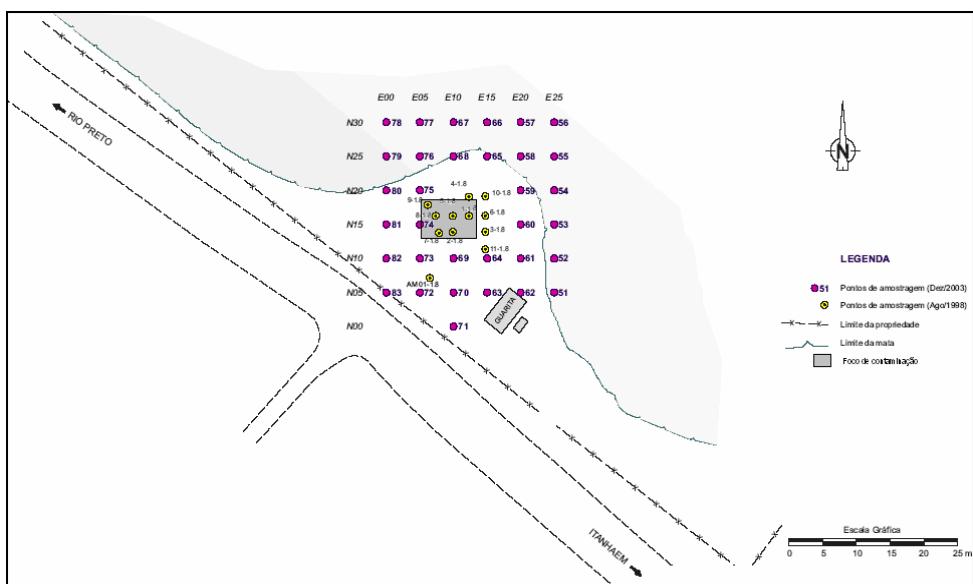


2.1 Avaliação dos dados existentes

Em fevereiro de 2004, a empresa GEOKLOCK apresentou a “Avaliação Complementar da Qualidade dos Solos e Avaliação de Riscos – Site Km 1,8”, com o objetivo de avaliar quali/quantitativamente os solos locais, visando substanciar os estudos geoquímicos e definir a necessidade de medidas de remediação, embasadas em risco.

Os serviços de amostragem de solos foram realizados entre os dias 8 e 12.12.03, com a coleta de solos em 33 pontos distribuídos em malha regular de 5 x 5 m (**Figura 21**). Foram coletadas amostras de solo nos intervalos: 0,0 m a 0,25 m; 0,25 m a 1,0 m; e 1,0 m até o nível d’água (NA), denominados superior, intermediário e inferior, respectivamente. Na execução dos serviços verificou-se que a maioria dos pontos demarcados apresentou um nível d’água mais raso, com profundidade variando entre 0,4 e 0,8 metros, impossibilitando a coleta dos três intervalos selecionados.

Figura 21 – Desenho esquemático dos pontos de amostragem de solo superficial no foco de contaminação e entorno do foco dentro da área de risco no site Km 1,8



Fonte: Geoklock, 2004

As amostras do horizonte superficial foram coletadas com pá de aço INOX a uma profundidade de 25 cm, dos horizontes intermediário e inferior foram

coletadas utilizando-se trado holandês de 2" (5,08 cm) e os solos classificados táctil-visualmente. As amostras foram encaminhadas aos laboratórios Bachema AG Analytische Laboratorien (Suíça) e Bachema Serviços Analíticos Ambientais Ltda (São Paulo) para execução das avaliações analíticas dos parâmetros organoclorados SVOC's e VOC's.

No mesmo relatório foi conduzida uma "Avaliação de riscos à saúde humana, ecotoxicológicos e a receptores físicos advindos da presença de compostos químicos identificados na área do site Km 1,8".

O objetivo dessas avaliações foi determinar o grau de exposição derivado da manutenção da área como propriedade da Rhodia, mantido o terreno cercado e com acesso controlado e considerando que a área em questão não apresenta potencial de uso pela população, não acarretando, portanto, riscos à saúde humana. Assim, considerou-se, apenas, as únicas situações de risco a exposição de mananciais de água e biodiversidade.

Em abril de 2004, foi realizada a "Avaliação Hidroquímica do Site Km 1,8". A coleta e avaliação analítica das amostras de águas subterrâneas, bem como os serviços de medições de nível d'água, foram realizados em março de 2004.

A rede de poços de monitoramento do Site Km 1,8 é composta por 5 poços de monitoramento e 3 medidores de nível d'água (**Figura 22**). Os poços PM-04 e 05 foram instalados em janeiro de 2004, visando complementar a malha anteriormente existente. A instalação destes poços permitiu a elaboração do desenho esquemático de uma seção hidrogeológica (**Figura 23**) e do mapa potenciométrico na área do site Km 1,8 (**Figura 24**).

As águas subterrâneas coletadas foram analisadas para os compostos organoclorados voláteis e semi-voláteis incluídos no programa de monitoramento das águas subterrâneas. A água esgotada dos poços foi acondicionada e encaminhada para tratamento na ETAS da Rhodia.

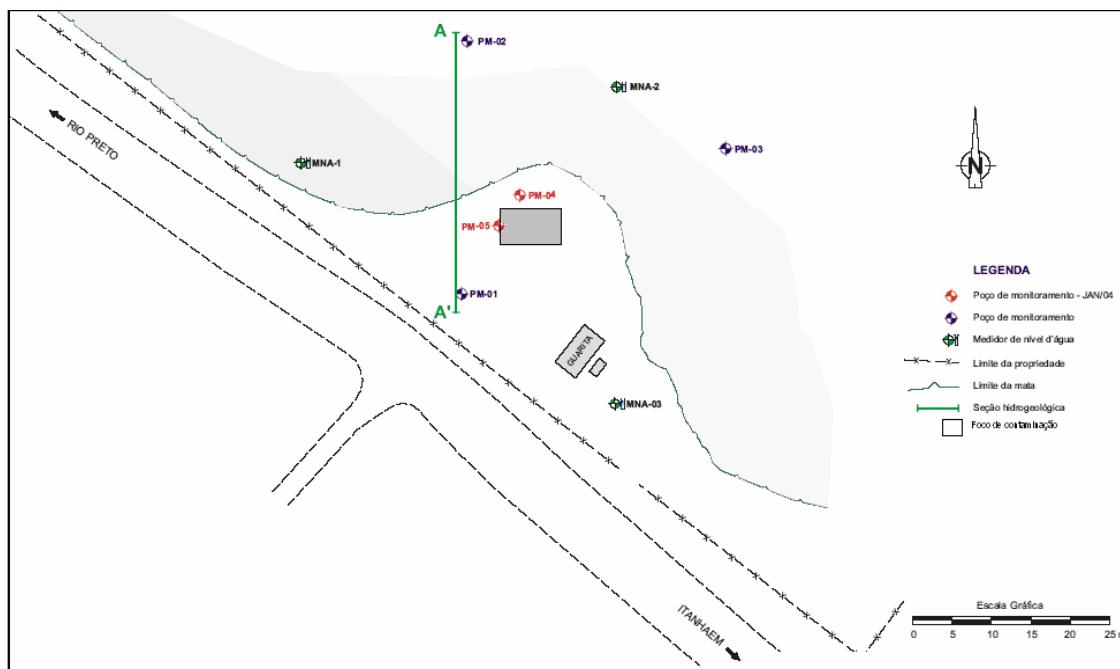
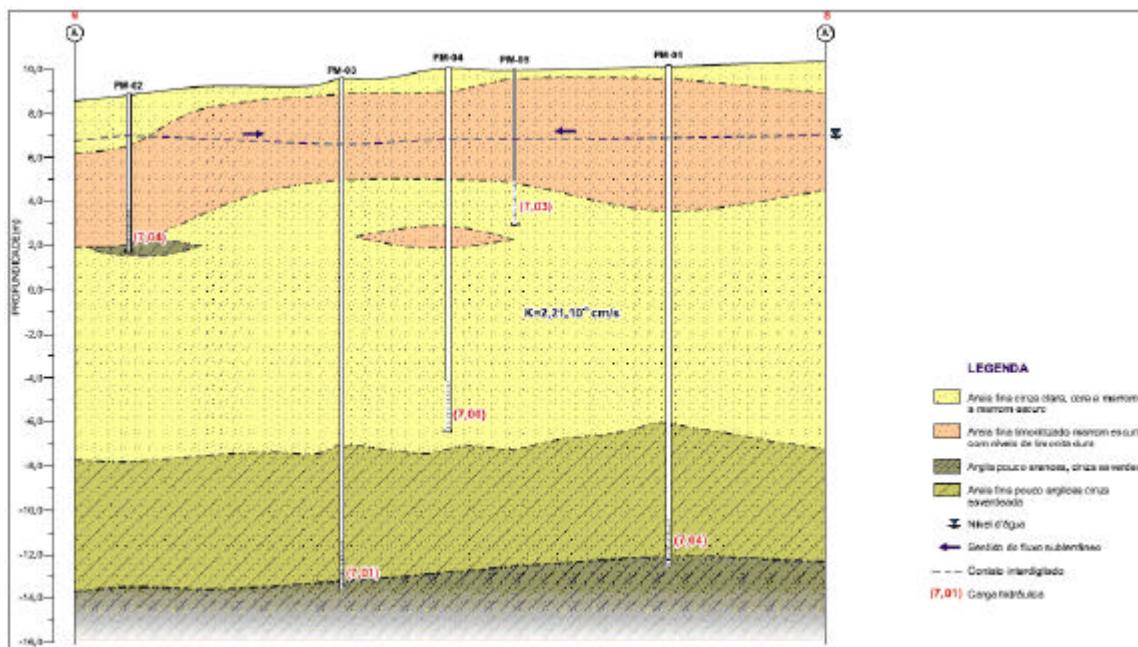


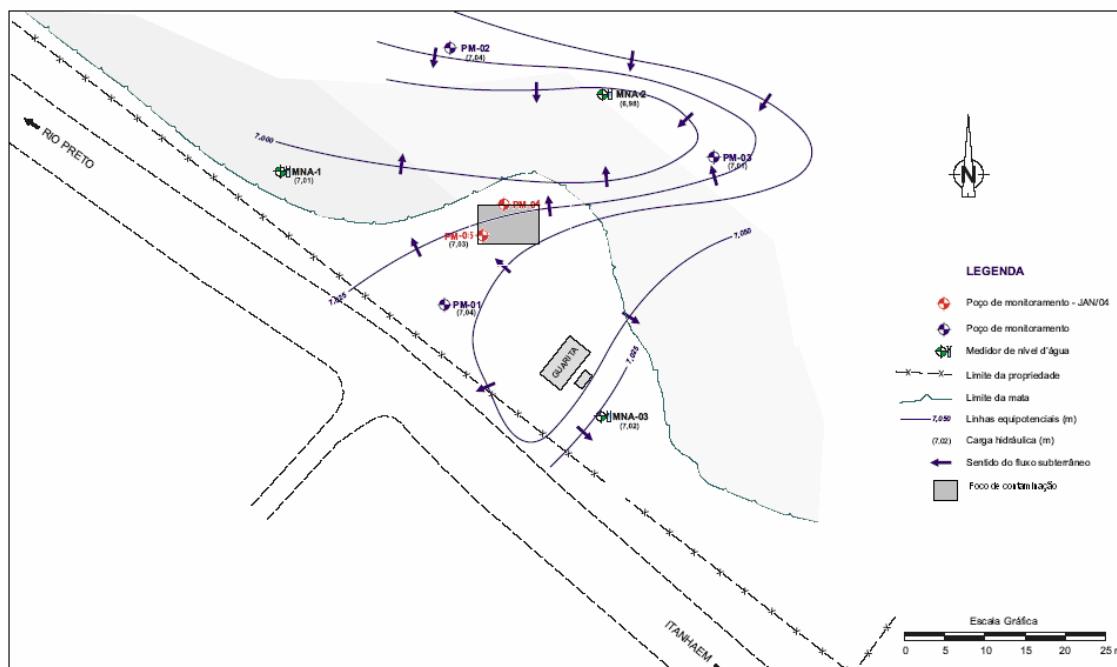
Figura 22 – Localização dos poços de monitoramento no site Km 1,8

Figura 23 – Seção hidrogeológica no site Km 1,8



Fonte: Geoklock, 2004

Figura 24 - Mapa potenciométrico - aqüífero livre - março/04 – site Km 1,8



Fonte: Rhodia (Geoklock, 2004)

Não foram detectados nenhum dos compostos orgânicos voláteis e semi-voláteis analisados. Assim, não foram confeccionadas plumas de isoconcentrações. Com base nos resultados apresentados, a GEOKLOCK recomendou o contínuo processo de monitoramento ambiental da área, realizado pela Rhodia semestralmente.

2.2. Necessidade de novos dados ambientais – site Km 1,8

Os compartimentos ambientais solo e água subterrânea são considerados os mais importantes, seja pela forma de deposição irregular dos resíduos, bem como pelas pelas características de deposição dos resíduos no local.

Os dados apresentavam os principais compartimentos ambientais envolvidos no processo de contaminação - solo e água subterrânea – e suas análises nas áreas de foco e no seu entorno.

Os contaminantes de potencial interesse contidos nos resíduos da Rhodia e seus possíveis produtos de degradação avaliados nas campanhas de amostragem foram estabelecidos nos programas de monitoramento e avaliações dos solos.

No site Km 1,8, a inexistência de populações num raio 60m do foco de contaminação, tanto no passado como no presente, programa de vigilância e segurança da área juntamente com a avaliação dos dados existentes excluiram a necessidade de produção de novos dados ambientais para a avaliação de risco a saúde humana.

2.3. Contaminação dentro do local de risco

De acordo com o histórico do local, a deposição dos resíduos ocorreu entre os anos de 1978/79, e um único local, denominado foco de contaminação. Desta forma, os resíduos devem ter permanecido no local de deposição com alguma dispersão local por agentes naturais como ventos ou chuvas.

Os dados ambientais existentes para a área denominada Km 1,8 do são apresentados no relatório de Avaliação Hidroquímica do Site km 1,8 e Avaliação complementar da Qualidade dos Solos e Avaliação de Riscos – Site Km 1,8 elaborados pela CSD-Geoklock Geologia e Engenharia Ambiental, publicado em fevereiro de 2004.

A. Na área foco

O foco de contaminação é a área dentro do local de risco, especificamente onde foram depositados os resíduos. Este local encontra-se cercado com tela e apresenta aproximadamente 100 m² de área. A maioria das amostras coletadas no foco da contaminação foi realizada na campanha de agosto de 1998.

A.1. Solo

Na **Tabela 13** são apresentadas as maiores concentrações dos contaminantes potenciais no foco de contaminação do site do Km 1,8 e as respectivas normas da legislação holandesa e da Cetesb.

Tabela 13 – Principais resultados analíticos dos contaminantes potenciais para o solo no local do foco principal no Site Km 1,8

Contaminante	Lista Holandesa – Valor T ($\mu\text{g}/\text{Kg}$)	Cetesb - Residencial ($\mu\text{g}/\text{Kg}$)	Maior valor ($\mu\text{g}/\text{Kg}$)
Clorofórmio	5000	5000	350
1,1,1, Tricloroetano	25000	11000	<10
Tetracloreto de Carbono	500	700	10
1,2-Dicloroetano	2000	250	<100
Tricloroetileno	-	10000	160
1,2-Dicloropropano	-	-	<100
Tetracloroeteno	2000	5000	10000
Hexacloroetano	-	-	4774000
Hexaclorobutadieno	-	-	15055000
Tetraclorobenzeno	-	-	1760000
Pentaclorobenzeno	-	-	2619000
Hexaclorobenzeno	-	100	2289000
Pentaclorofenol	2500	1300	<1000
S Clorobenzenos	15000	-	6668000

Conforme se observa na **tabela 13**, os compostos organoclorados voláteis 1Tricloroetano, Dicloroetano e Dicloropropano não apresentaram concentrações detectáveis. Os compostos Clorofórmio, Tetracloreto de Carbono e Tricloroetileno foram detectados em concentrações abaixo dos padrões referenciados. O Tetracloroeteno ultrapassou em até 2 vezes o valor de intervenção. Os compostos Hexacloroetano, Hexaclorobutadieno, Tetraclorobenzeno e Pentaclorobenzeno ocorreram em associação com o Hexaclorobenzeno, não havendo valores orientadores para tais compostos. O **Hexaclorobenzeno** ultrapassou os valores de referencia em até 22.900 vezes os valores de intervenção e a soma de **clorobenzenos** ultrapassou em mais de 440 vezes o valor de intervenção.

A.2 Água Subterrânea

Em nenhuma das amostras coletadas na área do foco foram detectados compostos orgânicos voláteis e semi-voláteis. Com base nos resultados apresentados, a empresa prestadora de serviços recomendou o contínuo processo de monitoramento ambiental da área, realizado semestralmente.

