PID. A **Figura IV-2.** assinala os pontos de sondagem de onde foram coletadas amostras para a análise química.

Figura IV-2. Localização dos pontos de sondagem



No lote 4, 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. Com relação às análises de VOC (compostos orgânicos voláteis), no lote 4, os resultados das amostras de solo coletadas na área da Doca e próximo à antiga Caldeira da indústria Proxima apresentaram concentrações acima dos limites de intervenção para áreas residenciais do padrão Cetesb (2000) e padrão Holandês (2000), conforme descrito a seguir:

- ST-16 (intervalo de profundidade da amostra: 0-1,20m) concentração de 5.600 µg/kg para o Tetracloreto e 5.400 µg/kg para 1,1,2-Tricloroetano. Além destes compostos, o 1,1,2,2-Tetracloreto apresentou concentração de 2.600 µg/kg, embora não esteja listado nos padrões de referência adotados; e
- ST-18 (intervalo de profundidade da amostra: 2,40-3,60m) - concentração de 10.000 µg/kg para o Tetracloreto; 61.000 µg/kg para o 1,1,2-Tricloroetano e 3.500 µg/kg para Xileno total.

No lote 5, 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 (2000). Com relação às análises de VOC, os resultados das análises químicas apresentaram concentrações abaixo dos limites de intervenção do padrão Cetesb (2000) e padrão Holandês (2000) na área do lote 5. As análises das amostras de solo para Fenol total nos dois lotes deram resultados abaixo dos limites de detecção.

No entanto, devemos registrar que, mesmo abaixo dos valores de referência, foram detectadas concentrações de compostos orgânicos nas seguintes sondagens:

- ST-20 (intervalo de profundidade da amostra: 4,80-6,0m) - concentração de 700 µg/kg para 1,1,2-Tricloroetano.
- ST-22 (intervalo de profundidade da amostra: 3,60-4,80m) - concentração de 500 µg/kg para Tolueno.

Foram realizadas 3 sondagens investigativas da geologia à jusante da área do residencial respectivamente ST-28 (Garagem Gardênia), ST-29 (condomínio Espanha abandonado) e ST-30 (plantão de vendas Terraço D'Italia). Durante as investigações não foi detectada presença de odores ou manchas de óleo e solventes aromáticos no solo superficial, apenas quando se atingiu o nível d'água foram detectados fortes odores nas sondagens ST-28 e ST-29.

Em função das leituras de PID na sondagem ST-13, em 6 de setembro de 2002, a Arcadis realizou mais 15 sondagens no lote 5, entre os blocos A e B do Residencial Parque Primavera 1. Nessas sondagens, denominadas como S-01 a S-15, foram coletadas amostras de solo a cada intervalo de 0,5 metro de profundidade (0,5; 1,0 e 1,5), acondicionadas em sacos plásticos tipo ZIP, para posterior medição de voláteis com o PID. Os resultados situaram-se entre 30,8 e 82 ppm.

3.2. Água

3.2.1. 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. A ocorrência de rompimentos e avarias na rede de tubulação de água de abastecimento não é rara, conforme indica o histórico recente de avarias no Bairro Mansão Santo Antônio fornecido pela SANASA (**ANEXO IV-1.**)

Confirmando mais uma vez esta possibilidade, no dia 26/11/1985, em visita de inspeção à Proquima, a Cetesb constatou uma contaminação da rede de abastecimento público (SANASA) com a matéria prima Dicloroetano, utilizada pela Proquima. Apesar de algumas dúvidas, a contaminação – segundo técnicos da SANASA – ocorreu pela pressão negativa na rede (devido aos furos na tubulação da rede, em ocasiões de falta de água), permitindo a sucção do contaminante do solo para a tubulação. O Termo de Compromisso da Proquima, com a SANASA, assinala, entre outros, que “... em decorrência de escoamento de produto químico utilizado pela Proquima, designado dicloroetano, matéria prima adquirida da Salgema, houve ruptura e comprometimento de trecho da rede pública de água na extensão aproximada de 360 metros na rua Hermantino Coelho...”.

Em função desta preocupação, foi realizado um monitoramento das águas para consumo humano que abastece o bloco habitado do Condomínio Parque Primavera. Os principais resultados deste monitoramento são apresentados na **Tabela IV-3**.

Tabela IV-3. Principais resultados analíticos do monitoramento realizado nas águas para consumo humano da rede pública

Data	Principais resultados		
	Local	Resultado	Observações
26/10/2001	Cavalete, 2 pontos de consumo no prédio	Pesticidas: L.D. ¹	Lab.: TASQA
30/11/2001	Cavalete, 2 pontos de consumo no prédio	Orgânicos voláteis: <VMP ²	Presença de Trihalometanos Lab.: TASQA
Dez.2001	Cavalete da obra	Orgânicos voláteis: <VMP ² Organ. Semi-voláteis: ND	Presença de Trihalometanos Lab: CEIMIC
	Pia (apto. 123)		
	Reservatório Sub-solo		
	Cavalete da quadra		
19/04/2002	Cavalete de entrada	Organ. Semi-voláteis: ND	Lab: CEIMIC
Maio 2002	Cavalete da obra	Metais: <VMP ²	Lab: CEIMIC
	Apartamento 121	Orgânicos voláteis: <L.D	
	Reservatório Sub-solo	Organ. Semi-voláteis: ND	
	Cavalete da quadra	Na nascente: Mn <VMP ²	
26/07/2002	Cavalete de entrada Diclorometano: 14,1 µg/L	Organ. Semi-voláteis: <L.D. ¹ Pesticidas: : <L.D. ¹ Outros org.: : <L.D. ¹	Presença de Trihalometanos Lab.: TASQA
	Reservatório Sub-solo Presença de tolueno	Organ. Semi-voláteis: <L.D. ¹ Diclorometano: 17 µg/L Pesticidas: : < L.D.*	
	Apto. 4 Presença de tolueno	Benzeno: 0,5 µg/L Diclorometano: 13,3 µg/L Pesticidas: : <L.D. ¹	
17/09/2002	Reservatório Sub-solo	Organ. Semi-voláteis: <L.D. ¹ Pesticidas: <L.D. ¹	Presença de Trihalometanos Lab.: TASQA
	Apto. 4 (térreo)		
	Cavalete de entrada		
	Quadra Tênis		
02/07/2003	Cavalete	Compostos orgânicos: <L.D. ¹ Pesticidas: L.D. ¹	Presença de Trihalometanos, Diclorometano Lab.: TASQA
	Reservatório Sub-solo	Compostos orgânicos: <L.D. ¹ Pesticidas: <L.D. ¹	
	Apto. 4 (térreo)	Compostos orgânicos: <L.D. ¹ Pesticidas: <L.D. ¹	
22/03/04	Apto. 4	Compostos orgânicos: <L.D	Presença de Trihalometanos Lab.: TASQA
	Reservatório Sub-solo	Compostos orgânicos: <L.D	
	Apto. 4 (térreo)	Compostos orgânicos: <L.D	

1- LD =Limite de Determinação (todos abaixo dos limites da Portaria 518-MS)

2 - VMP = Valores Máximos Permitidos segundo Portaria 518-MS. ND – Não Detectado

3.2.2. Nascentes e cacimbas localizadas no entorno da área

3.2.2.1. Inventário do uso de água subterrânea na vizinhança

Com base nos seus levantamentos, a consultoria Arcadis chegou à conclusão que a pluma de contaminação na água subterrânea, já havia ultrapassado a área da antiga indústria Proquima. Esta suposição determinou a necessidade de cadastramento de poços, cacimbas e outras formas de captação da água subterrânea da área do entorno, considerando residências e demais estabelecimentos.

Para o cadastramento dos poços, inicialmente realizou-se um estudo da área baseado na topografia do local e no sentido de fluxo da água subterrânea, visando definir de maneira mais detalhada, a região que seria realizada o cadastramento.

Definida a região, o cadastramento foi iniciado em todas as propriedades determinadas, por meio de entrevista com os moradores, que foram indagados sobre a existência de poços ou cacimbas, além de sua profundidade e uso. A existência de abastecimento d'água por rede pública e existência de reservatório de água no domicílio também foram pesquisadas.

Após vistoria nas casas localizadas no entorno da área em estudo, constatou-se a presença de poços do tipo cacimba e também devido a característica da região, a presença de minas d'água.

Muitos moradores possuíam poços do tipo cacimba, prática comum antes da década de 80 (segundo informações dos moradores mais antigos), quando ainda não havia a presença de água tratada e encanada, cerca de 20 anos atrás. Porém, atualmente grande parte dos moradores utiliza somente água tratada provinda da SANASA. Poucas casas mantêm essas cacimbas para uso doméstico ou para uso secundário, como lavagem de materiais ou irrigação dos jardins.

A maioria dessas casas utiliza-se dessas cacimbas como fossa, mas algumas delas foram aterradas ou concretadas. Apenas um Poço Tubular Profundo foi encontrado em um raio de aproximadamente 1.000 metros da área impactante. Este poço foi constituído na garagem Gardênia, terreno vizinho ao residencial Parque Primavera 1. Segundo informações obtidas no local, o poço foi instalado em 1994 e sua exploração foi inviabilizada pelo forte odor da água retirada do poço.

Os principais resultados analíticos das captações de água subterrânea reconhecidas no entorno da área contaminada são apresentadas na **Tabela IV-4**.

Tabela IV-4. Principais resultados analíticos das amostras de água de cacimbas e nascentes no entorno do *site* da Proquima

Data	Principais resultados		
	Local	Resultado	Observações
08/04/2002	Nascente R. José F. Amorim112 Al, Fe e Mn >VMP ²	Padrões Potab.: <VMP ² Coliformes > VMP Presença de: Tetracloreto de Carbono e Tricloroetano	Laboratório Cetesb
08/04/2002	Poço R. João Preda 175	Padrões Potabilidade: <VMP ² Coliformes > VMP ²	Lab.: Cetesb
Maio 2002	Poço R. João Preda 175	Metais: <VMP ²	Lab: CEIMIC
	Nascente R. José Freitas Amorim 112 Mn > VMP ²	Orgânicos voláteis: <L.D Organ. Semi-voláteis: ND	
06/07/2002	Nascente R. José F. Amorim112 Mn > VMP ²	Metais: < VMP ² Organoclorados, Dicloroetano, Tetracloroetano, Tricloroetano, entre outros	Lab: CEIMIC
	Poço R.Júlio S. Valle 85	Padrões Potabilidade: < VMP ² Coliformes > VMP ²	
18//11/2003 ³	Am.01-Mina (09205/03)	Acetona: 627,5 µg/L Clorofórmio: 15,1 µg/L	Demais comp. Orgânicos ⁴ abaixo do Limite de Quantificação = < LQ Lab.: Tasqa
	Am.02-Tanque (09206/03)	Acetona: 244,9 µg/L	
	Am.03-Mina (09207/03)	< L.Q.	
	Am.04-Mina (09212/03)	Acetona: 76,7 µg/L	
	Am.05-Poço (09208/03)	Acetona: 44,7 µg/L	
	Am.06-Poço (09209/03)	Acetona: 271,6 µg/L	
	Am.07-Mina (09213/03)	< L.Q.	
	Am.08-Mina (09210/03)	< L.Q.	
	Am.09-Mina (09211/03)	< L.Q.	
18//11/2003	Nascente R. José Freitas Amorim 112	Metais: : < VMP ² Orgânicos ⁵ : < VMP ²	Lab.: CQA
	Nascente R. José Freitas Amorim 140 - Tanque	Metais: : < VMP ² Orgânicos ⁵ : < VMP ²	
	Nascente R. José Freitas Amorim ⁶ - Tanque	Metais: : < VMP ² Orgânicos ⁵ : < VMP ²	
	R. José Freitas Amorim s/n - Poço	Metais: : < VMP ² Orgânicos ⁵ : < VMP ²	
	R. Lauro Vanucci ⁶ - Poço	Cr, Fe, Mn > VMP Orgânicos ⁵ : < VMP ²	
	R. Júlio Souza Vale ⁶ - Poço	Metais: : < VMP ² Orgânicos ⁵ : < VMP ²	
	Poço - R. Júlio S. Vale 85	Metais: : < VMP ² Orgânicos ⁵ : < VMP ²	
	Nascente R. Lourenço M A Prado 307	Metais: : < VMP ² Orgânicos ⁵ : < VMP ²	
	Nascente - R. Lourenço M A Prado ⁶	Metais: : < VMP ² Orgânicos ⁵ : < VMP ²	
17//06/2004	Nascente R. José F. Amorim112	Presença de compostos organoclorados, entre outros: Dicloroetano, Tetracloroetano, Tricloroetano	Lab.: Cetesb

ND – Não Detectado

1- Limite de Determinação (todos abaixo dos limites da Portaria 518-MS)

2 - VMP = Valores Máximos Permitidos segundo Portaria 518-MS.

3 - Amostras realizadas sob contratação da Prefeitura de Campinas sem maiores indicações sobre a localização.

4 - Outros compostos orgânicos analisados: Benzeno, Cloreto de Vinila, 1,2-Dicloroetano, 1,1-Dicloroetano, Etilbenzeno, Tetracloroeto de Carbono, Tetracloroetano, Tetracloroetano, tolueno, Tricloroetano, m+p-Xileno, o-Xileno

5 - Compostos orgânicos analisados: Acetona, Benzeno, Clorofórmio, Cloreto de Vinila, Cloreto de Metileno, Clorobenzeno, 1,2-Dicloroetano, 1,1-Dicloroetano, Etilbenzeno, Tetracloroeto de Carbono, Tetracloroetano, Tolueno, Xilenos totais, BTEX.

6 - Localização exata (número) não fornecida

3.2.3. Poços de Monitoramento

Os dados sobre as águas subterrâneas da Arcadis foram produzidos durante duas diferentes campanhas, sendo a primeira iniciada em dezembro de 2001 e a segunda no mês de maio de 2002.

Na primeira campanha de amostragem foram construídos 7 poços de monitoramento e suas principais características são assinaladas na Tabela IV-5. Os poços foram construídos com perfuração mecânica pelo processo "Hollow Stem Auger" de diâmetro externo de 7" e de 9" até a profundidade de pelo menos 4m abaixo do nível de água e revestidos com PVC geomecânico de diâmetro de 2" e 4" com ranhuras de 0,5mm nas seções filtrantes, que recebeu aplicação de pé-filtro constituído por areia selecionada tipo "Jacarei". Na porção não filtrante (tubo liso) foi aplicado selo de bentonita para garantir a vedação dos poços à infiltração de águas superficiais do terreno.

Tabela IV-5. Principais características dos PMs da primeira campanha de amostragem da Arcadis Hidroambiente

Poço de Monitoramento	Profundidade Total (m)	Prof. do NA (m)	Odor	pH
PM-01	21.00	13,37	S/ odor	6,58
PM-02	18.00	12,72	S/ odor	6,62
PM-03	15.00	11,31	Forte	6,40
PM-04	16.50	13,20	Leve	6,38
PM-06	15.00	11,75	S/ odor	5,50
PM-06	16.00	12,71	Forte	6,73
PM-07	18.00	14,13	leve	7,00

Segundo os dados relatados, as amostras de água subterrânea foram coletadas pela equipe da Arcadis, de acordo com o Manual de Preservação e Coleta de Amostras da Cetesb. Antes da coleta, os poços foram purgados de modo a permitir o bombeamento contínuo até garantir o esgotamento completo dos poços ou a retirada de um volume maior que três vezes o volume de água contida nos poços.

A amostragem foi feita com o auxílio de *bailers* e acondicionamento em frascos especiais. Durante a coleta foram analisadas "in situ" as propriedades físico-

químicas como pH, condutividade elétrica e temperatura.

Os parâmetros analíticos VOC, metais, Etanol, TPH e Fenol total foram analisados nas amostras de água subterrânea, considerando-se as atividades industriais desenvolvidas pela indústria química Proquima.

No desenvolvimento dos trabalhos, foram incluídos os parâmetros Etanol para todas as amostras e Semi Voláteis (em amostras de água de dois poços de monitoramento), pois ocorreu a suspeita da presença destes compostos durante a execução dos trabalhos de investigação. As análises químicas foram executadas pelo Laboratório CEIMIC Análises Ambientais s/c Ltda.

Os principais resultados analíticos das amostras de água analisadas na primeira campanha de amostragem são apresentados nas **Tabela IV-6. e IV-7.**

Tabela IV-6. Principais resultados analíticos de compostos orgânicos nas amostras de água subterrânea da primeira campanha de amostragem ($\mu\text{g/L}$)

Poço de Monitoramento	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	Port. 518 (MS)	Padrão Holandês	
									T	I
Clorometano	<5	<125	<125	<125	<125	50	<125	-	-	-
Clorelo de Vinila	<5	<125	1500	<125	<125	50	<125	5	2,5	5
1,1 - Dicloroetano	<5	<125	75*J	<125	<125	340	75*J	30	5	10
Cloreto de Metileno	<10	<250	<250	<250	<250	24000	<250	20	500	1000
Acetona	<10	<250	<250	<250	<250	26400	<250	-	-	-
Trans-1,2-Dicloroetano	<5	<125	75*J	<125	<125	90	75*J	-	10	20
1,1-Dicloroetano	<5	50*J	325	100*J	<125	860	350	-	454	900
Cis-1,2-Dicloroetano	<5	275	1300	225	<125	1360	725	-	10	20
Clorofórmio	4*J	300	250	1325	600	2250	3700	300	-	-
1,1,1-Tricloroetano	<5	<125	<125	<125	<125	<50	<125	600	150	300
Tetracloroeto Carbon	<5	<125	<125	<125	<125	<50	<125	2	-	-
Benzeno	<5	<125	<125	<125	<125	1280	<125	5	15	30
1,2-Dicloroetano	<5	<125	475	75*J	<125	15800	<125	10	204	400
Tricloroetano	<5	175	300	200	<125	220	275	70	262	500
1,2-Dicloropropano	<5	<125	<125	<125	<125	<50	<125	-	40	80
Tolueno	<5	<125	550	<125	<125	13700	<125	170	504	1000
1,1,2- Tricloroetano	<5	3100	3475	2775	125	5100	4150	-	65	130
Tetracloroetano	<5	75*J	100*J	400	75*J	540	900	40	20	40
Clorobenzeno	<5	<125	<125	<125	<125	540	<125	20	90	180
Etilbenzeno	<5	<125	<125	<125	<125	60	<125	200	77	150
Xileno (total)	<5	<125	125	<125	<125	240	<125	300	35	70
Estireno	<5	<125	<125	<125	<125	<50	<125	20	153	300
Fenol Total	<20	<20	<20	<20	<20	500	<20	--	1000	2000
TPH	<600	<600	1700	<600	<600	<600	22000	-	325	600

Tabela IV-7. Principais resultados analíticos de metais nas amostras de água subterrânea da primeira campanha de amostragem ($\mu\text{g/L}$)

Poço Monitor.	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	Port. 518 (MS)	Padrão Holandês	
									T	I
Sb	<400	<400	<400	<400	<400	<400	<400	5	10	20
As	50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	10	35	60
Be	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	-	7,5	15
Cd	8	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	3,2	6
Cr	<50	<50	60	<50	<50	<50	<50	50	16	30
Cu	420	240	1740	230	420	300	310	2000	45	75
Pb	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	10	45	75
Hg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	0,18	0,3
Ni	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	50	45	75
Se	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	10	80	160
Ag	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	50	20	40
TI	<300	<300	<300	<300	<300	<300	<300	-	3,5	7,0
Zn	<200	<200	<200	<200	<200	<200	<200	5000	433	800

Observa-se que os limites de quantificação para muitos contaminantes analisados (assinalados na cor verde) estão acima dos valores de referência utilizados. Em vermelho são assinalados os contaminantes que apresentaram concentrações acima dos valores de referência utilizados.

Com os dados da primeira campanha de amostragem, onde já se constatava a existência de uma pluma de contaminação, na segunda campanha, foram instalados adicionalmente 11 poços de monitoramento a jusante da área onde a Proxima operava, numerados de PM-07B a PM-15 (**Tabela IV-8.**)

Tabela 4.8. Principais características dos poços de monitoramento instalados na segunda campanha de amostragem da Arcadis Hidroambiente

Poço de Monitoramento	Prof. Total (m)	Prof. do NA (m)	Cond. Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Odor
PM-07B	25	13,55	450	Forte
PM-08	15,40	10,1	120	---
PM-09	12	7,1	1850	Forte
PM-10A	14	8,89	240	Forte
PM-10B	23	14,61	620	Forte
PM-11	13	9,20	170	Forte
PM-12	13,5	10,74	280	---
PM-13A	10,80	4,05	190	Forte
PM-13B	21	13,34	690	Forte
PM-14	8,75	3,74	160	---
PM-15	13,5	7,77	170	---

NA – nível d'água

Em função dos indícios da existência de locais com depósitos de contaminantes líquidos mais pesados que a água, também conhecidos como *DNALP Pool*, os novos poços de monitoramento instalados sob a supervisão da Arcadis foram divididos em dois grupos: poços de monitoramento de água subterrânea raso (5 metros abaixo do nível d'água) construídos em 2" e poços de monitoramento da água subterrânea profunda (4 metros acima do topo rochoso) construídos em 4".

Os resultados analíticos das amostras de água subterrânea analisadas são apresentados nas **Tabelas IV-9., IV-10a. e IV-10b.**

Tabela IV-9. Principais resultados analíticos de metais em água subterrânea

Metais	POÇOS DE MONITORAMENTO											Portaria	P	
	PM-07B	PM-08	PM-09	PM-10A	PM-10B	PM-11	PM-12	PM-13A	PM-13B	PM-14	Pm-15		T	I
Al	1570	1300	<100	720	<100	370	<100	3180	<100	<100	310	200	--	--
Ba	420	<200	12500	570	670	700	<200	<200	340	<200	<200	700	--	--
Cr	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	50	16	30
Co	<100	<100	240	120	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	30	60	100
Ni	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	60	45	75

Também na segunda campanha de amostragem, observa-se que os limites de quantificação para muitos contaminantes analisados (cor verde) estão acima dos valores de referência utilizados. Em vermelho são assinalados os contaminantes com concentrações acima dos valores de referência utilizados.

Tabela IV-10a. Principais resultados analíticos de compostos orgânicos em água subterrânea

Poço Monitoramento Orgânicos (µg/L)	PM-07B	PM-08	PM-09	PM-10A	PM-10B	PM-11	Portaria 518	Padrão Holandês	
								T	I
Clorelo de Vinila	9100	<5	4300*	2400	810	25	5	2,5	5
1,1 - Dicloroeteno	500	<5	90	60	50	<25	30	5	10
Cloreto de Metileno	<1000	<10	11400	<100	165	<50	20	500	1000
Acetona	<1000	<10	53500	<100	290	<50	-	-	-
Trans-1,2-Dicloroeteno	400*j	<5	<50	30*j	20*J	<25	-	10	20
1,1-Dicloroetano	1700	<5	280	300	205	60	-	454	900
Cis-1,2-Dicloroetano	5000	<5	340	230	155	30	-	10	20
Clorofórmio	17800	<5	<50	1540	700	695	300	-	-
1,1,1-Tricloroetano	<500	<5	<50	<50	<25	<25	600	150	300
Tetracloroeto Carbono	900	<5	<50	70	<25	<25	2	-	-
Benzeno	1000	<5	1120	70	105	<25	5	15	30
1,2-Dicloroetano	<500	2	5100	<50	210	<25	10	204	400
Tricloroetano	800	<5	50	120	60	30	70	262	500
1,2-Dicloropropano	<500	<5	<50	<50	<25	<25	-	40	80
Tolueno	<500	<5	17900	<50	125	<25	170	504	1000
1,1,2- Tricloroetano	14000	<5	<50	1250	575	430	-	65	130
Tetracloroetano	2500	<5	60	240	55	45	40	20	40
Clorobenzeno	<500	<5	570	110	56	<25	20	90	180
Etilbenzeno	<500	<5	60	<50	<25	<25	200	77	150
Xileno (total)	<500	<5	<50	<50	<25	<25	300	35	70
Estireno	<500	<5	<50	<50	<25	<25	20	153	300
Fenol Total	ND	ND	ND	ND	ND	ND	--	1000	2000

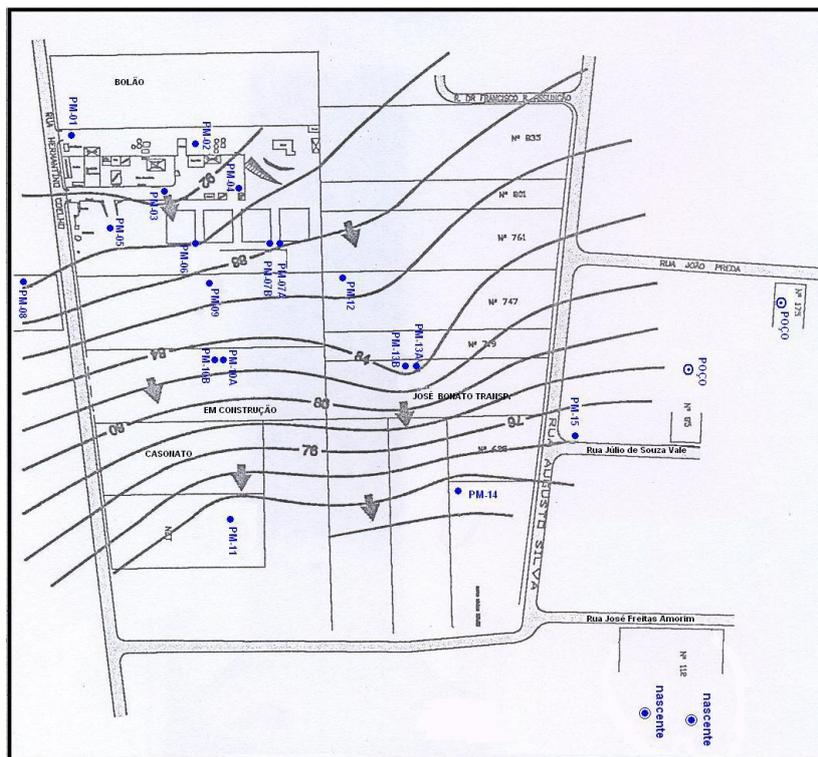
Tabela IV-10b. Principais resultados analíticos de compostos orgânicos em água subterrânea

Poço Monitoramento Orgânicos (µg/L)	PM-12	PM-13A	PM-13B	PM-14	PM-15	Port518	Padrão Holandês	
							T	I
Clorelo de Vinila	<25	<25	5100	<25	<25	5	2,5	5
1,1 - Dicloroeteno	<25	<25	1000	4*J	5	30	5	10
Cloreto de Metileno	<50	<50	<1000	<10	<10	20	500	1000
Acetona	<50	<50	<1000	<10	<10	20	-	-
Trans-1,2-Dicloroeteno	25	25	25	<500	5	<5	10	20
1,1-Dicloroetano	100	110	700	30	8	-	454	900
Cis-1,2-Dicloroeteno	100	100	2200	22	10	-	10	20
Clorofórmio	950	1800	8400	500	138	300	-	-
1,1,1-Tricloroetano	<25	<25	<500	<5	<5	600	150	300
Tetracloroeto Carbon	125	225	<500	108	25	2	-	-
Benzeno	<25	<25	600	<5	<5	5	15	30
1,2-Dicloroetano	<25	<25	13600	<5	<5	10	204	400
Tricloroetano	40	70	1200	14	13	70	262	500
1,2-Dicloropropano	<25	<25	<500	<5	<5	-	40	80
Tolueno	<25	<25	<500	<5	<5	170	504	1000
1,1,2- Tricloroetano	70	170	20700	85	112	-	65	130
Tetracloroetano	145	175	800	39	19	40	20	40
Clorobenzeno	<25	<25	<500	<5	<5	20	90	180
Etilbenzeno	<25	<25	<500	<5	<5	200	77	150
Xileno (total)	<25	<25	<500	<5	<5	300	35	70
Estireno	<25	<25	<500	<5	<5	20	153	300

Com todos os poços instalados, juntamente com os já existentes, através da interpolação das potenciometrias individuais do mapa topográfico dos poços de monitoramento e da medida da profundidade do nível de água subterrânea nos referidos pontos, a empresa Arcadis elaborou o mapa potenciométrico apresentado na **Figura IV-3**.

