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

## MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

## IV. CONTAMINANTES DE INTERESSE

**2005**

## 4.1. 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 monitoraniento), 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.

## 4.2. 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 n° 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.

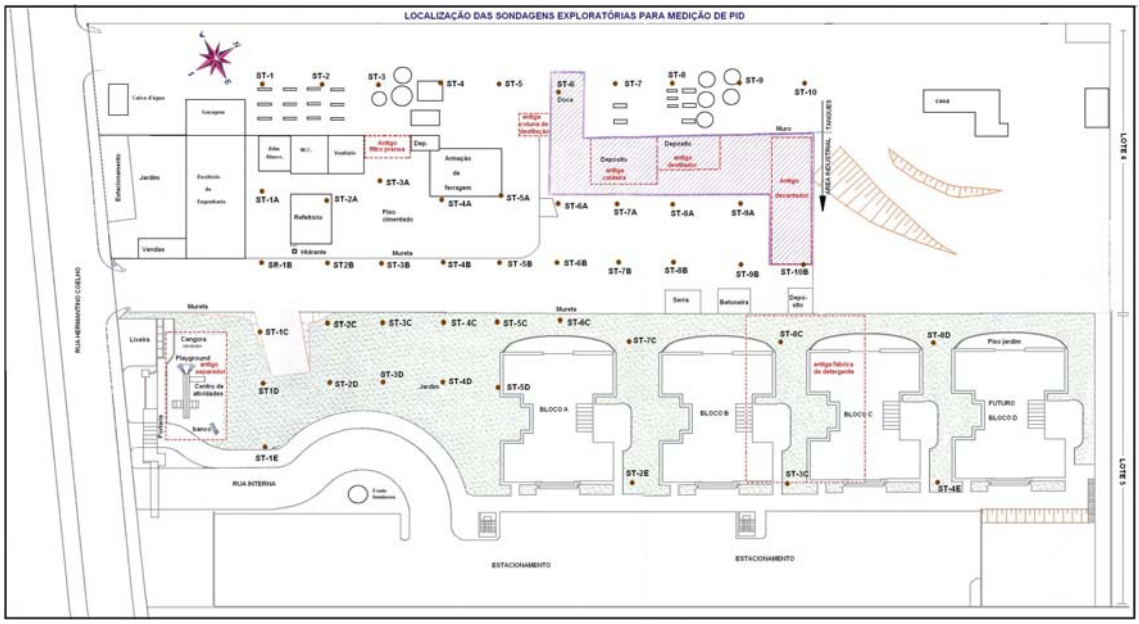
## 4.3. DADOS SOBRE A CONTAMINAÇÃO DOS MEIOS AMBIENTAIS

### 4.3.1. 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 4.1.**

**Figura 4.1.** Localização dos pontos de sondagens superficiais




No lote 4, onde ocorriam as principais atividades da Proquima, a investigação superficial (ST1 - ST 10; ST 1 A - ST 9 A e ST 1B - ST 10B) com medidas de gases voláteis apresentou valores registrados pelo PID variando em média de 0,2 ppm a 1.506 ppm, sendo que a Área Industrial apresentou os maiores valores registrados do PID, além do forte odor de óleo e solventes observados nas amostras analisadas.

No lote 5, onde estão os prédios construídos do condomínio, a investigação superficial (ST 1C - ST 9C; ST 1D - ST 5D e ST 1E - ST 4E) com medidas de gases voláteis apresentou valores registrados pelo PID variando em média de 1,5 ppm a 6,1 ppm. Apenas na região da divisa do terreno com área da Proquima (entre a rua e o Bloco A) as medidas registradas do PID mostraram valores superiores, em média de 17,4 ppm a 121,5 ppm, e odor médio a forte de óleo e solventes nas amostras analisadas.

#### 4.3.1.1. 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 (ATSDR, 1992) nos estudos de avaliação de risco à saúde humana.

Somente duas amostras de solo superficial, sob os critérios acima relacionados, foram coletadas, ambas na área industrial da Proquima. Os dados referentes a estas amostras são apresentados na **tabela 4.1.**

**Tabela 4.1.** Principais resultados das análises em solo superficial

| **Poço Monitor.** | **ST01** Prof.: (0,0-0,5m) | **ST02** Prof.: (0,0-0,5m) | **Cetesb*** | **Padrão Holandês**** | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Metais (mgKg)** | | | | T | I |
| Cd | **15** | 6 | **15** | 5,5 | **10,4** |
| Cu | **103** | **35** | **500** | 104 | **174** |
| **Orgânicos (mgKg)** | | | | | |
| Tetracloroeteno | 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 4.2.**

**Tabela 4.2.** Principais resultados das análises de metais em solo profundo

| **Furo de sondagem** | **ST-01** Prof. am (m) | **ST-02** Prof. amostra (m) | | **ST-03** Prof. amostra(m) | | **ST-04** Prof. amostra(m) | | **Cetesb*** | **Padrão Holandês**** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Metais (mgKg)** | **8,4-9,6** | **2,4-3,** | **9,6-10,** | **8,6-9,1** | **11,6-12,** | **8,7-9,3** | **12,1-13** | | **T** | **I** |
| 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 |

| **Furo de sondagem** | **ST-05** Prof. am (m) | **ST-06** Prof. amostra (m) | | **ST-07** Prof. amostra(m) | | **Cetesb*** | **Padrão Holandês**** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Metais (mgKg)** | **8,4-9,6** | **4-5m** | **14-15m,** | **7,2-8,4m** | **11,6-12,** | | **T** | **I** |
| 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.