B. Entorno do foco de contaminação

O entorno do foco de contaminação é a área localizada dentro da área cercada com arame farpado que circunda o foco de deposição dos resíduos. Este local é delimitado pela malha dos pontos de amostragem estabelecida nas campanhas de avaliações qualitativa e quantitativa do solo.

B.1. Solo

Dentre os compostos organoclorados voláteis avaliados nenhum contaminante foi detectado, pelos métodos analíticos. Para os compostos organoclorados semi-voláteis o **hexaclorobenzeno** ultrapassou em mais de 5 vezes o valor de intervenção. Na **Tabela 14** são apresentadas as maiores concentrações dos contaminantes potenciais no entorno do foco de contaminação do site do Km 1,8.

Tabela 14 – Principais resultados analíticos dos contaminantes potenciais para o solo no local no entorno do foco principal no Site Km 1,8

Contaminante	Lista Holandesa Valor T ($\mu\text{g/Kg}$)	Cetesb - intervenção Residencial ($\mu\text{g/Kg}$)	Maior valor encontrado ($\mu\text{g/Kg}$)
Clorofórmio	5000	5000	<10
1,1,1, Tricloroetano	25000	11000	<10
Tetracloreto de Carbono	500	700	<10
1,2-Dicloroetano	2000	250	<10
Tricloroetileno	-	10000	<10
1,2-Dicloropropano	-	-	<10
Tetracloroeteno	2000	5000	9,8
Hexacloroetano	-	-	<50
Hexaclorobutadieno	-	-	<50
Tetraclorobenzeno	-	-	<50
Pentaclorobenzeno	-	-	36
Hexaclorobenzeno	-	100	535
Pentaclorofenol	2500-	1300	<50
S Clorobenzenos	15000	-	571

B.2. Água Subterrânea

As análises dos compostos orgânicos voláteis e semivoláteis apresentaram como resultado concentrações abaixo do limite de determinação dos métodos analíticos utilizados. Com base nos resultados apresentados, a empresa prestadora de serviços recomendou o contínuo processo de monitoramento ambiental da área, realizado semestralmente.

C. Contaminação fora da área de risco

De acordo com a avaliação dos dados existente para a área do Km 1,8, não existem dados ambientais para a área externa a área de risco de risco à saúde humana. Na visita a campo e pelas fotografias foi possível perceber que nas laterais e nos fundos da área até 60 metros da cerca, não existe qualquer atividade humana. Entretanto alguns contaminantes de interesse caracterizados no entorno do foco principal foram identificados nas extremidades da malha de amostragem, criando a possibilidade de contaminação nesta área externa às cercas da propriedade da Rhodia.

2.4. Contaminantes de interesse para o site do Km 1,8

No foco de contaminação foram identificados como contaminantes de interesse para o solo os compostos: **Tetracoloroeteno, Hexaclorobenzeno e Clorobenzenos** apresentando valores superiores aos valores de referência.

Na área externa ao foco de contaminação e dentro da área de risco o **Hexaclorobenzeno** foi identificado como contaminante de interesse para solo por apresentar valor superior ao valor de intervenção.

Os contaminantes **Pentaclorobenzeno, Tetraclorobenzeno, Hexaclorobutadieno e Hexacloroetano** apesar de não possuírem valores orientadores e de intervenção serão considerados como contaminantes de interesse pos apresentarem elevadas concentrações no solo, principalmente na área foco.

3. Site Km 5,0

Área localizada na altura do Km 5,0 da Rodovia do Rio Preto no município de Itanhaém, onde o foco de contaminação apresenta uma superfície de aproximadamente 200m² e área total de 15.000 m², cercada com tela no foco de contaminação e cercada com arame farpado em toda área adquirida pela Rhodia. Este local possui segurança durante o dia e rondas pela noite (**Foto 9**).

Nas proximidades foram identificados 8 sítios num raio de até 200 metros do foco, sendo que um deles está localizado em frente a área (10 metros do local).



Foto 9 - Local de deposição de resíduos no site Km 5,0

3.1. Avaliação dos dados existentes

Em fevereiro de 2004, a empresa GEOKLOCK apresentou o relatório “Avaliação Complementar da Qualidade dos Solos e Avaliação de Riscos – Site Km 5,0”, visando substanciar os estudos geoquímicos e definir a necessidade de medidas de remediação, embasadas em risco.

Os serviços de amostragem de solos foram realizados entre os dias 8 e 12.12.03, com a coleta de solos em 45 pontos distribuídos em malha regular de 5 x 5 m (**Figura 25**). Foram coletadas amostras de solo nos intervalos: 0,0 m a 0,25 m; 0,25 m a 1,0 m; e 1,0 m até o nível d’água (NA), denominados superior, intermediário e inferior, respectivamente. Na execução dos serviços verificou-se que a maioria dos pontos demarcados apresentou um nível d’água mais raso, com profundidade variando entre 0,1 e 1,4 metros, impossibilitando a coleta dos três intervalos selecionados.

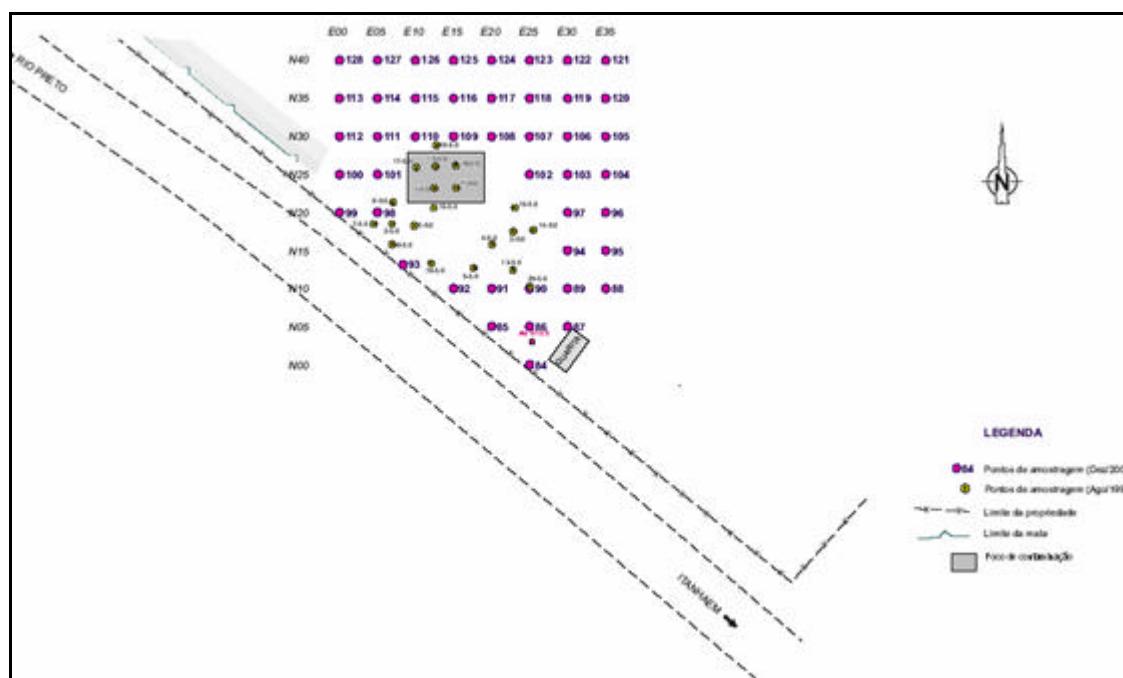


Figura 25 – Desenho esquemático dos pontos de amostragem de solo superficial no foco de contaminação e entorno do foco dentro da área de risco no site Km 5,0

As amostras do horizonte superficial foram coletadas por meio de pá de aço INOX a uma profundidade de 25 cm. Nos horizontes intermediário e inferior as amostras foram coletadas utilizando-se trado holandês de 2" (5,08 cm) e os solos foram classificados táctil-visualmente. As amostras foram encaminhadas aos laboratórios Bachema AG Analytische Laboratorien (Suíça) e Bachema Serviços Analíticos Ambientais Ltda (São Paulo) para execução das avaliações analíticas dos parâmetros organoclorados SVOC's e VOC's.

No mesmo relatório foi conduzida uma "avaliação de riscos à saúde humana, ecotoxicológicos e a receptores físicos advindos da presença de compostos químicos identificados na área do site Km 5,0". O objetivo dessas avaliações foi determinar o grau de exposição derivado da manutenção da área como propriedade da Rhodia, mantido o terreno cercado e com acesso controlado, e considerando que a área em questão não apresenta potencial de uso pela população, não acarretando, portanto, riscos à saúde humana. Assim, considerou-se, apenas, as únicas situações de risco a exposição de mananciais de água e biodiversidade.

Segundo os parâmetros da avaliação de risco, "a proteção de águas superficiais é obtida pelas características próprias da área, que, apresentando-se praticamente plana, torna os potenciais mecanismos de transporte desprezíveis".

Pelos resultados apresentados, a empresa contratada, no seu relatório, assinala que nenhum dos compostos analisados foi detectado nas águas subterrâneas. Concluiu que a área apresenta características tais que bloqueiam quaisquer mecanismos de transporte de compostos químicos entre o solo e as águas subterrâneas, considerando as águas subterrâneas adequadamente protegidas, mantidas as condições atuais da área.

A avaliação de riscos conduzida identificou que, "mantendo-se as atuais restrições de uso do solo da área, a exposição de potenciais receptores (biodiversidade) estará assegurada após a remoção de cerca de 150 m³ de solo (200 m³ após empolamento)".

Em abril de 2004, foi realizada a "Avaliação Hidroquímica do Site Km 5,0". A coleta e avaliação analítica das amostras de águas subterrâneas, bem como os

serviços de medições de nível d'água, foram realizados em março de 2004, pela Rhodia e abrangeu 8 poços de monitoramento (**Figura 26**).

A rede de poços de monitoramento do Site Km 5,0 é composta por 5 poços de monitoramento e 3 medidores de nível d'água. O poço PM-04 e 05 foram instalados em janeiro de 2004, visando complementar a malha anteriormente existente. A instalação destes poços permitiu a elaboração do desenho esquemático de uma seção hidrogeológica (**Figura 27**) e do mapa potenciométrico na área do site Km 5,0 (**Figura 28**).

As águas subterrâneas coletadas foram analisadas para os compostos organoclorados voláteis e semi-voláteis incluídos no programa de monitoramento das águas subterrâneas. A água esgotada dos poços foi acondicionada e encaminhada para tratamento na ETAS da Rhodia.

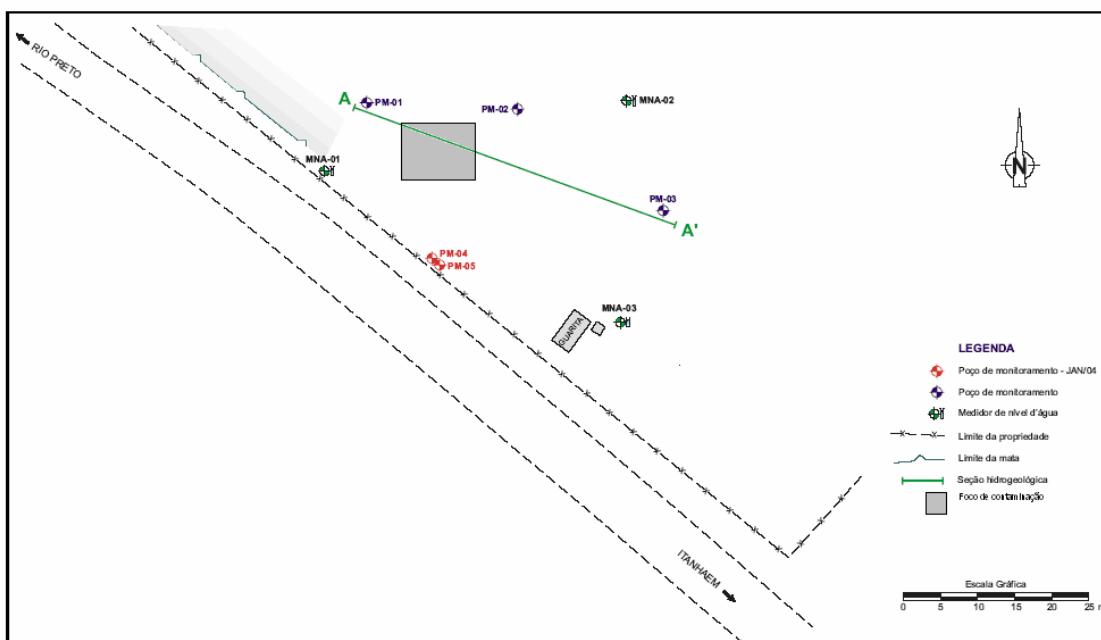


Figura 26 – Localização dos poços de monitoramento no site Km 5,0

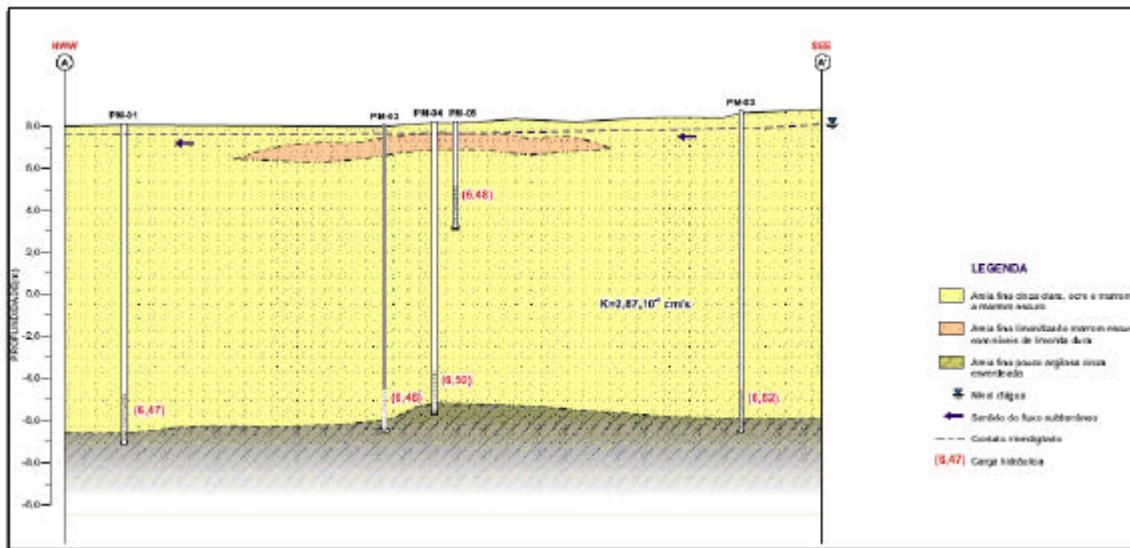


Figura 27 – Seção hidrogeológica no site Km 5,0

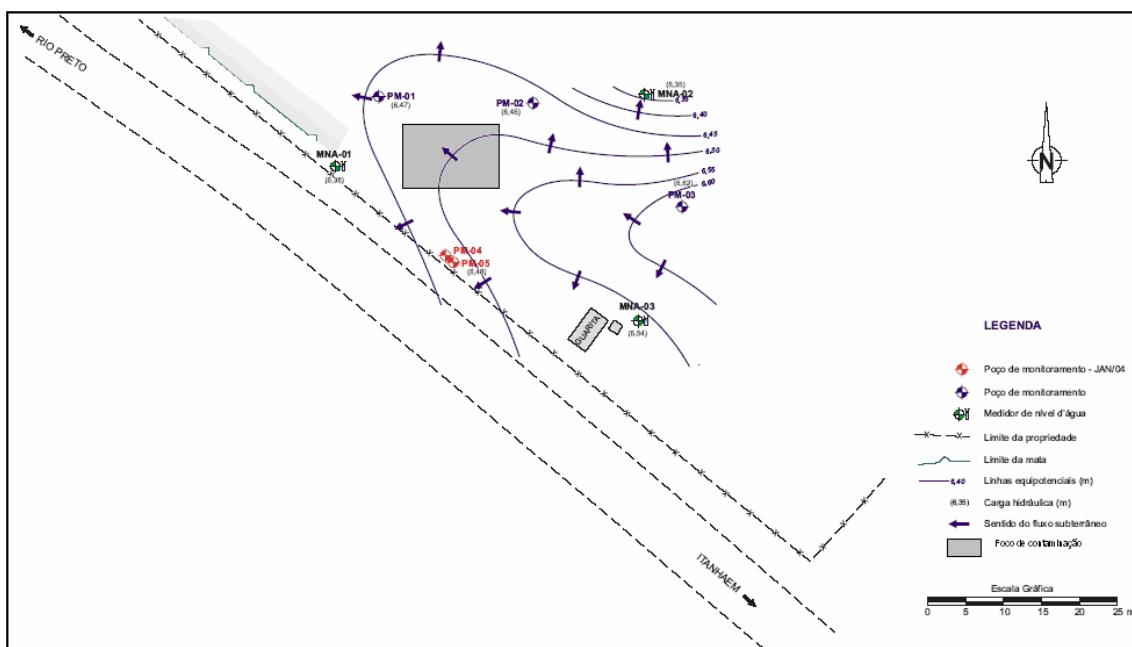


Figura 28 - Mapa potenciométrico - aqüífero livre - março/04 – site Km 5,0

Os resultados das análises químicas assinalaram, para todos os compostos analisados, concentrações abaixo dos limites de determinação dos métodos analíticos utilizados. Com base nos resultados analíticos obtidos, a GEOKLOCK recomendou o contínuo processo de monitoramento ambiental da área, realizado pela Rhodia semestralmente.