Segundo os dados levantados, o fluxo das águas subterrâneas segue o rumo de NW para SE, sendo a profundidade média do nível da água dentro do residencial de 14 metros, diminuindo a jusante em direção ao córrego.

Figura IV-3. Localização dos poços de monitoramento e Mapa potenciométrico



3.3. Ar

3.3.1. Emissões atmosféricas durante as atividades da Proquima

Apesar de autuada diversas vezes pela Cetesb (**ANEXO II-3.**), afóra a constatação de fumaça com “coloração acima das normas” e “emissão de substâncias odoríferas além dos limites da empresa”, não foram realizadas medições sobre a composição e concentrações dos contaminantes emitidos.

Sabe-se, pelas informações existentes sobre produtos e matérias-primas manipuladas pela Proquima, que estas emissões consistiam basicamente de acetona, benzol, xilol, toluol, metil etil cetona, álcool isopropílico, álcool etílico, álcool metílico, amônia e vapores de solventes clorados como 1-2 dicloroetano e 1,1,1 tricloroetano.

No entanto, devido à não declaração completa dos compostos químicos manipulados (repetidamente comprovada), como também pela composição incerta dos resíduos utilizados como matéria prima, a relação de todos os contaminantes possivelmente emitidos para a atmosfera nunca poderá ser elaborada com precisão.

Conforme já assinalado, as emissões da Proquima para a atmosfera eram provenientes dos estoques de matérias primas e produtos e do processo propriamente dito, constituindo-se principalmente de vapores de solventes orgânicos.

Relatório de Inspeção Técnica da Cetesb, realizada em 31/05/84 (AI nº 17L4808), assinalou que os tambores eram empilhados horizontalmente quando vazios e verticalmente quando cheios, com forte emissão de odores. Algumas bombonas de plástico (de ácidos) apresentavam estado precário.

Segundo avaliação dos técnicos da Cetesb, os tambores vazios, contendo restos de compostos orgânicos, volatilizaram todo seu conteúdo durante seu tempo de residência no estoque. Os tambores cheios, por estarem armazenados ao sol, são pressurizados e assim ou vazarão seu vapor devido às condições de vedação não satisfatórias eventualmente presentes ou emitirão razoável quantidade de vapor instantaneamente ao serem vazados, um a um, para os reatores.

As emissões evaporativas são proporcionais à quantidade de tanques e de tambores armazenados, sendo consideradas como parcialmente controláveis no que diz respeito aos tanques e economicamente incontroláveis no que diz respeito aos tambores. No caso da Proquima, pela grande capacidade de tancagem registrada, pode-se supor que as emissões atmosféricas durante as atividades da empresa tenham sido considerável.

A Proquima utilizava como combustível para as caldeiras óleos lubrificantes que eram recuperados na purificação dos resíduos. Isto resultava em combustão incompleta, gerando a emissão desses óleos. No processo de combustão, os referidos resíduos oleosos, contaminados por metais e outras substâncias não voláteis, são emitidos para a atmosfera em sua forma original ou parcialmente oxidada. Deve-se ressaltar, neste contexto, que a pós-queima de resíduos combustíveis contendo contaminantes clorados é uma prática totalmente inaceitável.

Estas emissões eram testemunhadas pela formação de uma fumaça de coloração negra, constituída basicamente por fuligem, que chegava a cobrir o solo e sujar as superfícies das residências próximas, conforme relatos dos moradores.

A Cetesb também constatou a emissão de vapores orgânicos no ambiente de trabalho por meio da tampa dos coletores que servem de receptáculo ao condensado. O uso de um mesmo equipamento de destilação para a manipulação de diversos compostos, com diferentes pontos de ebulição e pressões de vapor, como era a prática na Proquima, resultava em emissões de contaminantes para a atmosfera.

Afora isto, sem mencionar os acidentes de maior vulto, gerando explosões e incêndio, quando volumes elevados de produtos e matérias-primas (a maioria constituída de solventes voláteis) foram emitidos para o ambiente, ocorriam freqüentes vazamentos e volatilização de contaminantes para a atmosfera.

A emissão de efluentes de forma irregular ao longo da rua Hermantino Coelho

também representava uma fonte adicional de vapores e gases para as áreas próximas. Estas emissões eram de tal ordem significativa que podiam ser sentidas a distâncias consideráveis, conforme relatos de moradores das áreas vizinhas da Proquima, principalmente as que se situam na direção dos ventos predominantes (Nordeste-Noroeste).

Pese a todos os indícios acima assinalados, infelizmente, não foram realizadas medições sobre as concentrações e composições dos contaminantes emitidos para a atmosfera.

3.3.2. Emissões atmosféricas durante a construção dos blocos de apartamentos do Condomínio Parque Primavera

Não existem dados sobre as emissões atmosféricas durante a construção dos blocos de apartamentos do Condomínio Parque Primavera 1. No entanto, os trabalhos de sondagens e movimentação de terra em área contaminada devem ter provocado emissões dos contaminantes tanto na forma de gases e vapores como na forma de material particulado suspenso.

Em Parecer Técnico, no.23/ECC/01 (PA no. 00187/01), de 10/10/2001, sobre a implantação pela Concima do Conjunto Residencial Parque Primavera, a Cetesb assinala que “esta área é considerada suspeita de contaminação, por práticas inadequadas de manejo de efluentes e resíduos”.

Entre outros motivos, a Cetesb relata os resultados das sondagens de reconhecimento realizadas cujos resultados apresentaram solo com odor de produtos químicos.

3.3.3. Monitoramento de índices de explosividade e gases voláteis

Apesar de não serem significativos quanto aos riscos imediatos de explosão, as medições no PID acusaram acúmulo de gases no limite recomendável em medições realizadas no início do monitoramento, nos meses de novembro e dezembro de 2001.

Da mesma forma, mesmo em valores não significativos, as medições de gases voláteis têm apresentando valores crescentes e com proliferação em diversos pontos de medição. A origem dos gases como sendo resultado do aquecimento e fadiga dos materiais componentes de tubos, conexões e fios elétricos dos pontos amostrados não parece convincente pela não repetibilidade do fenômeno.

O mais provável é que os gases voláteis orgânicos são provenientes da contaminação (comprovada) do solo e que devem continuar sendo monitorados até a remediação definitiva da área.

Em 17/10/01, teve início o monitoramento dos índices de explosividade em áreas do lote 5, com ênfase no entorno do Bloco A, já ocupado. Como locais de possível acúmulo de gases provenientes do solo, foram selecionados 14 pontos de medição, incluindo 10 pontos de caixas de passagem de águas

pluviais, telefonia e força (todos no lote 5); e 4 pontos em sondagens do solo com profundidades de 0,8 metros (na área industrial da Proxima, lote 4). A **tabela IV-11**. assinala o tipo e localização dos pontos de medição dos índices de explosividade e concentração de gases voláteis.

Tabela IV-11. Tipo e localização dos pontos de medição dos índices de explosividade e concentração de gases voláteis

Ponto	Identificação	Localização	Observações
1	Caixa telefônica	Terreno livre entre a rua e o primeiro prédio construído (Bloco A)	Com tampa
2	Caixa água pluvial	Terreno livre entre a rua e o primeiro prédio construído (Bloco A)	Fechado com madeira
3	PV. água pluvial	Junto ao primeiro prédio construído (Bloco A)	Com tampa
4	Caixa telefônica	Junto ao primeiro prédio construído (Bloco A)	Com tampa
5	Caixa telefônica	Entrada do condomínio que contém o prédio construído (Bloco A) - Região do Condomínio	Com tampa
6	Caixa pára raio	Junto ao primeiro prédio construído (Bloco A) - Região do Condomínio	Com tampa
7	PV água pluvial	Junto ao primeiro prédio construído (entre Bloco A e B)	Com tampa
8	Caixa cabos elétricos	Junto ao segundo prédio construído (Bloco B)	Com tampa
9	Caixa água pluvial	Em baixo laje estacionamento próximo ao Bloco D	Sem tampa
10	PV água pluvial	Em baixo laje estacionamento próximo ao Bloco C	Com tampa
11	ST 8	Perfuração Sondagem trado	Área tancagem
12	ST7	Perfuração Sondagem trado	Área tancagem
13	ST6	Perfuração Sondagem trado	Área da caldeira
14	ST5 A	Perfuração Sondagem trado	Canteiro de obra

Para as medições, foram utilizados os equipamentos Fotoionizador (marca MSA, modelo Passport PID, calibrado para isobutileno, equipado com lâmpada de 10,6 eV); analisador de gases inflamáveis, monóxido de carbono, sulfeto de hidrogênio e oxigênio (modelo Minigás 4, marca Neotronics, calibrado para metano); e analisador de gás combustível (marca MSA, calibrado para penteno).

A **tabela IV-12**. indica as principais ocorrências nas medições realizadas durante o monitoramento dos índices de explosividade e concentrações de gases voláteis.

Tabela IV-12. Principais ocorrências nas medições no monitoramento dos índices de explosividade e concentrações de gases voláteis

Período (mês/ano)	Principais ocorrências (maiores valores)			
	PID (ppm)	Expl.gás Total (%)	Gases Voláteis (ppm)	Pontos
Novembro 2001	50 19			12 e 14 1 e 5
Dezembro 2001	82,4 21,5			14 2 e 5
Abril 2002		-0-		
Junho 2002*		-0-	Até 16,9	3 e 4
Setembro		-0-		
Outubro 2002**		-0-	-0-	
Novembro 2002		-0-	25	1
Fevereiro 2003	20 e 40	-0-	Até 10	11,12 e 14 3,6 e 9
Março 2003***		-0-	25	2,3,5,6 e 9
Mai 2003		-0-	Até 50	2,3,5,8,9 e 10
Julho 2003		-0-	-0-	
Set-Outubro 2003		-0-	-0-	
Março 2004		-0-	Até 25	5 e 6
Julho 2004		-0-	Até 75	1,2,3,4,6,9 e 10

Obs.: * a partir de junho de 2002 as medições foram reduzidas para os 11 pontos localizados no lote 5, nas imediações dos prédios construídos. O ponto nº11 foi localizado no "hall" de entrada do bloco A.

** Nos pontos 1, 2 e 5 não foram realizadas medições por falta de ferramenta.

*** Para o dia 27/02/2003 (relatório março) 2003 são apresentadas tabelas com valores diferentes.

3.3.4. Monitoramento do ar ambiente

Os valores encontrados estão abaixo dos limites da média para 24 horas para ar ambiente, mesmo quando a referência seja a de legislações mais conservadoras como a da Província de Ontário no Canadá (Ambient air quality criteria - AAQC)¹⁸.

¹⁸ O governo da Província de Ontário (Canadá) propõe para a média por período de 24 horas os seguintes valores limites no ar ambiente: Tricloroetileno: 12 µg/m³; Etil Benzene: 1000 µg/m³; Xileno: 730 µg/m³ e Tolueno: 2.000 µg/m³.

O maior resultado - 221,2 µg/m³ de percloroetileno - foi registrado em um apartamento fechado. O forte odor de tintas e vernizes deste apartamento não habitado foi declarado como a causa para a concentração encontrada.

As coletas realizadas junto ao solo apresentaram valores inferiores ao do apartamento fechado, o que corrobora com a conclusão acima.

De qualquer maneira, a existência de focos de contaminação no subsolo, possivelmente concentrados nos pontos onde foram instalados os “poços absorventes”, sendo a localização de dois desses poços assinaladas por ex-trabalhadores na área do Condomínio Parque Primavera 1, impõe o monitoramento constante dos índices de explosividade e das concentrações de contaminantes orgânicos voláteis, alguns de reconhecida toxicidade.

Contratada pela Concima, a empresa LENTZ – Consultores em Meio Ambiente realizou no período de 24/09/2002 a 4/10/2002 o monitoramento do ar ambiente em dois pontos da garagem, no salão de festas, no playground, no jardim e em um apartamento do bloco A (não habitado) do Condomínio Parque Primavera. Também foram realizadas medições em três pontos de sondagem.

As amostragens foram realizadas durante nove períodos de 24 horas de duração, em nove pontos distintos para os compostos orgânicos voláteis (VOC) e 1 ponto para partículas totais em suspensão (PTS). Os equipamentos utilizados foram o AGV - Amostrador Grandes Volumes (HiVol) para o PTS e o Trigas para os VOCs. Os cartuchos foram analisados em laboratório para a determinação da massa de Percloroetileno, Tricloroetileno, Dicloroeteno, Cloreto de Vinila, Benzeno, Tolueno, Etil Benzeno e Xilenos. Os resultados analíticos obtidos, bem como os valores de referência utilizados são apresentados na **tabela IV-13**.

Tabela IV-13. Concentrações médias e valores de referência utilizados no monitoramento do ar ambiente no Condomínio Primavera (17/10/2002)

Coleta	PCE µg/m ³	TCE µg/m ³	DCE µg/m ³	VC µg/m ³	B µg/m ³	T µg/m ³	E µg/m ³	X µg/m ³	PTS µg/m ³
1/9	4,44	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3,75	1,37	1,71	Nd
2/9	3,12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,39	1,04	1,39	Nd
3/9	0,69	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	4,12	2,40	4,46	Nd
4/9	0,67	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3,37	1,69	2,70	Nd
5/9	221,2	5,09	<LQ	<LQ	<LQ	13,9	18,3	40,0	Nd
6/9	1,7.3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	4,50	1,73	3,46	66,2
7/9	3,74	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2,04	1,70	2,38	Nd
8/9	1,37	0,69	<LQ	<LQ	<LQ	6,52	4,80	6,17	Nd
9/9	81,7	1,72	<LQ	<LQ	<LQ	4,81	2,40	2,75	Nd
Padrão/ Limite	525 x10 ³	420 x10 ³	-	-	-	290 x10 ³	340 x10 ³	340 x10 ³	240

Fonte: LENTZ – Consultores em Meio Ambiente

Siglas adotadas: Percloroetileno - PCE, Tricloroetileno - TCE, Dicloroetano - DCE, Cloreto de Vinila - VC, Benzeno - B, Tolueno - T, Etil Benzeno - E, Xilenos - X, Partículas Totais em Suspensão - PTS.

<LQ - menor que o limite de quantificação do método analítico das massas dos VOCs

Nd - não disponível (porque não foi medido).

4. AVALIAÇÃO DOS DADOS AMBIENTAIS EXISTENTES

4.1. Solo

Uma deficiência observada pela equipe de avaliadores quanto aos dados ambientais para o processo de avaliação de risco é a quase inexistência de dados sobre solo superficial, como definido segundo a metodologia da ATSD (0 a 8 cm de profundidade).

Infelizmente, tal deficiência não poderá ser suprida por meio de novas amostragens. A área do lote 4 (onde a Proquima realizava seus processos de purificação de solventes), por exigência da Cetesb, como medida de prevenção de riscos de exposição humana aos contaminantes, foi coberta com camada de 30 cm de argila.

O solo superficial na área do lote 5, além dos impactos sofridos pela terraplanagem durante as obras, teve sua área totalmente coberta pelas edificações. Mesmo a pequena área com solo sem construções, na entrada do condomínio, foi modificada por jardinagem. A amostragem para análise, mesmo no solo profundo, não analisou os contaminantes das diversas camadas, usando os valores de PID como referência.

Desta forma, na presente avaliação, somente poderemos tecer comentários sobre as amostras que resultaram em laudos analíticos (parâmetros: fenóis, metais e VOC) que foram disponibilizados para a equipe de avaliação, cuja relação é apresentada na **tabela IV-14**.

Tabela IV-14. Profundidade das sondagens

Sondagem	Prof.(m)	Sondagem	Prof.(m)	Sondagem	Prof.(m)
ST-11	6,00 – 7,20	ST-18	2,40 – 3,60	ST-24	0,00 – 1,20
ST-12	1,20 – 2,40	ST-20	4,80 – 6,00	ST-26	3,60 – 4,80
ST-13	0,00 – 1,20	ST-21	2,40 – 3,60	ST-27	1,20 – 2,40
ST-15	0,00 – 1,20	ST-22	3,60 – 4,80		
ST-16	0,00 – 1,20	ST-23	1,20 – 2,40		

As poucas amostras com concentrações de contaminantes acima dos valores de referência, mesmo no lote 4, área contaminada por “águas residuárias” e eventos de derrames e vazamentos durante o manuseio, não justificam a forte contaminação observada nas águas subterrâneas.

4.2. Água

4.2.1 Água para consumo humano

Os dados de monitoramento da qualidade da água para consumo humano, fornecida pela SANASA, indicam que a água da rede pública apresenta qualidade dentro dos padrões de potabilidade determinados pela Portaria 518.

Os compostos organoclorados detectados, trihalometanos, também estão abaixo dos limites impostos pela Portaria 518. Sua origem pode estar relacionada à origem da captação (presença de matéria orgânica, principalmente ácidos húmicos) e formas de tratamento. O histórico sobre os teores de trihalometanos e diclorometano nas águas das ETAs (3 e 4), (fornecido pela SANASA) que abastecem o Bairro Mansão Santo Antonio, é apresentado no **Anexo IV-2**.

Entretanto, observa-se naquele histórico que os teores de diclorometano na água tratada da SANASA assinalam quase sempre “< 2 µg/L” (limite de detecção do método analítico utilizado). Amostras coletadas em 26/07/2002 e analisadas pelo Laboratório Tasqa detectou teores de diclorometano próximos do limite máximo da Portaria 518 do Ministério da Saúde.

Laudos recentes produzidos pelo Laboratório da SANASA não detectaram a presença deste contaminante.

A presença detectada 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.

4.2.2. Água de nascentes e cacimbas

A presença de bactérias do grupo *coliformes* em águas de captação subterrânea, principalmente do aquífero freático, é bastante comum em áreas urbanas. Isto é devido à existência de fossas sépticas para a destinação de esgotos domésticos e outras atividades nas residências, como a criação de animais.

A presença de metais como ferro, alumínio e manganês na camada sedimentar – principalmente em latossolos – também não apresenta novidade e não poderiam *a priori* ser relacionada à contaminação provocada pelas atividades da Proquima.

No entanto, contaminantes organoclorados como **tetracloroeto de carbono, tricloroetano e dicloroetano**, são contaminantes gerados pela Proquima e que, pelo fluxo das águas subterrâneas determinado para a área, estão diretamente relacionados com as emissões daquela empresa.

Observe-se, neste sentido, que, pelos laudos analíticos apresentados, a contaminação já é constatada em nascente localizada a aproximadamente 500

metros da fonte emissora, ou seja, na Rua José de Freitas Amorim, nº 112.

Por outro lado, pelos dados conhecidos de relevo, perfil geológico e fluxo das águas subterrâneas na área contaminada e no seu entorno, não parece plausível relacionar com as emissões da Proquima contaminantes detectados em captações à montante do *site* ou em áreas laterais distantes, além de 1,5 Km, como as da rua Lauro Vanucci.

O contaminante acetona já havia sido detectado em grandes concentrações nos poços de monitoramento PM-06 (24.600 µg/L) e no PM-09 (53.500 µg/L). No entanto, nos poços seguintes à jusante, seguindo o fluxo das águas subterrâneas, PM 10-A, PM-10B e PM-11, as concentrações diminuem abruptamente (PM-10A: 290 µg/L) ou são menores que 100 µg/L.

Os poços de monitoramento à jusante da fonte de emissão e localizados na mesma direção das nascentes na rua José Freitas Amorim, apresentam concentrações de acetona abaixo do limite de determinação.

A amostragem nas nascentes e minas, em 18/11/2003, contratadas pela Secretaria de Saúde de Campinas aos laboratórios Tasqa e CQA, somente apresentaram concentrações de acetona nas amostras analisadas pelo laboratório Tasqa.

Pelo acima exposto, ou houve algum problema na amostragem e análise (falso positivo), ou a contaminação por acetona nestas captações pode ser originada de outra fonte emissora.

4.2.3. Rede de poços de monitoramento (piezômetros)

Observa-se que os limites de quantificação para muitos contaminantes analisados nas duas campanhas de amostragens (assinalados na cor verde nas tabelas 4.6., 4.7., 4.9. e 4.10.) estão acima dos valores de referência utilizados.

Na primeira amostragem, os metais arsênio, cádmio e cobre apresentaram resultados analíticos acima dos valores de referência. Entre os compostos orgânicos, as concentrações dos contaminantes cloreto de vinila, 1,1-dicloroetano, diclorometano (cloreto de metileno), trans-1,2-dicloroetano, 1,1-dicloroetano, Cis-1,2-dicloroetano, clorofórmio, benzeno, 1,2-dicloroetano, tricloroetano, tolueno, tetracloroetano, clorobenzeno, xileno total e THP (hidrocarbonetos totais de petróleo) ultrapassam os limites utilizados como referência.

Os resultados analíticos da 2ª. campanha de amostragem, nas amostras coletadas dos poços de monitoramento à jusante da área da Proquima (lotes 4 e 5), assinalam concentrações para os metais **alumínio, bário e cobalto** acima dos valores de referência. Também foram detectadas concentrações acima dos valores de referência para os seguintes compostos orgânicos: cloreto de vinila, 1,1-dicloroetano, cloreto de metileno, trans-1,2-dicloroetano, 1,1-dicloroetano, Cis-1,2-dicloroetano, clorofórmio, tetracloroetano, clorobenzeno, xileno total e THP.

xileno, benzeno, clorobenzeno, 1,2-dicloroetano, tricloroetano, tolueno, tetracloroetano e etilbenzeno total.

4.3 DADOS AMBIENTAIS PRODUZIDOS PELA EQUIPE DE AVALIAÇÃO

Após revisão dos dados ambientais existentes, afora a constatação da impossibilidade de realização de novas medições em todos os compartimentos ambientais, permaneceram dúvidas quanto aos aspectos relacionados ao compartimento águas subterrâneas que exigiram a produção de dados ambientais adicionais.

Segundo Parecer Técnico da Cetesb (nº 33/02/ECC de 22/07/2002), os resultados relativos à presença de metais nessas águas mostram que todos os poços amostrados nessa campanha apresentam pelo menos um parâmetro com concentração acima dos valores de intervenção sugerido pela Cetesb. A variabilidade das concentrações de alguns contaminantes metálicos não permite concluir que se tratam de níveis naturalmente elevados.

Da mesma forma que nas análises de solos, nas determinações analíticas dos resultados apresentados para as amostras de águas subterrâneas foram utilizados limites de detecção mais altos do que os valores de referência utilizados. A compreensão mais precisa da situação das águas subterrâneas fez-se necessária pelos resultados já conhecidos.

Assim, no tocante aos parâmetros orgânicos, todos os poços, exceto o PM-08, apresentaram concentrações extremamente elevadas desses compostos, em alguns casos superiores a duas mil vezes os valores de intervenção. Uma avaliação criteriosa dessa situação exigiria a repetição das análises.

De qualquer forma, os dados apresentados acerca da qualidade das águas subterrâneas mostram, sem sombra de dúvida, uma intensa contaminação que já extrapola os limites das áreas ocupadas anteriormente pela Proquima (lotes 4 e 5) atingindo, aparentemente, as fontes identificadas na redondezas.

Uma análise, ainda que superficial, do mapeamento dos VOC's parece corroborar esse ponto, pois não existe um motivo para que se detecte esses voláteis muito mais a jusante, a menos que sejam provenientes do arraste pelas águas subterrâneas.

Os mapeamentos das plumas de poluentes organoclorados apresentados mostram uma tendência aparentemente discordante com os sentidos de escoamento das águas subterrâneas. Também esse fato pode ser devido ao número relativamente pequeno de amostras. Seja como for, existe uma indicação de existência de pluma de substâncias mais densas que a água.

A existência de poços absorventes é relatada em diversos documentos da Cetesb e, inclusive, citada na declaração da própria Proquima como destino de efluentes nos documentos de solicitação de licença para operação.

Desta forma, dependendo de sua operação, os resíduos contendo os contaminantes, em forma líquida, dispersa nos efluentes líquidos ou sólidos,

em proporções não conhecidas, foram - entre outros destinos - injetados nos poços absorventes que, transpondo as barreiras naturais representadas pelas camadas argilosas, propiciaram aos contaminantes alcançar profundidades maiores e formarem depósitos de substâncias mais densas que a água no topo do aquífero de menor permeabilidade.

4.3.1. Questões de relevância para a avaliação de risco

As principais questões de interesse para a equipe de avaliação de risco, em relação às águas subterrâneas são:

- Qual a real dimensão da contaminação das águas subterrâneas?

Os resultados analíticos, muitos com limites de determinação acima dos valores de referência utilizados, não permitem a determinação dos contaminantes de interesse.