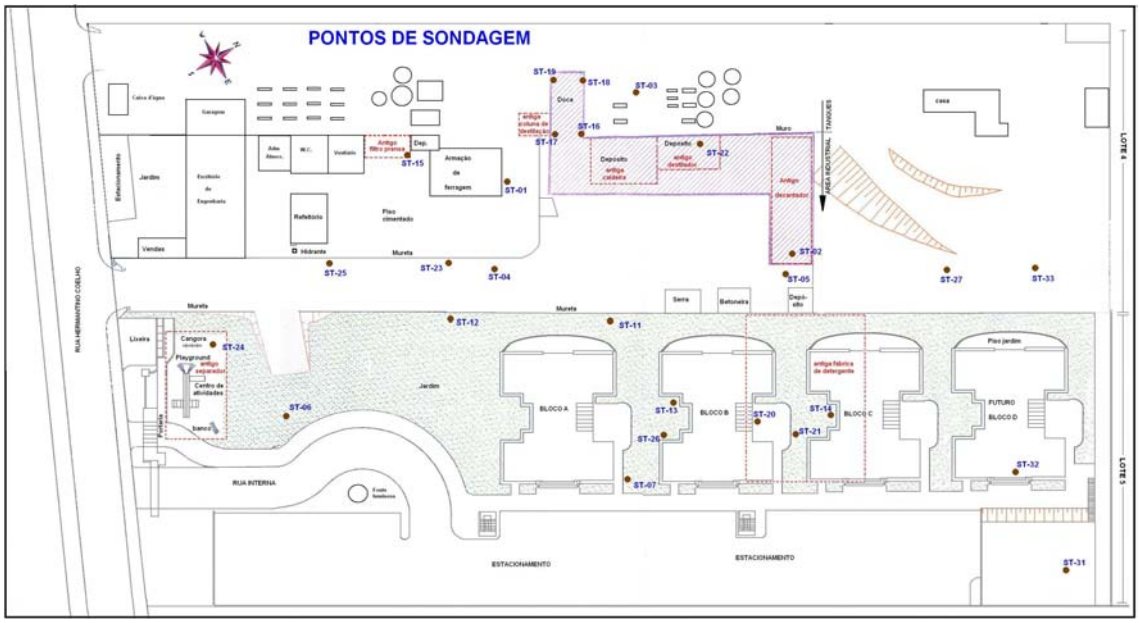
A etapa de detalhamento, realizada pela Arcadis em junho de 2002, foi baseada nos resultados obtidos na etapa de investigação inicial e em função de informações adicionais sobre as atividades da antiga indústria Proquima. Foram realizados 28 furos de sondagem, denominados (ST) e numerados de ST-11 até 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 4.2.** assinala os pontos de sondagem de onde foram coletadas amostras para a análise química.

**Figura 4.2.** 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 Proquima 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 Tetracloroeteno e 5.400 µg/kg para 1,1,2-Tricloroetano. Além destes compostos, o 1,1,2,2-Tetracloroetano 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 Tetracloroeteno; 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.

### 4.3.2. Água

#### 4.3.2.1. 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 4.1.).**

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 4.3.**

**Tabela 4.3.** 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<br>Lab.: TASQA |
| Dez.2001 | Cavalete da obra | Orgânicos voláteis: <VMP[2]<br>Organ. Semi-voláteis: ND | Presença de Trihalometanos<br>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]<br>Orgânicos voláteis: <L.D<br>Organ. Semi-voláteis: ND<br>Na nascente: Mn <VMP[2] | Lab: CEIMIC |
| | Apartamento 121 | | |
| | Reservatório Sub-solo | | |
| | Cavalete da quadra | | |
| 26/07/2002 | Cavalete de entrada<br>Diclorometano: 14,1 µg/L | Organ. Semi-voláteis: <L.D.[1]<br>Pesticidas: : <L.D.[1]<br>Outros org.: : <L.D.[1] | Presença de Trihalometanos<br>Lab.: TASQA |
| | Reservatório Sub-solo<br>Presença de tolueno | Organ. Semi-voláteis: <L.D.[1]<br>Diclorometano: 17 µg/L<br>Pesticidas: : < L.D.* | |
| | Apto. 4<br>Presença de tolueno | Benzeno: 0,5 µg/L<br>Diclorometano: 13,3 µg/L<br>Pesticidas: : <L.D.[1] | |
| 17/09/2002 | Reservatório Sub-solo | Organ. Semi-voláteis: <L.D.[1]<br>Pesticidas: <L.D.[1] | Presença de Trihalometanos<br>Lab.: TASQA |
| | Apto. 4 (térreo) | | |
| | Cavalete de entrada | | |
| | Quadra Tênis | | |
| 02/07/2003 | Cavalete | Compostos orgânicos: <L.D.[1]<br>Pesticidas: L.D.[1] | Presença de Trihalometanos, Diclorometano<br>Lab.: TASQA |
| | Reservatório Sub-solo | Compostos orgânicos: <L.D.[1]<br>Pesticidas: <L.D.[1] | |
| | Apto. 4 (térreo) | Compostos orgânicos: <L.D.[1]<br>Pesticidas: <L.D.[1] | |
| 22/03/04 | Apto. 4 | Compostos orgânicos: <L.D | Presença de Trihalometanos<br>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

#### 4.3.2.2. Nascentes e cacimbas localizadas no entorno da área

##### 4.3.2.2.1. 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 1 (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 4.4.**