3.2. Necessidade de novos dados ambientais – *site Km 5,0*

Os compartimentos ambientais solo e água subterrânea são considerados os mais importantes, seja pela forma de deposição irregular dos resíduos, bem como pelos pelas características de deposição dos resíduos no local

Os dados apresentavam os principais compartimentos ambientais envolvidos no processo de contaminação - solo e água subterrânea – e suas análises nas áreas de foco e no seu entorno.

Os contaminantes de potencial interesse contidos nos resíduos da Rhodia e seus possíveis produtos de degradação avaliados nas campanhas de amostragem foram estabelecidos nos programas de monitoramento e avaliações dos solos no local.

No site Km 5,0, foi identificada pela equipe de avaliação de risco somente uma habitação localizada a aproximadamente 10 metros de distância, em frente ao local. Desta forma, tanto no passado, presente e futuro existe a possibilidade de rotas completas de exposição no local.

Entretanto, em função dos dados de caracterização ambiental do *site* e da existência comprovada de medidas de vigilância e segurança da área, a equipe de avaliação concluiu pela exclusão da necessidade de produção de novos dados ambientais para a avaliação de risco a saúde humana principalmente em virtude do número reduzido de residentes nas proximidades do local.

3.3. Contaminação dentro e fora do local de risco

De acordo com o histórico do local, a deposição dos resíduos ocorreu entre os anos de 1978/79, e um único local, denominado foco de contaminação. Desta forma, os resíduos devem ter permanecido no local de deposição com alguma dispersão local por agentes naturais como ventos ou chuvas.

Os dados ambientais existentes para a área são apresentados no relatório de “Avaliação Hidroquímica do Site km 5,0” e “Avaliação complementar da Qualidade

dos Solos e Avaliação de Riscos – Site Km 5,0” elaborados pela Geoklock, em 2004.

A. Foco de contaminação

O foco de contaminação é a área dentro do local de risco, especificamente onde foram depositados os resíduos. Este local encontra-se cercado com tela e apresenta aproximadamente 150 m² de área. A maioria das amostras coletadas no foco da contaminação foi realizada na campanha de agosto de 1998.

A.1. Solo

Os compostos organoclorados voláteis 1,1,1-Tricloroetano e 1,2-Dicloropropano não apresentaram concentrações detectáveis pelos métodos analíticos. Os compostos 1,2-Dicloroetano, Tetracloreto de Carbono, Clorofórmio e Tricloroetileno foram detectados em concentrações abaixo dos padrões referenciados. O composto Tetracloroeteno ultrapassou o valor de intervenção em mais 4 vezes. O composto Pentaclorofenol não apresentou concentrações detectáveis em nenhuma das amostras analisadas. Os compostos Hexacloroetano, Hexaclorobutadieno, Tetraclorobenzeno e Pentaclorobenzeno ocorreram em associação com o Hexaclorobenzeno, não havendo valores orientadores para tais compostos. O Hexaclorobenzeno ultrapassou em até 376.430 vezes o valore de intervenção e a soma de clorobenzeno ultrapassou em mais de 29800 vezes o valor de intervenção.

Na **Tabela 15** são apresentadas as maiores concentrações dos contaminantes potenciais no foco de contaminação do site do Km 5,0.

Tabela 15 – Principais resultados analíticos dos contaminantes potenciais para o solo no local do foco principal no Site Km 5,0

Contaminante	Lista Holandesa – T (mg/Kg)	Cetesb - intervenção Residencial (mg/Kg)	Maior valor encontrado (mg/Kg)
Clorofórmio	5000	5000	380
1,1,1, Tricloroetano	25000	11000	<10
Tetracloreto de Carbono	500	700	20
1,2-Dicloroetano	2000	250	30
Tricloroetileno	-	10000	560
1,2-Dicloropropano	-	-	<100
Tetracloroeteno	2000	5000	21000
Hexacloroetano	-	-	11632000
Hexaclorobutadieno	-	-	29322000
Tetraclorobenzeno	-	-	3671000
Pentaclorobenzeno	-	-	5894000
Hexaclorobenzeno	-	100	37643000
Pentaclorofenol	2500	1300	<1000
S Clorobzenos	15000	-	44745000

A.2 Água Subterrânea

Em nenhuma das amostras coletadas de água subterrânea foram detectados compostos orgânicos voláteis e semi-voláteis. Com base nos resultados apresentados, a empresa prestadora de serviços recomendou o contínuo processo de monitoramento ambiental da área, realizado semestralmente.

B. Entorno do foco de contaminação

O entorno do foco de contaminação é a área localizada dentro da área cercada com arame farpado que circunda o foco de deposição dos resíduos. Este local é delimitado pela malha dos pontos de amostragem estabelecida nas campanhas de avaliações qualitativa e quantitativa do solo.

B.1. Solo

Dentre os compostos organoclorados voláteis avaliados o **tetracloroeteno** ultrapassou em mais de 10 vezes o valor de intervenção. Para os compostos organoclorados semi-voláteis em o **hexaclorobenzeno** ultrapassou em 4.500 o valor de intervenção e os **clorobenzenos** ultrapassaram em mais de 29 vezes o valor de intervenção. Na **Tabela 16** são apresentadas as maiores concentrações dos contaminantes potenciais no entorno do foco de contaminação do site.

Tabela 16 – Principais resultados analíticos dos contaminantes potenciais para o solo no entorno do foco principal no Site Km 5,0

Contaminante	Lista Holandesa – T (mg/Kg)	Cetesb - intervenção Residencial (mg/Kg)	Maior valor encontrado (mg/Kg)
Clorofórmio	5000	5000	<10
1,1,1, Tricloroetano	25000	11000	<10
Tetracloreto de Carbono	500	700	<10
1,2-Dicloroetano	2000	250	<10
Tricloroetileno	-	10000	585
1,2-Dicloropropano	-	-	<10
Tetracloroeteno	2000	5000	51000
Hexacloroetano	-	-	96
Hexaclorobutadieno	-	-	369000
Tetraclorobenzeno	-	-	147700
Pentaclorobenzeno	-	-	45800
Hexaclorobenzeno	-	100	405000
Pentaclorofenol	2500	1300	<500
S Clorobenzenos	15000	-	436983

B.2. Água Subterrânea

Em nenhuma das amostras foram detectados compostos orgânicos voláteis e semivoláteis. Com base nos resultados apresentados, a empresa prestadora de serviços recomendou o contínuo processo de monitoramento ambiental da área, realizado semestralmente.

C. Contaminação fora da área de risco

De acordo com a avaliação dos dados existente para a área do Km 5,0, não existem dados ambientais para a área externa a área de risco.

Na visita a campo e pelas fotografias foi possível perceber a interferência humana no entorno da área cercada de propriedade da Rhodia, como a casa em frente ao *site*, lotes desmatados nas laterais. Alguns contaminantes de interesse caracterizados no entorno do foco principal foram identificados nas extremidades da malha de amostragem, criando a possibilidade de contaminação nesta área externa às cercas da propriedade da Rhodia.

3.4. Contaminantes de interesse para o site do Km 5,0

No foco de contaminação foram identificados como contaminantes de interesse para o solo os compostos: **Tetracloroeteno, Hexaclorobenzeno e Clorobenzenos** apresentando valores superiores aos valores de referência.

Na área externa ao foco de contaminação e dentro da área de risco o **Tetracloroeteno, Hexaclorobenzeno e clorobenzenos** foram identificados como contaminantes de interesse para solo por apresentar valor superior ao valor de intervenção. Os contaminantes **Pentaclorobenzeno, Tetraclorobenzeno, Hexaclorobutadieno e Hexacloroetano** apesar de não possuírem valores orientadores e de intervenção serão considerados como contaminantes de interesse pos apresentarem elavadas concentrações no solo, principalmente na área foco.

4. Site KM 6,2

Área localizada na altura do km 6,2 da Rodovia do Rio Preto, com uma área de aproximadamente 25.000 m². Estima-se que aproximadamente, 100 toneladas de resíduos foram dispostos na área de forma irregular. Neste *site* o foco principal de disposição está cercado com aproximadamente 200 m² de superfície (**Foto 10**).

Nas proximidades foram identificados 6 sítios num raio de até 200 metros do foco, sendo que um deles está localizado cerca de 50 metros pelos fundos da área.



Foto 10 - Local de deposição de resíduos no site Km 6,2

4.1. Avaliação dos dados existente

Em fevereiro de 2004, a empresa GEOKLOCK apresentou a “Avaliação Complementar da Qualidade dos Solos e Avaliação de Riscos – Site Km 6,2”, visando substanciar os estudos geoquímicos e definir a necessidade de medidas de remediação, embasadas em risco.

A amostragem de solo foi realizados entre os dias 8 e 12.12.03, com a coleta de solos em 50 pontos distribuídos em malha regular de 5 x 5 m **Figura 29**.

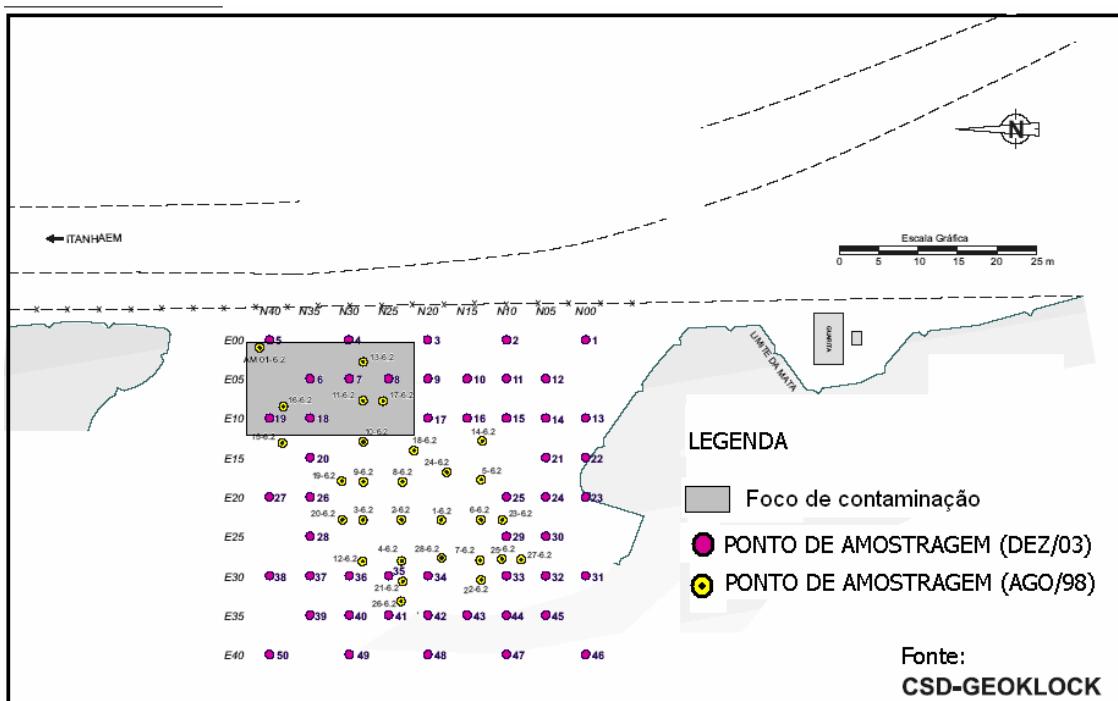


Figura 29 – Desenho esquemático dos pontos de amostragem de solo superficial no foco de contaminação e entorno do foco dentro da área de risco no site Km 6,2

Foram coletadas amostras de solo nos intervalos: 0,0 m a 0,25 m; 0,25 m a 1,0 m; e 1,0 m até o nível d'água (NA), denominados superior, intermediário e inferior, respectivamente. Na execução dos serviços verificou-se que a maioria dos pontos demarcados apresentou um nível d'água mais raso, com profundidade variando entre 0,2 e 1,2 metros, impossibilitando a coleta dos três intervalos selecionados.

As amostras do horizonte superficial foram coletadas com pá de aço INOX a uma profundidade de 25 cm, dos horizontes intermediário e inferior foram coletadas utilizando-se trado holandês de 2" (5,08 cm) e os solos classificados táctil-visualmente. As amostras foram encaminhadas aos laboratórios Bachema AG Analytische Laboratorien (Suíça) e Bachema Serviços Analíticos Ambientais Ltda. (São Paulo) para execução das avaliações analíticas dos parâmetros organoclorados SVOC's e VOC's.

Ainda no mesmo relatório foi conduzida uma “avaliação de riscos à saúde humana, ecotoxicológicos e a receptores físicos advindos da presença de compostos químicos identificados na área do site Km 6,2”. O objetivo dessas avaliações foi determinar o grau de exposição derivado da manutenção da área como propriedade da Rhodia, mantido o terreno cercado e com acesso controlado, e considerando que a área em questão não apresenta potencial de uso pela população, não acarretando, portanto, riscos à saúde humana. Assim, considerou-se, apenas, as únicas situações de risco a exposição de mananciais de água e biodiversidade.

A avaliação de riscos da GEOKLOCK conduzida identificou que, “mantendo-se as atuais restrições de uso do solo da área, a exposição de potenciais receptores (biodiversidade) estará assegurada após a remoção de cerca de 100 m³ de solo (130 m³ após empolamento)”.

Em abril de 2004, foi realizada a “Avaliação Hidroquímica do Site Km 6,2”. A coleta e avaliação analítica das amostras de águas subterrâneas, bem como os serviços de medições de nível d’água, foram realizados em março de 2004, pela Rhodia e abrangeu 7 poços de monitoramento (**Figura 30**), permitindo a elaboração do desenho esquemático do perfil hidrogeológico **Figura 31** e do mapa potenciométrico (**Figura 32**) no site Km 6,2.

As águas subterrâneas coletadas foram analisadas para os compostos organoclorados voláteis e semi-voláteis incluídos no programa de monitoramento das águas subterrâneas. A água esgotada dos poços foi acondicionada e encaminhada para tratamento na ETAS da Rhodia.