- Quais áreas já foram ou poderão ser atingidas?

A metodologia de avaliação de risco à saúde humana desenvolvida pela ATSDR busca, sempre que possível, a utilização de dados ambientais na elaboração de suas conclusões e recomendações. A utilização de modelos matemáticos, inclusive os utilizados para a projeção dos fluxos de água subterrânea, são evitados.

Em função das questões acima assinaladas, foi realizada uma campanha de amostragem para a água subterrânea. O planejamento, os procedimentos, protocolo de amostragem, bem como os laudos analíticos da campanha de amostragem de águas subterrâneas são relatados a seguir.

4.3.2. Protocolo de amostragem

4.3.2.1. Pontos de amostragem

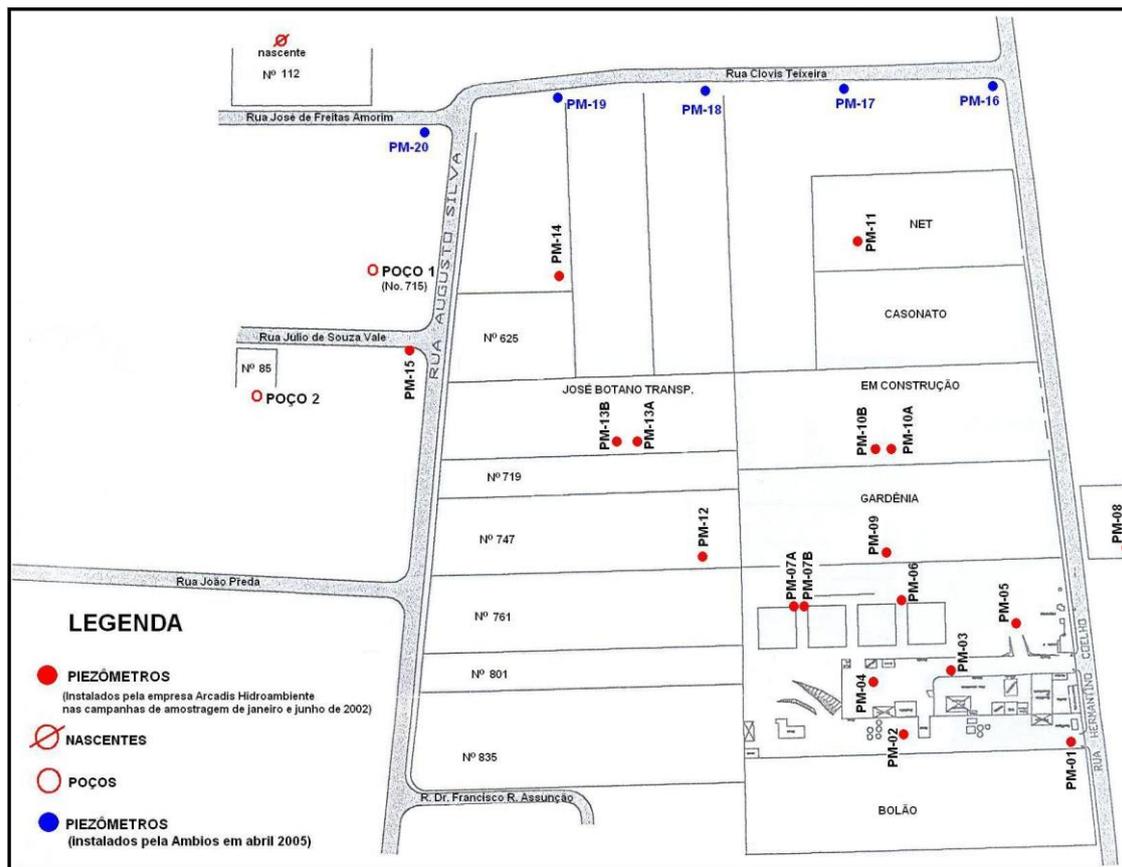
Os pontos de amostragem para água subterrânea foram localizados dentro da área onde a Proquima realizava suas atividades (lotes 4 e 5) e áreas à jusante, acompanhando a declividade do terreno em direção ao córrego.

Não puderam ser coletadas amostras nos pontos PM-10B (piezômetro sem condições de amostragem), PM-12 (local abandonado e sem possibilidade de acesso) e PM-15 (piezômetro totalmente destruído).

Afora estes pontos, foram instalados 5 novos piezômetros na rua Clóvis Teixeira e na rua José Freitas de Amorim, na extremidade do área loteada, nas proximidades da margem do córrego.

Para tanto foram utilizados os piezômetros existentes, instalados pela Arcadis, em condições operacionais, segundo os levantamentos realizados durante as visitas de reconhecimento à área para amostragem (ANEXOS IV-3. e IV-4.). Os locais determinados para a amostragem das águas subterrâneas podem ser observados no desenho esquemático da **figura IV-4.**

Figura IV-4: Locais de amostragem para água subterrânea (maio 2005)



A partir da Rua Hermatino Coelho, na rua Clóvis Teixeira, 4 piezômetros (PM-16 a PM-19) foram instalados a 75 metros de distância um do outro até a esquina da rua José de Freitas Amorim com a rua Augusto Silva. Outro piezômetro (PM-20) foi instalado no número 112 da rua José de Freitas Amorim, local onde aflora uma nascente de água. Dois outros pontos de amostragem foram determinados em poços tipo cacimba existentes na rua Augusto Silva 715 e na rua Júlio de Souza Vale 85.

4.3.2.2. Metodologia de amostragem

Para a instalação de poços de monitoramento foram realizadas sondagens a trado manual em diâmetro de seis polegadas, sendo os furos revestidos por tubulação geomecânica nervurada em diâmetro de duas polegadas. O espaço anelar entre a parede do revestimento e o furo de sondagem foi preenchido por areia lavada (pré-filtro) com granulometria adequada, sendo posteriormente realizado o selo sanitário do poço de monitoramento. Caps pressão com cadeado foram instalados para proteção dos mesmos. Após a instalação, foi realizado o bombeamento de modo a “limpar” o poço de particulados.

Os procedimentos de amostragem foram realizados pela empresa KW Ambiental, sob a supervisão do Dr. Alexandre Pessoa da Silva. Maiores detalhes dos procedimentos de amostragem das águas subterrâneas são apresentados no **ANEXO IV-5**.

4.3.2.3. Contaminantes analisados

Em função dos dados anteriores, já relatados nos itens anteriores, foram selecionados os seguintes contaminantes para serem analisados:

Metais: Arsênio, Bário, Cádmio, Chumbo, Cobre e Cromo.

Compostos orgânicos: Diclorodifluorometano, Clorometano, Cloreto de vinila, Bromometano, Cloroetano, Triclorofluorometano, 1,1-dicloroetano, Diclorometano, Trans-1,2-dicloroetano, 1,1-Dicloroetano, Cis-1,2-dicloroetano, Clorofórmio, 1,2-dicloroetano, 1,1,1-Tricloroetano, 1,1-dicloropropeno, Tetracloroeto de carbono, Benzeno, Dibromometano, 1,2-dicloropropano, Tricloroetano, Bromodiclorometano, Cis-1,3-dicloropropeno, 4-Metil-2-pentanona, Trans-1,3-dicloropropeno, 1,1,2-tricloroetano, Tolueno, 1,3-dicloropropano, Dibromoclorometano, 2-Hexanona, 1,2-dibromoetano, Tetracloroetano, 1,1,1,2-tetracloroetano, Clorobenzeno, Etilbenzeno, Bromofórmio, m,p-xilenos, o-xileno, Trans-1,4-dicloro-2-buteno, Cis-1,4-dicloro-2-buteno, Estireno, fenol, 2-metilfenol, 3-metilfenol, 4-metilfenol, 2-clorofenol, 2,4-dimetilfenol, 3-cloro-4-metilfenol, 2,6-diclorofenol, 2,4-diclorofenol, 2-nitrofenol, 2,4,6-Triclorofenol, 4-Nitrofenol, 2,4,5-Triclorofenol, 2,3,4,6-Tetraclorofenol, Pentaclorofenol e TPH (Hidrocarbonetos Total de Petróleo).

4.3.2.4. Procedimentos e laudos analíticos

As amostras coletadas foram preservadas e enviadas seguindo os critérios da cadeia de custódia para o Laboratório Analytical Solutions S.A., onde foram realizados os procedimentos analíticos. Os procedimentos, bem como os laudos analíticos, são apresentados no **ANEXO IV-6**.

4.3.2.5. Resultados da campanha de amostragem

Os resultados analíticos da campanha de amostragem para as águas subterrâneas são apresentados nas **Tabelas IV-15. e IV-16**.

Tabela IV-15. Metais - principais resultados analíticos em águas subterrâneas (µg/L)

Amostra nº	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	PM 05	PM 06	PM 07A	PM 07B	PM 08	PM 09	PM 10A	PM 10B	Port.* 518	Holanda**	
														T	I
Cromo	N.D.	N.D.	199	N.D.	323	799	50	16	30						

Amostra nº	PM 13A	PM 13B	PM 14	PM 16	PM 17	PM 18	PM 19	PM 20	Nasc	Poço1	Poço2	Port.* 518	Holanda**	
													T	I
Cromo	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	920	N.D.	50	16	30

Tabela IV-16. Compostos orgânicos - Principais resultados analíticos em águas subterrâneas (µg/L)

Amostra nº	PM 10B	PM 13A	PM 13B	PM 14	PM 16	PM 17	PM 18	PM 19	PM 20	Nasc.	Poço 01	Poço 02	Port.* 518	Holanda**	
														T	I
Cloreto de vinila	52	31	349	ND	73250	ND	ND	ND	ND	ND	42	ND	5	2,5	5
1,1-dicloroetano	22	15	70	9	ND	ND	4	ND	ND	ND	ND	ND	30	5	10
Trans-1,2-dicloroetano	349,5	37	64	11	ND	ND	5	ND	ND	ND	ND	ND	-	10	20
1,1-Dicloroetano	134	241	392	67	ND	ND	105	ND	ND	ND	15	ND	-	454	900
Cis-1,2-dicloroetano	1162	116	279	28	ND	ND	17	ND	ND	3	11	ND	-	10	20
Clorofórmio	40	2286	3520	747	9170	ND	431	48	ND	26	172	ND	300	-	-
1,2-dicloroetano	84	ND	17	ND	ND	10	204	400							
Tetracloroeto carbono	25	508	239	223	ND	ND	ND	ND	ND	--	28	ND	2	---	---
Benzeno (µg/L)	9	ND	20	ND	ND	5	15	30							
1,2-dicloropropano	66	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	40	80
Tricloroetano	859	62	126	19	ND	ND	10	ND	ND	2	11	ND	70	262	500
1,1,2-tricloroetano	16	193	445	76	2312	ND	92	3	ND	40	77	ND	600	150	300
Clorobenzeno	ND	ND	3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	---	ND	ND	120	90	180
Tolueno	73	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	170	504	1000
Tetracloroetano	ND	170	211	39	ND	ND	19	ND	ND	ND	21	ND	40	20	40
2,4,6-Triclorofenol	ND	0,07	N.D.	0,04	0,06	0,04	0,05	0,03	0,03	0,07	0,07	N.D.	200	5	10
Pentaclorofenol	234	N.D.	N.D.	N.D.	0,03	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	ND	N.D.	N.D.	9	1,5	3
TPH		ND	78	ND	52	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	25000	1262,5	2500

* Portaria 518 do Ministério da Saúde. Padrões de Potabilidade vigentes no Brasil

** Valores da Lista Holandesa para solo padrão contendo 25% de argila e 5% de matéria orgânica, sendo T= indicativo de contaminação que requer mais investigação e I = Nível de intervenção por representa risco potencial à saúde humana e ao meio ambiente.

Concentrações assinaladas em vermelho = Concentrações acima dos valores de referência

Concentrações assinaladas em azul = Maior concentração encontrada do contaminante

A **Figura IV-5** A distribuição dos contaminantes nos pontos de amostragem de água subterrânea assinala a contaminação de áreas além das instalações fabris.

Figura IV-5.: Distribuição dos contaminantes nos pontos de amostragem

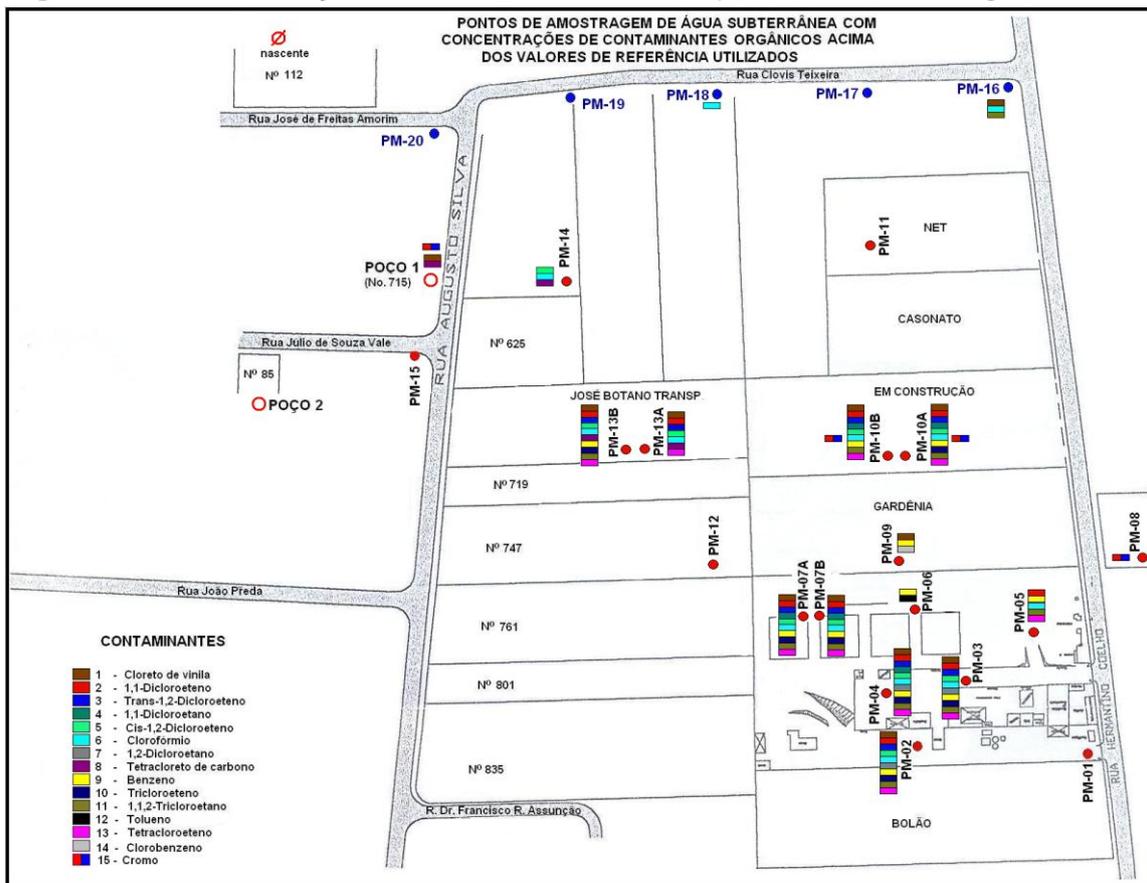


Tabela IV-17. Valores de referência utilizados, maiores concentrações dos contaminantes e pontos onde estas concentrações foram encontradas.

Contaminantes	Valores de referência			Maiores concentrações encontradas		
	Port. 518 (µg/L)	Holanda T (µg/L)	I (µg/L)	Maior Concentração (µg/L)	Local	Número de vezes maior que o valor de referência
Cloreto de vinila	5	2,5	5	73250	PM-16	14.650
Cis-1,2-dicloroetano	-	10	20	3846	PM-04	384
Tetracloreto carbono	2	---	---	508	PM-13A	254
Benzeno (µg/L)	5	15	30	1253	PM-06	250
1,2-dicloroetano	10	204	400	1792	PM-02	179
1,1,2-tricloroetano	600	150	300	32836	PM-02	109
Tricloroetano	70	262	500	4110	PM-02	58
1,1-dicloroetano	30	5	10	544	PM-02	54
Clorofórmio	300	-	-	9220	PM-07A	30
Tetracloreto	40	20	40	1151	PM-02	28
Cromo	50	16	30	799	PM-10A	26
Trans-1,2-dicloroetano	-	10	20	243	PM-04	22
Tolueno	170	504	1000	931	PM-06	5
1,1-Dicloroetano	-	454	900	1206	PM-10A	3
Clorobenzeno	120	90	180	188	PM-09	1,5

O metal **chromo** somente foi encontrado em pontos de amostragem fora da área de atuação da Proquima, nos pontos de amostragem PM-08 e PM10.

No ponto de amostragem PM-08 existia, em frente à Proquima, uma área chamada de Colônia, constituída de um conjunto de casa geminadas. As atividades na área são desconhecidas. Sabe-se apenas que se tratava de população de nível sócio-econômico baixo.

Os pontos de amostragem PM-10A e PM-10B localizam-se fora do Condomínio Parque Primavera, no terreno contíguo ao da empresa Transportes Gardênia, local onde existem dois prédios em construção abandonados.

O terceiro ponto de amostragem, onde foi detectada a presença do metal cromo, é no “Poço 1”, localizado na Rua Augusto Silva 715. Nesta localidade, existe uma cacimba, desativada há mais de 20 anos, cujo nível de água está a aproximadamente 9 metros de profundidade. Após ser desativado, este poço serviu de fossa séptica por um tempo não conhecido pelos atuais residentes.

Pelo fato de não ser encontrado o metal cromo nas amostras da área onde atuava a Proquima e pelas características dos pontos de amostragem onde o metal foi detectado nas águas subterrâneas, presume-se que a presença do cromo em algumas amostras não pode ser relacionada com as emissões de contaminantes da Proquima.

Pelos dados obtidos, observa-se que as maiores concentrações de muitos contaminantes nas águas subterrâneas superam em centenas de vezes os valores de referência. No caso do contaminante cloreto de vinila, a maior concentração encontrada, 73.250 µg/L, é 14.650 vezes maior que o valor de referência utilizado (5 µg/L).

Observa-se que a maior concentração ocorre no ponto de amostragem PM-16, aproximadamente 450 metros distante das instalações da antiga Proquima, praticamente na esquina da rua Hermantino Coelho com a rua Clóvis Teixeira. Neste ponto também são detectadas concentrações muito acima dos valores de referência para os contaminantes clorofórmio (30 vezes) e 1,1,2-tricloroetano (8 vezes).

Devemos lembrar, neste contexto, o testemunho de ex-trabalhadores da Proquima que assinalavam a existência de uma tubulação clandestina (cano de ferro de 4 polegadas de diâmetro), enterrada, que, a partir da Proquima e ao longo da rua Hermantino Coelho, conduzia os efluentes da empresa diretamente para o córrego que flui nas proximidades.

Outra observação importante é que as concentrações mais elevadas se distribuem de forma irregular em vários dos pontos de amostragem, dentro e fora da área ocupada pela Proquima. Por outro lado, os pontos de amostragem localizados dentro da área da antiga Proquima com as maiores concentrações são os que estão localizados nas imediações dos locais onde os ex-trabalhadores da empresa assinalaram a presença de “poços sumidouros”.

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

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

IV CONTAMINANTES DE INTERESSE

- ANEXOS -

2005

ANEXO IV-1.:

Levantamento histórico de ocorrências de rompimento na rede de distribuição no bairro Mansões de Santo Antônio a partir do ano 2000.

Endereço no bairro Mansão Santo Antônio	Data da Ocorrência	Serviço realizado pela SANASA
Rua Hennantino Coelho, 255	01/11/2000	Reparo em rede de CA
Rua Adelino Martins, 370	23/10/2001	Reparo em rede de CA
Rua Egle Moretti Belintani	17/01/2002	Reparo em rede de PVC
R.ua Adelino Martins, 431	18/01/2002	Reparo em rede de PVC
Rua Adelino Martins, 390	18/02/2002	Reparo em rede de CA e remoção de cavalete
Rua Adelino Martins com Rua Egle Moretti Belintani	10/09/2002	Reparo em rede de PVC
Rua Santa Maria Rossello, 71	26/08/2003	Reparo em rede de PVC
&ua Santa Maria Rossello com Rua Egle Moretti Belintani	26/08/2003	Reparo em rede de PVC
Rua Santa Maria RosseJlo, 71	27/08/2003	Reparo em rede de PVC
Rua Adelino Martins	21/09/2003	Reparo em rede de PVC
Rua Egle Moretti Belintani,33	28/01/2004	Reparo em rede de PVC
Rua Santa Maria RosseJlo, 214	05/02/2005	Reparo em rede de PVC

ANEXO IV-2: Histórico de teores de Trihalometanos e Diclorometano na saída da Estação de Tratamento das ETA's 3/4, unidade de produção que abastece o bairro Mansão Santo Antônio.

Valores históricos a partir do ano de 2001, quando a determinação do parâmetro Diclorometano, passou a ser controlado. As tabelas a seguir apresentam os valores encontrados na água tratada pela SANASA:

Ano 2001	THM (ppb)	Diclorometano (ppb)	Ano 2002	THM (ppb)	Diclorometano (ppb)
Janeiro	30	NA*	Janeiro	23	<2
Fevereiro	34	NA*	Fevereiro	18	<2
Marco	27	NA*	Marco	21	<2
Abril	16	NA*	Abril	15	<2
Maio	8	<2	Maio	13	<2
Junho	7	8.9	Junho	13	<2
Julho	7	<2	Julho	11	<2
Agosto	10	<2	Agosto	18	<2
Setembro	18	<2	Setembro	NA**	NA**
Outubro	20	<2	Outubro	NA**	NA**
Novembro	38	<2	Novembro	9	<2
Dezembro	33	<2	Dezembro	10	<2

* Fase de Desenvolvimento de Metodologia

**Equipamento em Manutenção

Ano 2003	THM (ppb)	Diclorometano (ppb)	Ano 2004	THM (ppb)	Diclorometano (ppb)
Janeiro	11	<2	Janeiro	10	<2
Fevereiro	10	<2	Fevereiro	12	<2
Marco	5	<2	Marco	6	<2
Abril	3	<2	Abril	9	<2
Maio	4	<2	Maio	5	<2
Junho	AP	AP	Junho	17	2,1
Julho	4	<2	Julho	16	<2
Agosto	5	<2	Agosto	16	<2
Setembro	4	<2	Setembro	23	<2
Outubro	NA**	NA**	Outubro	26	<2
Novembro	NA**	NA**	Novembro	29	<2
Dezembro	11	<2	Dezembro	26	<2

Ano 2005	THM (ppb)	Diclorometano (ppb)
Janeiro	22	<2
Fevereiro	17	<2
Marco	24	<2
Abril	18	<2
Maio	15	<2

Abreviações

NA = Não analisado
AP = Amostra perdida

Obs.: O valor "<2" para Diclorometano é o limite de detecção para a metodologia aplicada.

Fonte: SANASA – CAMPINAS (Coordenação de Análise e Controle) – Maio 2005

ANEXO IV-3.: 1ª. Visita de reconhecimento para amostragem

A visita ao local onde operava a empresa Proquima (realizada no dia 20/01/05) teve como principal finalidade o reconhecimento do local e do seu entorno. Também foi visitado o local, situado a aproximadamente 500 metros da área ocupada anteriormente pela Proquima, onde flui um riacho (sem nome) que, pela declividade do terreno, poderia ser o corpo hídrico que estaria possivelmente recebendo a carga poluente através das águas subterrâneas contaminadas.

No local, dando continuidade aos contatos realizados na Secretaria Municipal de Saúde Campinas, buscou-se informações adicionais com representantes da empresa Concima. Participaram da visita:

Alexandre Pessoa da Silva (Ambios Engenharia e Processos Ltda)

Daniela Buosi (CGVAM/Ministério da Saúde)

Flávio Gordon (Secr. Municipal de Saúde/Campinas)

Janete do Prado Alves Navarro – (Secr. Municipal de Saúde/Campinas)

Marcos Sabino (Ministério Público)

E representantes da empresa Concima.



Entrada da Empresa Proquima



Academia de Tênis



Entorno: Residências



Instalações da Proquima



Instalações da Proxima



Instalações da Proxima

ANEXO IV-4.: Visita de reconhecimento para amostragem

A visita (realizada no dia 20/04/05) teve como principal finalidade a localização, identificação e avaliação das condições de amostragem dos piezômetros instalados pela Arcadis HidroAmbiente nas campanhas de amostragem realizadas em janeiro e junho de 2002. Outro objetivo da visita foi determinar em campo a localização dos piezômetros a serem instalados pela empresa KW Ambiental visando complementar os dados ambientais. Participaram da visita:

Daniela Buosi (CGVAM/Ministério da Saúde)

Alexandre Pessoa da Silva (Ambios Engenharia e Processos Ltda)

Alexandre Lessa Ferreira (Arcadis Hidroambiente)

Thiago Rodrigues - (Arcadis Hidroambiente)

Janete do Prado Alves Navarro – (Secr. Municipal de Saúde/Campinas)

Gustavo Luiz Placco Breternitz – (Concima)

PM-01

O Poço de Monitoramento (piezômetro) PM-01 localiza-se à 1m do muro lateral e 5m do muro frontal na antiga área da Proxima com as coordenadas 22°51'147 e 047°03'129. Este piezômetro aparenta condições de operação.

PM-02

O Poço de Monitoramento PM-02 localiza-se à 2m próximo do muro lateral e 3m da antiga área da doca com as coordenadas 22°51'108 e 047°03'112. Este piezômetro aparenta condições de operação.

PM-03

O Poço de Monitoramento PM-03 localiza-se à área onde se procedia as destilações dos solventes com as coordenadas 22°51'127 e 047°03'099. Este piezômetro aparenta condições de operação.

PM-04

O Poço de Monitoramento PM-04 localiza-se na divisa entre a área operacional e a área dos fundos da Proquima, local onde havia a casa do vigia, com as coordenadas 22°51'097 e 047°03'089. Este piezômetro, que encontrava-se soterrado abaixo da camada de argila de proteção foi desenterrado e aparenta condições de operação.

PM-05

O Poço de Monitoramento PM-05 localiza-se no Condomínio Primavera, próximo à portaria com as coordenadas 22°51'145 e 047°03'089. Este piezômetro aparenta condições de operação. A foto abaixo ilustra a área do piezômetro PM-05.