**Tabela 4.4.** 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<br>R. José F. Amorim112<br>Al, Fe e Mn >VMP[2] | Padrões Potab.: <VMP[2]<br>Coliformes > VMP<br>Presença de: Tetracloreto de Carbono e Tricloroetano | Lab.: Cetesb |
| 08/04/2002 | Poço R. João Preda 175 | Padrões Potabilidade: <VMP[2]<br>Coliformes > VMP[2] | Lab.: Cetesb |
| Maio 2002 | Poço R. João Preda 175 | Metais: <VMP[2]<br>Orgânicos voláteis: <L.D<br>Organ. Semi-voláteis: ND | Lab: CEIMIC |
| | Nascente R. José Freitas Amorim 112 Mn > VMP[2] | | |
| 06/07/2002 | Nascente<br>R. José F. Amorim112<br>Mn > VMP[2] | Metais: < VMP[2]<br>Organoclorados, entre outros: Dicloroeteno, Tetracloroeteno, Tricloroetano | Lab: CEIMIC |
| | Poço R.Júlio S. Valle 85 | Padrões Potabilidade: < VMP[2]<br>Coliformes > VMP[2] | |
| 18//11/2003[3] | Am.01-Mina (09205/03) | Acetona: 627,5 µg/L<br>Clorofórmio: 15,1 µg/L | Demais comp. Orgânicos[4] c/ conc. abaixo do Limite de Quantificação = < LQ<br><br>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. | |

**Tabela 4.4.** Principais resultados analíticos das amostras de água de cacimbas e nascentes no entorno do *site* da Proquima (continuação)

| Data | Principais resultados | | |
|---|---|---|---|
| | **Local** | **Resultado** | **Observações** |
| 18//11/2003 | Nascente R. José Freitas Amorim 112 | Metais: : < VMP[2]<br>Orgânicos[5]: < VMP[2] | Lab.: CQA |
| | Nascente R. José Freitas Amorim 140 - Tanque | Metais: : < VMP[2]<br>Orgânicos[5]: < VMP[2] | |
| | Nascente R. José Freitas Amorim[6] - Tanque | Metais: : < VMP[2]<br>Orgânicos[5]: < VMP[2] | |
| | R. José Freitas Amorim s/n - Poço | Metais: : < VMP[2]<br>Orgânicos[5]: < VMP[2] | |
| | R. Lauro Vanucci[6] - Poço | Cr, Fe, Mn > VMP<br>Orgânicos[5]: < VMP[2] | |
| | R. Júlio Souza Vale[6]- Poço | Metais: : < VMP[2]<br>Orgânicos[5]: < VMP[2] | |
| | Poço - R. Júlio S. Vale 85<br>Metais: : < VMP[2] | Metais: : < VMP[2]<br>Orgânicos[5]: < VMP[2] | |
| | Nascente R. Lourenço M A Prado 307 | Metais: : < VMP[2]<br>Orgânicos[5]: < VMP[2] | |
| | Nascente - R. Lourenço M A Prado[6] | Metais: : < VMP[2]<br>Orgânicos[5]: < VMP[2] | |
| 17//06/2004 | Nascente<br>R. José F. Amorim112 | Presença de compostos organoclorados, entre outros: Dicloroeteno, Tetracloroeteno, 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-Dicloroeteno, Etilbenzeno, Tetracloreto de Carbono, Tetracloroeteno, Tetracloroetano, tolueno, Tricloroeteno, m+p-Xileno, o-Xileno

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

6 – Localização exata (número) não fornecida

#### 4.3.2.3. 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 4.5.** 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 "Jacareí". 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 4.5.** 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 na **tabela 4.6. e 4.7.**

**Tabela 4.6.** Principais resultados analíticos de metais nas amostras de água subterrânea da primeira campanha de amostragem.

| **Poço Monitor.** | **PM-01** | **PM-02** | **PM-03** | **PM-04** | **PM-05** | **PM-06** | **PM-07** | **Port. 518 (MS)** | **Padrão Holandês** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Metais (µg/L)** | | | | | | | | | **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** |
| **Tl** | <300 | <300 | <300 | <300 | <300 | <300 | <300 | **-** | 3,5 | **7,0** |
| **Zn** | <200 | <200 | <200 | <200 | <200 | <200 | <200 | **5000** | 433 | **800** |

**Tabela 4.7.** Principais resultados analíticos nas amostras de água subterrânea da primeira campanha de amostragem

| Poço de Monitoramento / Orgânicos (µg/L) | 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 - Dicloroeteno | <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-Dicloroeteno | <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-Dicloroeteno | <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 |
| Tetracloreto 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 |
| Tricloroeteno | <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- Tricloroeteno | <5 | 3100 | 3475 | 2775 | 125 | 5100 | 4150 | - | 65 | 130 |
| Tetracloroeteno | <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 |

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 Proquima operava (lotes 4 e 5), numerados de PM-07B a PM-15 (**tabela 4.8.)**

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

| Poço de Monitoramento | Profundidade Total (m) | Prof. do NA (m) | Cond. Elétrica (µS/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 analisadas são apresentados nas **tabelas 4.9. e 4.10.**

Também na segunda campanha de amostragem, 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.