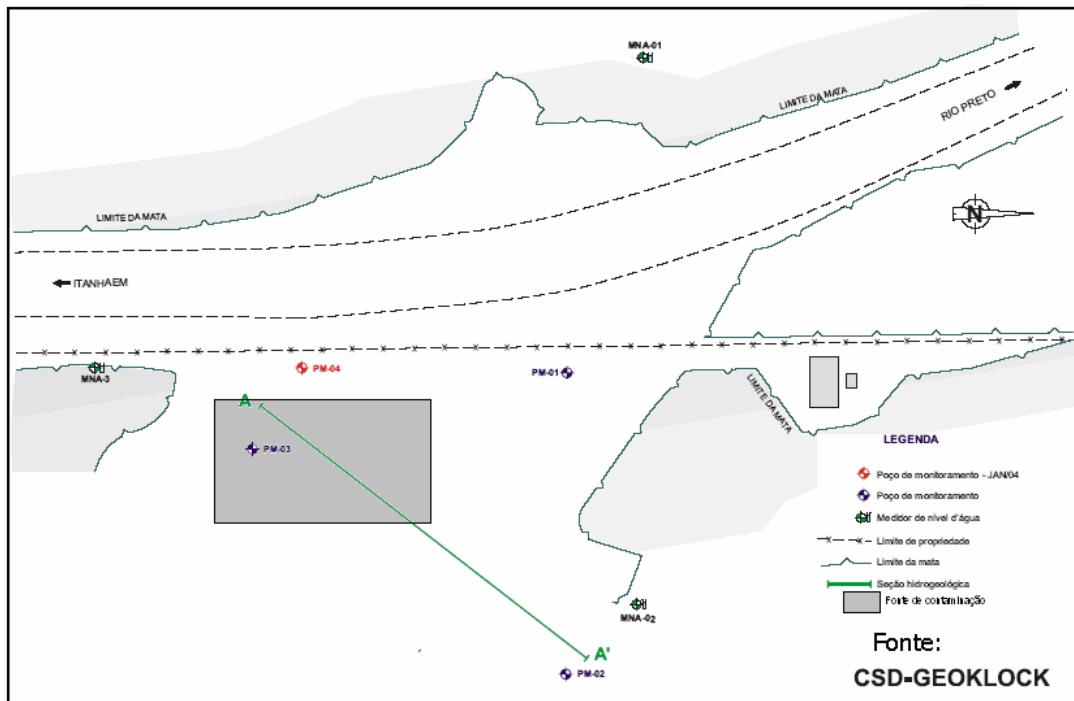


Figura 30 – Localização dos poços de monitoramento no site Km 6,2

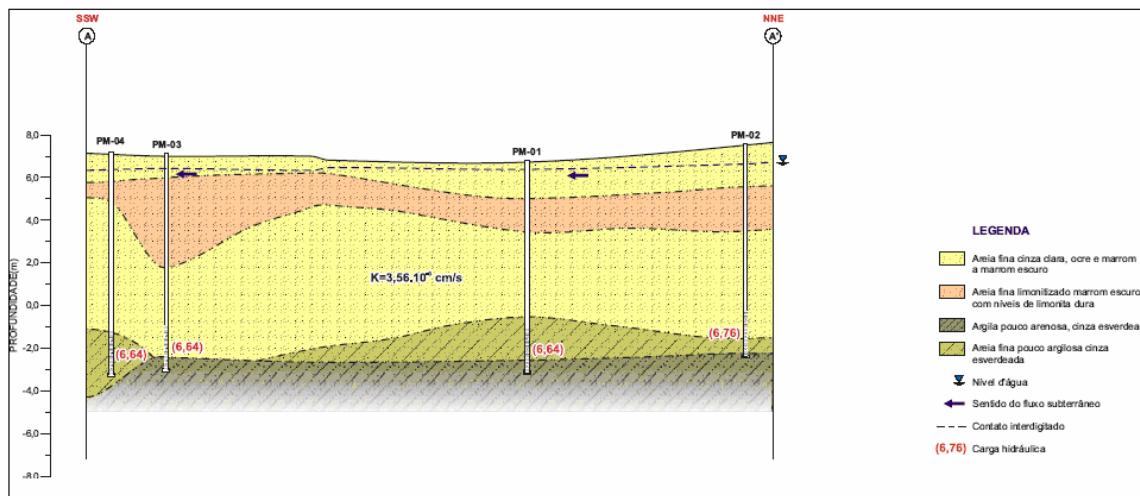


Figura 31 – Seção hidrogeológica no site Km 6,2

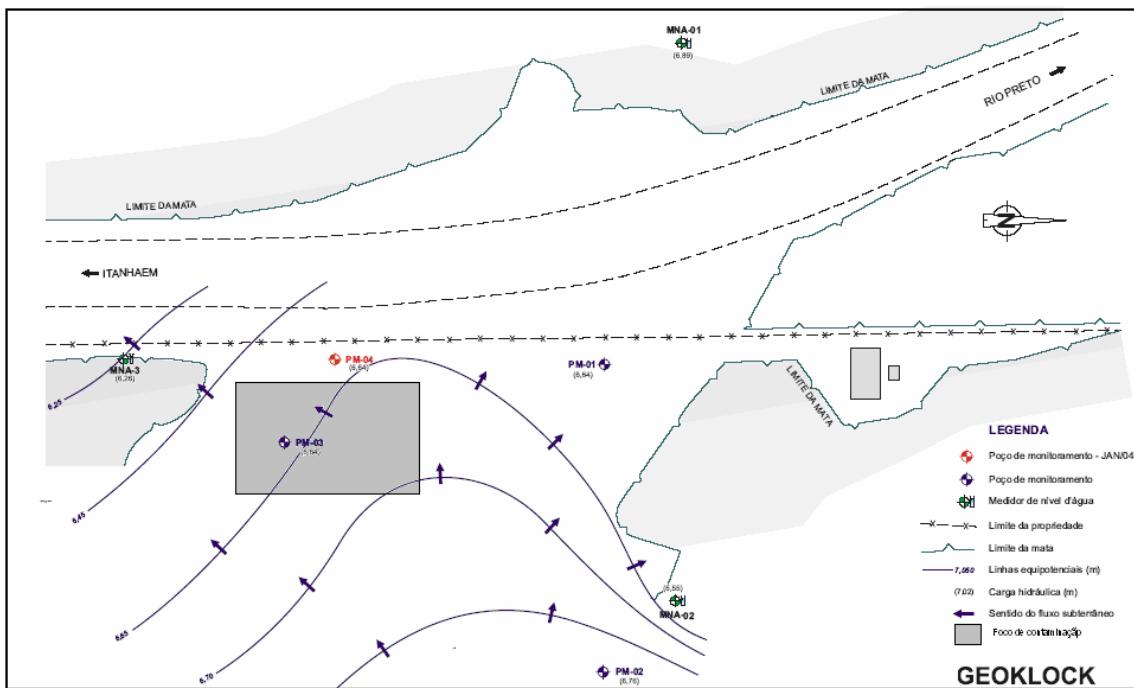


Figura 32 - Mapa potenciométrico do aquífero livre - março/04 – site Km 6,2

Não foram detectados nenhum dos compostos orgânicos voláteis e semi-voláteis analisados. Assim, não foram confeccionados plumas de isoconcentrações. Com base nas resultados apresentadas, a CSD recomendou o contínuo processo de monitoramento ambiental da área, realizado pela Rhodia semestralmente.

4.2. Necessidade de novos dados ambientais - site Km 6,2

Os compartimentos ambientais solo e água subterrânea são considerados o mais importante, seja pela forma de deposição irregular dos resíduos, bem como pelos pelas características de deposição dos resíduos no local.

Os dados apresentavam os principais compartimentos ambientais envolvidos no processo de contaminação - solo e água subterrânea – e suas análises nas áreas de foco e no seu entorno.

Os contaminantes de potencial interesse contidos nos resíduos da Rhodia e seus possíveis produtos de degradação avaliados nas campanhas de amostragem foram estabelecidos nos programas de monitoramento e avaliações dos solos.

No site Km 5,0, foi identificada pela equipe de avaliação de risco somente uma habitação localizada a aproximadamente 50 metros de distância, nos fundos do local. Desta forma, tanto no passado, presente e futuro existe a possibilidade de rotas completas de exposição no local.

Entretanto, em função dos dados de caracterização ambiental no *site*, da existência e existência comprovada de medidas de vigilância e segurança da área, a equipe de avaliação concluiu pela exclusão da necessidade de produção de novos dados ambientais para a avaliação de risco a saúde humana principalmente em virtude do número reduzido de residentes nas proximidades do local.

4.3. Contaminação dentro e fora do local de risco

De acordo com o histórico do local, a deposição dos resíduos ocorreu entre os anos de 1978/79, e um único local, denominado foco de contaminação. Desta forma, presume-se, os resíduos devem ter permanecido no local de deposição com alguma dispersão local por agentes naturais como ventos ou chuvas.

Os dados ambientais existentes para a área denominada Km 6,2 são apresentados no relatório de Avaliação Hidroquímica do Site km 6,2 e Avaliação complementar da Qualidade dos Solos e Avaliação de Riscos – Site Km 6,2 elaborados pela CSD-Geoklock Geologia e Engenharia Ambiental, publicado em fevereiro de 2004.

A. Foco de contaminação

O foco de contaminação é a área dentro do local de risco, especificamente onde foram depositados os resíduos. Este local encontra-se cercado com tela e apresenta aproximadamente 200 m² de área. A maioria das amostras coletadas no foco da contaminação foi realizada na campanha de agosto de 1998.

A.1. Solo

Os compostos organoclorados voláteis 1,1,1-Tricloroetano, Tetracloreto de Carbono, 1,2-Dicloroetano e 1,2-Dicloropropano não apresentaram concentrações detectáveis pelos métodos analíticos. Os compostos Clorofórmio, Tricloroetileno e Tetracloroetileno foram detectados em concentrações abaixo dos padrões referenciados. O composto Pentaclorofenol não apresentou concentrações detectáveis em nenhuma das amostras analisadas. Os compostos Hexacloroetano, Hexaclorobutadieno, Tetraclorobenzeno e Pentaclorobenzeno ocorreram em associação com o Hexaclorobenzeno, não havendo valores orientadores para tais compostos. O **Hexaclorobenzeno** ultrapassou em até 15.400 vezes os valores de intervenção e a soma de **clorobenzenos** ultrapassou em 140 vezes o valor de intervenção.

Tabela 17 – Principais resultados analíticos dos contaminantes potenciais para o solo no local do foco principal no Site Km 6,2

Contaminante	Lista Holandesa – T (mg/Kg)	Cetesb - intervenção Residencial (mg/Kg)	Maior valor encontrado (mg/Kg)
Clorofórmio	5000	5000	130
1,1,1, Tricloroetano	25000	11000	<10
Tetracloreto de Carbono	500	700	<100
1,2-Dicloroetano	2000	250	<100
Tricloroetileno	-	10000	20
1,2-Dicloropropano	-	-	<100
Tetracloroeteno	2000	5000	710
Hexacloroetano	-	-	400000
Hexaclorobutadieno	-	-	2440000
Tetraclorobenzeno	-	-	153000
Pentaclorobenzeno	-	-	467000
Hexaclorobenzeno	-	100	1540000
Pentaclorofenol	2500	1300	<1000
S Clorobenzenos	15000	-	2160000

A.2. Água Subterrânea

Em nenhuma das amostras foram detectados compostos orgânicos voláteis e semi-voláteis. Com base nos resultados apresentados, a empresa prestadora de serviços recomendou o contínuo processo de monitoramento ambiental da área, realizado semestralmente.

B. Entorno do foco de contaminação

O entorno do foco de contaminação é a área localizada dentro da área cercada com arame farpado que circunda o foco de deposição dos resíduos. Este local é delimitado pela malha dos pontos de amostragem estabelecida nas campanhas de avaliações qualitativa e quantitativa do solo.

B.1. Solo

Dentre os compostos organoclorados voláteis avaliados o nenhum dos compostos ultrapassou os limites de intervenção. Para os compostos organoclorados semi-voláteis em o **hexaclorobenzeno** ultrapassou em 680 o valor de intervenção e os **clorobenzenos** ultrapassaram em mais de 6 vezes o valor de intervenção.

Tabela 18 – Principais resultados analíticos dos contaminantes potenciais para o solo no entorno do foco principal no Site Km 6,2

Contaminante	Lista Holandesa ($\mu\text{g/Kg}$)	Cetesb - intervenção Residencial ($\mu\text{g/Kg}$)	Maior valor encontrado ($\mu\text{g/Kg}$)
Clorofórmio	5000	5000	30
1,1,1, Tricloroetano	25000	11000	<10
Tetracloreto de Carbono	500	700	<100
1,2-Dicloroetano	2000	250	<100
Tricloroetileno	-	10000	20
1,2-Dicloropropano	-	-	<100
Tetracloroeteno	2000	5000	40
Hexacloroetano	-	-	7300
Hexaclorobutadieno	-	-	149000
Tetraclorobenzeno	-	-	15900
Pentaclorobenzeno	-	-	20000
Hexaclorobenzeno	-	100	68000
Pentaclorofenol	2500	1300	<1000
S Clorobenzenos	15000	-	92400

B.2. Água Subterrânea

Em nenhuma das amostras foram detectados compostos orgânicos voláteis e semivoláteis. Com base nos resultados apresentados, a empresa prestadora de serviços recomendou o contínuo processo de monitoramento ambiental da área, realizado semestralmente.

C. Contaminação fora da área de risco

De acordo com a avaliação dos dados existente para a área do Km 6,2, não existem dados ambientais para a área externa a área de risco.

Na visita a campo e pelas fotografias foi possível perceber a interferência humana no entorno da área cercada de propriedade da Rhodia, como a casa em nos fundos do *site*, lotes desmatados nas proximidades. Alguns contaminantes de interesse caracterizados no entorno do foco principal foram identificados nas extremidades da malha de amostragem, criando a possibilidade de contaminação nesta área externa às cercas da propriedade da Rhodia.

4.4. Contaminantes de interesse para o site do Km 6,2

No foco de contaminação foram identificados como contaminantes de interesse para o solo os compostos: **Hexaclorobenzeno e Clorobenzenos** apresentando valores superiores aos valores de referência.

Na área externa ao foco de contaminação e dentro da área de risco o **Hexaclorobenzeno e clorobenzenos** foram identificados como contaminantes de interesse para solo por apresentar valor superior ao valor de intervenção.

Os contaminantes **Pentaclorobenzeno, Tetraclorobenzeno, Hexaclorobutadieno e Hexacloroetano** apesar de não possuírem valores orientadores e de intervenção serão considerados como contaminantes de interesse por apresentarem elevadas concentrações no solo, principalmente na área foco.

III. Áreas Contaminadas no Município de São Vicente

Em 1983, a Cetesb elaborou estratégia de controle das fontes de poluição ambiental, por meio do “Plano de Controle de Poluição Ambiental em Cubatão”, e exigiu da Rhodia a remoção dos resíduos dispostos de forma inadequada no terreno localizado no Km 69 da Rodovia Padre Manoel.

Em agosto de 1986, após determinação judicial, iniciaram as operações de remoção, acondicionamento em “mag-sacs”, transporte e armazenamento na Estação de Espera, no Km 67. A Cetesb, por sua vez, realizou amostragem de espécies aquáticas (peixes, crustáceos), caracterizando contaminação por HCB, bem como realizou coleta de amostras de água de poços de residências da região de Samaritá, cujos resultados foram encaminhados às autoridades de saúde.

Em maio de 1988 iniciou-se o transporte dos resíduos para incineração. A remoção prosseguiu até julho de 1990, ocasião em que os trabalhos passaram para a área do Km 69. Até abril de 1992 a quantidade total removida era de 41.700 toneladas.

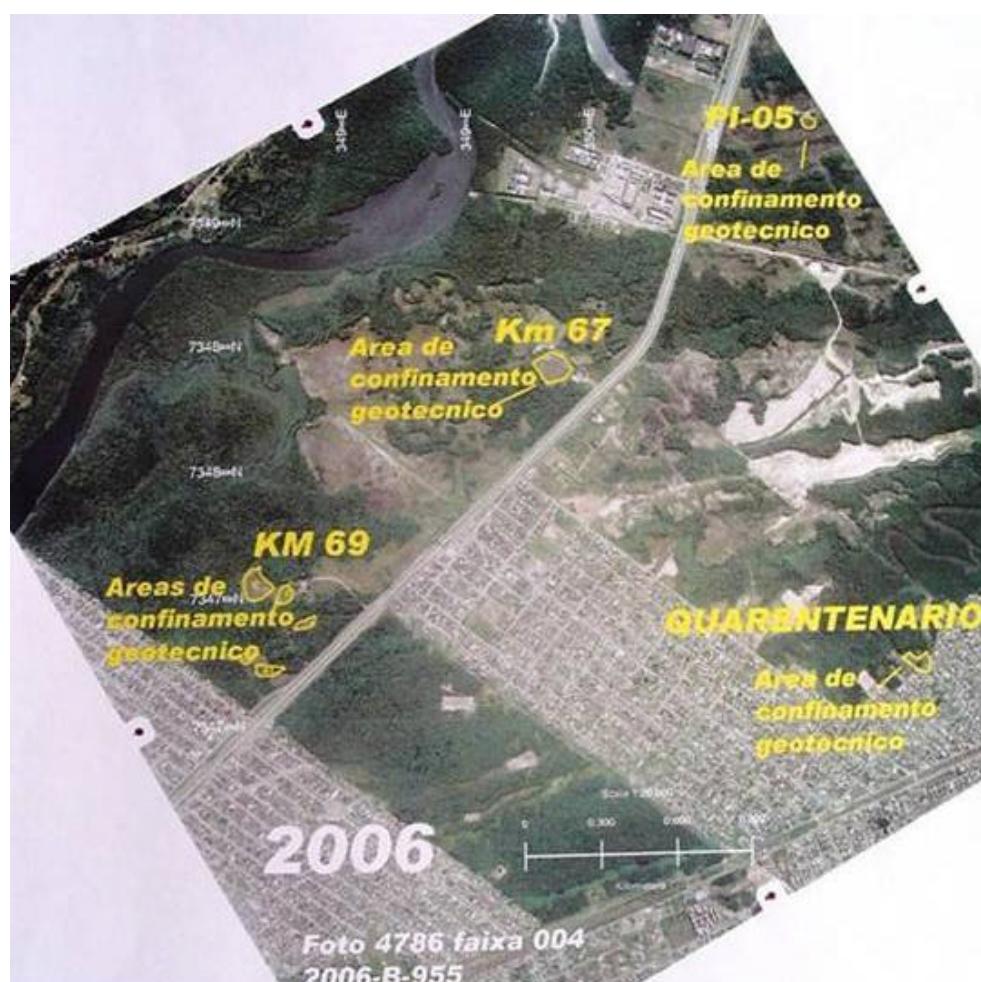
Os principais locais de disposição de resíduos assumidos pela Rhodia estão na região de Samaritá. Os resíduos dispostos nessa região estavam aflorando no solo e não havia qualquer medida de controle para impedir a circulação de pessoas ou obra de engenharia para contenção dos mesmos no local despejado (SILVA, 1998).