PM-06

O Poço de Monitoramento PM-06 localiza-se no Condomínio Primavera, entre os blocos de apartamentos A e B, com as coordenadas 22°51'115 e 047°03'076. Este piezômetro aparenta condições de operação.

PM-07A e PM-07B

Os piezômetros PM-07A e PM-07B localizam-se no Condomínio Primavera, entre os blocos de apartamentos C e D, com as coordenadas 22°51'088 e 047°03'068 e 22°51'088 e 047°03'067, respectivamente. Situados a menos de um metro de distância um do outro, os piezômetros captam a água a diferentes profundidades.

O PM-07 A, com captação de água para amostragem na profundidade de 7 a 10 metros apresentou as menores concentrações para os contaminantes orgânicos.

O piezômetro PM-07B, com captação mais profunda (13-14 metros) assinalou as maiores concentrações de orgânicos. Estes resultados indicaram a possibilidade da existência de uma “piscina de compostos mais pesados que a água” **DNPE**, no fundo do aquífero freático. Estes piezômetros aparentam condições de operação. A foto abaixo ilustra a área dos piezômetros PM-07A e PM-07B .



PM-08

O PM-08 localiza-se fora do Condomínio Primavera, em frente da entrada da empresa Transportes Gardênia, em terreno do outro lado da rua Hermenegildo Coelho, com as coordenadas 22°51'178 e 047°03'075. Segundo informações, esta área era ocupada por um “cortiço”. Este piezômetro aparenta condições de operação.

PM-09

O PM-09 localiza-se fora do Condomínio Primavera, na empresa Transportes Gardênia com as coordenadas 22°51'178 e 047°03'075. Nesta empresa havia também um poço tubular profundo cujas águas apresentaram resultados analíticos de contaminação. Segundo Sr. Rogério, funcionário da empresa, o poço não operava havia 10 anos, pois suas águas estavam danificando as peças dos ônibus durante a lavagem. Este piezômetro aparenta condições de operação.

PM-10

O PM-10 localiza-se fora do Condomínio Primavera, no terreno contíguo ao da empresa Transportes Gardênia. O terreno, onde se observa 2 prédios em construção, com muros e portão com cadeado, encontrava-se fechado sem

permitir o acesso. Segundo informações do Eng. Alexandre (Arcadis Hidroambiente), os piezômetros ali instalados foram destruídos.

PM-11

O PM-11 foi instalado pela Arcadis Hidroambiente fora do Condomínio Primavera, no terreno que pertencia à empresa de telecomunicação NET. A área sofreu fortes transformações com a saída da NET do local, observando-se ações de terraplanagem em toda a área do terreno. Segundo informações do Eng. Alexandre (Arcadis Hidroambiente), o piezômetro ali instalado foi destruído. Isto pode ser confirmado pela equipe visitante que não o encontrou.

PM-12

O PM-12 foi instalado pela Arcadis Hidroambiente fora do Condomínio Primavera, no terreno que faz divisa ao fundo com a empresa Transportes Gardênia. O terreno murado e com portão com cadeado encontrava-se fechado, sem permitir o acesso.

PM-13A e PM-13B

Os piezômetros PM-13A e PM-13B localizam-se fora do Condomínio Primavera, na área ocupada pela empresa José Botano Transporte, com as coordenadas 22°51'069 e 047°02'999 e 22°51'066 e 047°02'998, respectivamente. Situados a um metro de distância um do outro, os piezômetros captam a água a diferentes profundidades.

O PM-13 A, com captação de água para amostragem na profundidade de 7 a 10 metros apresentou as menores concentrações para os contaminantes orgânicos. O piezômetro PM-13B, com captação mais profunda (13-14 metros) assinalou as maiores concentrações de orgânicos. Estes resultados indicaram a possibilidade da existência de uma “piscina de compostos mais pesados que a água”, no fundo do aquífero freático. Estes piezômetros aparentam condições de operação. A foto abaixo ilustra a área dos piezômetros PM-13A e PM-13B .



PM-14

O PM-14 foi instalado pela Arcadis Hidroambiente fora do Condomínio Primavera, no terreno ao final do loteamento, esquina com a Rua Augusto Silva, ao pé de um barranco. Este piezômetro aparenta condições de operação.

PM-15

O PM-15, instalado pela Arcadis Hidroambiente fora do Condomínio Primavera, na esquina da Rua Júlio de Souza Vale com a Rua Augusto Silva, foi totalmente aterrado, não sendo possível sua localização.

Outras localidades visitadas pela equipe

Rua Júlio de Souza Vale 85. Durante a visita, a equipe vistoriou uma nascente existente ao fundo da propriedade na Rua Júlio de Souza Vale 85. O local, utilizado como depósito por uma empresa circense, acumula a água da nascente em um depósito subterrâneo, com construção similar a de uma cacimba, de onde a água captada da nascente é recalçada para um depósito elevado. Suas coordenadas: 22°50'957 e 047°02'960. Segundo informações da Sra. Janete (Secretaria da Saúde de Campinas), a água somente é utilizada para a lavagem de lonas e outros equipamentos da empresa circense. Esta nascente, por sua localização, poderá se constituir em um ponto de amostragem. O depósito “cacimba” pode ser visualizado na foto abaixo.



Rua Augusto Silva 715. Nesta localidade, de propriedade do Sr. Moacir, existe uma cacimba, desativada há mais de 20 anos, cujo nível de água está a aproximadamente 9 metros de profundidade, que poderá se constituir em um ponto de amostragem.

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

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

V. MECANISMOS DE TRANSPORTE

2005

1 Introdução

Os mecanismos de transporte indicam como cada contaminante considerado de interesse, devido às suas características físicas e químicas, e às condições ambientais existentes no local de risco (Bairro Mansões de Santo Antonio em Campinas), podem migrar desde as fontes de emissão e poluir os compartimentos ambientais e, por último, o homem.

A caracterização ambiental e definição dos contaminantes de interesse existentes no local foram detalhadas nos capítulos anteriores deste relatório.

Neste capítulo serão relatadas as principais características físicas e químicas de cada poluente e como estas características estão determinando a migração dos contaminantes no ambiente a partir das emissões originadas no *site* da Proxima no Bairro Mansões Santo Antônio.

Primeiramente, apresentaremos as principais propriedades físico-químicas e como influem no destino e transporte dos compostos através das interfaces e dos meios ambientais. Alguns dos principais fatores químicos são assinalados a seguir.

Solubilidade em água. Refere-se à máxima concentração de um composto químico que se dissolve numa quantidade definida de água pura e em geral situam-se numa faixa de 1 a 100.000 mg/L. A solubilidade é muito importante para se entender a possibilidade do contaminante migrar em um meio ambiental. Condições ambientais como a temperatura e o pH, podem influir na solubilidade química. Os agentes químicos muito solúveis em água se adsorvem com baixa afinidade aos solos e, por isso, são rapidamente transportados desde o solo contaminado até os corpos de água superficial e subterrânea. A solubilidade também afeta a volatilidade desde a água.

Por exemplo, os compostos químicos muito solúveis em água tendem a ser menos voláteis e também facilmente biodegradáveis. Para os líquidos não solúveis em água, a densidade joga um papel crítico (ATSDR, 1992).

Pressão de vapor. É uma medida da volatilidade de um agente químico em estado puro e é um determinante importante da velocidade de volatilização ao ar desde solos ou corpos de água superficiais contaminados. A temperatura, a velocidade do vento e as condições do solo de um lugar em particular, assim como as características de adsorção e a solubilidade na água do composto, afetarão a taxa de volatilidade.

Em geral, os agentes químicos com pressões de vapor relativamente baixas e uma alta afinidade por solos ou água têm menores probabilidades de evaporar-se e chegar ao ar, que os compostos químicos com uma pressão de vapor alta e com menor afinidade por solo ou água.

Compostos com pressão de vapor $< 10^{-8}$ mm Hg estarão primariamente associados ao material particulado, enquanto que aqueles com pressão de vapor $> 10^{-4}$ mm Hg se encontrarão na fase vapor. Compostos com pressão de vapor entre estes dois valores poderão se apresentar nas duas fases (Eisenreich et al., 1981).

Constante da Lei de Henry (H). Esta constante leva em conta o peso molecular, a solubilidade e a pressão de vapor, e indica o grau de volatilidade de um composto químico em uma solução. Quando o contaminante químico tem uma alta solubilidade na água com relação a sua pressão de vapor, o composto se dissolverá principalmente em água.

Quando a pressão de vapor é relativamente alta com relação a sua solubilidade em água, a constante da Lei de Henry também é alta e o químico se evaporará preferencialmente ao ar. Um alto valor para a constante da Lei de Henry de um contaminante poderia sugerir que a inalação seria a via de exposição (ATSDR, 1992). A **tabela 5.1.** assinala as faixas de volatilidade em função do valor da Constante da Lei de Henry encontrada para cada composto.

Tabela 5.1. Volatilidade segundo faixas da Constante da Lei de Henry

Volatilidade	Faixa de valor (atm m³/mol)
Não volátil	Menor que 3×10^{-7}
Baixa volatilidade	3×10^{-7} a 1×10^{-5}
Volatilidade moderada	1×10^{-5} a 1×10^{-3}
Alta volatilidade	Maior que 1×10^{-3}

Fonte: ATSDR (1992)

O Coeficiente de Partição de Carbono Orgânico (K_{oc}), também conhecido como coeficiente de partição solo/água ou coeficiente de adsorção, é uma medida da tendência de um composto orgânico para ser adsorvido por solos ou sedimentos. O K_{oc} é específico de cada composto químico e é sumamente independente das propriedades do solo.

Os valores de K_{oc} vão de 1 a 10.000.000. Um K_{oc} alto indica que o químico orgânico se fixa com firmeza à matéria orgânica do solo resultando que pouca quantidade do composto migra para as águas superficiais ou para os aquíferos. Um valor baixo de K_{oc} sugere a possibilidade do composto migrar para os corpos de água (ATSDR, 1992). A **tabela 5.2.** apresenta os intervalos de valores do Coeficiente de Partição de Carbono Orgânico (K_{oc}) e as respectivas características de adsorção do composto aos solos.

Tabela 5.2.: Intervalos de valores do K_o e adsorção ao solo

Valores do coeficiente K_{oc} solo	Adsorção ao solo
Menor que 10	Muito fraca
10 a 100	Débil
100 a 1000	Moderada
1000 a 10.000 forte	De moderada a
10.000 a 100.000	Forte
Maior que 100.000	Muito forte

Fonte: ATSDR (1992)

Coeficiente de Partição Octanol/Água (K_{ow}). Este coeficiente prediz o potencial do agente químico para acumular-se na gordura animal, medindo sua distribuição ao equilíbrio, entre octanol e água. Os organismos tendem a acumular compostos com valores altos da constante K_{ow} nas porções lipídicas de seus tecidos.

Por isso, uma forma de estimar o potencial de bioconcentração de uma substância é medir o quanto lipofílica ela é. Por ser difícil medir diretamente a lipofilicidade, os cientistas usam regulamente o valor de K_{ow} para predizer a tendência de uma substância para distribuir-se entre o octanol (um representante das gorduras) e a água. O valor de K_{ow} está relacionado de maneira direta com a tendência a bioconcentrar-se na biota e está inversamente relacionado com a solubilidade em água.

Os agentes químicos com valores altos de K_{ow} tendem a acumular-se em solos, sedimentos e biota. Por exemplo, compostos lipofílicos como dioxina, DDT e bifenilos policlorados (BCPs), são substâncias químicas solúveis em matéria lipofílica. Esta classe de compostos tende a acumular-se na biota, se adsorvem fortemente ao solo, ao sedimento e à matéria orgânica; e se transferem aos humanos através da cadeia alimentícia. Por outro lado, compostos químicos com baixos K_{ow} tendem a distribuir-se na água e no ar.

Exemplo deles são os compostos orgânicos voláteis, tais como o tricloroetileno e o tetracloetileno. Estes compostos se distribuem com amplitude no ar e a via de exposição através da cadeia alimentar é de menor importância que outras vias, tais como a inalação (ATSDR, 1992).

A captação de contaminantes do solo pelas plantas não tem sido sistematicamente estudada. Alguns compostos químicos, como o cádmio, são tomados com facilidade pelas plantas em crescimento. Para outros contaminantes, como os bifenilos policlorados, aparentemente a volatilidade a partir do solo e a deposição sobre as superfícies das plantas é mais importante que a extração pela raiz e a migração pela planta (ATSDR, 1992).

O **fator de bioconcentração (FBC)** é uma medida da magnitude da distribuição química em relação ao equilíbrio entre um meio biológico (como o tecido de um organismo marinho) e um meio externo como a água. O *FBC* é determinado dividindo a concentração de equilíbrio (mg/Kg) de um composto químico em um organismo ou tecido pela concentração de um agente químico no meio externo.

Em geral, os compostos que têm um alto valor de K_{OW} têm um alto FBC. Entretanto, alguns compostos como os hidrocarbonetos aromáticos, não se acumulam significativamente em peixes e vertebrados, apesar de seu alto K_{OW} . Isto se deve a que os peixes têm a habilidade de metabolizar rapidamente tais compostos.

A bioacumulação é um termo muito amplo, que se refere a um processo que inclui a bioconcentração e qualquer ingestão de resíduos químicos de fontes alimentícias (ATSDR, 1992).

Velocidade de transformação e de degradação. Este fator leva em consideração as mudanças físicas, químicas e biológicas de um contaminante através do tempo. A transformação química é influenciada pela hidrólise, a oxidação, a fotólise e a degradação microbiana. Uma transformação chave para contaminantes orgânicos é a fotólise aquosa, isto é, a alteração de uma espécie química pela absorção da luz. A biodegradação, isto é, a ruptura de compostos orgânicos, é um processo muito importante nos solos.

A velocidade de biodegradação está relacionada ao conteúdo de matéria orgânica do solo. É difícil calcular com precisão as velocidades de transformação química e degradação. Sua aplicação também é difícil, já que tudo isto depende de variáveis físicas e biológicas específicas do local de estudo (ATSDR, 1992).

5.2 Mecanismos de transporte dos contaminantes de interesse no Bairro Mansões de Santo Antonio

CLORETO DE VINILA



Fórmula Estrutural

Propriedades físicas	Valor
Ponto de fusão (°C)	-1,23E+02
Ponto de ebulição (°C)	31,6
log P (octanol - água)	2,13
Solubilidade em água à 25 °C (mg/L)	2420
Pressão de vapor (à 25 °C) (mm Hg)	600
Constante da Lei de Henry (à 24 °C) (atm·m ³ /mol)	0,0261

Fonte: TOXNET (2005)

Cloreto de vinila também é conhecido como cloroeteno, cloroetileno, etileno monocloreto ou monocloreto de etileno. Cloreto de vinila é usado quase exclusivamente na produção do plástico polivinila cloreto (PVC) e copolímeros. Fontes antropogênicas são responsáveis por todo vinil cloreto encontrado no ambiente.

À temperatura ambiente o cloreto de vinila é um gás incolor, facilmente combustível e instável a altas temperaturas. O cloreto de vinila sob pressão e baixa temperatura pode se apresentar na forma líquida. Cloreto de vinila tem odor levemente adocicado e seu odor é sentido a partir de uma concentração de 3.000 ppm no ar. Em água, a maioria das pessoas sentem sua presença a partir de 3,4 ppm.

Na forma líquida, o cloreto de vinila evapora rapidamente. No ar o cloreto de vinila se decompõe em poucos dias, resultando na formação de outros compostos, tais como ácido clorídrico, formaldeído e dióxido de carbono.

A maior parte do cloreto de vinila emitido escapa para a atmosfera. No solo, o cloreto de vinila evapora ou migra para as águas subterrâneas. No entanto, o pode ser formado no meio ambiente pela degradação microbiana de outras substâncias produzidas pelo homem, tais como tricloroetileno, tricloroetano e tetracloroetileno (Smith and Dragun, 1984).

O processo primário de transporte do cloreto de vinila em águas naturais é a volatilização para a atmosfera. A constante da Lei de Henry é de 0,0278 atm·m³/mol à 24,8°C, indicando sua rápida partição para a atmosfera. Muitos sais possuem a habilidade de formar complexos com o cloreto de vinila aumentando sua solubilidade em águas (EPA, 1979). Seu baixo coeficiente de partição octanol/água (log K_{OW} = 1,23) indica um baixo potencial de bioconcentração em organismos aquáticos

Com base em equações de regressão, Sabljic (1984) estimou o coeficiente de adsorção do carbono orgânico do solo para cloreto de vinila na faixa entre 14 e 131. Estes valores de K_{OC} sugerem uma baixa tendência de adsorção, indicando que este composto pode ser bastante móvel em solo.

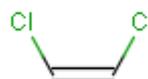
Cloreto de vinila é solúvel na maioria dos solventes orgânicos. Na presença de outros solventes orgânicos, processos de co-solvatação podem reduzir a volatilidade do cloreto de vinila, aumentando sua mobilidade além das estimativas baseadas nos valores de K_{OC} (EPA, 1982).

Processos de degradação do cloreto de vinila geralmente ocorrem lentamente sob condições anaeróbicas em sedimentos e águas subterrâneas. Entretanto, sob condições metanogênicas ou condições redutoras por Fé (III), a degradação anaeróbica ocorre mais rapidamente (Bradley and Chapelle 1996).

TRANS-1,2-DICLOROETENO E CIS-1,2-DICLOROETENO



Trans-



Cis-

Fórmulas Estruturais

1,2-Dicloroeteno é um composto produzido pelo homem. Fontes de exposição ambiental para este contaminante incluem: emissões durante sua produção e uso como intermediário químico; evaporação a partir de esgotos, aterros de lixo, e solventes; emissões por combustão ou aquecimento de cloreto de polivinila e alguns copolímeros de vinila; formação por biodegradação anaeróbica de alguns solventes clorados; e chorumes de aterros de lixo.

Propriedades físicas	Trans	Cis
Ponto de fusão (°C)	- 4,98E+01	-8,00E+01
Ponto de ebulição (°C)	48,7	60,1
log P (octanol - água)	2.09	1.86
Solubilidade em água à 25 °C (mg/L)	4520	6410
Vapor de pressão à 25 °C (mm Hg)	-----	200
Constante da Lei de Henry (à 24 °C) (atm-m ³ /mol)	0,00938	0,00408

Fonte: TOXNET (2005)

Cis - e *trans*- 1,2-dicloroeteno são liberados para o ambiente a partir de áreas de deposição de resíduos contendo estes compostos (Barber et al., 1988; Fain et al., 1987), que também podem ser formados em aterros de lixo, aquíferos ou sedimentos como produtos de biodegradação anaeróbios de tetracloroeteno, tricloroetileno, 1,1,1 - tricloroetano, e 1,1,2,2-tetracloroetano, solventes geralmente encontrados em aterros sanitários (Parsons et al., 1984; Smith & Dragun, 1984).

A população em geral pode ser exposta a baixos níveis (0,013-0,076 ppb) de 1,2-dicloroeteno por inalação de ar contaminado em áreas urbanas (EPA, 1983). Estes níveis de exposição correspondem a uma ingestão diária média de 1-6 µg/dia, assumindo uma inalação média diária de 20m³ de ar. Exposição adicional pode ocorrer por consumo, inalação durante o banho e contato dermal com água contaminada. Exposição profissional pode ocorrer por meio de inalação e/ou contato dermal.

Nos sedimentos, tetracloroetileno é convertido a 1,2-dicloroeteno com preponderância do isômero *cis* (Parsons et al., 1984). *Cis*-1,2-dicloroeteno é aparentemente o isômero mais comumente encontrado, embora possa ser confundido com o isômero *trans*. Por ser um poluente de maior prioridade, o isômero *trans* é mais analisado e os procedimentos analíticos utilizados geralmente não diferenciam os dois isômeros (Cline e Viste 1995).

No solo o 1,2-dicloroeteno volatiliza rapidamente ou poderá migrar para camadas mais profundas e contaminar as águas subterrâneas.

Em águas superficiais, 1,2-dicloroeteno e outros etenos clorados resistem a biodegradação sob condições aeróbias (Fogel et al., 1986).

Em águas subterrâneas, sob condições redutoras, anaeróbicas, 1,2-dicloroeteno sofre lenta decloração (Barrio-Lage et al., 1986; Fogel et al., 1986). O isômero *cis* degrada formando cloreto de vinila (um carcinógeno humano), enquanto a degradação do isômero *trans* somente forma o cloreto de vinila. Dados experimentais indicam que a meia-vida de biodegradação anaeróbia de 1,2-dicloroeteno é de aproximadamente 13-48 semanas (Barrio-Lage et al., 1986).

O processo de remoção atmosférico dominante para 1,2-dicloroeteno ocorre por meio de reações fotoquímicas com espécies oxigenadas (por exemplo, radicais de hidroxila) na troposfera. A permanência calculada na atmosfera para *cis* - e *trans*-1,2-dicloroeteno, devido a este processo de remoção, é 12 e 5 dias, respectivamente (Goodman et al., 1986).

Na atmosfera de áreas urbanas com poluição, os processos fotolíticos representam o fator principal na geração dos radicais livres. Vários estudos revisados por Hall et al. (1989) assinalam que a degradação do 1,2-dicloroeteno ocorre de 2-4 vezes mais rapidamente em ar urbano poluído exposto a radiação de UV que em "ar puro" sem precursores de radicais livres.

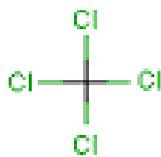
Ocorrências de 1,2-dicloroeteno em amostras de águas pluviais indicam a possibilidade de sua remoção da atmosfera por meio de precipitação, porém a maior parte retornará para a atmosfera por volatilização (Kawamura & Kaplan, 1983).

Substâncias orgânicas com uma pressão de vapor de $>10^{-4}$ mmHg ocorrem na atmosfera quase completamente na fase vapor (Eisenreich et al., 1981). Desta forma, na atmosfera, os compostos *cis*- e *trans*-1,2-dicloroeteno, que têm pressões de vapor, a 25°C, de 215 e 336 mmHg, respectivamente, não devem apresentar partição da fase vapor para o particulado (Stevens, 1979). Estes compostos, devido a sua longa permanência na atmosfera, podem ser transportados a longas distâncias a partir das áreas de emissão (HSDB, 1995).

Os baixos valores encontrados para o Fator de Bioconcentração (BCF) sugerem que o 1,2-Dicloroeteno não apresenta bioconcentração relevante em organismos aquáticos. Os valores encontrados para o coeficiente de adsorção em solo (K_{OC}) da ordem de 32-49 (Lyman, 1982) sugerem que a adsorção não representa um mecanismo de transporte relevante do 1,2-dicloroeteno no solo, sedimentos e no material particulado em suspensão.

Por não apresentar adsorção significativa no solo, o 1,2-Dicloroeteno pode migrar para as águas subterrâneas, onde um lento processo de biodegradação poderá ocorrer (HSDB, 1995).

TETRACLORETO DE CARBONO



Fórmula Estrutural

Propriedades físicas	Valor
Ponto de fusão (°C)	-2,30E+01
Ponto de ebulição (°C)	76,8
log P (octanol - água)	2,83
Solubilidade em água à 25 °C (mg/L)	793
Pressão de vapor (à 25 °C) (mm Hg)	115
Constante da Lei de Henry (à 24 °C) (atm·m ³ /mol)	0,0276

Fonte: TOXNET (2005)

Até 1986, a maior fonte de emissão era proveniente do uso do tetracloreto de carbono como um fumigante de grão, prática não mais usual. Outras emissões podem ocorrer na produção do tetracloreto de carbono ou de seus produtos derivados, como o clorofluorocarbono. Tetracloreto de carbono é uma substância química estável que é degradada muito lentamente, possibilitando uma acumulação gradual da substância no ambiente como consequência de emissões pelas atividades humanas.

Volátil a temperatura ambiente, a maior parte do tetracloreto de carbono no ambiente ocorre no ar. Isto se deve a relativamente alta taxa de volatilização dos compostos clorados de baixo peso molecular (Dilling, 1977; Dilling et al., 1975). Por causa disto, o tetracloreto de carbono tende também a volatilizar no chuveiro durante o banho, durante o cozimento, e em outros usos domésticos (Tancrede et al., 1992).

Tetracloreto de carbono é comumente detectado em amostras de ar ambiente. Com base em 4.913 amostras de ar ambiente levantadas nos Estados Unidos

pelo *National Ambient Volatile Organic Compounds Database* (incluindo remoto, rural, suburbano, urbano, e locais de risco), a concentração média de tetracloreto de carbono é de 0,168 ppb ($1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Shah & Heyerdahl, 1988).

Tetracloreto de carbono é também um contaminante comum do ar em recinto fechado (*in door*). Concentrações típicas em residências em várias cidades norte-americanas assinalaram, aproximadamente, $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,16 ppb), com alguns valores de até $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1,4 ppb) (Wallace et al., 1986). Concentrações no ar nos recintos fechados são geralmente mais altas que ao ar livre, indicando que a fonte do tetracloreto de carbono eram materiais de construção ou produtos domésticos, tais como praguicidas, agentes de limpeza, etc (Wallace et al., 1986; 1987).

Tetracloreto de carbono é muito estável na troposfera (Cox et al., 1976; Lillian et al., 1975; Singh et al., 1980). Isto se deve principalmente ao fato do tetracloreto de carbono não reagir com radicais de hidroxila que inicia a quebra e reações de transformação de outros hidrocarbonetos voláteis. Além disso, o tetracloreto de carbono não sofre foto-dissociação na troposfera já que, no estado de vapor, não possui cromóforos que absorvam luz nas faixas ultravioleta visível ou próxima do espectro eletromagnético que prevalece na troposfera (Davis et al., 1975).

Devido a sua baixa degradabilidade na atmosfera, é significativa o transporte global do tetracloreto de carbono esperado. Níveis típicos em áreas rurais são de aproximadamente $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, com valores um pouco mais altos em áreas urbanas e próximas a fontes industriais.

Embora moderadamente solúvel em água da ordem de 800 mg/L a 20 °C (Verschueren, 1983), só aproximadamente 1% do tetracloreto de carbono total no ambiente encontra-se dissolvido em águas de superfície e dos oceanos (Galbally, 1976).

Com base no coeficiente de adsorção de 110 ($\log K_{OC}$ de 2.04) (Kenaga, 1980), parte do tetracloreto de carbono que permanece no solo pode aderir à matéria orgânica. Não obstante, é esperado que o tetracloreto de carbono seja moderadamente móvel na maioria dos solos e, dependendo do conteúdo de carbono orgânico, é possível a migração para as águas subterrâneas (Howard, 1990).