**Tabela 4.9.** Principais resultados analíticos de metais em água subterrânea

| Metais (µg/L) | POÇOS DE MONITORAMENTO | | | | | | | | | | | Portaria 518 | Padrão Holanda | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 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 |

**Tabela 4.10.** 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 | PM-12 | Portaria 518 | Padrão Holandês | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | T | I |
| Clorelo de Vinila | 9100 | <5 | 4300* | 2400 | 810 | 25 | <25 | **5** | 2,5 | **5** |
| 1,1 - Dicloroeteno | 500 | <5 | 90 | 60 | 50 | <25 | <25 | **30** | 5 | **10** |
| Cloreto de Metileno | <1000 | <10 | 11400 | <100 | 165 | <50 | <50 | **20** | 500 | **1000** |
| Acetona | <1000 | <10 | 53500 | <100 | 290 | <50 | <50 | **-** | - | **-** |
| **Trans-1,2-Dicloroeteno** | 400*j | <5 | <50 | 30*j | 20*J | <25 | 25 | **-** | 10 | **20** |
| **1,1-Dicloroetano** | 1700 | <5 | 280 | 300 | 205 | 60 | 100 | **-** | 454 | **900** |
| *Cis*-1,2-Dicloroeteno | 5000 | <5 | 340 | 230 | 155 | 30 | 100 | **-** | 10 | **20** |
| **Clorofórmio** | 17800 | <5 | <50 | 1540 | 700 | 695 | 950 | **300** | - | **-** |
| **1,1,1-Tricloroetano** | <500 | <5 | <50 | <50 | <25 | <25 | <25 | **600** | 150 | **300** |
| **Tetracloreto Carbono** | 900 | <5 | <50 | 70 | <25 | <25 | 125 | **2** | - | **-** |
| **Benzeno** | 1000 | <5 | 1120 | 70 | 105 | <25 | <25 | **5** | 15 | **30** |
| **1,2-Dicloroetano** | <500 | 2 | 5100 | <50 | 210 | <25 | <25 | **10** | 204 | **400** |
| **Tricloroeteno** | 800 | <5 | 50 | 120 | 60 | 30 | 40 | **70** | 262 | **500** |
| **1,2-Dicloropropano** | <500 | <5 | <50 | <50 | <25 | <25 | <25 | **-** | 40 | **80** |
| **Tolueno** | <500 | <5 | 17900 | <50 | 125 | <25 | <25 | **170** | 504 | **1000** |
| **1,1,2- Tricloroeteno** | 14000 | <5 | <50 | 1250 | 575 | 430 | 70 | **-** | 65 | **130** |
| **Tetracloroeteno** | 2500 | <5 | 60 | 240 | 55 | 45 | 145 | **40** | 20 | **40** |
| **Clorobenzeno** | <500 | <5 | 570 | 110 | 56 | <25 | <25 | **20** | 90 | **180** |
| **Etilbenzeno** | <500 | <5 | 60 | <50 | <25 | <25 | <25 | **200** | 77 | **150** |
| **Xileno (total)** | <500 | <5 | <50 | <50 | <25 | <25 | <25 | **300** | 35 | **70** |
| **Estireno** | <500 | <5 | <50 | <50 | <25 | <25 | <25 | **20** | 153 | **300** |
| **Fenol Total** | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | **--** | 1000 | **2000** |

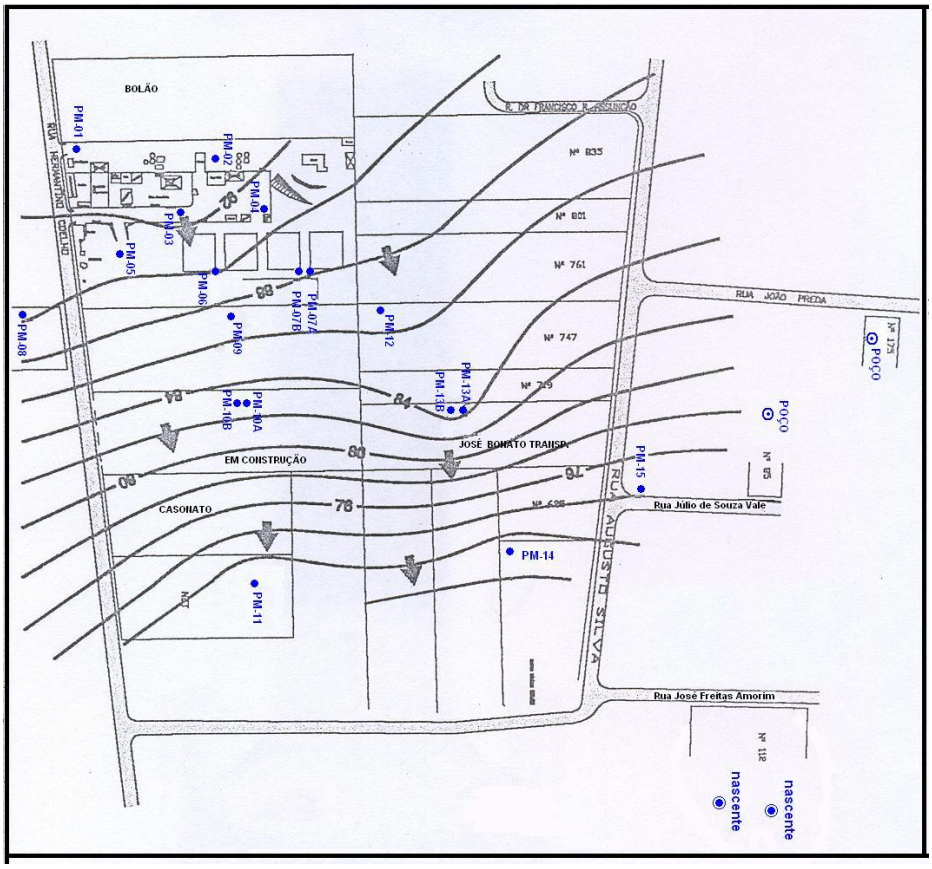
**Tabela 4.10.** Principais resultados analíticos de compostos orgânicos em água subterrânea (continuação)