No “Relatório Gerencial Atualizado – Municípios de São Vicente”, de 2001, são apresentadas: Planilhas de Produção; Planilhas de Análise de Organoclorados nas ETAS – Controle de Desempenho das ETAS; Fluxograma da ETAS; dos sites Quarentenário (saída para o Rio Mariana), PI05 (saída para o Rio Taquimboqui), Km 69 (saída para o Rio Branco) e Km 67 (saída para o Rio Branco).

A maioria das análises realizadas não detectou organoclorados acima dos limites de detecção do método utilizado, porém algumas acima da Portaria nº 518.

A **Foto 11** apresenta uma visão aérea da região de Samaritá com a localização das principais áreas de deposição inadequada dos resíduos da Rhodia.

Foto 11: Distribuição das áreas com disposição de resíduos ocasionados pela Rhodia no Município de São Vicente.



1. Site Km 67

A área de 250.000 m², de propriedade da Rhodia, onde foi construída a estação de espera para armazenamento dos resíduos removidos dos demais sites, até a destinação final. Como não houve destinação final, os resíduos permanecem no local, que é cercado, identificado com placas, e com a presença de vigia dia e noite.

A Estação de Espera foi construída, em 1986, para o armazenamento de solo contendo compostos organoclorados, embalados em *Big Bags*, totalizando uma quantidade de aproximadamente 33.000 toneladas.

No entanto, a capacidade de armazenamento foi ultrapassada em quase três vezes, pois esta foi planejada para abrigar até 12.000 toneladas dos resíduos e funcionava como medida provisória até que se construísse o incinerador e se desse solução definitiva para os resíduos.

No Site Km 67 encontra-se em funcionamento, desde 1988, um sistema de bombeamento e tratamento de águas subterrâneas, com cinco poços de captação, com capacidade total de 5 m³/h e doze piezômetros para monitoramento, distribuídos no entorno da estação de espera. Após a saturação por compostos organoclorados, as torres são armazenadas para posterior definição de destinação final. O lançamento das águas tratadas é realizado no Rio Branco, que esta localizada a cerca de 500m do local da ETA.

A **Foto 12** apresenta uma visão aérea com a localização do site Km-67 e seus entornos, assinalando uma distância de aproximadamente 500m para a residência mais próxima.



Foto 12 – Visão aérea do site Km 67 e seus entornos

1.1. Foco Principal

Segundo planta de confinamento geotécnico elaborada pela CSD-Geoklock, é observado um único foco principal de onde foram removidos resíduos e solos contaminados. Este foco é situado entre a ETA e a Estação de Espera, conforme desenho esquemático abaixo (Figura 33).

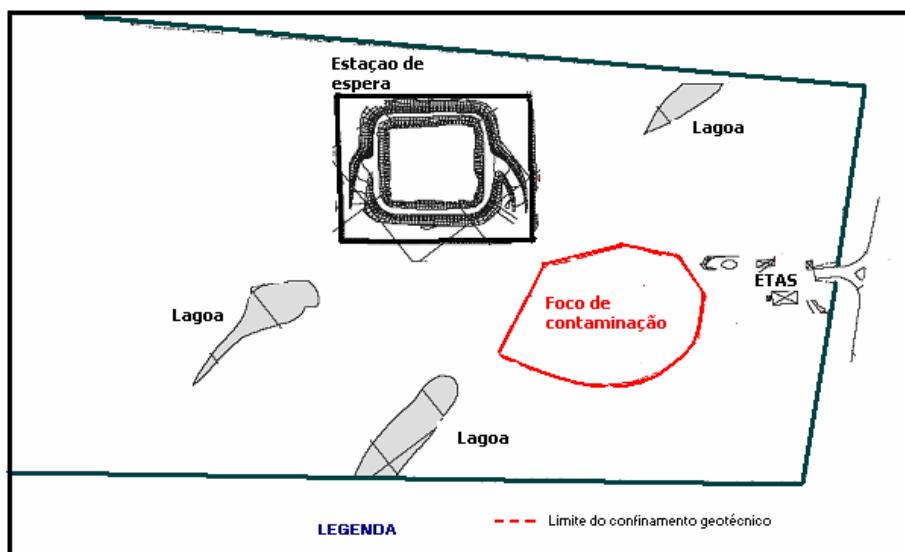


Figura 33 – Desenho Esquemático do Foco de Contaminação do site KM 67

A. Solo

O primeiro diagnóstico ambiental no *site* foi realizado entre junho de 1996 e março de 1997, pela empresa GEOKLOCK, complementando trabalho anterior de abril de 1994. Nessa ocasião os principais contaminantes identificados no solo foram o Hexaclorobenzeno, Hexaclorobutadieno e Pentaclorobenzeno, porém os resultados analíticos não foram apresentados.

A empresa contratada para a realização dos estudos ambientais na área, nas demais campanhas de amostragem da qualidade dos solos não realizou coleta e análise dos solos na área do confinamento geotécnico.

Também não são apresentados dados anteriores à remoção dos solos, onde seguramente seriam encontrados concentrações de compostos organoclorados acima de 10.000 mg/kg, caso contrário não haveria justificativa para a remoção e confinamento dos solos.

Na área do foco no *site* Km 67, afora os principais contaminantes conhecidos da composição de resíduos, devem também ser considerados os principais compostos gerados nos processos de degradação e de maior persistência ambiental.

Desta forma, na área foco, devem ser considerados contaminantes de interesse são: **Hexaclorobenzeno, Hexaclorobutadieno, Tetracloreto de Carbono, Hexacloroetileno, Hexacloroetano, Clorofórmio, 1,2-Dicloropropano, Tricloroetileno, Tetracloroetileno e Tetraclorobenzeno.**

B. Água Subterrânea

No foco de contaminação existem seis pontos de monitoramento de água subterrânea, sendo dois Poços de Bombeamento e cinco Poços de Monitoramento (PM-03, PM-04, PM-13, PM-14 e PM-21).

O Relatório “Site KM-67 AIIPA N° 18000843”, de outubro de 2002, da empresa GEOKLOCK, apresenta o diagnóstico ambiental (águas subterrâneas e superficiais), o modelo de fluxo de transporte, a avaliação dos sistemas de remediação implantados e as adequações nos sistemas ambientais.

O diagnóstico ambiental do relatório contemplou o monitoramento das águas subterrâneas de setembro de 2001 e outubro de 2002. A amostragem

abrangeu os 35 poços de monitoramento, quatro piezômetros temporários e quatro poços de bombeamento. Os valores de pH da área variaram entre 4,22 e 8,67. As amostras foram analisadas pelos laboratórios Bachema Serviços analíticos ambientais Ltda., TASQA e Rhodia. Como conclusão o relatório apresenta a redução da concentração média dos compostos na água de 652 ug/L em julho/96 para 142 ug/L em setembro/2001 no aqüífero livre e de 673,5 ug/L para 81 ug/L no aqüífero semi-confinado, no mesmo período. Recomenda a instalação de um poço de bombeamento adicional e avaliação da qualidade dos solos não-confinados.

A “Avaliação Hidrogeológica e Hidroquímica da Estação de Espera do Site Km 67”, realizada pela CSD em junho de 2003, realizou o levantamento potenciométrico para os aqüíferos livre (**Figura 34**) e semi-confinado (**Figura 35**), avaliou os resultados das análises químicas das amostras de água subterrânea (coletadas e executadas pela Rhodia) nos piezômetros ao redor da Estação de Espera (PZ 1 a PZ 12), entre janeiro de 2002 e maio de 2003; e elaborou o perfil hidrogeológico para duas seções no site (**Figura 36 e 37**).

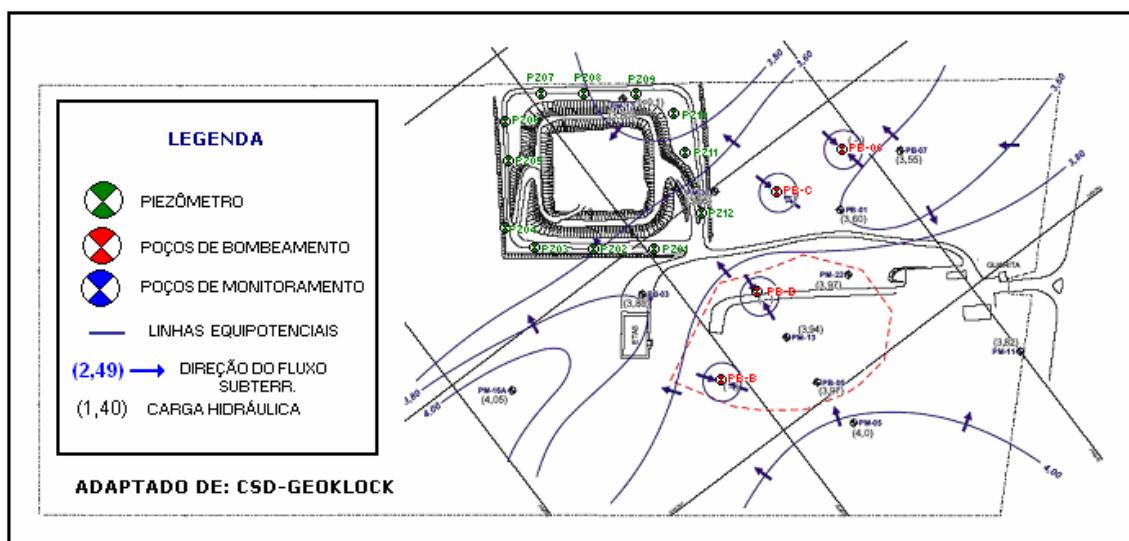


Figura 34 - Mapa potenciométrico do aqüífero livre no site Km 67

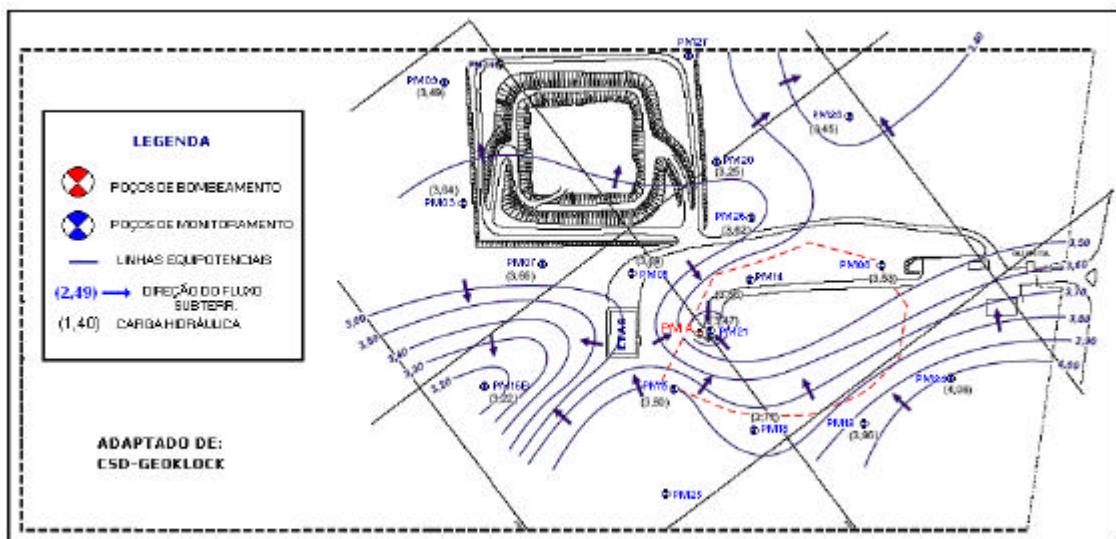


Figura 35 – Mapa potenciométrico do aquífero semi-confinado no site Km 67

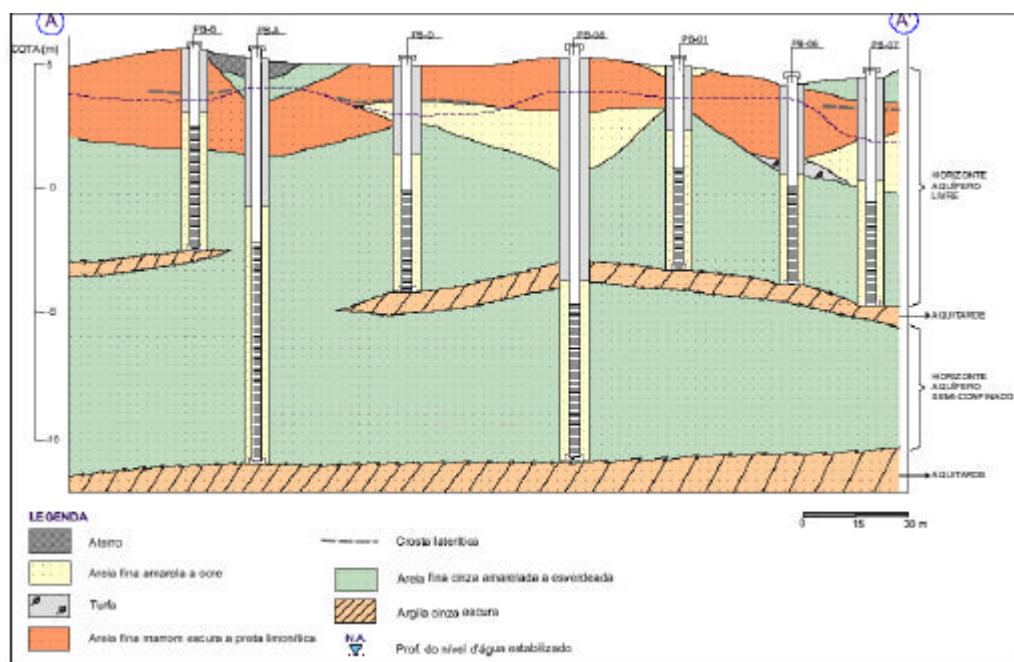


Figura 36 – Perfil hidrogeológico na Seção A – A'

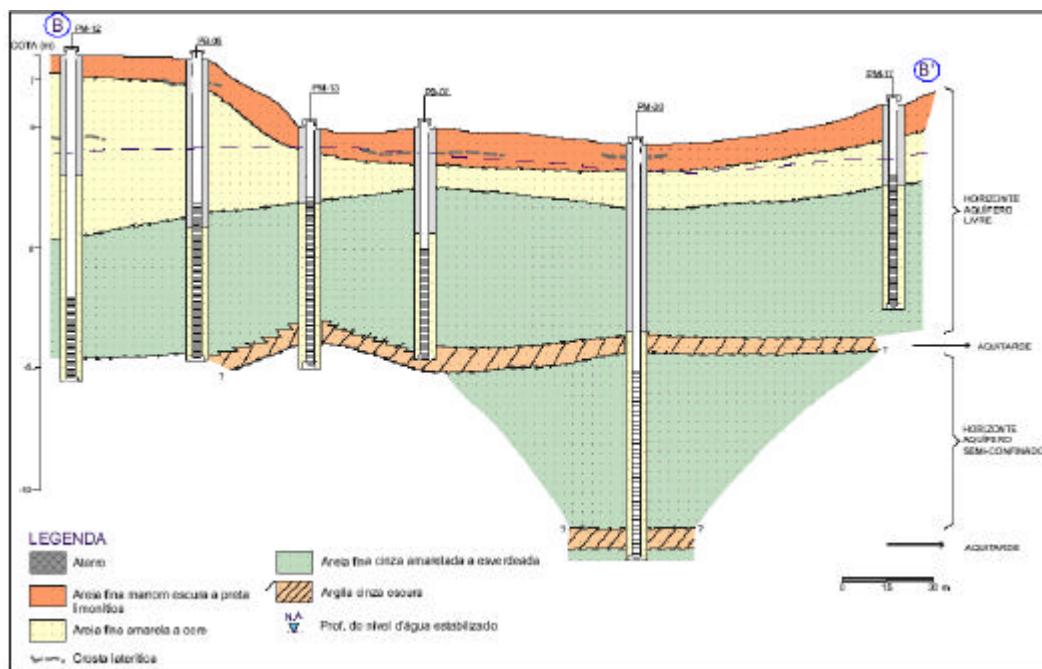


Figura 37 – Perfil hidrogeológico na Seção B – B'

Tabela 19 – Concentrações máximas em água subterrânea na área do foco de contaminação do site KM 67

PARÂMETRO	Resultados(µg/L)				Valores de Referência
	1996 CSD	2001 CSD	2003 CSD	2004 CSD	
Clorofórmio	133	45.7	100	40	200*
Tetracloreto de carbono	14,7	8,5	42	<0,1	2**
1,2-Dicloroetano	< 0,1	1580	NA	<0,1	10**
Tricloroetileno	1463	1150	778	309	70*
Tetracloroetileno	2896	NA	1115	915	40*
Hexacloroetano	1683	854	572	713	
Hexaclorobutadieno	963	454	586	654	
Pentaclorofenol	74.9	73	107	144	9.0**
Tetraclorobenzeno	129	141	76	7	12.6***
Pentaclorobenzeno	117	30	60	40	5.0***
Hexaclorobenzeno	21.2	5	8	<0,1	1.0**
1.1.1 - Tricloroetano	NA	ND	<0,1	<0,1	280*
1.1.2 - Tricloroetano	NA	15.8	NA	NA	
Cloreto de Vinila	NA	40.8	NA	NA	5.0**

* Cetesb, 2005

** Portaria nº518/MS

*** Lista Holandesa

Conforme se observa na **Tabela 13**, os contaminantes Tetracloreto de carbono, Pentaclorofenol, 1,2-Dicloroetano, Tricloroetileno, Tetracloroetileno, Hexacloroetano, Hexaclorobutadieno, Tetraclorobenzene, Pentaclorobenzene, Hexaclorobenzene, 1,1,2 – Tricloroetano e Cloreto de Vinila apresentaram concentrações acima dos valores de referência utilizados e são considerados **contaminantes de interesse** para o compartimento água subterrânea no *site Km 67*.