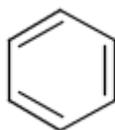
A taxa de transformação de tetracloreto de carbono para clorofórmio e outros compostos em águas subterrâneas foi avaliada na presença de minerais (biotita e vermiculita) como provedores de íons livre ferrosos e de sulfeto e com sulfetos de ferro (pirita e marcassita). Sob estas condições foram determinadas meia-vida de 380 dias para tetracloreto de carbono sem aditivos, de 2,9-4,5 dias com minerais e íon sulfeto e de 0,44-0,85 dias na presença de sulfetos de ferro natural. Os efeitos notados com íons de sulfeto ferrosos ou livres foram de duas ordens de magnitude menor que com minerais naturais. Outro estudo determinou a degradação de 84% do tetracloreto de carbono em solução

aquosa com íons ferrosos em 33 dias, mas em nenhum efeito relevante na presença de sulfetos (Doong & Wu, 1992). Estudos adicionais indicaram que a de cloração do tetracloreto de carbono sob condições redutoras e abióticas que podem envolver fatores microbianos ou metabólitos A degradação completa do tetracloreto de carbono apresenta clorofórmio e diclorometano como os produtos de transformação principais, porém, alguns produtos de degradação desconhecidos também foram observados (de Best et al., 1998).

O tetracloreto de carbono apresenta pequena tendência para bioconcentração em organismos aquáticos ou marinhos. Os índices de bioconcentração (BCF) variam entre 1,24 e 1,48 em peixes, respectivamente (Pearson & McConnell, 1975). Porém, o logaritmo do coeficiente de partição octanol/água ($\log K_{OW}$) de 2.64 (EPA, 1984) sugere que a bioacumulação é pelo menos possível sob condições de exposição constante e pode ocorrer em locais de trabalho ou em pessoas que vivem próximas a áreas contaminadas.

Não foram encontrados dados sobre a biomagnificação do tetracloreto de carbono. Porém, levando em consideração que a maioria dos animais, imediatamente após a exposição, prontamente metaboliza e excreta o tetracloreto de carbono, a biomagnificação é pouco provável.

BENZENO



Fórmula Estrutural

Propriedades físicas	Valor
Ponto de fusão (°C)	5,5
Ponto de ebulição (°C)	80
$\log P$ (octanol - água)	2,13
Solubilidade em água à 25 °C (mg/L)	1790
Pressão de vapor (à 25 °C) (mm Hg)	94,8
Constante da Lei de Henry (à 25 °C) (atm·m ³ /mol)	0,00555

Fonte: TOXNET (2005)

O benzeno é um líquido incolor com um odor adocicado. Evapora-se no ar muito rapidamente e dissolve-se levemente na água, sendo altamente inflamável. É achado no ar, água e solo, 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 como 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.

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 ocorre principalmente por 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 morando em cidades ou áreas industriais são geralmente mais expostas ao benzeno do que pessoas morando em áreas rurais. Os níveis de benzeno dentro das casas são geralmente maiores do que ao ar livre. Pessoas morando próximo de refinarias de petróleo, empresas petroquímicas e postos de gasolina podem ser expostas a níveis maiores de benzeno no ar.

Com uma pressão de vapor de 95.2 mm Hg a 25 °C, a alta volatilidade do benzeno é a propriedade física que controla o transporte e a partição ambiental desta substância química. Benzeno é ligeiramente solúvel em água, com uma solubilidade de 1.780 mg/L a 25 °C, e a constante da Lei de Henry para benzeno ($5,5 \times 10^{-3}$ atm-m³/mole a 20 °C) indica que benzeno volatiliza rapidamente para a atmosfera a partir de águas superficiais (Mackay & Leinonen, 1975).

Mackay e Leinonen (1975) calcularam uma meia-vida de volatilização para o benzeno de 4,81 horas para um corpo hídrico com 1 metro de profundidade a 25 °C. Embora benzeno só seja ligeiramente solúvel em água, pode ocorrer alguma remoção da atmosfera pelas precipitações. Uma porção significativa do benzeno removido pelas chuvas retornará para a atmosfera por volatilização.

Um parâmetro útil para se estimar o nível de lixiviação de uma substância química no solo é o coeficiente de adsorção do carbono orgânico (K_{OC}). Segundo Kenaga (1980), compostos com um $K_{OC} < 100$ são considerados como tendo uma mobilidade em solo de moderada para alta. Benzeno, com um valor de K_{OC} na faixa entre os valores 60 a 83 (Karickhoff, 1981; Kenaga, 1980), seria considerado altamente móvel.

Outros parâmetros que influenciam o potencial de lixiviação incluem o tipo de solo (por exemplo, arenoso versus argiloso), pluviometria, profundidade do aquífero e nível de degradação. Estudos têm demonstrado a tendência do

benzeno para adsorver ao material particulado suspenso nas águas subterrâneas, tanto maior quanto o teor de matéria orgânica (Uchrin & Mangels, 1987).

Benzeno apresenta um coeficiente de partição octanol/água (K_{OW}) relativamente alto ($\log K_{OW} = 2,13$ a $2,15$), indicando baixa bioconcentração/bioacumulação em organismos aquáticos estudados (Gossett et al., 1983; HSDB, 1996; Geyer et al., 1984).

Benzeno apresenta diversas formas de transformação e degradação no ambiente. Na atmosfera o benzeno existe predominantemente na fase de vapor (Eisenreich et al., 1981). O principal processo de degradação do benzeno na atmosfera ocorre por meio de reações com radicais hidroxila livres.

McAllister & Chiang (1994) avaliaram os processos de atenuação natural de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX) em águas subterrâneas. A biodegradação aeróbia representa o principal mecanismo de degradação dos BTEX. As projeções indicam que a volatilização responda, no máximo, por aproximadamente 5-10% da atenuação natural (McAllister & Chiang, 1994).

Modelos matemáticos e medições em poços de monitoramento de águas subterrâneas assinalaram a degradação natural dos BTEX da ordem de 80-100% num período entre 1 e 1,5 ano. Um estudo demonstrou que as concentrações de benzeno, tolueno, e xileno (BTX) em águas subterrâneas está inversamente relacionada à disponibilidade do oxigênio dissolvido (Chiang et al., 1989).

Em solo, benzeno é biodegradado sob condições aeróbias. A degradação microbiana do benzeno ocorre pela formação de cis-dihidrodióis e, posteriormente, catecóis que atuam como substrato na quebra do anel aromático (Gibson, 1980; Saltador, 1978).

1,2-DICLOROETANO



Fórmula Estrutural

Não existem fontes naturais conhecidas de 1,2-dicloroetano. A emissão deste composto para o ambiente decorre da fabricação, uso, armazenamento, distribuição e disposição final. O uso do 1,2-dicloroetano como aditivo de gasolina diminuiu significativamente em recentes anos, com o recuo do uso de gasolina contendo chumbo. A maior parte das emissões de 1,2-dicloroetano atinge o ambiente atmosférico.

Propriedades físicas	Valor
Ponto de fusão (°C)	-3,55E+01
Ponto de ebulição (°C)	83,5
log P (octanol - água)	1,48
Solubilidade em água à 25 °C (mg/L)	8600
Pressão de vapor (à 25 °C) (mm Hg)	78,9
Constante da Lei de Henry (à 25 °C) (atm·m ³ /mol)	0,00118

Fonte: TOXNET (2005)

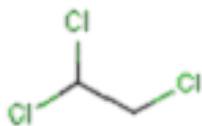
Alguns produtos obsoletos contendo 1,2-dicloroetano, ainda em uso ou descartados, representam fontes potenciais de emissão deste contaminante. O 1,2-dicloroetano também pode ser gerado durante a degradação microbiana de outros alcanos clorados, por exemplo, durante a biodegradação anaeróbia de 1,1,2,2-tetracloroetano (Chen et al., 1996; Lorah & Olsen, 1999).

O 1,2-dicloroetano liberado para os compartimentos solo e água tendem a volatilizar rapidamente para a atmosfera, onde será degradado por radicais de hidroxila gerados fotoquimicamente. A meia-vida para esta reação é de aproximadamente 73 dias (Arnts et al., 1989; Atkinson et al., 1989), e o tempo de permanência total na atmosfera é de menos de 5 meses (EPA, 1993).

Hidrólise e fotólise não parecem ser significantes para o destino ambiental do 1,2-dicloroetano. Embora a biodegradação ocorra lentamente, este processo representa a principal forma de degradação do 1,2-dicloroetano em solo e água.

O 1,2-dicloroetano já foi detectado em amostras de ar ambiente, água superficial, água subterrânea, água potável, respiração humana, urina e leite. Concentrações ambientais são geralmente maiores próximas às áreas de emissão (por exemplo, fontes de emissões industriais, áreas de deposição de resíduos perigosos).

1,1,2-TRICLOROETANO



Fórmula Estrutural

Propriedades físicas	Valor
Ponto de fusão (°C)	-3,66E+01
Ponto de ebulição (°C)	113,8
log P (octanol - água)	1,89
Solubilidade em água à 25 °C (mg/L)	4590
Pressão de vapor (à 25 °C) (mm Hg)	23
Constante da Lei de Henry (à 25 °C) (atm·m ³ /mol)	8,24E-04

Fonte: TOXNET (2005)

O 1,1,2-tricloroetano é uma substância química sintética cuja presença no ambiente é o resultado de atividades antropogênicas. Esta substância também é encontrada como um intermediário na biodegradação do 1,1,2,2-tetracloroetano, outra substância química artificial. Sua síntese é realizada pela cloração de etileno com cloro ou pela oxicloração de etileno com HCl e oxigênio. É usado principalmente como um intermediário na produção de 1,1-dicloroetano (cloreto de vinilideno), podendo também ser usado como solvente, especialmente na fabricação de borracha clorada.

Dados de monitoramento indicam altos níveis (>100 ppb) em efluentes de lavandarias, indústrias de compostos químicos orgânicos e metalúrgicas. Liberações gasosas incluem emissões fugitivas durante a produção e uso do 1,1,2-tricloroetano, bem como pela volatilização do composto contido em esgotos, em estações de tratamento municipais.

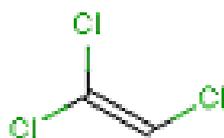
Em função de sua relativa alta pressão de vapor e baixa adsorção ao solo, o 1,1,2-tricloroetano volatiliza rapidamente das superfícies de solo. Na atmosfera, ocorre a degradação do 1,1,2-tricloroetano por meio de reação com radicais de hidroxila gerados fotoquimicamente.

Em compartimentos aquáticos, o 1,1,2-tricloroetano sofre hidrólise com resultados que dependem do pH da água. Em pH neutro, a hidrólise resulta na formação de álcool, enquanto em condições básicas ocorre a formação de 1,1-dicloroetano e HCl (Mabey et al., 1983; Vogel et al., 1987). A meia-vida para estes processos seria de 37 anos a um pH 7, e 135 dias a um pH 9.

Sob condições anaeróbicas, o 1,1,2-tricloroetano sofre dehalogenação. Para estabelecer se esta é uma reação biologicamente mediada, e não simplesmente uma reação abiótica catalisada por ferro livre ou ferro porfirina a baixo potencial redox, pesquisadores da Dow Chemical realizaram ensaios com soluções estéreis (Klecka & Gonsior, 1983). Suas observações assinalaram que concentrações na faixa de ppm de 1,1,2-tricloroetano não sofreram dehalogenação em uma solução estéril, anaeróbia a pH 7 ou na presença de um tampão redox à base de sulfetos ou de hematina (Klecka & Gonsior, 1983).

Em uma tentativa de simular as condições anaeróbicas para biodegradação em aterros sanitários, foram executadas experiências sob condições anóxicas, inoculando soluções de digestores anaeróbios de instalações de tratamento de esgoto que não foram aclimadas a solventes industriais. Depois de 1 semana de incubação com 10 µg/L de 1,1,2-tricloroetano, formou-se 0,44 µg/g de cloreto de vinila. Esta concentração de cloreto de vinila formado foi a mais alta entre os ensaios de degradação com etanos ou etenos clorado estudados (Hallen et al., 1986). Em experiências posteriores, quando a concentração do *inoculum* foi aumentada, a formação do cloreto de vinila foi de 4,3 e 5,8 µg/g, após 1 e 2 semanas, respectivamente. As reações de degradação observadas incluem não somente a dehalogenação redutora, como também a transformação de etanos clorados em etenos. É interessante notar que em amostras controle autoclavadas ocorreu a formação de 1,1-dicloroetano indicando um processo não biológico (Molton et al., 1987).

TRICLOROETILENO



Fórmula Estrutural

Propriedades físicas	Valor
Ponto de fusão (°C)	-8,47E+01
Ponto de ebulição (°C)	87,2
log P (octanol - água)	2,42
Solubilidade em água à 25 °C (mg/L)	1280
Pressão de vapor (à 25 °C) (mm Hg)	69
Constante da Lei de Henry (à 24 °C) (atm·m ³ /mol)	0,00985

Fonte: TOXNET (2005)

O tricloroetileno (TCE) é um líquido incolor, não inflamável, de aroma adocicado e sabor doce irritante. É utilizado principalmente como solvente para a remoção de graxas em partes metálicas, sendo também utilizado como solvente em formulações de adesivos, como removedor de tintas. O TCE não ocorre de forma natural no meio ambiente.

A maioria do tricloroetileno usado é liberado na atmosfera por evaporação durante procedimentos como desengraxante (EPA, 1985). Uma vez na atmosfera, o processo dominante de degradação do tricloroetileno é a reação com radicais de hidroxila. A meia-vida calculada para este processo é aproximadamente 7 dias. Esta meia-vida, relativamente curta, indica que o tricloroetileno não é persistente na atmosfera, sendo pouco provável seu transporte a longas distâncias.

A alta pressão de vapor do tricloroetileno resulta em grande volatilidade. A maior parte do tricloroetileno volatiliza a partir das águas de superfície ou do solo, embora sua alta mobilidade no solo possa resultar em filtração significativa para camadas sub-superficiais antes que a volatilização possa ocorrer. Nas camadas sub-superficiais do solo, o tricloroetileno é degradado lentamente e pode ser relativamente persistente.

A constante da Lei de Henry, de $2,0 \times 10^{-2}$ atm·m³/mol a 20°C, sugere que o tricloroetileno volatilize rapidamente a partir da superfície das águas. Por outro lado, por ser moderadamente solúvel em água, o tricloroetileno é rapidamente precipitado pelas águas das chuvas (Jung et al., 1992).

Em geral, as concentrações de tricloroetileno são mais elevadas em áreas industriais e menor em regiões rurais e remotas. Trabalhadores,

particularmente na indústria de solventes, estão expostos por meio de inalação aos níveis mais elevados do contaminante. Baseado em levantamentos realizados, estes trabalhadores podem ser expostos a níveis que variam, aproximadamente, de 1 a 100 ppm.

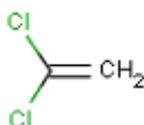
A população em geral também pode ser exposta a tricloroetileno por meio de contato com materiais, consumo de água e alimentos contaminados e devido ao uso de produtos que contenham o tricloroetileno. Levantamentos realizados nos Estados Unidos indicam que entre 9 e 34% das amostras de água das redes de abastecimento para consumo humano apresentaram alguma contaminação com tricloroetileno.

Tricloroetileno é emitido para os sistemas aquáticos por efluentes industriais e por esgotos domésticos. Vários estudos realizados nos EUA também assinalaram a presença de tricloroetileno em chorumes provenientes de aterro de lixo, podendo representar fonte de contaminação das águas subterrâneas (DeWalle & Chian, 1981; Kosson et al. 1985; Reinhard et al., 1984; Sahel e Clark, 1984; Schultz & Kjeldsen, 1986). O tricloroetileno é um contaminante orgânico freqüentemente detectado em amostras de águas subterrâneas (Bourg et al., 1992).

Tricloroetileno pode ser emitido para o solo por efluentes industriais e por chorumes de aterro de lixo. Regulamentos da EPA proíbe emissões de resíduos que contenham concentrações acima de 1.000 mg/kg de organoclorados (como tricloroetileno) em aterros de lixo (EPA, 1987).

Coeficientes de adsorção de carbono orgânico em solo K_{OC} para tricloroetileno, determinados experimentalmente, variando entre 106 e 460 (Garbarini & Lion, 1986), indicam que o contaminante apresenta mobilidade de média a alta em solos (Kenaga, 1980; Swann et al., 1983), e alta mobilidade em solos arenosos (Wilson et al., 1981).

1,1-DICLOROETENO



Fórmula Estrutural

As principais fontes de emissão de 1,1-dicloroeteno para o ambiente estão relacionadas à síntese, fabricação e transporte deste composto, bem como a fabricação de seus produtos de polímero. Outras fontes industriais potenciais de emissão de 1,1-dicloroeteno são as indústrias metalúrgicas, fabricantes de sabão e detergente, de cabos elétricos e de bateria, minas de carvão, lavanderias, bem como as indústrias que envolvem pintura e formulação de tinta.

Propriedades físicas	Valor
Ponto de fusão (°C)	-1,23E+02
Ponto de ebulição (°C)	31,6
log P (octanol - água)	2,13
Solubilidade em água à 25 °C (mg/L)	2420
Pressão de vapor (à 25 °C) (mm Hg)	600
Constante da Lei de Henry (à 24 °C) (atm-m ³ /mol)	0,0261

Fonte: TOXNET (2005)

O 1,1-dicloroetano tem sido detectado como contaminante em maiores concentrações no ar, água de superfície, esgotos e em águas subterrâneas, principalmente nas proximidades das fontes de emissão (áreas industriais, aterros sanitários, áreas contaminadas). O 1,1-dicloroetano apresenta alta solubilidade em água e baixo coeficiente de adsorção de carbono orgânico K_{OC} , valor de 1.81 (EPA, 1982), indicando boa migração em solo e em águas subterrâneas. Por causa da sua natureza volátil, emissões para a atmosfera se constituem na maior parcela de sua presença no ambiente. Quantidades menores de 1,1-dicloroetano são emitidas para os compartimentos água e solo, principalmente como resultado da emissão de efluentes. Em efluentes domésticos, a maior parte do 1,1-dicloroetano volatiliza para a atmosfera durante processos de tratamento.

As características físico-químicas de uma substância determinam sua partição entre os compartimentos terra, água, sedimento, ar, e biota. Devido a sua pressão de vapor de 592 mmHg (Verschueren, 1983), a maior parte do 1,1-dicloroetano liberado migrará para o compartimento atmosférico, embora outros fatores, como solubilidade em água e bio-transformação, podem afetar a taxa de partição. A constante da Lei do Henry para 1,1-dicloroetano, de 0,19 m³/mol, (Pankow & Rosen, 1988), indica uma rápida volatilização a partir da água. Esta é a razão pela qual não se observa comumente este composto em altas concentrações em água de superfície.

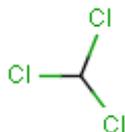
1,1-dicloroetano é rapidamente transformado na troposfera onde a oxidação por radicais de hidroxila é o processo de transformação dominante. Estudos em processos de remoção atmosféricos indicam que, uma vez na atmosfera, o 1,1-

dicloroetano não é co-precipitado com as chuvas ou por adsorção pelo material particulado atmosférico (EPA, 1980).

Em águas subterrâneas, a bio-transformação é o processo dominante, embora provavelmente não seja tão relevante em águas de superfície aeróbias. Bio-transformação em solo não foi estudado extensivamente, apesar de existir indícios sobre a possibilidade de degradação por bactérias metanogênicas. Águas superficiais ou subterrâneas contaminadas com 1,1,1-tricloroetano, tetracloroetileno, 1,1,2-tricloroetileno e 1,2-dicloroetano podem representar uma fonte adicional de 1,1-dicloroetano por decloração sob condições bióticas ou abióticas (Back et al., 1990; Lesage et al., 1990; McCarty et al., 1986).

O potencial de exposição humana é maior nos locais de produção, formulação ou transporte do 1,1-dicloroetano. Exposição profissional pode ocorrer por inalação ou contato dérmico. A população em geral pode ser exposta por inalação ou ingestão de água contaminada. Maior risco de exposição decorre da proximidade de áreas contaminadas, especialmente as pessoas que consomem água de fontes subterrâneas. Dados quantitativos sobre níveis de exposição humana a 1,1-dicloroetano são limitados.

CLOROFÓRMIO



Fórmula Estrutural

Propriedades físicas	Valor
Ponto de fusão (°C)	-6,36E+01
Ponto de ebulição (°C)	61,1
log P (octanol - água)	1,97
Solubilidade em água à 25 °C (mg/L)	7950
Pressão de vapor (à 25 °C) (mm Hg)	197
Constante da Lei de Henry (à 24 °C) (atm-m ³ /mol)	0,00367

Fonte: TOXNET (2005)

Clorofórmio também é conhecido como triclorometano ou cloreto de metila. É um líquido incolor com um agradável odor não irritante e de gosto ligeiramente adocicado. Sua queima somente ocorre em altas temperaturas.

Clorofórmio foi um dos primeiros anestésicos inalantes usados em cirurgias. A maior parte do clorofórmio encontrado no ambiente provem de emissões industriais. Aplicação de praguicidas a base de clorofórmio é uma das possíveis fontes de emissão para o solo, onde poderia ocorrer a volatilização para a atmosfera ou infiltração atingindo as águas subterrâneas. Clorofórmio também é comumente detectado em efluentes de estações de tratamento de águas e esgotos que se utilização de processos de cloração.

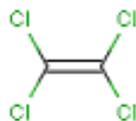
Assinalando uma pressão de vapor de 159 mm Hg à 20°C, a presença de clorofórmio na atmosfera ocorre quase totalmente na fase vapor (Boublik et al., 1984). Devido sua solubilidade em água, quantidades significativas de clorofórmio podem ser removidas da atmosfera pelas chuvas. Isto é confirmado pelos resultados de análises em água pluvial (Kawamura & Kaplan, 1983). Na atmosfera, clorofórmio pode ser transportado a longas distâncias antes de finalmente de ser degradado por reações fotoquímicas com a participação de radicais livres como a hidroxila. A reação fotoquímica na fase vapor de clorofórmio, com radicais de hidroxila, é o processo de degradação dominante na atmosfera. À 25°C, a constante para este processo foi experimentalmente determinada como sendo da ordem de $1,0 \times 10^{-13} \text{cm}^3/\text{mol}\cdot\text{segundo}$, que corresponde a uma meia-vida de 80 dias, tendo como base dias com 12 horas iluminado pelo sol em uma atmosfera típica que contém 1×10^6 radicais/ cm^3 de hidroxila (Hampson, 1980; Singh et al., 1981).

A degradação microbiana, apesar de possível, somente ocorre em níveis reduzidos devido à toxicidade de clorofórmio. Devido a sua alta volatilidade, o mecanismo de transporte predominante nas camadas superficiais do solo é a volatilização, com resultados semelhantes para diversos tipos de solo (Park et al., 1988). Assinalando um coeficiente de adsorção de carbono orgânico em solo de 45, clorofórmio não apresenta adsorção significativa em sedimentos ou no material particulado suspenso (Sabljic, 1984). Devido a sua baixa adsorção em solo e baixa - porém significativa - solubilidade em água, clorofórmio apresenta alta mobilidade em solo, atingindo as águas subterrâneas, onde assinala alta persistência.

Em amostras de água potável nos EUA foram detectados níveis de até 311 ppb, embora a maioria das concentrações informadas são menos de 50 ppb, variando entre 2 e 44 ppb. Águas de captação subterrânea contaminadas com chorumes de aterros sanitários e em áreas contaminadas podem apresentar teores de clorofórmio bem mais elevados (Sawhney, 1989). Aeração e uso de águas subterrâneas contaminados com clorofórmio são uma fonte potencial de emissão à atmosfera (Crume et al., 1990), como por exemplo durante banhos e cozimento.

Populações de maior potencial de risco à exposições são os trabalhadores e populações nas proximidades de indústrias e instalações que fabricam ou usam clorofórmio, incineradores, unidades de tratamento de água e esgoto, indústrias de papel e celulose, bem como pessoas que consomem águas de captação subterrâneas em áreas contaminadas.

TETRACLOROETENO



Fórmula Estrutural

Propriedades físicas	Valor
Ponto de fusão (°C)	-2,23E+01
Ponto de ebulição (°C)	121,3
log P (octanol - água)	3,4
Solubilidade em água à 25 °C (mg/L)	206
Pressão de vapor (à 25 °C) (mm Hg)	18,5
Constante da Lei de Henry (à 24 °C) (atm-m ³ /mol)	0,0177

Fonte: TOXNET (2005)

Tetracloroetileno é um composto orgânico volátil amplamente distribuído no ambiente. É libertado ao ambiente por emissões industriais, materiais de construção e produtos de uso doméstico. As emissões ocorrem principalmente para a atmosfera, mas esta substância também é liberada para os corpos hídricos e solo pelos esgotos e efluentes onde, em função de sua alta pressão de vapor e da constante da Lei de Henry, normalmente volatiliza rapidamente para a atmosfera. Tetracloroetileno apresenta relativamente baixa solubilidade em água e tem mobilidade de médio para alta em solo. Por esta razão, não se espera que seu tempo de residência em ambientes de superfície seja mais que alguns dias. Porém, persiste na atmosfera durante vários meses e pode também persistir durante vários meses nas águas subterrâneas.

Devido sua persistência ambiental sob certas condições, o potencial para exposição humana pode ser significativo.

A meia-vida de degradação prevista para o tetracloroetileno na atmosfera indica provável transporte global de longo alcance (Classe & Ballschmiter, 1986). Dados de monitoramento demonstraram que o tetracloroetileno está presente na atmosfera mundial e em locais remotos transportados a partir de fontes de emissão antropogênicas.

Tetracloroetileno foi detectado em várias amostras de água de chuva. Porém, sua relativamente baixa solubilidade em água sugere que sua remoção da atmosfera pelas chuvas ocorra muito lentamente.

Este comportamento é consistente com o alto valor da constante da Lei de Henry. Outros fatores que influenciam as taxas de volatilização são: temperatura ambiente, movimento e profundidade da água, movimento de ar associado, e relação superfície: volume.