| Poço Monitoramento | PM-13A | PM-13B | PM-14 | PM-15 | Port518 | Padrão Holandês | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Orgânicos (µg/L) | | | | | | T | I |
| Clorelo de Vinila | <25 | 5100 | <25 | <25 | **5** | 2,5 | **5** |
| 1,1 - Dicloroeteno | <25 | 1000 | 4*J | 5 | **30** | 5 | **10** |
| Cloreto de Metileno | <50 | <1000 | <10 | <10 | **20** | 500 | **1000** |
| Acetona | <50 | <1000 | <10 | <10 | **20** | - | **-** |
| **Trans-1,2-Dicloroeteno** | 25 | 25 | <500 | 5 | **<5** | 10 | **20** |
| **1,1-Dicloroetano** | 110 | 700 | 30 | 8 | **-** | 454 | **900** |
| **Cis-1,2-Dicloroeteno** | 100 | 2200 | 22 | 10 | **-** | 10 | **20** |
| **Clorofórmio** | 1800 | 8400 | 500 | 138 | **300** | - | **-** |
| **1,1,1-Tricloroetano** | <25 | <500 | <5 | <5 | **600** | 150 | **300** |
| **Tetracloreto Carbon** | 225 | <500 | 108 | 25 | **2** | - | **-** |
| **Benzeno** | <25 | 600 | <5 | <5 | **5** | 15 | **30** |
| **1,2-Dicloroetano** | <25 | 13600 | <5 | <5 | **10** | 204 | **400** |
| **Tricloroeteno** | 70 | 1200 | 14 | 13 | **70** | 262 | **500** |
| **1,2-Dicloropropano** | <25 | <500 | <5 | <5 | **-** | 40 | **80** |
| **Tolueno** | <25 | <500 | <5 | <5 | **170** | 504 | **1000** |
| **1,1,2- Tricloroeteno** | 170 | 20700 | 85 | 112 | **-** | 65 | **130** |
| **Tetracloroeteno** | 175 | 800 | 39 | 19 | **40** | 20 | **40** |
| **Clorobenzeno** | <25 | <500 | <5 | <5 | **20** | 90 | **180** |
| **Etilbenzeno** | <25 | <500 | <5 | <5 | **200** | 77 | **150** |
| **Xileno (total)** | <25 | <500 | <5 | <5 | **300** | 35 | **70** |
| **Estireno** | <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 4.3.**

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 4.3.** Localização dos poços de monitoramento e Mapa potenciométrico



### 4.3.3. Ar

#### 4.3.3.1. Emissões atmosféricas durante as atividades da Proquima

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.

#### 4.3.3.2. 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.

#### 4.3.3.3. Monitoramento de índices de explosividade e gases voláteis

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 Proquima, lote 4).

A **tabela 4.11.** assinala o tipo e localização dos pontos de medição dos índices de explosividade e concentração de gases voláteis.

**Tabela 4.11.** 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 de tancagem |
| 12 | ST7 | Perfuração Sondagem trado | Área de 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 Passaport 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 4.12.** indica as principais ocorrências nas medições realizadas durante o monitoramento dos índices de explosividade e concentrações de gases voláteis.

**Tabela 4.12.** 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<br>19 | | | 12 e 14<br>1 e 5 |
| Dezembro 2001 | 82,4<br>21,5 | | | 14<br>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<br>3,6 e 9 |
| Março 2003*** | | -0- | 25 | 2,3,5,6 e 9 |
| Maio 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 n°11 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.

### 4.3.3.4. Monitoramento do ar ambiente

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 4.13.**

**Tabela 4.13.** 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, Dicloroeteno - 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).

## 4.4. AVALIAÇÃO DOS DADOS AMBIENTAIS EXISTENTES

### 4.4.1. Solo

Uma deficiência dos dados 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 4.14**.

**Tabela 4.14.** 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 os eventos de derrames e vazamentos durante o manuseio, não justificam a forte contaminação observada nas águas subterrâneas.

### 4.4.2. Água

#### 4.4.2.1. 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 do Ministério da Saúde.

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 4.2.**

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.

#### 4.4.2.2. Água de nascentes e cacimbas

A presença de bactérias do grupo *coliformes* em águas de captação subterrânea, principalmente do aqüífero 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 **tetracloreto de carbono, tricloroetano e dicloroeteno,** 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 nascente localizada 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.

#### 4.4.2.3. 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-dicloroeteno, diclorometano (cloreto de metileno), trans-1,2-dicloroeteno, 1,1-dicloroetano, Cis-1,2-dicloroeteno, clorofórmio, benzeno, 1,2-dicloroetano, tricloroeteno, tolueno, tetracloroeteno, clorobenzeno, xileno total e THP (hidrocabonetos 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-dicloroeteno, cloreto de metileno, trans-1,2-dicloroeteno, 1,1-dicloroetano, Cis-1,2-dicloroeteno, clorofórmio, tetracloreto de carbono, xileno, benzeno, clorobenzeno, 1,2-dicloroetano, tricloroeteno, tolueno, tetracloroeteno e etilbenzeno total.**

#### 4.4.2.4. Ar - Durante as atividades da Proquima

Apesar de autuada diversas vezes pela Cetesb (**ANEXO 2.3.),** afora 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.