1.2. Fora do Foco

A. Solo

Foram realizadas duas campanhas de análise dos solos, sendo uma em abril de 2003 e outra em 2004. Além disso, em 2003, a Cetesb realizou amostragem de solo visando comprovar os resultados apresentados pela empresa. Os resultados estão apresentados na **Tabela 20**.

Na campanha de 2003, a empresa GEOKLOCK realizou a Avaliação da Qualidade dos Solos Não-Confinados, com análise de 54 pontos de solo.

Tabela 20 – Resultado das amostras de solo fora do foco no *site Km 67*

PARÂMETRO	RESULTADOS ($\mu\text{g/L}$)			VALORES DE REFERÊNCIA
	2003 CSD	2003 Cetesb	2005 CSD	
Clorofórmio	<0,1	ND	<0,1	5.000
Tetracloreto de carbono	29	ND	54	700
1,1-Dicloroetano	NA	ND	NA	20.000
1,2-Dicloroetano	77	ND	<0,1	250
1,1- Dicloroeteno	NA	ND	NA	3.000
Tricloroetileno	45	ND	6,3	10.000
Tetracloroetileno	66	ND	100	1.000
Hexacloroetano	6	NA	453	
Hexaclorobutadieno	36	ND	5,4	
Pentaclorofenol	<0,5	ND	<0,5	1.300
Tetraclorobenzene	<0,1	NA	<0,1	
Pentaclorobenzene	12	NA	12	
Hexaclorobenzene	134	266	43	100
1,1,1 - Tricloroetano	77	ND	<0,1	11.000
1,1,2 - Tricloroetano	NA	ND	NA	
Cloreto de Vinila	NA	ND	NA	200
Tricloroeteno	NA	ND	NA	7.000

Tetracloroeteno	NA	ND	NA	5.000
Cetesb, 2005 (Valor de Intervenção – Residencial)				
** Lista Holandesa				

Pelos resultados apresentados apenas o composto **Hexaclorobenzeno** superou os limites dos valores de referência. Desta forma, o contaminante **Hexaclorobenzeno** deve ser considerado **contaminante de interesse** no compartimento solo superficial em áreas no entorno do foco.

B. Água Subterrânea

Entre setembro de 2001 e maio de 2002 foi realizada pela GEOKLOCK avaliação crítica da situação da Estação de Espera, englobando avaliação hidrogeológica e hidroquímica através da implantação de 16 piezômetros para a amostragem de águas subterrâneas. Os resultados são citados no relatório “Análise Crítica da Estação de Espera do Site Km 67”, de junho de 2002, **porém os dados não são apresentados**.

Em setembro de 2002, novo relatório de “Análise Crítica da Estação de Espera do Site Km 67” foi elaborado, contendo os laudos das análises de água subterrânea, que foram realizadas no laboratório Bachema.

Com o objetivo de comprovar os dados apresentados pela Rhodia, a Cetesb, em março de 2003, realizou coleta e análise de amostra de água subterrânea em quatro Poços de Monitoramento (PM06, PM19, PM24 e PM28). Os resultados encontrados apresentaram valores máximos de Cloreto de Vinila (11,7 µg/L) e Tricloroetano (622 µg/L) acima dos valores de referência.

A **Tabela 21** apresenta as concentrações máximas encontradas nas amostragens de águas subterrâneas realizadas nos anos de 1996, 2001, 2003 e 2004.

Tabela 21 – Concentrações máximas em água subterrânea fora do foco do KM 67

PARÂMETRO	Resultados (µg/L)				Valores de Referência
	1996 CSD	2001 CSD	2003 CSD	2004 CSD	
Clorofórmio	209	7,7	63	60	200
Tetracloreto de carbono	66,2	ND	<0,1	<0,1	2
1,2-Dicloroetano	10	1330	NA	NA	10
Tricloroetileno	276	1160	1281	1170	70
Tetracloroetileno	2697	NA	971	1016	40
Hexacloroetano	1598	87	29	708	
Hexaclorobutadieno	594	297	561	773	
Pentaclorofenol	46,6	1	5	120	9,0
Tetraclorobenzeno	27,9	94	57	92	12,6
Pentaclorobenzeno	14,3	6,6	13	100	5,0
Hexaclorobenzeno	2,9	2,4	9	<0,1	1,0
1,1,1 - Tricloroetano	NA	NA	<0,1	<0,1	280
Cloreto de Vinila	NA	48	NA	NA	5,0

* Cetesb, 2005

** Portaria nº518/MS

*** Lista Holandesa

Os relatórios de avaliação da qualidade das águas nos piezômetros (PZ 01 a 12) instalados no entorno da Estação de Espera apresentam apenas traços de Hexaclorobutadieno, indicando que, até o momento, a estrutura construída para o depósito dos resíduos removidos dos focos de contaminação não representa indícios de contribuições ao aquífero freático local provenientes da Estação.

Os resultados indicam que os contaminantes **Clorofórmio, Tetracloreto de carbono, 1,2-Dicloroetano, Tricloroetileno, Tetracloroetileno, Hexacloroetano, Hexaclorobutadieno, Pentaclorofenol, Hexaclorobenzeno e Cloreto de Vinila** apresentaram concentrações acima dos valores de referência utilizados nesta avaliação de riscos à saúde e devem ser considerados **contaminantes de interesse** na área do site Km 67.

C. Outros compartimentos

Em setembro de 2004, por determinação da Cetesb, foi realizada coleta e análise espécies vegetais no site. Foram coletadas cinco amostras vegetais e os resultados para Hexaclorobenzeno assinalaram concentrações menores que o limite de detecção do método analítico (1,0 µg/kg). Os demais parâmetros não foram avaliados.

1.3. Contaminantes de interesse para o site do Km 67

Com base nos dados existentes, para o site Km 67 são considerados **contaminantes de interesse** os seguintes compostos: **Clorofórmio, Tetracloreto de carbono, 1,2-Dicloroetano, Tricloroetileno, Tetracloroetileno, Hexacloroetano, Hexaclorobutadieno, Pentaclorofenol, Tetraclorobenzeno, Pentaclorobenzeno, Hexaclorobenzeno e Cloreto de Vinila.**

2. Site PI-05

A área do site é de 14.000 m² de propriedade privada, não pertencente à Rhodia. O acesso ao site PI05 é realizado pelo km 282,5 da Rodovia Padre Manoel da Nóbrega, distando aproximadamente 300 metros da estrada, ao lado de uma área alagada. A **Foto 13** apresenta uma visão aérea recente da área, no ano de 2006.



Foto 13 – Vista área do site PI05.

A área do site é cercada, identificada com placas, e com a presença de vigia nos períodos do dia e da noite. No local já foram removidos cerca de 250 toneladas de resíduos e solos contaminados que eram distribuídos em dois focos distintos.

O site está delimitado por moirões de concreto e cerca. No local existe uma ETAS com quatro colunas de carvão ativado. O aquífero freático contaminado está a 6 metros de profundidade da superfície. Para a alimentação das colunas existe um poço de bombeamento, além de sete poços de monitoramento. O lançamento das águas tratadas é realizado em um córrego que flui à 700 metros ao fundo do site.

As investigações ambientais neste *site* tiveram início em 1994, onde foram detectadas a presença dos compostos Hexaclorobenzeno, Hexaclorobutadieno e Pentaclorobenezo em solo e Tricloroetileno, Tetracloroetileno e Hexaclorobutadieno na água.

2.1. Avaliação dos Dados Existentes

Os dados apresentaram os principais compartimentos ambientais envolvidos no processo de contaminação - solo e água subterrânea - seja pela forma de deposição irregular dos resíduos, bem como pelos mecanismos de transporte dos contaminantes. Desta forma, os compartimentos de maior interesse, solo e água subterrânea, foram amostrados e analisados no foco de contaminação e seu entorno.

Os contaminantes de potencial interesse contidos nos resíduos da Rhodia, bem como os possíveis produtos de degradação, foram avaliados nas amostragens ambientais realizadas.

Os contaminantes de potencial interesse contidos nos resíduos da Rhodia e seus possíveis produtos de degradação avaliados nas campanhas de amostragem foram estabelecidos nos programas de monitoramento e avaliações dos solos.

No site PI05, a inexistência de populações num raio superior a 400m do foco de contaminação, tanto no passado como no presente, o programa de vigilância e segurança da área, juntamente com a avaliação dos dados existentes excluem a necessidade de produção de novos dados ambientais para a avaliação de risco a saúde humana.

2.2. Foco Principal

Nesta área foram detectados 2 focos de onde foram removidos 250 toneladas de resíduos e solos contaminados, encaminhadas para incineração no estado da Bahia (**Figura 38**).

O projeto de remediação, teve início em junho de 1997, contemplou: a remoção dos resíduos remanescentes e solos com concentrações de Compostos

Órgânicos Totais (OCT) acima de 10.000 mg/kg; confinamento geotécnico dos solos contaminados remanescentes; implantação de poço de bombeamento e estação de tratamento de águas subterrâneas (ETAS); e revegetação da área.

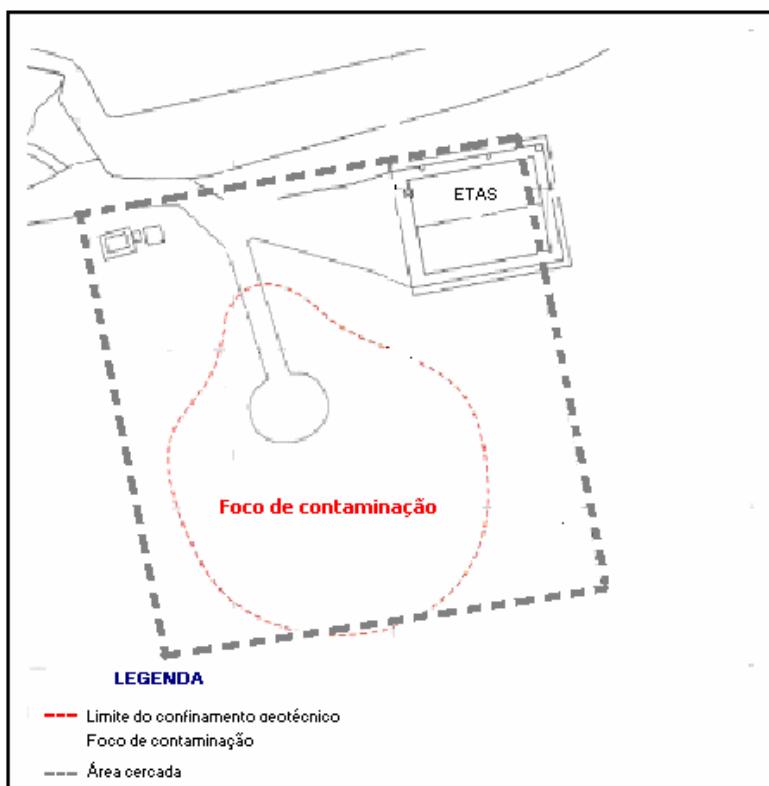


Figura 38 – Desenho esquemático do foco de contaminação do PI05

A. Solo

Apenas em 2003 foi analisado um único ponto de solo no limite dessa área não detectando a presença de nenhum dos compostos analisados. A empresa contratada para a realização dos estudos ambientais na área, em todas as campanhas de amostragem da qualidade dos solos não realizou coleta e análise dos solos confinados. Também não são apresentados dados anteriores à remoção dos solos, onde seguramente seriam encontrados teores de compostos organoclorados acima de 10.000 mg/kg, caso contrário não se justificaria a remoção e confinamento dos solos.

Laudo de análise de solo do Instituto Bachema, de agosto de 2001, constante do anexo do relatório de 2002, apresenta resultados para os compostos

Hexacloroetano (264 µg/Kg), Hexaclorobutadieno (192 µg/Kg), Tetraclorobenzeno (741 µg/Kg), Pentaclorobenzeno (39 µg/Kg), Hexaclorobenzeno (124 µg/Kg) e Pentaclorofenol (< 50 µg/Kg). O local de coleta das três amostras não está especificado, porém os resultados para Hexaclorobenzeno estão acima dos valores de referência.

B. Água Subterrânea

No foco de contaminação existem quatro pontos de monitoramento das águas subterrâneas, sendo dois Poços de Bombeamento (PB-01 e PB-02) e dois Poços de Monitoramento (PM-02 e PM-03). As concentrações máximas encontradas nos pontos de monitoramento do foco de contaminações, em todas as campanhas realizadas, estão apresentadas na **tabela 22**.

A Avaliação Hidroquímica do Site PI-05, realizada pela CSD em abril de 2004, analisou os mesmos parâmetros do relatório de 2003, em seis poços de monitoramento e um de bombeamento. Os dados de potenciometria estão assinalados na forma de desenho esquemático apresentado na **Figura 39**.

As conclusões do relatório são que a pluma no aquífero livre apresentou redução de área, dos estimados 3.010 m² para 2018, porém com um incremento da concentração média de organoclorados de 52 para 82,7 µg/L. O relatório recomenda a manutenção do sistema de remediação no local.

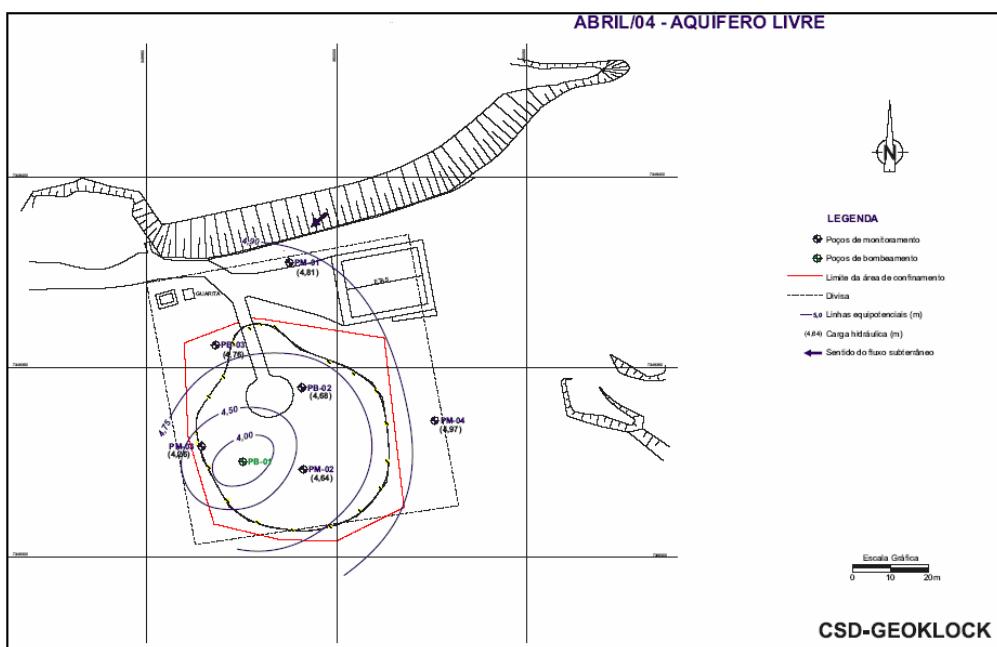


Figura 39 – Curvas potenciométricas no site PI-05 em abril de 2004

Tabela 22 – Concentrações máximas em água subterrânea no foco do site PI-05

PARÂMETRO	Resultados(µg/L)			Valores de Referência
	1996 CSD	2001 CSD	2004 CSD	
Clorofórmio	106	1,6	<0,1	200
Tetracloreto de carbono	0,2	NA	<0,1	2
1,2-Dicloroetano	18,7	140	<0,1	10
1,1- Dicloroeteno	NA	NA	NA	30
Tricloroetileno	605	356	92	70
Tetracloroetileno	1330	1020	868	40
Hexacloroetano	32,9	111	430	
Hexaclorobutadieno	180	160	689	
Pentaclorofenol	3,8	NA	<0,5	9,0
Tetraclorobenzeno	10	14,4	NA	12,6
Pentaclorobenzeno	11,5	14	<0,1	5,0
Hexaclorobenzeno	5,2	0,6	<0,1	1,0
1,1,1 - Tricloroetano	<0,1	<2,5	<0,1	280
1,1,2 - Tricloroetano	NA	1,6	NA	
Cloreto de Vinila	NA	<2,5	NA	5,0

* Cetesb, 2005

** Portaria nº518/MS

*** Lista Holandesa

Os contaminantes **1,2-Dicloroetano**, **Tricloroetileno**, **Tetracloroetileno**, **Tetraclorobenzeno**, **Pentaclorobenzeno** e **Hexaclorobenzeno** com concentrações acima dos valores de referência devem ser considerados contaminantes de interesse.