Adsorção de compostos orgânicos ao solo é mais evidente quando relacionada ao conteúdo de carbono orgânico do solo (Kenaga, 1980; Urano & Murata, 1985; Zytner et al., 1989a). Com base no teor de carbono orgânico (K_{OC}), determinou-se o coeficientes de adsorção do tetracloroetileno ao solo variando entre 177 a 534 (Seip et al., 1986; Zytner et al., 1989a). Estes valores são indicativos de mobilidade em solo de média a alta (Kenaga, 1980; Swann et al., 1983).

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

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

VI. ROTAS DE EXPOSIÇÃO

2005

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.

2. ROTAS DE EXPOSIÇÃO NO BAIRRO MANSÕES SANTO ANTÔNIO

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*¹⁹

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,

¹⁹ **Ascarel** 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

isobutilglicol, xileno sulfonato de sódio, sal quartenário de amônio, leve e *tall oil*²⁰ 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**)²¹.

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.

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

²⁰ 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.

²¹ 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.

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.

2.2. Rota: Água

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, detectaram 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, tetracloroeto 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.

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, tricloroetano, 1,1,2-tricloroetano e tetracloroetano.

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.

2.3. Rota: Solo

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.

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.

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

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

VII. IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE

2005

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo é composto de três seções. Na primeira seção - AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA - são discutidos os possíveis efeitos adversos de cada contaminante de interesse, 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 das populações expostas. 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.

2. EXPOSIÇÃO

Para que se proceda à 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 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) acima dos valores de referência e constituírem rota de exposição, ou seja, entrarem em contato com a população. Vale salientar que os contaminantes são considerados de interesse na medida em que podem produzir efeitos adversos, atuais ou futuros, sobre a saúde humana.

Em muitos casos, como agora em Campinas, no *site* da Proquima, a existência de evidências de emissões relevantes de contaminantes devido, por exemplo, a procedimentos e processos industriais comprovadamente inadequados, reforçadas por testemunhos de ex-trabalhadores e residentes próximos aos locais de emissão, também devem ser avaliadas como critério na escolha dos contaminantes de interesse.

No caso do *site* da Proquima, as evidências de emissões relevantes, com exposições de humanos a contaminantes de alta agressividade a saúde, pode também ser comprovada pela ocorrência de vazamentos resultando em incêndio e explosões de grandes impactos.

Conforme visto nos capítulos anteriores, no caso da contaminação ambiental gerada pela empresa Proquima, foram estabelecidas as seguintes rotas de exposição:

COMPLETAS no PASSADO:

1. Pelo AR (durante a época de funcionamento da Proquima, 1973 a 1996)

Populações expostas: ex-trabalhadores da Proquima e moradores e freqüentadores da academia de tênis vizinha (1983 a 1996).

Vias de exposição: estas pessoas estavam expostas por meio da inalação de vapores e gases originários da volatilização dos compostos processados nas atividades industriais da empresa, contato dérmico e ingestão da fuligem, decorrente da queima de resíduos como combustíveis nas caldeiras.

2. Pelo SOLO (durante funcionamento da Proquima, 1973 a 1996)

Populações expostas: ex-trabalhadores da Proquima.

Vias de exposição: estas pessoas estavam expostas por meio da ingestão de partículas do solo, contato dérmico e inalação de vapores, gases e poeiras provenientes do solo contaminado.

3. Pela ÁGUA SUBTERRÂNEA

Populações expostas: trabalhadores da empresa de transportes Gardênia

Período de exposição: existem contradições nas informações sobre o período e uso das águas desta captação. Algumas informações indicam que, devido aos fortes odores de substâncias químicas, esta captação teria sido desativada logo após sua construção.

Outras informações indicam a utilização das águas principalmente para a lavagem dos ônibus, mas também para uso humano (banho e cocção) até a data de interdição pela Secretaria Municipal de Saúde de Campinas, em abril de 2002.

Vias de exposição: caso a utilização das águas desta captação para consumo humano tenha realmente ocorrido, estas pessoas estavam expostas por meio da inalação de vapores, contato dérmico e ingestão da água contaminada.

COMPLETA no FUTURO:

Pela ÁGUA SUBTERRÂNEA

Populações expostas: pessoas que venham a utilizar às águas subterrâneas à jusante da Proquima, para quaisquer fins, já comprovadamente contaminadas segundo as avaliações ambientais atuais realizadas.

Vias de exposição: dependendo da forma de utilização, inalatória, cutânea e/ou oral.

POTENCIAIS NO PASSADO:

1. Pelo AR (durante a época de funcionamento da Proquima, 1973 a 1996)

Populações expostas: moradores no entorno da Proquima, com residência na direção dos ventos predominantes, norte/noroeste, ou vizinhos à Rua Hermantino Coelho e suas imediações, ou freqüentadores desta área.

Vias de exposição: estas pessoas estavam expostas por meio da inalação de vapores e gases originários da volatilização dos compostos processados nas atividades industriais da empresa, contato dérmico e ingestão da fuligem decorrente da queima de resíduos como combustíveis nas caldeiras. Também estavam expostas às emanações da rede de águas pluviais contaminadas pela empresa que corriam ao ar livre ao longo da Rua Hermantino Coelho.

Embora a análise dos mecanismos de transporte dos contaminantes de interesse definidos, com características de alta volatilidade e baixa densidade, indique uma faixa de dispersão aérea, ao nível do solo, menor para estes compostos, podemos estabelecer a existência de exposição a partir dos relatos dos moradores e freqüentadores da área à época.

2. Pelo SOLO (durante funcionamento da Proquima, 1973 a 1996)

Populações expostas: habitantes e freqüentadores da academia de tênis.

Vias de exposição: estas pessoas estavam expostas por meio da ingestão de partículas do solo, contato dérmico e inalação de vapores, gases e poeiras provenientes do solo contaminado.

Embora a análise dos mecanismos de transporte dos contaminantes de interesse definidos, com características de alta volatilidade e baixa densidade, indique uma faixa de dispersão aérea menor para estes compostos, podemos estabelecer a existência de exposição a partir dos relatos dos moradores da academia de tênis, à época.

POTENCIAIS NO FUTURO:

1. Pela ÁGUA SUBTERRÂNEA

Populações expostas: pessoas que venham a se utilizar das nascentes de águas subterrâneas à jusante da Proquima, ou das águas do córrego, ainda não contaminadas, segundo as avaliações ambientais atuais realizadas, porém situadas na direção da pluma de contaminação.

Vias de exposição: dependendo da forma de utilização, inalatória, cutânea e/ou oral.

2. Pela ÁGUA DE CONSUMO HUMANO

Populações expostas: residentes e consumidores das águas da rede pública no Condomínio Parque Primavera, ainda não contaminadas, segundo as avaliações ambientais atuais realizadas, porém com tubulações e reservatórios de água situados em solo contaminado.

Vias de exposição: oral, cutânea ou inalatória.

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 da 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 disso, a população exposta é dividida em faixas etárias, considerando o peso corporal médio.

No caso Proquima, não é possível realizar o cálculo das doses de exposição, porque não existe exposição, NO PRESENTE, aos compostos tóxicos existentes no solo profundo e água subterrânea. Embora exista no subsolo uma grande quantidade de substâncias tóxicas, armazenadas nos poços sumidouros, estas não estão entrando em contato com a população, porque não chegam ao solo superficial, não contaminam a água de uso domiciliar e não há alimentos gerados ali. A água subterrânea contaminada também não é utilizada, atualmente, para quaisquer fins de consumo humano, portanto não existindo exposição humana.

As rotas estabelecidas NO PASSADO para o ar e solo superficial contaminados, não têm as concentrações dos contaminantes de interesse nestes meios quantificadas. Isto não invalida, é importante destacar, a definição destas rotas como completas, baseado nas amplas evidências dos relatos dos trabalhadores, mas impede o cálculo das doses de exposição.

A rota estabelecida NO FUTURO, para água subterrânea, embora havendo determinação das concentrações atuais dos contaminantes, não tem uso presente pela população, não sendo possível prever quais os contaminantes, populações e concentrações futuras, no caso de uma exposição.

Desta forma, as considerações de saúde neste relatório são baseadas nas informações de exposição apresentadas pela comunidade, moradores e ex-trabalhadores da Proquima e Gardênia, informações acerca do potencial tóxico e efeitos carcinogênicos e não carcinogênicos dos contaminantes de interesse estabelecidos e dados de saúde existentes.

3. 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 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.

No presente caso, os relatos dos ex-trabalhadores da Proquima são de exposição intensa aos produtos manipulados, durante todo o período de trabalho, devido às péssimas condições de trabalho existentes. Não haviam roupas, instalações sanitárias e local para alimentação adequadas, segundo os relatos colhidos pelo CRST/Campinas. A exposição aos compostos era generalizada, independente do processo produtivo específico em que o

trabalhador estivesse envolvido, já que não havia sistemas de proteção coletiva como enclausuramento ou vedação dos processos. Práticas como lavagem manual de tambores e desmaios conseqüentes ao manuseio inadequado de produtos tóxicos, são referidos durante entrevistas com os trabalhadores.

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 e idosos, mulheres (Vahter et all., 2002) pessoas com doenças genéticas ou disfunções renais ou hepáticas e alcoólatras e fumantes.

Ao 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, dependendo 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 a 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, onde esta característica é particularmente relevante para câncer.

Nas vizinhanças da empresa Proquima funcionou uma escola, no período de 1984 a 1997 (13 anos), cujos responsáveis referiam odor forte advindo das instalações da empresa. É provável que estes odores fossem secundários às emanações da rede de águas pluviais contaminadas pela empresa que corria ao longo da Rua Hermantino Coelho, fato que ocorreu até a empresa fechar, em 1996. As crianças freqüentadoras desta escola estiveram expostas a estes odores, não sendo possível determinar sua freqüência e intensidade. As características deste grupo etário indicam uma susceptibilidade aos contaminantes definidos, mesmo sem definição quanto à dose de exposição.

4. 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.

4.1 Câncer

A ocorrência do câncer associado com a exposição ambiental a compostos químicos em geral não apresenta um padrão patognômico, com tipo, localização ou órgão-alvo específico. Assim, um agente químico é considerado carcinogênico quando aumenta a ocorrência de câncer ao ser administrado a animais, em comparação com controles não tratados. 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, é extraída de dados de experimentos em animais. Para a extrapolação desses dados para humanos, além das diferenças entre as espécies, são utilizados experimentos que usam grandes doses em animais submetidos a curtos períodos de exposição. Para minimizar essas dificuldades diversas instituições internacionais desenvolveram modelos para permitir que se faça, dentro de incertezas aceitáveis, essa extrapolação dos dados em animais para situações de exposição humana (ATSDR, 2001).

Compostos químicos com potencial genotóxico podem induzir ao desenvolvimento de alterações carcinogênicas em múltiplos tecidos e espécies, por alterações nas informações codificadas no DNA. Embora teoricamente limites possam existir para todos os mecanismos de carcinogênese, devido aos mecanismos homeostáticos e de reparação celular, para químicos genotóxicos assume-se que não existe limite seguro de exposição (Hallenbeck, 1993; IPCS, 2000a).

Compostos organoclorados parecem induzir seus efeitos carcinogênicos por meio de um mecanismo epigenético ao invés de um mecanismo genotóxico. Uma das teorias propostas para explicar a promoção do câncer por este mecanismo, seria de que estas substâncias produziram um efeito sobre a superfície da membrana celular que resultaria em diminuição da comunicação intercelular, levando a interrupção do controle sobre a proliferação de células anormais (neoplásicas). Carcinógenos genotóxicos podem exercer seus efeitos após uma única exposição e, em baixos níveis, os efeitos são irreversíveis e causam câncer em muitos órgãos (ATSDR, 1996).

Da mesma forma, a OMS/IARC determina que quando um composto é considerado carcinogênico para animais, mesmo que em um único sítio e após exposição a altas doses, as ações de saúde a serem realizadas devem considerar a possibilidade de desenvolvimento de câncer em múltiplos sítios em populações humanas expostas (IARC, 1999).

Para que uma única célula torne-se cancerígena, é necessária uma série de modificações. Uma substância química é dita cancerígena quando é capaz de produzir dano ao funcionamento normal da célula capaz de participar da série de eventos que ocorrem entre a célula normal até tornar-se cancerígena. 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, 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 hiperativa o estímulo a divisão celular é chamado oncogene.

As substâncias químicas podem atuar promovendo mutações genéticas e chegar a essas alterações permanentes. Aqui estão a maior parte das substâncias carcinogênicas. Têm-se sempre poucas evidências de carcinogenicidade em humanos (é preciso que ocorram em torno de sete mutações específicas, em uma única célula), porém podem 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 tenham 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 longe do momento de exposição. Essa é uma das razões inclusive pela qual o câncer causado por substâncias químicas ser pouco diagnosticado, pois é difícil realizar onexo-causal.

As substâncias são classificadas segundo sua carcinogenicidade. Aqui utilizaremos a classificação elaborada pela Agência de Proteção Ambiental Americana (Environmental Protection Agency - EPA) e pela Agência Internacional de Investigação do Câncer (International Agency for Research on Cancer - IARC).

Estas classificações estão baseadas, em sua maioria, em experimentos com animais. A classificação dos contaminantes, de acordo com estas duas agências, é apresentada na **tabela 7.1. O anexo 7.1.** apresenta a classificação de potencial carcinogênico segundo a EPA e IARC.

Tabela VII-1. Classificação segundo potencial carcinogênico dos contaminantes de interesse, Campinas - SP, 2005.

SUBSTÂNCIA	EPA	IARC	TIPO
CLORETO DE VINILA	A	1	Angiosarcoma de fígado em humanos (IRIS, 2000)
TETRACLORETO DE CARBONO	B2	2B	Carcinomas hepatocelulares em roedores (IARC, 1999; IRIS, 1992).
Cis - 1,2 DICLOROETENO	D *	3	
TRICLOROETENO	*	2A	Tumores hepáticos em camundongos (IARC, 1995)
1,2 DICLOROETANO	B2	2B	Indução de vários tipos de tumores em ratos e camundongos tratados por "gavage" e papilomas pulmonares em camundongos após aplicação tópica (IRIS, 1991).
BENZENO	A	1	Leucemia em humanos (IARC,1987)
TRICLOROMETANO	B2	2B	Tumores hepáticos e renais em roedores (IRIS, 2004)
1,1,2 - TRICLOROETANO	C		(IRIS, 1994).Carcinomas hepatocelulares e feocromocitomas em camundongos.
TETRACLOROETENO	B2	2A	Tumores hepáticos em camundongos, tumores renais em ratos machos e leucemia em ratos machos e fêmeas (ATSDR, 1997)

* em revisão (IRIS, 2004)

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.

Câncer de fígado e rins desenvolveram-se em ratos e camundongos que comeram e beberam comida e água com grandes quantidades de **clorofórmio** por longo tempo (ATSDR,1997a). Há evidências suficientes para concluir que os tumores hepáticos e renais induzidos pelo clorofórmio são produzidos pela exposição a doses elevadas, causando citotoxicidade e proliferação celular regenerativa mantida. O metabolismo da citocromo P-450 oxidase que causa a lesão oxidativa e determina o crescimento celular, toxicidade celular e morte, é comum a seres humanos e roedores. Não existem dados que indiquem que este modo de ação observado em roedores não possa ocorrer também em humanos. O clorofórmio não parece ter potencial genotóxico, sendo um fraco mutagênico com baixo potencial de interação com o DNA (IRIS, 2004).

Cloreto de Vinila é determinado como carcinógeno humano devido a evidência epidemiológica consistente de associação causal entre exposição ocupacional por via inalatória a cloreto de vinila e o desenvolvimento de angiosarcoma hepático; evidência consistente de carcinogenicidade em ratos, camundongos e hamsters tanto por exposição por via oral como inalatória; e potencial mutagênico e formação de aductos de DNA pelo composto e seus metabólitos a partir de numerosos testes *in vitro* e *in vivo*. Outros tumores hepáticos como carcinoma hepatocelular e colangiocelular também têm sido associados com exposição ocupacional. Cânceres de sistema nervoso central e sistemas hematopoiético e linfático também podem ocorrer em humanos após exposição ocupacional por via inalatória (ATSDR, 2004). O câncer ocorre por mecanismo genotóxico (IRIS, 2000).

Três estudos de coorte, com exposição humana a **tricloroetano**, também denominado, tricloroetileno, indicaram um excesso de risco para câncer hepático e de vias biliares (23 casos observados – 12,87 esperados). Estes estudos também mostraram um risco pouco elevado para linfoma não Hodgkin's (27 casos observados – 18,9 esperados). Vários estudos mostraram associação entre ocorrência de câncer em diferentes sítios (tumores renais, pulmonares, hepáticos, linfomas) com exposições por vias inalatória e oral a partir de experimentos em ratos e camundongos (IARC, 1995). Embora tricloroetileno por si possa não ser genotóxico, a evidência de que alguns de seus metabólitos o sejam sugere que efeitos genotóxicos possam ocorrer em pessoas expostas a esta substância (ATSDR, 1997: 151).

Em dois estudos de coorte e um estudo caso-controle de exposição humana ao **tetracloro de carbono** uma fraca associação, com ocorrência de linfoma não Hodgkin, foi sugerida, porém nenhum destes estudos distinguiu exposição específica a esta substância. Estudos em animais com exposição por várias rotas mostram neoplasias de fígado em ratos e camundongos e de mama em ratos, após injeção subcutânea e incidência aumentada de feocromocitomas em camundongos, após inalação (IARC, 1999).

1,1,2-Tricloroetano é classificado como possível carcinógeno humano (IRIS,1994). É estruturalmente relacionado ao 1,2 dicloroetano, provável carcinógeno humano. Estudos em ratos mostram ocorrência de tumores em várias localizações: carcinoma de córtex adrenal, carcinoma renal, adenoma de túbulo renal e hemangiosarcomas de baço, pâncreas, abdômen e tecido subcutâneo. Não é mutagênico em estudos com *Salmonella typhimurium*.

Existe evidência consistente para associação positiva entre exposição humana a **tetracloroetano** e risco para câncer cervical, de esôfago e linfoma não Hodgkin's, a partir de cinco estudos de coorte. Os riscos relativos para câncer de esôfago relatados em ois estudos foram 2,6 e 2,1. Estudos experimentais em camundongos e ratos, com exposição por vias oral e inalatória, mostraram aumento da incidência de adenomas e carcinomas hepatocelulares e leucemia (IARC, 1995).

4.1 Efeitos não cancerígenos

A investigação de saúde das populações expostas a compostos tóxicos esbarra em uma série de dificuldades relacionadas ao perfil toxicológico dos compostos e as características da população. O grau e tipo de intoxicação a serem observados dependem da interação entre estes dois aspectos. A forma como o composto se encontra no ambiente e a via como ele penetra no organismo humano, sua metabolização, excreção, meia-vida, associados ao período fisiológico, às características culturais e ao estado de saúde das populações expostas determina a ocorrência de diferentes padrões de adoecimento.

Os compostos químicos apresentam um amplo espectro de efeitos lesivos sobre o organismo humano cujo tipo de manifestação clínica a ser observado dependerá de características do composto (formulação, toxicocinética, toxicodinâmica) da exposição (tempo, dose) e do indivíduo. A interação entre estes fatores determinará a ocorrência de um determinado tipo de efeito, que pode ser imediato ou tardio, aparecendo anos após a exposição, com manifestações clínicas inespecíficas, como a neuropatia retardada causada pelos agrotóxicos organofosforados.

Freqüentemente, as características da exposição determinam que as manifestações clínico-patológicas ocorram tardiamente (anos depois) ou apenas na prole das pessoas expostas. As principais manifestações associadas com este tipo de exposição e o desenvolvimento de câncer e de alterações mutagênicas ou teratogênicas, são resultado da interação de diferentes fatores para os quais a exposição a compostos químicos representam um risco adicional para o seu desenvolvimento.

Para a compreensão dos processos de adoecimento associados com a exposição crônica a compostos químicos é necessário conhecer o perfil toxicológico e os estudos existentes acerca do seu potencial lesivo sobre a saúde. Na ausência de informações referentes à toxicidade sobre a saúde

humana, as ações de saúde propostas devem ser baseadas nas informações decorrentes dos estudos experimentais em animais, considerando-se as determinações do princípio da precaução.

4.2.1 Benzeno

O benzeno penetra no organismo por meio da inalação de ar contaminado, da ingestão de produtos contaminados (alimentos, água, 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 devido a estes metabólitos. A maioria desses é eliminada pela urina, cerca de 48h após a exposição.

Quando inalado agudamente, exposições breves (5-10 minutos) a níveis muito altos (10.000 – 20.000ppm), pode resultar em morte. 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 pode 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.

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 usado para fazer previsões acerca da ocorrência de futuros efeitos sobre a saúde (ATSDR, 1997).

4.2.2. Triclorometano (ATSDR,1997)

O Triclorometano, usualmente conhecido como **clorofórmio** é absorvido por via dérmica, oral e inalatória. Tem ação tóxica sobre o sistema nervoso central, fígado, e rins. Clorofórmio inalado atua como depressor do sistema nervoso central. O fígado é o órgão-alvo primário da toxicidade do clorofórmio em humanos e animais, após exposição oral e inalatória. Toxicidade hepática tem sido observada em humanos expostos a níveis de clorofórmio tão baixos quanto 2 ppm no local de trabalho e em várias espécies animais após inalação e exposição oral.

Estudos em animais indicam que o clorofórmio atravessa a placenta e tem efeitos fetotóxicos e teratogênicos. Ele se acumula no fluido amniótico e nos tecidos fetais. Diferentes efeitos adversos sobre o desenvolvimento podem resultar do período de exposição *in útero*. Não existem estudos conclusivos sobre ocorrência de efeitos adversos sobre o desenvolvimento em humanos, porém não é possível afastar um potencial lesivo deste composto, sozinho, ou em associação com outros halometanos orgânicos (ATSDR, 1997: 148). A **tabela 1 do anexo VII-2**, apresenta os principais efeitos adversos sobre o organismo humano da exposição ao clorofórmio.

A exposição ambiental humana ao clorofórmio representa uma combinação de exposição por via inalatória, a partir do ar poluído com hidrocarbonetos halogenados voláteis, oral, a partir de fontes de água clorada, e dérmica, oriunda de fontes de água contaminada, piscinas, etc. Os efeitos letais e hepatotóxicos do clorofórmio foram aumentados pela interação com DDT em estudos com ratos, e nefrotoxicidade foi agravada em camundongos após interação com solventes.

Clorofórmio pode ser dosado no ar expirado, fluidos corporais e tecidos. Sua presença pode resultar do metabolismo de outros hidrocarbonetos clorados. Biomarcadores de exposição são inespecíficos, abrangendo sinais e sintomas clínicos em sistema nervoso central, cefaléia, tonteira e fadiga ; níveis de enzimas hepáticas para avaliação da função hepática; dosagem de β -2-

microglobulina para avaliação da função renal; e teste de retenção da sulfobromoftaleína.

O MRL para exposição crônica (acima de 365 dias) estabelecido para o triclorometano, por via oral foi 0,02 ppm, baseado no LOAEL de 2 ppm para efeitos hepáticos em humanos, dividido por um fator de incerteza de 100 (10 para uso do LOAEL e 10 para variabilidade humana). O MRL exposição crônica por via inalatória foi 0,01 mg/kg/dia baseado no LOAEL de 15 mg/Kg/dia para efeitos hepáticos em cachorros, dividido por um fator de incerteza de 1000 (10 para uso do LOAEL, 10 para extrapolações interespecies e 10 para variabilidade humana).

4.2.3. 1,2-Dicloroetano

Dicloroetano pode causar efeitos adversos sobre a saúde agudos, ou em longo prazo, a partir de sua inalação, ingestão ou contato dérmico. O fígado, rins e sistemas neurológico, imunológico e cardiovascular são os principais alvos de sua ação tóxica. Exposição aguda a altas doses pode causar depressão do sistema nervoso central, náuseas, vômitos, opacidade da córnea, bronquite, insuficiência respiratória, congestão pulmonar, lesões do miocárdio, gastrite hemorrágica e colite, aumento no tempo de coagulação sangüínea, lesão hepatocelular, necrose renal e alterações histopatológicas no tecido cerebral.

Óbito foi freqüentemente atribuído a arritmia cardíaca. A **tabela 2 do Anexo VII-2**, apresenta os principais efeitos sistêmicos adversos sobre a saúde associados com a exposição ao 1,2-Dicloroetano. Estudos em animais não indicam toxicidade reprodutiva, porém sobre o desenvolvimento, em doses abaixo daquelas que são tóxicas para a mãe, indicam que 1,2-Dicloroetano, e alguns metabólitos, são mutagênicos e capazes de formar aductos de DNA, fornecendo evidências suficientes para classificá-lo como provável carcinógeno humano.

1,2 Dicloroetano pode ser dosado no ar expirado (traço – 0,2 ppb), sangue e urina logo após exposição (ATSDR, 2001). Pode também ser realizada dosagem de tioéters, logo após exposição, porém são inespecíficos. Biomarcadores de exposição são inespecíficos, abrangendo sinais e sintomas clínicos em sistema nervoso central, cefaléia, tonteira e fadiga; níveis de enzimas hepáticas para avaliação da função hepática; macromoléculas em células renais para avaliação da função renal.

O MRL para exposição crônica (acima de 365 dias) estabelecido para o 1,2-Dicloroetano por via oral foi 0,6 ppm, baseado no NOAEL de 50 ppm para efeitos hepáticos dividido por um fator de incerteza de 90 (3 para extrapolações interespecies, após ajuste dosimétrico, 10 para variabilidade humana e 3 como um fator modificador para deficiência do banco de dados). O MRL exposição intermediária por via inalatória foi 0,2 mg/kg/dia, baseado no LOAEL de 58 mg/Kg/dia para efeitos renais em ratos, dividido por um fator de incerteza de

300 (3 para o uso do LOAEL mínimo, 10 para extrapolações interespécies e 10 para variabilidade humana).

4.2.4. Cloreto de vinila (ATSDR, 2004)

A exposição a altos níveis (>8.000ppm) está associada com sinais de intoxicação como tonteados, sonolência e cefaléia. Estudos em animais mostram perda da consciência com exposição a níveis acima de 25.000ppm. Exposições agudas a níveis muito altos de cloreto de vinila (>30.000ppm) causam irritação pulmonar e renal, inibição da coagulação sanguínea e arritmias cardíacas (em cachorros, com níveis acima de 100.000ppm) podendo levar ao óbito.