#### 4.4.2.5. Monitoramento dos 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.

#### 4.4.2.6. 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 conservadores como a da Província de Ontário no Canadá (Ambient air quality criteria - AAQC)[1].

O maior resultado - 221,2 $\mu g/m^3$ 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.

---

[1] 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 $\mu g/m^3$; Etil Benzene: 1000 $\mu g/m^3$; Xileno: 730 $\mu g/m^3$ e Tolueno: 2.000 $\mu g/m^3$.

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.

## 4.5. 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 aqüífero de menor permeabilidade.

### 4.5.1. 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.

### 4.5.2. Protocolo de amostragem

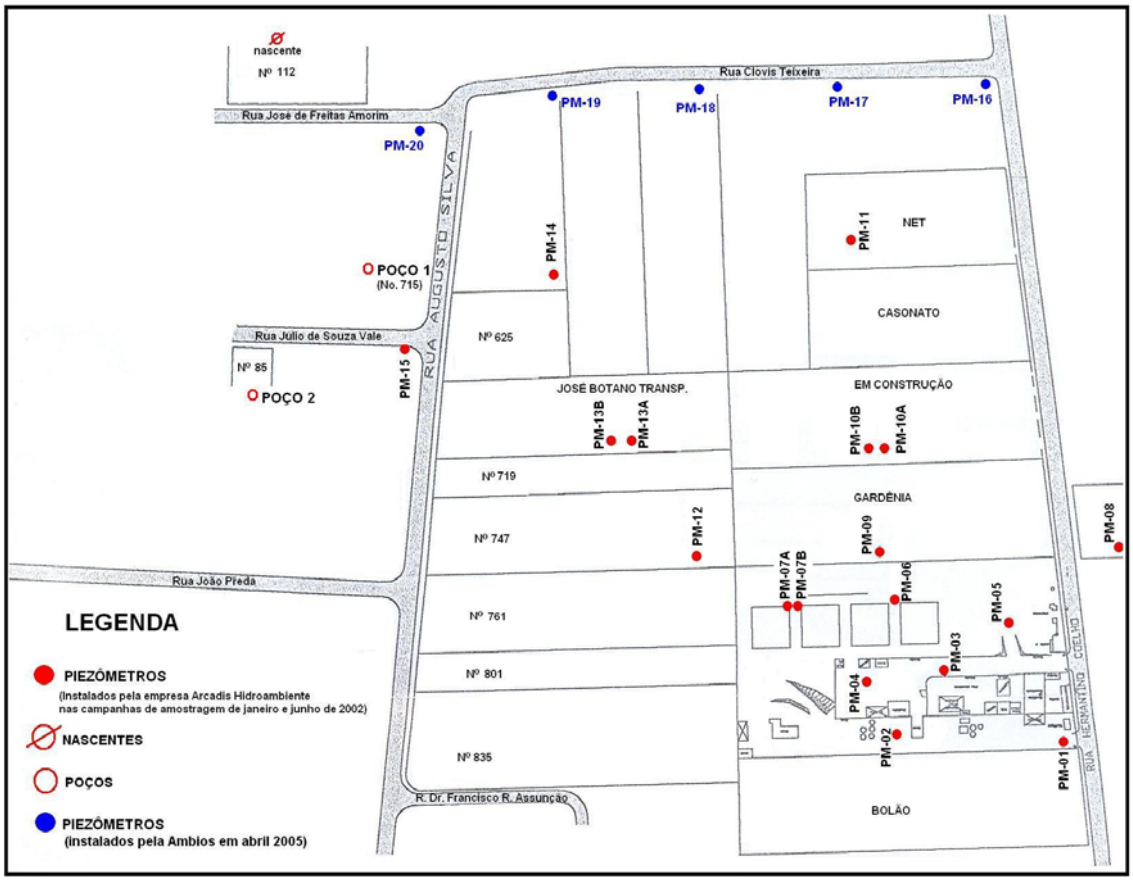
#### 4.5.2.1. Pontos de amostragem

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.

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 4.3.** e **4.4.**). Os locais determinados para a amostragem das águas subterrâneas podem ser observados no desenho esquemático da **figura 4.4.**

**Figura 4.4:** Locais de amostragem para água subterrânea (maio 2005)




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.

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.

#### 4.5.2.2. 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 4.5.**

#### 4.5.2.3. 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-dicloroeteno, Diclorometano, Trans-1,2-

dicloroeteno, 1,1-Dicloroetano, Cis-1,2-dicloroeteno, Clorofórmio, 1,2-dicloroetano, 1,1,1-Tricloroetano, 1,1-dicloropropeno, Tetracloreto de carbono, Benzeno, Dibromometano, 1,2-dicloropropano, Tricloroeteno, 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, Tetracloroeteno, 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).

#### 4.5.2.4. 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 4.6.**

#### 4.5.2.5. Resultados da campanha de amostragem

A contaminação das águas subterrâneas está definitivamente **comprovada**.

Os contaminantes que ultrapassaram os valores de referência utilizados são: Cloreto de vinila, 1,1-Dicloroeteno, Trans-1,2-dicloroeteno, 1,1-Dicloroetano, Cis-1,2-dicloroeteno, Clorofórmio, 1,2-Dicloroetano, Tetracloreto carbono, Benzeno, 1,2-Dicloropropano, Tricloroeteno, 1,1,2-Tricloroetano, Clorobenzeno, Tolueno, Tetracloroeteno, 2,4,6-Triclorofenol, Pentaclorofenol e TPH. O metal cromo também foi detectado, em algumas amostras, com valores acima dos valores de referência utilizados.