2.3. Fora do Foco

A. Solo

Em novembro de 2003, foi apresentado relatório “Avaliação da Qualidade dos Solos não-Confinados e Realização de Análise de Risco – Site PI-05”. A malha de amostragem foi de 25 x 25m e os solos coletados com pá de inox,a uma profundidade de 25 cm. As análises foram realizadas pelo laboratório T&E Analítica. A localização dos pontos amostrados é apresentado no desenho esquemático da **Figura 40**.

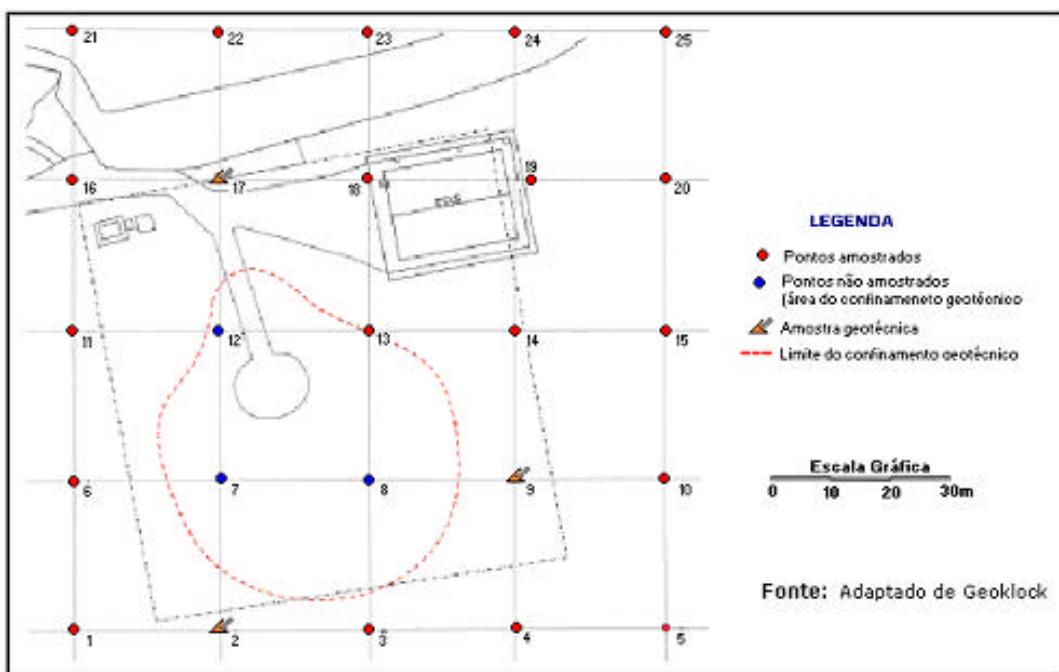


Figura 40 – Pontos de amostragem de solos PI-05

No relatório “Análise Crítica do Confinamento Geotécnico – Site PI05” de Outubro/2004, da empresa GEOKLOCK, são apresentadas considerações sobre a avaliação de risco e o confinamento geotécnico.

Em fevereiro de 2005, foi entregue o relatório “Avaliação da qualidade dos solos na antiga área de estocagem de Big-Bags e no entorno dos Pontos Amostrados pela Cetesb – Site PI05”. Os solos foram analisados pelo laboratório T&E Analítica. Os pontos amostrados estão apresentados na **Figura 41**.

Os resultados analíticos apresentados na **Tabela 23** assinalam que o composto hexaclororetano, apesar de não ser listado nas normas referenciadas, foi encontrado em 9 das 11 amostras, com concentração máxima de 453 µg/Kg. Na amostragem de solo realizada pela Cetesb, em 2003, somente o composto Hexaclorobenzeno foi detectado acima dos limites de detecção.

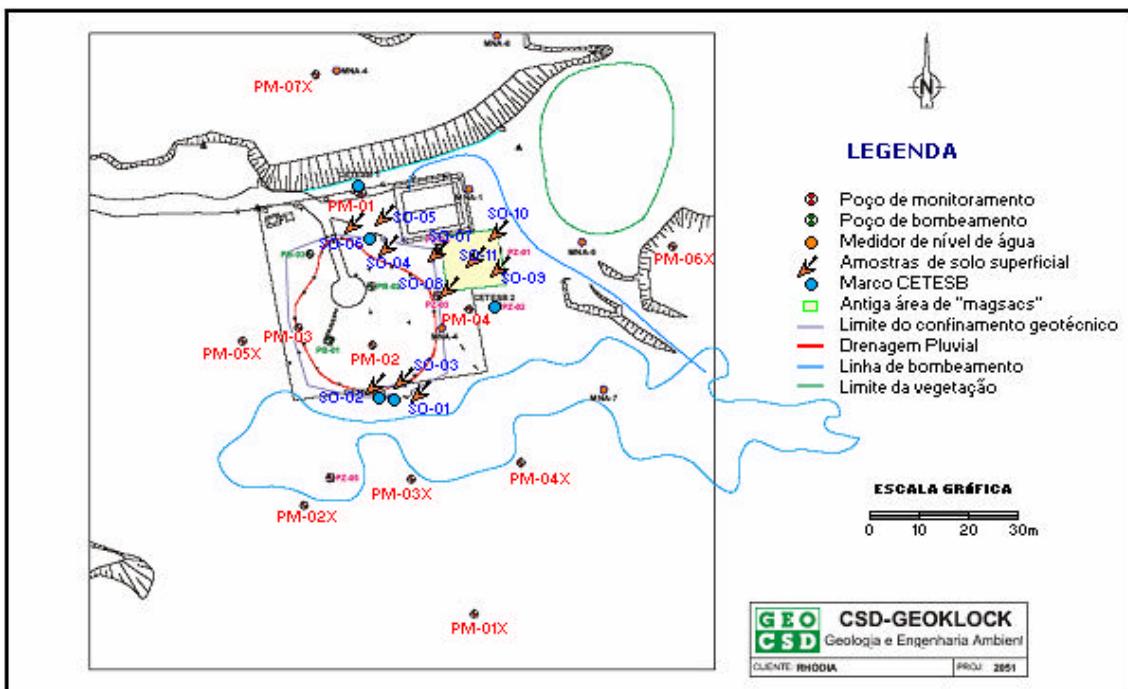


Figura 41 – Pontos de amostragem de solo superficial no site PI-05

Tabela 23 – Resultado das amostras de solo no site PI-05

PARÂMETRO	RESULTADOS ($\mu\text{g/L}$)			VALORES DE REFERÊNCIA
	2003 CSD	2003 Cetesb	2005 CSD	
Clorofórmio	216	ND	<0,1	5.000
Tetracloreto de carbono	29	ND	54	700
1,1-Dicloroetano	NA	ND	NA	20.000
1,2-Dicloroetano	22	ND	<0,1	250
1,1- Dicloroeteno	NA	ND	NA	3.000
Tricloroetileno	< 0,1	ND	6,3	10.000
Tetracloroetileno	32	ND	100	1.000
Hexacloroetano	5,2	NA	453	
Hexaclorobutadieno	12	ND	5,4	
Pentaclorofenol	< 0,5	ND	<0,5	1.300
Tetraclorobenzeno	< 0,1	NA	<0,1	
Pentaclorobenzeno	12	NA	12	
Hexaclorobenzeno	93	259	43	100
1,1,1 - Tricloroetano	22	ND	<0,1	11.000
1,1,2 - Tricloroetano	NA	ND	NA	
Cloreto de Vinila	NA	ND	NA	200
Tetracloroetano	NA	ND	NA	
Tricloroeteno	< 0,1	ND	NA	7.000
Tetracloroeteno	NA	ND	NA	5.000

Cetesb, 2005 (Valor de Intervenção – Residencial)

** Lista Holandesa

B. Água Subterrânea

O diagnóstico ambiental, de 2002, contempla o monitoramento das águas subterrâneas de agosto de 2001 e outubro de 2002. A amostragem abrangeu seis poços de monitoramento, quatro piezômetros temporários e o poço de bombeamento. Os valores de pH da área variaram entre 4,46 e 6,8. As amostras foram analisadas pelos laboratórios Bachema Serviços analíticos ambientais Ltda., TASQA e Rhodia. As concentrações máximas dos contaminantes de potencial interesse nestas campanhas de amostragem são apresentados na **Tabela 24**.

Com base nos resultados obtidos e considerando o relatório da CSD-Geohlock, a Cetesb concluiu que a vazão adotada pelo sistema de bombeamento não está sendo suficiente para garantir o confinamento hidráulico das plumas, em virtude do seu aumento.

Além disso, constatou um desvio na direção do ponto MNA-6, “inconsistente com o mapeamento efetuado em julho de 1998 e com as direções de fluxo das águas subterrâneas”.

Tabela 24 – Concentrações máximas dos contaminantes encontradas nas campanhas de monitoramento da água subterrânea no site PI-05

PARAMETRO	RESULTADOS (µg/L)				VALORES DE REFERENCIA
	1996 CSD	2001 CSD	2003 Cetesb	2004 CSD	
Clorofórmio	0,8	4,9	ND	<0,1	200*
Tetracloreto de	<0,1	NA	ND	<0,1	2**
1,1-Dicloroetano	NA	NA	ND	NA	280**
1,2-Dicloroetano	<0,1	21,8	ND	<0,1	10**
1,1- Dicloroeteno	NA	NA	NA	NA	30**
Tricloroetileno	2,7	9,3	NA	NA	70**
Tetracloroetileno	7,7	207	NA	136	40**
Hexacloroetano	3	7,1	NA	<0,1	
Hexaclorobutadieno	2,5	42	5,51	30	
Pentaclorofenol	<0,5	NA	0,18	<0,5	9,0**
Tetraclorobenzeno	<0,5	0,6	NA	<0,5	12,6**
Pentaclorobenzeno	0,2	1,3	NA	<0,1	5,0**
Hexaclorobenzeno	0,7	0,5	<0,002	NA	1,0**
1,1,1 -	NA	NA	ND	NA	280**
Cloreto de Vinila	NA	NA	ND	NA	5,0**
Tetracloroetano	NA	NA	ND	NA	
Tricloroeteno	NA	NA	30,4	NA	70**
Tetracloroeteno	NA	NA	22,4	NA	40**

* Cetesb, 2005

** Portaria nº518/MS

*** Lista Holandesa

Considerando o modelo conceitual, que impõe restrições de uso na área a seu entorno, a proibição de exploração de águas subterrâneas em algumas zonas, a falta de impermeabilização e de informações sobre a questão fundiária do local, a Cetesb entendeu como necessário o isolamento da área e que o controle da contaminação permaneça por tempo indeterminado.

Nesse parecer, a Cetesb solicita: (i) manter operacionais todos os sistemas de remediação implantados; (ii) verificar e corrigir o sistema de confinamento; (iii) otimizar o sistema de confinamento na sua face noroeste (conclusão da própria Rhodia); (iv) manter o isolamento da área nos limites da zona de proteção preventiva (140x142m); (v) avaliar a qualidade dos solos não-confinados; (vi) apresentar avaliação de risco; (vii) apresentar avaliação do reflorestamento implantado; e (viii) apresentar o mapeamento das plumas de contaminação, assinalando as zonas de restrição de uso.

C. Vegetação

Em 2004, por solicitação da Cetesb, foi realizada coleta de amostras de vegetação (caule e folhas) para análise de hexaclorobenzeno. Todos os resultados foram menores que o limite de quantificação (0,05 mg/Kg).

2.4. Contaminantes de interesse para o site do PI – 05

Pelos dados avaliados é possível definir como **contaminantes de interesse** os seguintes compostos: **Clorofórmio, Tetracloreto de carbono, 1,2-Dicloroetano, Tricloroetileno, Tetracloroetileno, Tetraclorobenzeno, Pentaclorobenzeno e Hexaclorobenzeno**. Foram também detectados valores elevados para **Hexacloroetano e Hexaclorobutadieno**. Mesmo não existindo na literatura padrão de referência para comparação, consideramos estes compostos de interesse para as futuras avaliações de saúde.

As plumas de contaminação do aquífero estão sendo mantidas confinadas, mas ainda é possível detectar contaminantes acima dos valores permitidos pela

legislação vigente. Não há, até o momento, utilização humana para as águas subterrâneas.

O Parecer Técnico nº 064/ESSE/05 da Cetesb, de 08.11.2005, sugere: Instalar poços para avaliação da qualidade das águas subterrâneas, a jusante dos poços de bombeamento (fluxo natural), apresentando os perfis construtivos; Apresentar dados de qualidade das águas efluentes da ETAS; Propor pontos de monitoramento das águas superficiais na área de influência do Site; Manter o monitoramento semestral; Rever o zoneamento ambiental e a área sob posse da Rhodia.

Deve-se considerar que a área do site PI-05 não pertence à Rhodia e também o histórico de intenção do proprietário em transformar o local em loteamento.

A **Tabela 25** assinala o resultado da comparação entre as concentrações máximas encontradas nos compartimentos solo e água subterrânea e os respectivos valores de referência; com a definição dos contaminantes de interesse no site PI-05.

Tabela 25: Contaminantes de interesse no site PI-05

PARÂMETRO	Contaminante de Interesse?	
	SOLO	ÁGUA SUBTERRÂNEA
Clorofórmio	NÃO	NÃO
Tetracloreto de carbono	NAO	NAO
1,2-Dicloroetano	NÃO	SIM
Tricloroetileno	NAO	SIM
Tetracloroetileno	NAO	SIM
Hexacloroetano	NAO	NÃO
Hexaclorobutadieno	NAO	NÃO
Pentaclorofenol	NÃO	NÃO
Tetraclorobenzeno	NAO	SIM
Pentaclorobenzeno	NÃO	SIM
Hexaclorobenzeno	SIM	SIM
1,1,1 - Tricloroetano	NÃO	NÃO
1,1,2 - Tricloroetano	NAO	NÃO
Cloreto de Vinila	NAO	NÃO

3. Site PI-06

O site PI 06 possui uma área cercada de 6.450 m² e foi utilizado pela Rhodia Brasil Ltda como pátio de manobras e estocagem temporária de resíduos removidos do site Quarentenário entre Janeiro a Maio/87 e Abril 88 a julho de 89 (**Foto 14**). O impacto ambiental anteriormente existente deveu-se a perdas de fragmentos de resíduos, solos e materiais durante o manuseio.



Foto 14 – Vista aérea do site PI-06 (2000)

A área pertencente ao Estado de São Paulo, de difícil acesso, cercada, identificada com placas, com vigia esporádica no período do dia e sem vigia no período da noite. Não há população no entorno. A população mais próxima está localizada a aproximadamente 800m do local

Os resíduos manuseados na área possuíam duas origens distintas. O primeiro denominado TETRAPER era proveniente da fabricação do tetracloreto de carbono, o segundo, designado como PENTA, era obtido na produção do pentaclorofenato de sódio. No local foram instalados 3 poço de monitoramento e 3 poço de medição de nível d'água (GEOLOCK, 2001).

3.1. Avaliação dos Dados Existentes

Os dados apresentaram os principais compartimentos ambientais envolvidos no processo de contaminação - solo e água subterrânea - seja pela forma de deposição irregular dos resíduos, bem como pelos mecanismos de transporte dos contaminantes.

Desta forma, os compartimentos de maior interesse, solo e água subterrânea, foram amostrados e analisados no foco de contaminação e seu entorno.

Os contaminantes de potencial interesse contidos nos resíduos da Rhodia, bem como os possíveis produtos de degradação, foram avaliados nas amostragens ambientais realizadas.

Alguns resultados analíticos e procedimentos de amostragem não foram apresentados. No entanto, comprovações de amostragem e análise realizadas pela Cetesb confirmam as informações apresentadas nos relatórios. Os dados disponibilizados foram considerados suficientes e adequadamente produzidos.

3.2. Foco de Contaminação

O *site* PI-06 apresenta um foco de contaminação, conforme localização na **Figura 42** (área hachurada) formado, durante o processo de remoção do solo contaminado do *site* Quarentenário, entre 1987 e 1989, por lona e plástico (verde), fragmentos de resíduos dispersos (amarelo) e “Big Bag” (vermelho).

Foram realizadas investigações geoquímicas para avaliar volumes e teores de organoclorados no solo e caracterização da direção do fluxo das águas subterrâneas. Desta forma, na área do *site* PI-06 foram realizados 75 furos a tradô em profundidade de 0,3 a 3,2 m, em uma malha de 10 x 10 m, adensada para 5 x 5 m nos locais onde foi constatada a presença de sacos plásticos.