Exposição humana crônica causa alterações histopatológicas características no fígado: fibrose extensa do septo e ductos do sistema porta e regiões peri-sinusoidais intralobulares, degeneração hepatocelular, dilatação sinusoidal e hipertrofia e hiperplasia de hepatócitos e células sinusoidais. Estas alterações na estrutura hepática observados em trabalhadores expostos a cloreto de vinila, desenvolvem-se na ausência de efeitos mensuráveis na função hepática como determinados pelos testes laboratoriais existentes. Estudos recentes mostram morbidade e mortalidade relacionada a cirrose, hipertensão porta e fibrose, nestes trabalhadores.

Efeitos tóxicos adicionais sobre o sistema nervoso, neuropatia periférica, e função reprodutiva masculina em homens, diminuição dos níveis de androgênio com queixas de impotência e perda da libido em trabalhadores, também têm sido relatados (ATSDR, 2004). Estudos em animais mostram atraso no desenvolvimento e incidência aumentada de malformações como dilatação do ureter. Níveis aumentados de complexos imunes circulantes e imunoglobulinas têm sido observados em trabalhadores expostos ao cloreto de vinila.

Uma síndrome conhecida como doença do cloreto de vinila tem sido observada em alguns trabalhadores expostos a altos níveis (>1.000ppm). Esta doença manifesta-se de forma similar a esclerose sistêmica e inclui os seguintes sintomas e sinais: fenômeno de Raynaud's (dedos pálidos com alterações da sensibilidade e desconforto), acroosteólise (reabsorção das terminações ósseas dos dedos dos pés ou das mãos), dor articular e muscular, deposição de colágeno aumentada, diminuição da elasticidade e alterações cutâneas *escleroderma-like*.

4.2.5. Tricloroetano (ATSDR, 1997)

Em roedores, tricloroetileno é rapidamente absorvido a partir do trato gastrointestinal e por meio dos pulmões, enquanto a absorção dérmica de vapor é mínima. Sua principal via de metabolização é oxidativa com formação de ácidos cloroacéticos. Uma via metabólica secundária, em roedores e humanos é por meio da formação de ácidos mercaptúricos.

A toxicidade aguda do tricloroetano em humanos e roedores é baixa. Após administração de doses elevadas, de forma repetida, em roedores, observam-se lesões em fígado e rins (camundongos e ratos) e em pulmões (camundongos). Exposição ocupacional humana repetida não parece ter efeitos tóxicos sobre fígado e rins. A maioria das informações acerca dos efeitos desta substância sobre o organismo humano advem de estudos de caso e experimentos descrevendo estes efeitos após inalação. O efeito primário da exposição ao tricloroetileno é sobre o sistema nervoso central, incluindo cefaléia, vertigem, fadiga, perda de memória recente, depressão do sistema nervoso central e anestesia.

Estudos não mostram efeitos tóxicos sobre o sistema reprodutor humano. Tricloroetano é metabolizado para ácido tricloroacético na placenta ou feto de muitas espécies. Há pouca evidência de efeitos tóxicos sobre o desenvolvimento de ratos ou camundongos. Estudos de aberrações cromossômicas, aneuploidia, alterações de cromátides irmãs em linfócitos periféricos de trabalhadores, foram inconclusivos.

4.2.6. Tetracloroeto de carbono (ATSDR, 2003)

O tetracloroeto de carbono tem efeito depressor sobre o sistema nervoso central e irritante sobre trato gastrointestinal, sob altos níveis de exposição. A maioria dos seus efeitos tóxicos são relacionados à sua metabolização por via das oxigenases do sistema citocromo P-450. O fígado, seguido pelos rins, são os órgãos mais sensíveis a ação tóxica do tetracloroeto de carbono. Induz proliferação de células hepáticas e síntese de DNA.

Estudos em animais e observações de exposição humana indicam que os principais efeitos adversos, após inalação e exposição oral, são depressão do sistema nervoso central e dano hepático e renal. Absorção cutânea causa irritação local e efeitos gastrointestinais como náuseas e vômitos e polineurite em humanos e dano hepático em animais. Em estudos em animais, efeitos sobre os rins são observados em maiores doses que sobre o fígado. Alterações hepáticas encontradas em menores doses são acúmulo de lipídeos em hepatócitos resultando em vacuolização celular e degeneração gordurosa. Em maiores doses observa-se necrose hepatocelular (morte celular), fibrose e cirrose. Degeneração de células tubulares e acúmulo de gordura tem sido observado em rins animais.

Exposição humana por via inalatória, em intensidade suficiente para causar insuficiência renal (uremia e retenção de eletrólitos), pode causar também lesão pulmonar secundária. Efeitos sobre o sistema nervoso central seguintes à exposição oral ou inalatória incluem cefaléia, fraqueza, letargia, visão borrada e coma. Exposição em altos níveis, por qualquer destas vias resulta em efeitos hematológicos leves, anemia em humanos e animais e redução da função plaquetária (coagulação) em animais. Supressão da função imunológica (redução na atividade das células formadoras de anticorpos do tipo IgM,

atividade das células T, número de linfócitos) tem sido observado em animais após exposição oral de curta a moderada duração.

Os dados existentes são inadequados para estabelecer toxicidade reprodutiva ou sobre o desenvolvimento em humanos. Em animais, após exposição por via inalatória com duração intermediária, observou-se diminuição da fertilidade e atrofia testicular. Tem efeito mutagênico e motiva aneuploidia em vários estudos em sistemas *in-vitro*.

4.2.7. Tetracloroetano

Tetracloroetano é rapidamente absorvido após inalação e a partir do trato gastrointestinal, mas a absorção dérmica a partir da fase gasosa é mínima. Sua biotransformação é dose-dependente e varia entre espécies. Duas vias metabólicas têm sido demonstradas em roedores: oxidação catalisada pelo citocromo P450 e, como uma rota menor, a conjugação pelo glutathione.

Tetracloroetano tem baixa toxicidade aguda para humanos e animais. Após exposição repetida o principal órgão alvo é o fígado em camundongos e o rim em ratos. Estudos têm mostrado alterações na qualidade do esperma e na fertilidade entre trabalhadores com limpeza a seco. Estudos em mulheres expostas em lojas de limpeza a seco mostram aumento do número de abortos espontâneos, embora possa haver também exposição a outros solventes. Atravessa a placenta de ratos e é metabolizado na placenta ou feto para ácido tricloroacético. Parece ter baixa toxicidade em ratos e coelhos em desenvolvimento (IARC, 1995).

5. DADOS DE SAÚDE EXISTENTES

A equipe do Centro Municipal de Saúde Taquaral, da Prefeitura de Campinas, realizou em março de 2002 um cadastramento dos moradores no entorno da empresa Proquima.

Em setembro do mesmo ano, foi realizado novo cadastramento com investigação de dados de saúde (morbidade e mortalidade). Foram selecionados 60 moradores para avaliação de saúde, com base nos seguintes critérios: residência a mais de 10 anos na área e uso de água de captação subterrânea. Esta avaliação de saúde consistiu de exame clínico e coleta de exames laboratoriais. Os exames laboratoriais realizados dosaram creatinina sérica, glutamato-oxalacetato transaminase (TGO), glutamato-piruvato transaminase (TGP), gama glutamil transferase (γ GT), fosfatase alcalina, antígeno carcinogênio embrionário e alfa feto proteína. Estes exames foram realizados em 24 moradores. A revisão dos prontuários e resultados dos exames feitos, à época, não evidenciou dados representativos de qualquer efeito específico sobre a saúde.

O Centro de Referência em Saúde do Trabalhador (CRST) do município de Campinas realizou, durante o ano de 2002, uma avaliação de saúde dos trabalhadores das empresas Proquima (16 trabalhadores), JL Construtora (7

trabalhadores) e Transportes Gardênia (8 trabalhadores). Foi realizado exame clínico, dosagens laboratoriais e de biomarcadores de exposição (triclorocompostos totais urinários, fenol urinário, ácido hipúrico, ácido metil-hipúrico e metanol). A avaliação atual dos prontuários é inconclusiva quanto à identificação dos efeitos sobre a saúde porque a maioria dos trabalhadores não permaneceu em acompanhamento na unidade.

No entanto, os profissionais responsáveis pelo atendimento destes trabalhadores referem à verificação de eventos mórbidos graves, incluindo processos cancerígenos, em trabalhadores que permaneceram em acompanhamento, que podem estar relacionados à exposição ocupacional ocorrida no passado.

Entrevistas com moradores e freqüentadores da área no entorno da empresa, durante a época de funcionamento da mesma, referiram sintomas como lacrimejamento, ardência visual, irritação de garganta, irritação nasal, cefaléia, associados com a fumaça e odor forte proveniente da Proquima. Estas duas últimas referências são amplamente comprovadas pelos registros na Cetesb das reclamações da população, iniciadas em 1979 até 1996, constantes no **anexo 6.2**. Estes sintomas são indicativos não só de exposição aos compostos, mas também absorção dos mesmos com quadro de intoxicação aguda leve decorrente.

6. RESPOSTAS ÀS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE

Esta seção tem o objetivo de tentar esclarecer algumas dúvidas da população, dentro do escopo de ação deste relatório. Durante as várias visitas realizadas houve oportunidade de entrar em contato com moradores e lideranças locais que conversaram a respeito das ansiedades e preocupações da comunidade, como relatado nos capítulos anteriores. Ao longo deste relatório, se teve 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.

a) *Como vou saber que estou contaminado?*

As atividades da Proquima encerraram-se há 19 anos. Não há exposição atual a nenhuma das substâncias analisadas. Pelas características bioquímicas destas substâncias, elas não se acumulam nos tecidos corporais, ossos e gordura. Portanto, não é possível dosá-las no organismo atualmente e as pessoas que foram expostas a elas no passado, devem ter suas condições de saúde avaliadas e monitoradas, independente da identificação destas substâncias no seu organismo.

b) *Que outros efeitos sobre a saúde, além de câncer, podem ocorrer?*

Estas substâncias têm efeito sobre vários sistemas do organismo. O benzeno tem potencial lesivo sobre os sistemas reprodutor e imunológico. O clorofórmio e o cloreto de metila são lesivos sobre o sistema nervoso, rins e fígado. Vários

contaminantes determinados na área de estudo alteram o desenvolvimento do feto em estudos em animais. É importante lembrar que os efeitos das interações (ação conjunta) destas substâncias sobre o organismo humano é pouco conhecido, especialmente quando em situações de exposição por longo tempo, a baixas doses.

7. IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE - CONCLUSÃO

A determinação das implicações para a saúde das populações expostas, decorrentes da contaminação ambiental da área, é baseada no estabelecimento de exposição aos compostos químicos manipulados na empresa. Esta exposição foi decorrente tanto de falhas no controle de segurança do trabalho durante os processos produtivos, como da manipulação inadequada dos resíduos decorrentes do mesmo. A magnitude desta exposição, assim como a definição de todos os compostos químicos para os quais esta ocorreu, é impossível de se estabelecer no presente.

No entanto, os documentos existentes são abundantes em informações que comprovam que as populações referidas estiveram expostas a compostos químicos perigosos e nocivos a sua saúde. Estas informações são de duas fontes principais: dados ambientais dos estudos de avaliação de risco e relatos dos ex-trabalhadores e moradores.

Sob esta condição de exposição no passado, não é possível estabelecer as doses de exposição aos contaminantes de interesse, às quais estas populações estiveram expostas, sendo impossível definir no momento presente se estas não ultrapassavam os valores de referência ou valores de ingestão diária aceitável.

Mesmo a realização, no presente, de dosagens no sangue destes compostos, não refletirão a magnitude da exposição passada, pelo intervalo de tempo decorrido e o processo de metabolização e excreção dos mesmos. No entanto, a ausência dos compostos no organismo no presente, não exclui a possibilidade de sua presença no passado e da ocorrência de efeito tóxico lesivo no presente ou no futuro.

Não se pode estabelecer a existência de exposição apenas a partir da determinação dos compostos ou seus metabólitos no organismo. Em exposições passadas, dependendo do intervalo de tempo decorrido entre a dosagem dos compostos e a interrupção da exposição, e das características do processo metabólico das substâncias e do organismo dos indivíduos, estes podem não ser mais “dosáveis” nos indivíduos, ou estarem dentro dos valores de referência aceitáveis. Sob esta condição, o estabelecimento da relação causa/efeito - a relação entre os efeitos encontrados na população exposta com os níveis de exposição - pode ser difícil de realizar.

A relação dose-resposta para a ocorrência de um determinado efeito tóxico de um composto é construída a partir de estudos experimentais realizados *in vitro* e em animais em laboratórios. Poucos são decorrentes da observação dos efeitos em populações humanas, pelas dificuldades inerentes a este processo. Aos valores encontrados decorrentes destes estudos são acrescentados fatores de incerteza para extrapolação inter-espécies (IRIS, 1993).

O tempo de exposição para observação do efeito tóxico, apenas em poucos experimentos ultrapassa o período de 2 anos, situação bastante distinta do tempo de exposição observado no presente caso (a empresa Proquima funcionou durante um período de 23 anos). A lesão é investigada em alguns órgãos-alvo definidos ou efeitos definidos, teratogênico, mutagênico, carcinogênico. Um dos problemas decorrentes deste procedimento é a ocorrência de efeitos tóxicos em outros órgãos que não foram pesquisados, fenômeno que tem sido observado inclusive em relação a alguns medicamentos e determinado a interrupção do seu uso pela população.

As respostas observadas nestes estudos são resultantes de experimentações com doses de uma única substância. Nas situações de exposição humana, como a do presente caso, a exposição ocorre a múltiplas substâncias. Geralmente são compostos que interagem com o meio e que penetram no organismo humano por diferentes vias, podendo desenvolver múltiplas formas de interação dos seus mecanismos de ação, metabolismo e efeitos.

Interações toxicológicas podem aumentar ou diminuir a aparente toxicidade de uma mistura em relação ao esperado, com base nas relações dose-resposta dos componentes da mistura (ATSDR, 2001b). Em relação ao aumento de toxicidade quando da exposição a mais de um composto, é admitida a possibilidade de ocorrência de: (i) efeitos aditivos – conseqüente a exposição a duas ou mais substâncias, as quais atuam conjuntamente, mas não interagem, sendo geralmente o efeito total a soma simples dos efeitos decorrentes da exposição separada às substâncias sob as mesmas condições; (ii) efeitos combinados – efeitos sucessivos ou simultâneos de dois ou mais compostos no organismo pela mesma rota de exposição; (iii) efeitos sinérgicos – efeito biológico decorrente da exposição simultânea a duas ou mais substâncias que é maior do que a simples soma dos efeitos que ocorrem seguinte a exposição separadamente a estas substâncias; ou (iv) potencialização, onde uma substância em uma concentração ou dose que por si não tem um efeito adverso acentua o dano causado por outra substância (IUPAC, 1993) .

Assim, embora a análise da relação dose-resposta para identificação do efeito tóxico permaneça válida como indicador de ações de investigação, apresenta limites como norteador de medidas de monitoramento a saúde e de identificação do dano à saúde em populações expostas.

A contaminação dos meios ambientais por produtos tóxicos pode determinar a exposição humana a compostos químicos com variados potenciais lesivos ao organismo humano. A investigação e o monitoramento da saúde de uma população deve ser baseado na identificação da exposição por meio do estabelecimento de rotas de exposição.

A justificativa para o acompanhamento de saúde destas populações não deve ser baseada na presença da doença ou de um biomarcador de exposição. Populações expostas a contaminantes ambientais apresentam um risco adicional de adoecimento. A forma como este vai se manifestar é fruto das diferentes histórias de vida e da multiplicidade de interações dos compostos químicos com o organismo humano.

Afirma-se, assim, que a possibilidade de ocorrência de lesão sobre a saúde a longo prazo, com efeitos carcinogênicos e não-carcinogênicos, aponta para a necessidade de monitoramento permanente e amplo das condições de saúde desta população, ao longo de toda a sua vida, já que a expressão clínica

do dano a saúde pode ser multivariado e tardio. Na possibilidade de ocorrência de um dano grave e irreversível a saúde, a falta de certeza científica absoluta não pode ser o fator impeditivo para que sejam adotadas medidas eficazes de prevenção.

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

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

VII. IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE

ANEXOS

2005

ANEXO VII-1.

Classificação de potencial carcinogênico – International Agency for Research on Cancer (IARC) e IRIS (Integrated Risk Information System), Environmental Protection Agency (EPA) / USA.

Tabela 1.: EPA classificação dos carcinógenos

Categorias	Evidências
A Carcinógeno humano	Dados suficientes em humanos
B Carcinógeno provável humano	
B1	Dados limitados em humanos e dados suficientes em animais
B2	Dados em humanos inadequados ou ausentes e dados suficientes em animais
C Carcinógeno humano possível	Dados em humanos ausentes e dados limitados em animais
D Não há evidências de ser carcinógeno humano	Dados ausentes ou inadequados em humanos ou em animais
E Não carcinógeno humano	Nenhuma evidência em estudos adequados em humanos ou animais.

Tabela 2: IARC classificação dos carcinógenos

Categorias	Evidencias
1 Carcinógeno humano	Dados suficientes em humanos
2A Carcinógeno provável humano	Dados limitados em humanos e dados suficientes em animais OU dados suficientes em animais e outros dados relevantes
2B Carcinógeno humano possível	Dados limitados em humanos OU dados suficientes em animais OU dados limitados em animais e outros dados relevantes
3 Não há evidências de ser carcinógeno humano	Dados ausentes ou inadequados em humanos ou em animais
4 Provável não carcinógeno humano	Nenhuma evidência em estudos adequados em humanos e animais.

ANEXO VII-2.: Principais efeitos sistêmicos tóxicos

Tabela 1: Principais efeitos sistêmicos tóxicos observados em estudos de exposição ao Triclorometano (Clorofórmio) em seres humanos.

EFEITOS	HUMANOS	OBSERVAÇÕES
Respiratórios	Insuficiência respiratória em pacientes sob anestesia.	Ratos e camundongos: toxicidade sobre o trato respiratório superior e inferior, em exposição oral com baixas doses.
Renais	Aumento da β -2 microglobulina em nadadores.	Em animais, após inalação: necrose e calcificação tubular, aumento do peso renal, nefrite intersticial.
Gastrintestinais	Irritação gastrointestinal severa em humanos e animais por ingestão de altas doses. Náuseas e vômitos em trabalhadores expostos a baixas doses devido a neurotoxicidade ou lesão hepática.	Em animais: ausência de estudos pós-inalação.
Hepáticos	Trabalhadores expostos a 2 - 205 ppm por 1 – 4 anos: hepatomegalia (25%), hepatite tóxica (5.6%) e esteatose hepática (20.6%) dos casos de hepatomegalia, e maior frequência de icterícia. Atividade aumentada das enzimas hepáticas e hipergamaglobulinemia.	Em animais: aumento do peso do fígado, aumento dos níveis séricos das transaminases hepáticas indicativos de necrose hepática e evidências histológicas de necrose, cirrose, esteatose, hiperplasia e hepatite tóxica.
Hematológicos	Informações insuficientes.	Estudos em animais sem efeitos (intermediária ; inalação)
Imunológicos	Ausência de estudos.	Estudos limitados.
Neurológicos	Exposição ocupacional crônica: exaustão, ausência de concentração, depressão e irritabilidade.	Em animais: alterações comportamentais em doses orais baixas.
Cardiovasculares	Arritmia cardíaca em pacientes sob anestesia.	Em animais: ausência de estudos adequados. Estudos <i>in vitro</i> indicam possível ação tóxica reversível sobre o coração.
Reprodutivos	Ausência de estudos.	Estudos em animais mostram efeitos adversos.
Sobre o desenvolvimento	Retardo no crescimento intrauterino e baixo peso associado com exposição oral.	Em ratos e camundongos: exposição por via inalatória durante a gestação induziu a fetotoxicidade e teratogenicidade.
Sobre o peso corporal	Ausência de estudos.	Em animais exposição por via inalatória e oral associada com diminuição do ganho de peso, dose – relacionada, e em níveis de exposição similares ou menores daqueles que induzem efeitos hepáticos e renais.

Não foram observadas alterações sobre o sistema endócrino e efeitos adversos oculares e sobre a pele após exposição ao triclorometano.

Tabela 2: Principais efeitos sistêmicos tóxicos observados em estudos de exposição ao 1,2 - Dicloroetano em seres humanos.

EFEITOS	HUMANOS	OBSERVAÇÕES
Renais	Exposição aguda: necrose difusa e tubular e insuficiência renal.	Animais: lesões renais (aumento do peso renal, degeneração tubular, cilindros proteicos, edema do epitélio tubular) em exposições agudas e crônicas, por exposição oral ou inalação, a altas e baixas doses (LOAEL: 58mg/Kg/dia).
Hepáticos	Exposição aguda: aumento das enzimas hepáticas, hepatomegalia, necrose centrolobular extensa, cirrose (570mg/Kg/dia)	Animais: lesões hepáticas (hepatomegalia, esteatose) em exposições agudas e crônicas, por exposição oral ou inalação, a altas e baixas doses (LOAEL: 18mg/Kg/dia).
Imunológicos	Sem estudos	Em camundongos: efeitos imunossupressivos após exposição aguda. Mais sensível alvo para exposição aguda por via oral ou inalação. Exposição crônica sem estudos.
Neurológicos	Exposição aguda: cefaléia, irritabilidade, tonteira, tremor, paralisia parcial e coma.	Animais: efeitos similares. Estudos de exposição intermediária inconclusivos.
Cardiovasculares	Exposição aguda a altas doses (570mg/Kg/dia): insuficiência cardíaca e hemorragia.	Animais: inflamação do miocárdio.

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

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

VIII. CONCLUSÕES - RECOMENDAÇÕES

2005

1. Determinação do Nível de Risco do Local

Uma das principais conclusões de uma avaliação de riscos à saúde é determinar o 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.

Os critérios para a definição dessas categorias encontram-se no **ANEXO 8.1**.

Estas categorias foram selecionadas para:

- Caracterizar o grau de perigo de saúde pública do local com base em fatores tais como a existência de rotas potenciais de exposição humana, a susceptibilidade da comunidade exposta, a comparação dos níveis esperados de exposição humana, com as normas aplicáveis relacionadas com saúde, e a avaliação de dados de efeitos na saúde específicos para a comunidade.
- Determinar: (1) se devem ser tomadas ações para reduzir a exposição humana às substâncias perigosas no local; (2) se é necessária informação adicional sobre a exposição humana e riscos associados à saúde; (3) se esta informação deve ser obtida por meio de amostragem ambiental mais ampla ou de outras ações de saúde, incluindo estudos epidemiológicos ou o estabelecimento de registros ou de um programa de vigilância de saúde ou de educação em saúde ambiental.
- Identificar as lacunas de informação toxicológica específica para uma substância e para aspectos toxicológicos gerais. Estas lacunas de dados poderiam ser consideradas 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, quando 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 registro ou embasar 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;
- Concentrações dos contaminantes dentro e fora do local;
- Potencial de fontes de exposição múltiplas;
- Interações entre os contaminantes;
- Presença de sub-populações 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 à carência de dados sobre a caracterização ambiental ou a falta de informação suficiente sobre saúde humana.

2. Principais Informações para a Caracterização de Risco no Bairro

Mansões Santo Antônio

Na área do entorno da empresa Proquima, no Bairro Mansões Santo Antônio, existem evidências de exposições passadas e, potencialmente, futuras. Não existem riscos à saúde humana, a partir de rotas estabelecidas de exposição no presente.

- Exposições passadas (durante a época de funcionamento da Proquima, 1973 a 1996)
- Houve exposição dos ex-trabalhadores da empresa Proquima às matérias-primas, produtos e resíduos produzidos na empresa, por meio do solo e ar contaminados.
- Houve exposição dos trabalhadores da empresa Transporte Gardênia aos contaminantes de interesse identificados na água subterrânea do poço local.
- Houve exposição dos moradores e freqüentadores da academia de tênis vizinha à empresa Proquima, aos resíduos produzidos na empresa, por meio do ar contaminado.
- É provável que tenha havido exposição dos moradores no entorno da Proquima, com residência na direção dos ventos predominantes, norte/noroeste, ou vizinhos à Rua Hermantino Coelho e suas imediações, ou freqüentadores desta área, aos resíduos produzidos na empresa, por meio do solo e ar contaminados.
- É provável que tenha havido exposição dos habitantes e freqüentadores da academia de tênis vizinha, aos resíduos produzidos na empresa, por meio do solo contaminado.
- As exposições referidas são em relação a substâncias cujas concentrações no meio ambiente não foram estimadas no passado. No entanto, são comprovadas pela descrição do processo de trabalho, relatos dos trabalhadores e moradores e grau de contaminação dos meios ambientais (solo e água subterrâneos) observados no presente.
- Estas exposições podem ter causado efeitos adversos à saúde nas populações expostas. Os efeitos adversos à saúde podem ter ocorrido como resultado dos efeitos tóxicos não carcinogênicos ou da toxicidade carcinogênica dos contaminantes de interesse definidos.
- Não existem dados sobre os efeitos à saúde específicos para as populações expostas ou, quando existem, são insuficientes, dado às incertezas sobre todos os contaminantes potenciais
- **Exposições presentes:**
- Dados disponíveis não indicam que os seres humanos estão sendo expostos a níveis de contaminação que pudessem causar efeitos adversos à saúde.

- **Exposições futuras:**

- Existirá exposição futura das pessoas que venham a utilizar às águas subterrâneas à jusante da Proquima, contaminadas com os resíduos da empresa Proquima.
- Existe a possibilidade de exposições futuras das pessoas que venham a utilizar as águas das nascentes à jusante da Proquima ou das águas do córrego, e residentes e consumidores das águas da rede pública no Condomínio Parque Primavera, ainda não contaminadas segundo as avaliações ambientais atuais realizadas.

8.3. Definição da Categoria de Risco na Área do Bairro Mansões Santo Antônio

Em função do conjunto dos dados avaliados, a equipe de avaliação de risco define a área como **Categoria B - Perigo para a Saúde Pública**.

Esta categoria é utilizada para as áreas que apresentam um perigo para saúde pública como resultado de exposições a longo prazo à substâncias perigosas.

A definição de categoria B, para a área de Mansões Santo Antônio é baseada nos seguintes critérios:

1. Existe evidência de que tenham ocorrido exposições no passado; e
2. As exposições estimadas são relativas as substâncias que, em concentrações tais no meio ambiente e exposições a longo prazo (maiores de 1 ano), podem causar efeitos adversos à saúde em qualquer segmento da população exposta. O efeito adverso para a saúde pode ser devido à toxicidade carcinogênica ou não carcinogênica de uma exposição química. Para um efeito tóxico não carcinogênico, a exposição precisa exceder o MRL crônico estabelecido nos perfis toxicológicos da ATSDR ou outros valores comparáveis.