Os resultados analíticos da campanha de amostragem para as águas subterrâneas são apresentados nas **tabelas 4.15. e 4.16.**

**Tabela 4.15.** Principais resultados analíticos das análises dos compostos orgânicos em águas subterrâneas

| 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 |
| **Unidade** | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) |
| Cloreto de vinila | ND | 1358 | 8262 | 11046 | 4 | 81 | 10946 | 9232 | ND | 16 | 17680 | 2133 | **5** | 2,5 | **5** |
| 1,1-dicloroeteno | ND | **544** | 116 | 303 | 36 | ND | 431 | 396 | ND | ND | 370 | 52 | **30** | 5 | **10** |
| Trans-1,2-dicloroeteno | ND | 79 | 58 | **243** | 16 | ND | 120 | 102 | ND | ND | 96 | 22 | **-** | 10 | **20** |
| 1,1-Dicloroetano | ND | 764 | 484 | 1097 | 80 | 132 | 1160 | 1059 | ND | 34 | **1206** | 349,5 | **-** | 454 | **900** |
| Cis-1,2-dicloroeteno | ND | 3055 | 2111 | **3846** | 65 | 5 | 1295 | 1003 | ND | ND | 830 | 134 | **-** | 10 | **20** |
| Clorofórmio | 43 | 3857 | 714 | 7065 | 1946 | 5 | 7378 | **9220** | 3 | ND | 3465 | 1162 | **300** | - | **-** |
| 1,2-dicloroetano | ND | **1792** | 966 | 255 | ND | ND | 153 | 115 | ND | ND | 288 | 40 | **10** | 204 | **400** |
| Tetracloreto carbono | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | ND | ND | 228 | 84 | **2** | --- | **---** |
| Benzeno (µg/L) | ND | 50 | 27 | 120 | ND | **1253** | 286 | 220 | ND | 623 | 191 | 25 | **5** | 15 | **30** |
| 1,2-dicloropropano | ND | ND | 7 | 12 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 26 | 9 | **-** | 40 | **80** |
| Tricloroeteno | ND | **4110** | 713 | 688 | 42 | ND | 249 | 385 | 4 | ND | 325 | 66 | **70** | 262 | **500** |
| 1,1,2-tricloroetano | ND | **32836** | 5169 | 10509 | 469 | ND | 4059 | 4761 | 18 | ND | 1572 | 859 | **600** | 150 | **300** |
| Clorobenzeno | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | ND | **188** | 81 | 16 | **120** | 90 | **180** |
| Tolueno | ND | 165 | 114 | 20 | ND | **931** | ND | ND | ND | 115 | 59 | ND | **170** | 504 | **1000** |
| Tetracloroeteno | 3 | **1151** | 253 | 1085 | 98 | ND | 847 | 1224 | ND | ND | 169 | 73 | **40** | 20 | **40** |
| 2,4,6-Triclorofenol | 0,11 | ND | 0,12 | 0,16 | 0,04 | 0,38 | 0,06 | 0,08 | 0,08 | 1,68 | 0,05 | ND | **200** | 5 | **10** |
| Pentaclorofenol | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 0,12 | ND | ND | ND | ND | ND | **9** | 1,5 | **3** |
| TPH | ND | **95907** | 693 | 584 | ND | 3038 | 313 | 412 | 19 | ND | 363 | 234 | **25000** | 1262,5 | **2500** |

| Amostra nº | 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 |
| **Unidade** | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) |
| Cloreto de vinila | 31 | 349 | ND | **73250** | ND | ND | ND | ND | ND | 42 | ND | **5** | 2,5 | **5** |
| 1,1-dicloroeteno | 15 | 70 | 9 | ND | ND | 4 | ND | ND | ND | ND | ND | **30** | 5 | **10** |
| Trans-1,2-dicloroeteno | 37 | 64 | 11 | ND | ND | 5 | ND | ND | ND | ND | ND | **-** | 10 | **20** |
| 1,1-Dicloroetano | 241 | 392 | 67 | ND | ND | 105 | ND | ND | ND | 15 | ND | **-** | 454 | **900** |
| Cis-1,2-dicloroeteno | 116 | 279 | 28 | ND | ND | 17 | ND | ND | 3 | 11 | ND | **-** | 10 | **20** |
| Clorofórmio | 2286 | 3520 | 747 | 9170 | ND | 431 | 48 | ND | 26 | 172 | ND | **300** | - | **-** |
| 1,2-dicloroetano | ND | 17 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | **10** | 204 | **400** |
| Tetracloreto carbono | **508** | 239 | 223 | ND | ND | ND | ND | ND | -- | 28 | ND | **2** | --- | **---** |
| Benzeno (µg/L) | ND | 20 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | **5** | 15 | **30** |
| 1,2-dicloropropano | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | **-** | 40 | **80** |
| Tricloroeteno | 62 | 126 | 19 | ND | ND | 10 | ND | ND | 2 | 11 | ND | **70** | 262 | **500** |
| 1,1,2-tricloroetano | 193 | 445 | 76 | 2312 | ND | 92 | 3 | ND | 40 | 77 | ND | **600** | 150 | **300** |
| Clorobenzeno | ND | 3 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | --- | ND | ND | **120** | 90 | **180** |
| Tolueno | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | **170** | 504 | **1000** |
| Tetracloroeteno | 170 | 211 | 39 | ND | ND | 19 | ND | ND | ND | 21 | ND | **40** | 20 | **40** |
| 2,4,6-Triclorofenol | 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 | 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

**Tabela 4.16.** Principais resultados analíticos das análises de metais em águas subterrâneas

| 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 |
| **Unidade** | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) |
| Cromo | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 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 |
| **Unidade** | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) | (µg/L) |
| 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** |

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

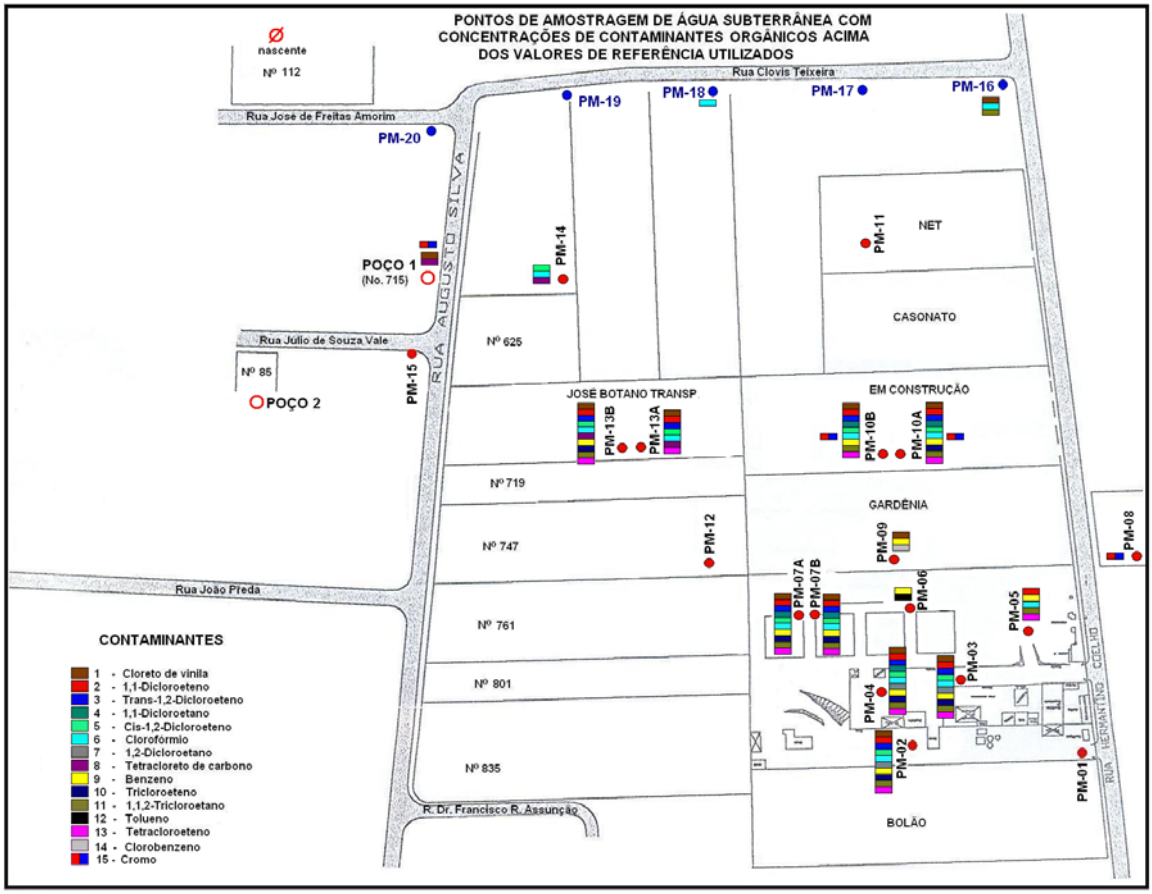
** Valores da Lista Holandesa para solo padrão contendo 25% de argila e 5% de matéria orgânica, sendo T= indicativo de contaminação que requer mais investigação e I = Nível de intervenção por representa risco potencial à saúde humana e ao meio ambiente.

Concentrações assinaladas em vermelho = Concentrações acima dos valores de referência

Concentrações assinaladas em azul = Maior concentração encontrada do contaminante

A **figura 4.5.** assinala, de forma esquemática, a distribuição dos contaminantes nos pontos de amostragem.

**Figura 4.5.:** Distribuição dos contaminantes nos pontos de amostragem



A **tabela 4.17.** assinala, para cada contaminante, os valores de referência utilizados neste estudo, as maiores concentrações, bem como os respectivos pontos de amostragem onde estas concentrações foram encontradas.

**Tabela 4.17.** Valores de referência utilizados, maiores concentrações dos contaminantes e pontos de amostragem onde estas concentrações foram encontradas

| Contaminantes | Valores de referência | | | Maiores concentrações encontradas | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Port. 518 (µg/L) | Holanda | | Maior Concentração (µg/L) | Local | Número de vezes maior que o valor de referência |
| | | T (µg/L) | I (µg/L) | | | |
| Cloreto de vinila | **5** | 2,5 | **5** | 73250 | PM-16 | **14.650** |
| Cis-1,2-dicloroeteno | **-** | 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** |
| Tricloroeteno | **70** | 262 | **500** | 4110 | PM-02 | **58** |
| 1,1-dicloroeteno | **30** | 5 | **10** | 544 | PM-02 | **54** |
| Clorofórmio | **300** | - | **-** | 9220 | PM-07A | **30** |
| Tetracloroeteno | **40** | 20 | **40** | 1151 | PM-02 | **28** |
| Cromo | **50** | 16 | **30** | 799 | PM-10A | **26** |
| Trans-1,2-dicloroeteno | **-** | 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 **cromo** 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).

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”.