As exposições referidas são em relação as substâncias cujas concentrações no meio ambiente não foram estimadas no passado. Portanto, não é possível calcular a dose de exposição correspondente e correlacionar com os parâmetros de segurança estabelecidos (MRL, RfD e outros) para efeitos não carcinogênicos. No entanto, a equipe de avaliação de risco considerou esta exposição ocorrida no passado, com magnitude tal que supere estes parâmetros, comprovada pela descrição do processo de trabalho, relatos dos ex-trabalhadores e moradores e grau de contaminação dos meios ambientais (solo e água subterrâneos) observados no presente.

A equipe de avaliação de risco considerou também que esta exposição ocorrida no passado foi a contaminantes com potencial carcinogênico comprovado, inclusive por meio de mecanismo genotóxico, para o qual o potencial lesivo não existe dose mínima estabelecida.

4. RECOMENDAÇÕES

4.1. Recomendações de Saúde

Estas recomendações de saúde se referem às seguintes populações:

1. ex-trabalhadores da empresa Proquima.
2. trabalhadores da empresa Transportes Gardênia até o ano de 2002 (data do fechamento do poço tubular profundo).
3. moradores e freqüentadores da academia de tênis vizinha à empresa Proquima, durante o período de funcionamento da Proquima (1973 a 1996).
4. moradores no entorno da Proquima, com residência na direção dos ventos predominantes, norte/noroeste, ou vizinhos à Rua Hermantino Coelho e suas imediações, ou freqüentadores desta área, durante o período de funcionamento da Proquima (1973 a 1996).

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 estatísticas 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 à substâncias químicas, e porque podem ocorrer patologias diferentes em pessoas expostas ao mesmo composto.

A certeza de que estamos diante de uma população que foi 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 avaliação de saúde de todos ex-trabalhadores da empresa Proquima.
2. Identificação, busca e avaliação de saúde de todos trabalhadores da empresa Transportes Gardênia no período entre 1994 (data provável de início da captação de água subterrânea) e 2002 (ano da interdição do poço).
3. Identificação, busca e avaliação de saúde de todos os moradores e freqüentadores da academia de tênis vizinha à empresa Proquima, durante o período de 1973 a 1996.
4. Identificação, busca e avaliação de saúde de todos os moradores no entorno da Proquima, com residência na direção dos ventos predominantes, norte/noroeste, ou vizinhos à Rua Hermantino Coelho e suas imediações, ou freqüentadores desta área, durante o período de 1973 a 1996.
5. Não recomendamos o estudo de indicadores biológicos de exposição pela sua não aplicabilidade neste caso;

6. 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 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 (sistema voluntário de acompanhamento informado de residentes; Investigação de grupo – cluster, etc.);
- Estabelecimento de parcerias com instituições de saúde e ensino para: oferecer assistência especializada e investigações em subgrupos populacionais específicos (gestantes, crianças, ex-trabalhadores, etc.); e realizar pesquisas que contribuam para a melhoria da assistência a saúde destas populações e o aumento do conhecimento científico existente;
- Estabelecimento de 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.

4.2 Recomendações de Ações Ambientais

Diante dos dados ambientais levantados, principalmente aqueles que determinam a existências de rotas (potenciais ou completas) de exposição humana aos contaminantes decorrentes das atividades da empresa Proquima, e das suas migrações e transformações no ambiente posteriores, considera-se:

- Apesar de não serem significativos quanto aos riscos imediatos de explosão, as medições no PID no Condomínio Parque Primavera acusaram acúmulo de gases no limite recomendável em medições realizadas no início do monitoramento, nos meses de novembro e dezembro de 2001.

- Da mesma forma, mesmo em valores não significativos, as medições de gases voláteis apresentaram valores crescentes e com proliferação em diversos pontos de medição. A origem dos gases como sendo resultado do aquecimento e fadiga dos materiais componentes de tubos, conexões e fios elétricos dos pontos amostrados não parece convincente pela não repetibilidade do fenômeno. O mais provável é que os gases voláteis orgânicos são provenientes da contaminação (comprovada) do solo e que devem continuar sendo monitorados até a remediação definitiva da área.
- A contaminação das águas subterrâneas está definitivamente comprovada. Os contaminantes que ultrapassaram os valores de referência utilizados são os seguintes: Cloreto de vinila, 1,1-dicloroetano, Trans-1,2-dicloroetano, 1,1-Dicloroetano, Cis-1,2-dicloroetano, Clorofórmio, 1,2-dicloroetano, Tetracloreto carbono, Benzeno, 1,2-dicloropropano, Tricloroetano, 1,1,2-tricloroetano, Clorobenzeno, Tolueno, Tetracloroetano, 2,4,6-Triclorofenol, Pentaclorofenol e TPH.
- Pelos dados obtidos neste estudo, observa-se que as maiores concentrações de muitos contaminantes nas águas subterrâneas superam em centenas de vezes os valores de referência. No caso do contaminante cloreto de vinila, a maior concentração encontrada, 73.250 µg/L, é 14.650 vezes maior que o valor de referência utilizado (5 µg/L).
- É interessante notar que a maior concentração ocorre no ponto de amostragem PM-16, aproximadamente 450 metros distante das instalações da antiga Proquima, praticamente na esquina da rua Hermantino Coelho com a rua Clóvis Teixeira. Neste ponto também são detectadas concentrações muito acima dos valores de referência para os contaminantes clorofórmio (30 vezes) e 1,1,2-tricloroetano (8 vezes). Devemos lembrar, neste contexto, o testemunho de ex-trabalhadores da Proquima que assinalavam a existência de uma tubulação clandestina (cano de ferro de 4 polegadas de diâmetro), enterrada, que, a partir da Proquima e ao longo da rua Hermantino Coelho, conduzia os efluentes da empresa diretamente para o córrego que flui nas proximidades.
- Outra observação importante é que as concentrações mais elevadas se distribuem de forma irregular em vários dos pontos de amostragem, dentro e fora da área ocupada pela Proquima. Por outro lado, os pontos de amostragem localizados dentro da área da antiga Proquima com as maiores concentrações são os que estão localizados nas imediações dos locais onde os ex-trabalhadores da empresa assinalaram a presença de “poços sumidouros”.

Em função desses resultados, recomendamos que sejam tomadas medidas de remediação em relação aos pontos de maior concentração e acúmulo de contaminantes (“poços sumidouros”) que se constituem em focos primários da

contaminação, bem como de focos secundários, principalmente os gerados pelas emissões de efluentes ao longo da rua Hermantino Coelho até o córrego. Estes locais representam foco de contaminação relevante para as águas subterrâneas com a conseqüente formação de rotas de exposição aos humanos e danos ao meio ambiente.

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

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2005

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arnts RR, Seila RL, Bufalini JJ. 1989. Determination of room temperature OH rate constants for acetylene, ethylene dichloride, ethylene dibromide, p-dichlorobenzene, and carbon disulfide. J Air Pollut Contr Assoc 39:453-460.

Atkinson R. 1989. Kinetics and mechanisms of the gas-phase reactions of the hydroxyl radical with organic compounds. Journal of Physical and Chemical Reference Data. Monograph No. 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.

ATSDR– Toxicological Profile: Vinyl chloride (CAS 75-01-4) – Draft for Public Comment. Agency for Toxic Substances and Disease Registry / USA. Setembro/2004. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp20.html>

Último acesso: 05/07/2005

ATSDR – Guidance manual for the assessment of joint toxic actions of chemical mixtures, 2001. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.pp:2. Última revisão: 27/05/2004. Último acesso: 07/07/2005.

Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/interactionprofiles/ipga.html>

ATSDR– Toxicological Profile: Carbon Tetrachloride (CAS 56-23-5). Agency for Toxic Substances and Disease Registry / USA. Setembro/2003.

Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp30.html>

Último acesso: 07/07/2005

ATSDR – Toxicological Profiles for chloroform (CAS 67663). Agency for Toxic Substances and Disease Registry / USA. Maio / 2001.

Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp6.html>

Último acesso: 08/07/2005

ATSDR - Toxicological Profile for Benzene. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Setembro/1997.

Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.html>

Último acesso: 08/07/2005

ATSDR– Toxicological Profile: Trichloroethylene (CAS 79-01-6) – Draft for Public Comment. Agency for Toxic Substances and Disease Registry / USA. Set/1997

Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp19.html>

Último acesso: 06/07/2005

ATSDR– Toxicological Profile: Tetrachloroethylene (CAS 127-18-4). Agency for Toxic Substances and Disease Registry / USA. Setembro/1997

Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp18.html>

Último acesso: 06/07/2005

Back NH, Jaffe PR, Shingal N. 1990. Simulating the degradation of TCE under methanogenesis. J Environ Sci Health A25:987-1005.

Barber LB II, Thurman EM, Schroeder MP, et al. 1988. Long-term fate of organic micropollutants in sewage-contaminated groundwater. *Environ Sci Technol* 22:205-211.

Barrio-Lage G, Parsons FZ, Nassar RS, et al. 1986. Sequential dehalogenation of chlorinated ethenes. *Environ Sci Tech* 20:96-98.

Boublik T, Fried V, Hala E. 1984. The vapor pressures of pure substances: Selected values of the temperature dependence of the vapor pressures of some pure substances in the normal and low-pressure region. Volume 17. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Scientific Publications.

Bourg ACM, Mouvet C, Lemer DN. 1992. A review of the attenuation of trichloroethylene in soils and aquifers. *Q J Eng Geol* 25:359-370.

Bradley PM, Chapelle FH. 1996. Anaerobic mineralization of vinyl chloride in Fe(III)-reducing aquifer sediments. *Environ Sci Technol* 30:2084-2086.

Carbon Tetrachloride (CAS 56-23-5). IARC (International Agency for Research on Cancer) , 71 (vol.), p. 401, 1999. Última revisão: 08/04/1999.

Último acesso: 07/07/2005. Disponível em:

<http://www-cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol71/011-carbontetrac.htm>.

Carbon Tetrachloride (CAS 56-23-5). IRIS (Integrated Risk Information System), Environmental Protection Agency (EPA) / USA. Última revisão: 10/01/1992. Disponível em: <http://www.epa.gov/iris/subst/0020.htm>
Último acesso: 07/07/2005.

Chen C, Puhakka JA, Ferguson JF. 1996. Transformations of 1,1,2,2-tetrachloroethane under methanogenic conditions. *Environ Sci Technol* 30:542-547.

Chiang CY, Salanitro JP, Chai EY, et al. 1989. Aerobic biodegradation of benzene, toluene, and xylene in a sandy aquifer-data analysis and computer modeling. *Ground Water* 27:823-834.

Class T, Ballschmiter K. 1986. Chemistry of organic traces in air VI: Distribution of chlorinated Cl-C4 hydrocarbons in air over the Northern and Southern Atlantic Ocean. *Chemosphere* 15:413-427.

Cline PV, Viste DR. 1985. Migration and degradation patterns of volatile organic compounds. *Waste Manage Res* 3:351-360.

Crume RV, Ryan WM, Peters TA, et al. 1990. Risk analysis on air from groundwater aeration. *J Water Poll Control Fed* 62:119-123.

Davis DD, Schmidt JF, Neeley CM, et al. 1975. Effect of wavelength in the gas-phase photolysis of carbon tetrachloride at 253.7, 184.9, 147, and 106.7 nm. *J Phys Chem* 79:11-17.

de Best JH, Salminen E, Doddema HJ, et al. 1998. Transformation of carbon tetrachloride under sulfate reducing conditions. *Biodegradation* 8(6):429-436

DeWalle FB, Chian ESK. 1981. Detection of trace organics in well water near a solid waste landfill. *J Am Water Works Assoc* 73:206-211.

Cis – 1,2 - Dichloroethylene (CAS 156-59-2). IRIS (Integrated Risk Information System), Environmental Protection Agency (EPA) / USA.

Última revisão: 02/01/1995. Último acesso: 07/07/2005

Disponível em: <http://www.epa.gov/iris/subst/0418.htm>

Trans – 1,2 - Dichloroethylene (CAS 156-60-5). IRIS (Integrated Risk Information System), Environmental Protection Agency (EPA) / USA.

Última revisão: 01/01/1989. Último acesso: 07/07/2005

Disponível em: <http://www.epa.gov/iris/subst/0314.htm>

Doong RA, Wu SC. 1992. Reductive dechlorination of chlorinated hydrocarbons in aqueous solutions containing ferrous and sulfide ions. *Chemosphere* 24:1063-1075.

EPA - Environmental Protection Agency. 1979. Water-related environmental fate of 129 priority pollutants. Volume II. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency. EPA4404790298, 49-1 to 49-10.

EPA - Environmental Protection Agency. 1980. Fate of toxic and hazardous materials in the air environment. Research Triangle Park, NC: Environmental Sciences Research Laboratory, Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency. PB80-221948

Eisenreich SJ, Looney BB, Thornton JD. 1981. Airborne organic contaminants of the Great Lakes ecosystem. *Environ Sci Tech* 15:30-38.

EPA - Environmental Protection Agency, 1982. Aquatic fate process data for organic priority pollutants. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards, 155-156, 409-433. EPA440481014.

EPA - Environmental Protection Agency. 1982a. Aquatic fate process data for organic priority pollutants. Washington, DC: US Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards. EPA-440/4-s 1-014.

EPA - Environmental Protection Agency, 1983. Measurements of hazardous organic chemicals in the ambient atmosphere. Menlo Park, CA: SRI International, 99. (authors: Singh HB, et al.) EPA-600/3-83-002.

EPA - Environmental Protection Agency. 1984. Health assessment document for carbon tetrachloride. Cincinnati, OH: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development. EPA-600/8-82-001F.

EPA - Environmental Protection Agency. 1985. Survey of trichloroethylene emission sources. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, I-1 to 2-8, 2-12. EPA-450/3-85-021.

EPA - Environmental Protection Agency. 1987. Land disposal restrictions for certain California list hazardous wastes and modifications to the framework. *Federal Register* 52:25760-25767.

EPA - Environmental Protection Agency. 1993. A literature review of atmospheric transformation products of clean air act title III hazardous air pollutants. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency. EPA/600/R-94/088.

Fogel MM, Taddeo AR, Fogel S. 1986. Biodegradation of chlorinated ethenes by a methane-utilizing mixed culture. *Appl Environ Microbiol* 51:720-724.

Galbally IE. 1976. Man-made carbon tetrachloride in the atmosphere. *Science* 193:573-576.

Garbarini DR, Lion LW. 1986. Influence of the nature of soil organics on the sorption of toluene and trichloroethylene. *Environmental Science and Technology* 20: 1263-1269.

Geyer H, Politzki G, Freitag D. 1984. Prediction of ecotoxicological behavior of chemicals: relationship between n-octanol/water coefficient and bioaccumulation of organic chemicals by alga *Chlorella*. *Chemosphere* 13(2):269-284.

Gibson DT. 1977. Biodegradation of aromatic petroleum hydrocarbons. In: Wolfe DA, ed. *Fate and effects of petroleum hydrocarbons in marine ecosystems and organisms*. New York, NY: Pergamon, 36-46.

Goodman MA, Tuazon EC, Atkinson R, et al. 1986. A study of the atmospheric reactions of chloroethanes with OH radicals. In: *ACS Div Environ Chem 192nd Nat1 Mtg* 26: 169- 171.

Gossett RW, Brown DA, Young DR. 1983. Predicting the bioaccumulation of organic compounds in marine organisms using octano/water partition coefficients. *Marine Poll Bull* 14 (10):387-392.

Hall LC, Mallon B, Hsieh P, et al. 1989. Health risk assessment of trans-1,2-dichloroethylene in California drinking water. *Environmental Sciences Division, Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, CA*.

Hallen RT, Pyne JW, Molton PM. 1986. Transformation of chlorinated ethenes and ethanes by anaerobic microorganisms. Abstract. Presented before the Division of Environmental Chemistry, American Chem Soc. 192nd Ann Meeting, Anaheim, CA. Sept. 7-12, 1986. p. 344-346.

Hallenbeck, W.H. *Quantitative risk assessment for environmental and occupational health* (2nd ed.). ISBN 0-87371-801-1. Lewis Publis.,INC. London: 1993, pp. 23.

Hampson RF. 1980. *Chemical kinetic and photochemical data sheets for atmospheric reactions*. Washington, DC: U.S. Department of Transportation.

Howard PH, ed. 1990. *Handbook of environmental fate and exposure data*. Vol. II. Chelsea, MI: Lewis Publishers, Inc., 85-91.

HSDB. *Hazardous Substances Databank*. 1995. National Library of Medicine, National Toxicology Information Program (via TOXNET),. Bethesda, MD. October 1995.

HSDB. 1996. *Hazardous Substances Data Bank*. National Library of Medicine, National Toxicology Program (via TOXNET), Bethesda, MD. January 1996.

IARC – International Agency for Research on Cancer, 1999.

Disponível em: <http://www-cie.iarc.fr/monoeval/studiesanimals.html>.

Data da última atualização: 05/01/1999.

IPCS – International Programme on Chemical Safety. *General Scientific Principles of Chemical Safety*. Training Module No. 4. World Health Organization, 2000.

IRIS - Integrated Risk Information System. Trichloromethane. *Carcinogenicity Assessment for Lifetime Exposure*. Última revisão: 19/10/2001.

IRIS - Integrated Risk Information System. Reference Dose (RfD): Description and Use in Health Risk Assessments. Background Document 1A. March 15, 1993.

IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry. *Pure Appl. Chem.*, 1993, 65 (9), pp. 2003 – 2122.

Página atualizada em 11/09/2001. Disponível em: <http://sunsite.tus.ac.jp/pub/academic/chemistry/iupac/Download/reports/1993/6509duffus/>

Jung WT, Fujita M, Sohn DH. 1992. Levels of volatile halogenated hydrocarbons in Tokyo rain and their seasonal, time-series changes. *Eisei Kagaku* 38:490-497.

Kawamura K, Kaplan IR. 1983. Organic compounds in the rainwater of Los Angeles. *Environ Sci Technol* 17:497-501.

Karickhoff SW. 1981. Semi-empirical estimation of sorption of hydrophobic pollutants on natural sediments and soils. *Chemosphere* 10:833-846.

Kenaga EE. 1980. Predicted bioconcentration factors and soil sorption coefficients of pesticides and other chemicals. *Ecotoxicol Environ Safety* 4:26-38.

Klecka GM, Gonsior SJ. 1983. Nonenzymatic reductive dechlorination of chlorinated methanes and ethanes in aqueous solution. Report ES-645. Dow Chemical USA Environmental Research Lab, 32 p.

Kosson DS, Dienemann EA, Ahlert RC. 1985. Characterization and treatability studies of an industrial landfill leachate (Kin-But I). *Proceedings of the Industrial Waste Conference* 39:329-341.

Lesage S, Jackson RE, Priddle MW, et al. 1990. Occurrence and fate of organic solvent residues in anoxic groundwater at the Gloucester Landfill, Canada. *Environmental Science and Technology* 24(4):559-566.

Lorah MM, Olsen LD. 1999. Degradation of 1,1,2,2-tetrachloroethane in a freshwater tidal wetland: Field and laboratory evidence. *Environ Sci Technol* 33:227-234.

Lyman WJ. 1982.. Adsorption coefficient for soils and sediments. In: Lyman WJ, Reeh1 WF, Rosenblatt DH, eds. *Handbook of chemical property estimation methods*. New York, NY: McGraw Hill Book Co., 4-1-4-33.

Mabey WR, Barich V, Mill T. 1983. Hydrolysis of polychlorinated alkanes. In: *Symp Amer Chem Sot Div Environ Chem 186th Nat1 Mtg*. Washington DC. 23:359-361.

Mackay D, Leinonen PJ. 1975. Rate of evaporation of low-solubility contaminants from water bodies to atmosphere. *Environ Sci Technol* 9:1178-1180.

McAllister PM, Chiang CY. 1994. A practical approach to evaluating natural attenuation of contaminants in ground water. *Ground Water Monitoring and Remediation* 14:161-173.

McCarty PL, Siegrist H, Vogel TM, et al. 1986. Biotransformation of groundwatercontaminants: Final report. Department of Civil Engineering, Stanford University, Stanford, CA.

Molton PM, Hallen RT, Pyne JW. 1987. Study of vinyl chloride formation at landfill sites in California. Report BNWL-2311206978. Richland, WA: Batelle Pacific Northwest Laboratories. (PB87-161278).

MRL (Minimal Risk Level). [Text on line] 2003.

Disponível em URL: <http://www.atsdr.cdc.gov/mrls.html>.

Pankow JF, Rosen ME. 1988. Determination of volatile compounds in water by purging directly to a capillary column with whole column cry&rapping. Environ Sci Technol 22(4):398-405.

Park KS, Sorensen DL, Sims JL, et al. 1988. Volatilization of wastewater trace organics in slow rate land treatment systems. Haz Waste Haz Mat 5 (3):219-229.

Parsons F, Wood PR, DeMarco J. 1984. Transformations of tetrachloroethene and trichloroethane in microcosms and groundwater. J Am Water Works Association 76:56-59.

Pearson CR, McConnell G. 1975. Chlorinated Cl and C2 hydrocarbons in the marine environment. Proc R Soc Lond [Biol] 189:305-332.

Reinhard M, Goodman NL, Barker JF. 1984. Occurrence and distribution of organic chemicals in two landfill leachate plumes. Environmental Science and Technology 18:953-961.

Sabljić A. 1984. Prediction of the nature and strength of soil sorption of organic pollutants by molecular topology. J Agric Food Chem 32:243-246.

Sahel GV, Clark TP. 1984. Volatile organic compounds as indicators of municipal solid waste leachate contamination. Waste Manag Res 2: 119-130.

Salanitro JP. 1993. The role of bioattenuation in the management of aromatic hydrocarbon plumes in aquifers. Ground Water Monitoring and Remediation 13: 150-161.

Sawhney BL. 1989. Movement of organic chemicals through landfill and hazardous waste disposal sites. In: Reactions and movement of organic chemicals in soils. SSSA special publication no 22, 447-474.

Schultz B, Kjeldsen P. 1986. Screening of organic matter in leachates from sanitary landfills using gas chromatography combined with mass spectrometry. Water Res 20:967-970.

Seip HM, Alstad J, Carlberg GE, et al. 1986. Measurement of mobility of organic compounds in soils. Sci Total Environ 50:87-101.

Shah JJ, Heyerdahl EK. 1988. National ambient volatile organic compounds (VOCs) data base update. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development. PB88-195631.

Singh HB, Salas LJ, Smith A, et al. 1980. Measurements of some potentially hazardous organic chemicals in urban environments. Atmos Environ 15:601-612.

Singh HB, Salas JL, Smith AJ. 1981. Measurements of some potentially hazardous chemicals in urban environments. Atmos Environ 15:601-612.

Smith LR, Dragun J. 1984. Degradation of volatile chlorinated aliphatic priority pollutants in groundwater. Environ Int 10:291-298.

Stevens VL. 1979. 1,2-Dichloroethylene. In: Grayson M, Eckroth D, eds. Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology, 3rd ed., Vol. 5. New York, NY: John Wiley and Sons, 742-745.

Swann RL, Laskowski DA, McCall PJ, et al. 1983. A rapid method for the estimation of the environmental parameters octanol/water partition coefficient, soil sorption constant, water to air ratio, and water solubility. Res Rev 85:17-28.

Tancrede M, Yanagisawa Y, Wilson R. 1992. Volatilization of volatile organic compounds from showers - I. Analytical method and quantitative assessment. Atmos Environ 26a:1103-1111.

1,1,2 - Trichloroethene (CASRN 79-00-5). IRIS (Integrated Risk Information System), Environmental Protection Agency (EPA) / USA.

Última revisão: 01/02/1994.

Disponível em: <http://www.epa.gov/iris/subst/0198.htm>. Último acesso: 08/07/2005

Trichloroethylene (CAS 79-01-6). IARC (International Agency for Research on Câncer) , 63 (vol.), p. 75, 1995. Última revisão: 20/05/1997.

Disponível em: [http://www-
ie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol63/trichloroethylene.htm](http://www-
ie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol63/trichloroethylene.htm)

Último acesso: 06/07/2005.

Tetrachloroethylene (CAS 127-18-4). IARC (International Agency for Research on Câncer) , 63 (vol.), p. 159, 1995. Última revisão: 20/05/1997.

Disponível: [http://www-
cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol63/tetrachloroethylene.htm](http://www-
cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol63/tetrachloroethylene.htm)

Último acesso: 06/07/2005.

TOXNET – National Library of Medicine – SIS – Specialized Information Services

Disponível: <http://toxnet.nlm.nih.gov/>

Último acesso: 13/07/2005

Uchrin CG, Mangels G. 1987. Sorption equilibria of benzene and toluene on two New Jersey coastal plain ground water aquifer solids. J Environ Sci Health [A] 22:743-758.

Urano K, Murata C. 1985. Adsorption of principal chlorinated organic compounds on soil. Chemosphere 14:293-299.

Vinyl chloride (CASRN 75-01-4). IRIS (Integrated Risk Information System), Environmental Protection Agency (EPA) / USA. Última revisão: 08/07/2000.

Disponível em: <http://www.epa.gov/iris/subst/1001.htm>

Último acesso: 06/07/2005

Verschueren K. 1983. Handbook of environmental data of organic chemicals. 2nd ed. New York, NY: Van Nostrand Reinhold Co., 487-488.

Vogel TM, Criddle CS, McCarty PL. 1987. Transformations of halogenated aliphatic compounds. Environ Sci Technol 21:722-736.

Wallace LA. 1986. Personal exposures, indoor and outdoor air concentrations and exhaled breath concentrations of selected volatile organic compounds

measured for 600 residents of New Jersey, North Dakota, North Carolina and California. *Toxicol Environ Chem* 12:215-236.

Wilson JT, Enfield CG, Dunlap WJ, et al. 1981. Transport and fate of selected organic pollutants in a sandy soil. *J Environ Qual* 10:501-506.

Zytner RG, Biswas N, Bewtra JK. 1989. Adsorption and desorption of perchloroethylene in soils, peat moss, and granular activated carbon. *Canadian Journal of Civil Engineering* 16:798-806.