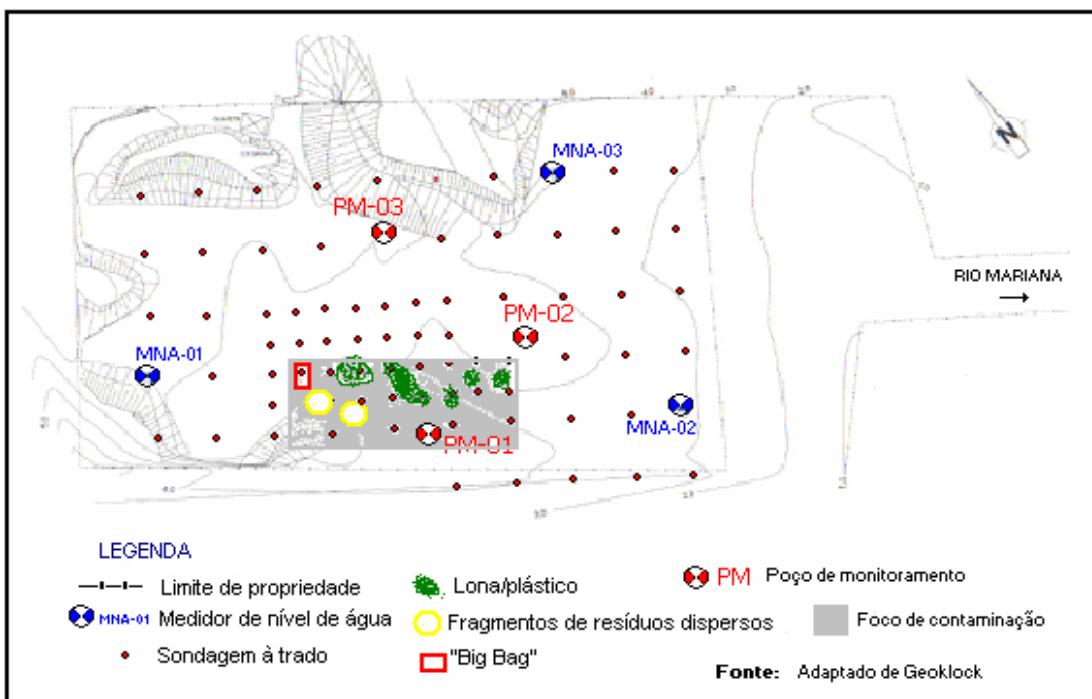


Figura 42 – Representação Esquemática do Foco de Contaminação do site PI-06

A. Solo

A empresa GEOKLOCK foi contratada, em 1993, para a realização de estudos ambientais na área. Nesse trabalho, foi efetuado o mapeamento da ocorrência de resíduos aflorantes em superfície, onde foram detectadas duas pequenas ocorrências em uma área de cerca de 15 m² e depósitos de lonas e plásticos em outra área de 70 m² (**Figura 43**).

As amostras foram analisadas no laboratório da Rhodia-Agro (Cubatão), para **organoclorados totais** acima de 10 mg/Kg, que não foram detectados em nenhuma das amostras.

No mapeamento da ocorrência de resíduos aflorantes em superfície foram detectadas duas pequenas ocorrências em uma área de cerca de 15 m² e depósitos de lonas e plásticos em outra área de 70 m² (GEOKLOCK, 1997 – Projeto de Recuperação Ambiental). Porém os resultados apresentados não definem onde os pontos de solo foram coletados. Assim, os resultados de solo serão apresentados nos dados de solo fora do foco.

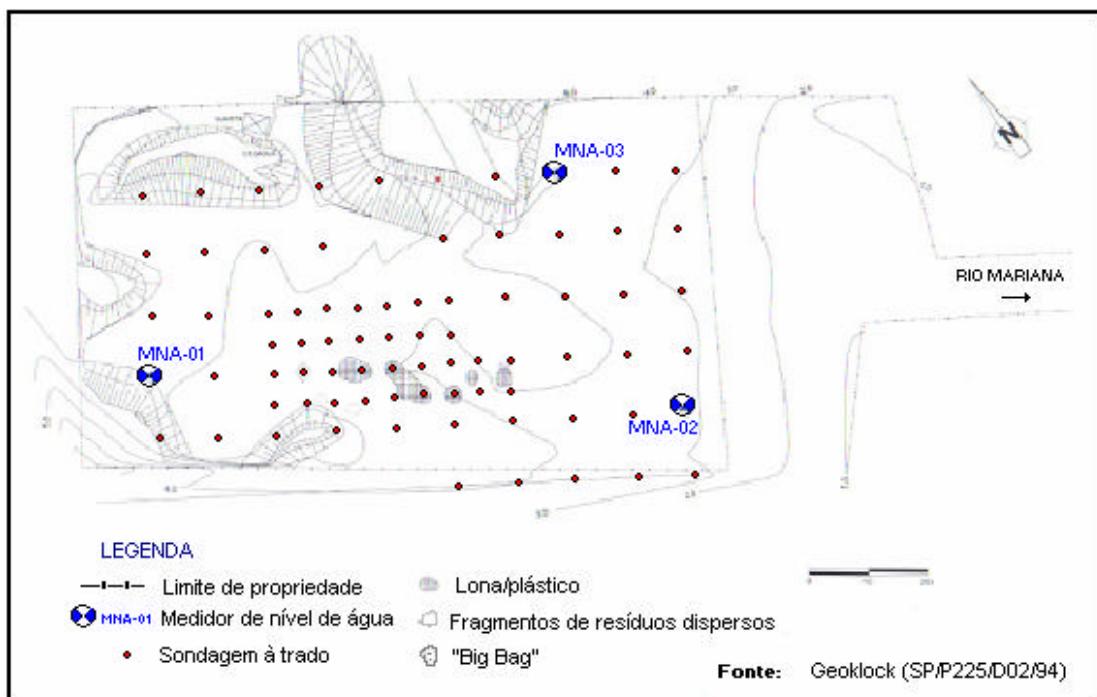


Figura 43 – Pontos de amostragem de solos e mapeamento dos resíduos em superfície no site PI-06.

B. Água Subterrânea

A empresa GEOKLOCK foi contratada, em 1993, para a realização de estudos ambientais na área. Dentre os serviços executados, houve a implantação de rede de monitoramento do aquífero constituída por três medidores de nível d'água (MNA-01 a 03) e três poços de monitoramento – PM (Figura 44). Desses pontos, apenas o PM-01 encontra-se na área foco de contaminação.

Dentre as campanhas de amostragem de água subterrânea realizadas no site PI-06, somente na primeira, em 1997, foi detectado o contaminante **Hexaclorobenzeno** (1,9 µg/L) em concentração acima dos valores de referência. Nas demais campanhas não foram detectados nenhum dos contaminantes de potencial interesse.

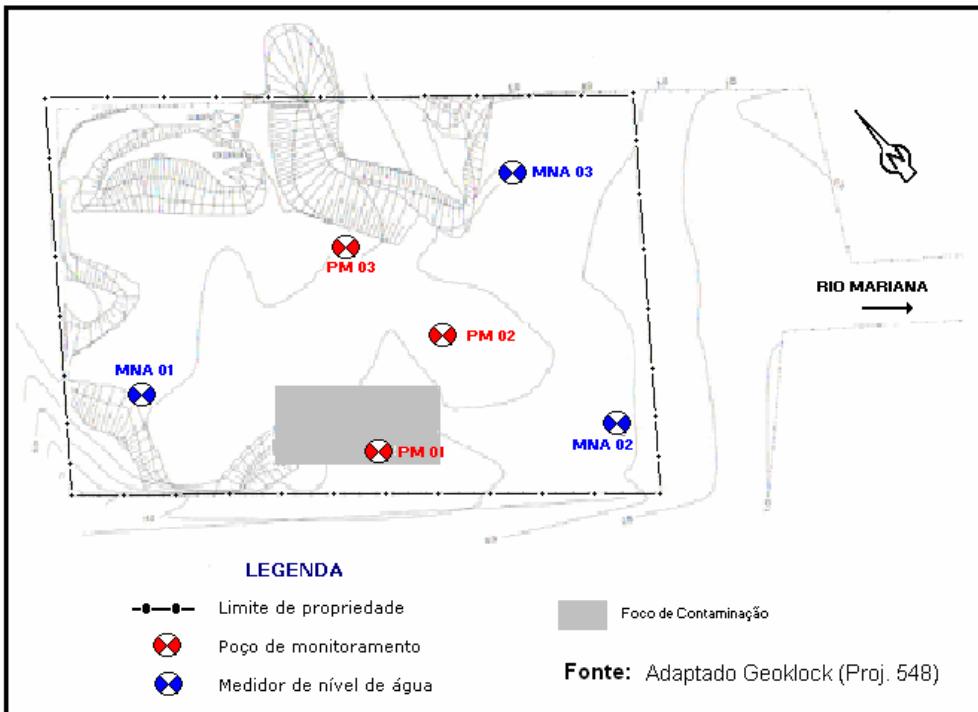


Figura 44 – Pontos de Monitoramento das Águas Subterrâneas – Site PI-06

C. Vegetação

O relatório de setembro de 1997 relatou apenas a situação da vegetação na área. Já o relatório de maio de 2001, informa a situação da revegetação realizada no site, por meio do plantio de 1040 mudas, com o objetivo de proteção do solo. Não foram realizadas análises químicas da vegetação.

3.3. Fora do Foco

A. Solo

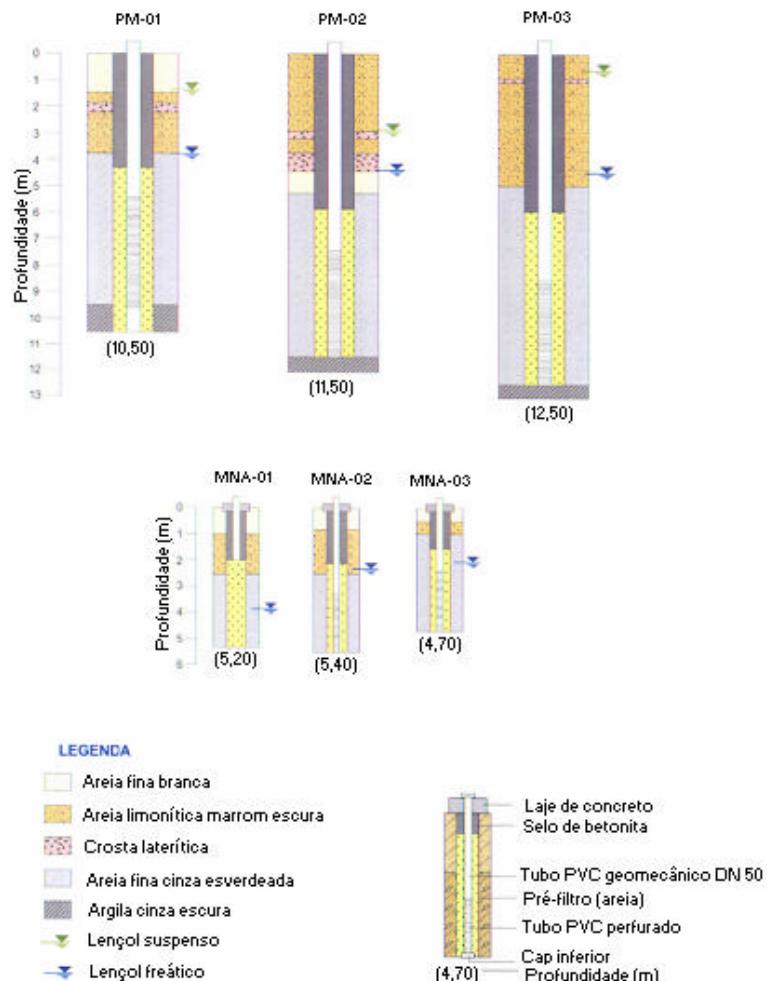
Em 1996, foi realizada campanha de amostragem de solos, que teve como objetivo avaliar a presença de contaminantes organoclorados e sua distribuição vertical. Foram executadas sete sondagens, que geraram 14 amostras, analisadas por cromatografia gasosa, com limite de detecção entre 10 e 50 µg/Kg. Segundo o relatório, foram detectados os compostos hexaclorobutadieno, hexacloroetano e hexaclorobenzeno, oscilando entre 0 e 0,063 mg/Kg. As amostras foram analisadas no laboratório da Usina Química de Santo André, através de

metodologia adaptada da EPA, porém os procedimentos de coleta não foram apresentados.

Visando comprovar os dados apresentados pela Rhodia, foram coletadas amostras de solo, pela Cetesb, em 19.03.03, para análise de Hexaclorobenzeno, 1,1,1,2-Tetracloroeteno, 1,1,1-Tricloroetano, 1,1,2,2-Tetracloroetano, 1,1,2-Tricloroetano, 1,1-Dicloroetano, 1,2- Dicloroetano, Clorofórmio, Tetracloreto de Carbono, Tetracloroeteno, Tricloroeteno e Pentaclorofenol. Não foi detectada a presença desses contaminantes nos resultados.

B. Água Subterrânea

Em junho de 1994, foram coletadas amostras de água subterrânea, através dos medidores de nível d'água, para análise de 11 organoclorados. A figura xx apresenta o perfil litológico e construtivo dos poços de monitoramento (PM01 a PM03) e de medição dos níveis de água (MNA-01 a MNA-03). Das três amostra analisadas, apenas na MNA-02 foi detectado clorofórmio, tricloroetileno, pentaclorobenzeno e hexaclorobenzeno, porém abaixo das normas de potabilidade de água (Portaria nº 518/MS). As amostras foram analisadas no laboratório da Usina Química da Cubatão. A **Figura 45** apresenta o perfil dos poços.



Fonte: Adaptado Geoklock (Proj. 548)

Figura 45 – Perfis Litológicos e construtivos dos poços de monitoramento e medidores de nível d’água – Site PI-06

Segundo o Projeto de Recuperação Ambiental de 1997, a qualidade das águas subterrâneas foi determinada pela amostragem dos três poços de monitoramento, porém nos resultados analíticos são apresentados oito pontos (PM-01 a 05 e MNA-01 a 03). Os pontos PM-04 e 05 não estão plotados em nenhuma representação gráfica.

Foram detectados os compostos clorofórmio, tricloroetileno, hexaclorobutadieno, pentaclorobenzeno e hexaclorobenzeno, este último o resultado ultrapassa o limite da Portaria nº 518/MS em três amostras (MNA03, PM01 e PM02).

Esse relatório conclui que, pelos resultados obtidos nos solos e águas subterrâneas, não justifica a tomada de medidas de remediação, tendo como única meta a “reincorporação da área a paisagem local”. A **Tabela 26** apresenta os resultados das análises de água subterrânea do site PI-06.

Tabela 26 – Resultados analíticos de água subterrânea no site PI-06

PARÂMETRO	Resultados(µg/L)								Valores de Referencia
	MNA 01	MNA 02	MNA 03	PM- 01	PM- 02	PM- 03	PM- 04	PM- 05	
Clorofórmio	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1	< 0,1	< 0,1	<	74	200
Tetracloreto de carbono	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2
1,1-Dicloroetano	< 1,0	< 1,0	< 1,0	<1,0	< 1,0	< 1,0	<	<1,0	280
1,2-Dicloroetano	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	10
1,1 – Dicloroeteno	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	30
Tricloroetileno	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	6,6	4,9	<0,1	70
Tetracloroetileno	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	40
Hexacloroetano	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Hexaclorobutadieno	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,3	<0,1	0,3	<0,1	
Pentaclorofenol	< 0,5	< 0,5	< 0,5	<0,5	< 0,5	< 0,5	<	<0,5	9,0
Tetraclorobenzeno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	<0,5	< 0,5	< 0,5	<	<0,5	12,6
Pentaclorobenzeno	0,3	< 0,1	0,3	0,4	1,4	< 0,1	0,2	<0,1	5,0
Hexaclorobenzeno	0,4	< 0,1	1,5	1,9	24,3	0,2	0,4	0,2	1,0
1,1,1 - Tricloroetano	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1	< 0,1	< 0,1	<	<0,1	280
1,1,2 - Tricloroetano	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Cloreto de Vinila	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5,0
Tetracloroetano	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Tricloroeteno	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	70
Tetracloroeteno	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	40

* Cetesb, 2005

** Portaria nº518/MS

*** Lista Holandesa

No período entre junho de 1996 e março de 1998 foram levantados os mapas potenciométricos no site PI-06 (**Figuras 46, 47 e 48**) e se observa que não ocorrem mudanças significativas nas direções dos fluxos das águas subterrâneas,

que fluem em direção ao Rio Mariana, ou seja, em sentido contrário à localização do aglomerado populacional mais próximo, localizado a alguns quilômetros deste *site*.

Estes dados, em princípio, indicariam a impossibilidade da contaminação das águas de poços de captação subterrânea possivelmente existentes à montante, em sentido do fluxo, do local de deposição dos resíduos no *site* PI-06.

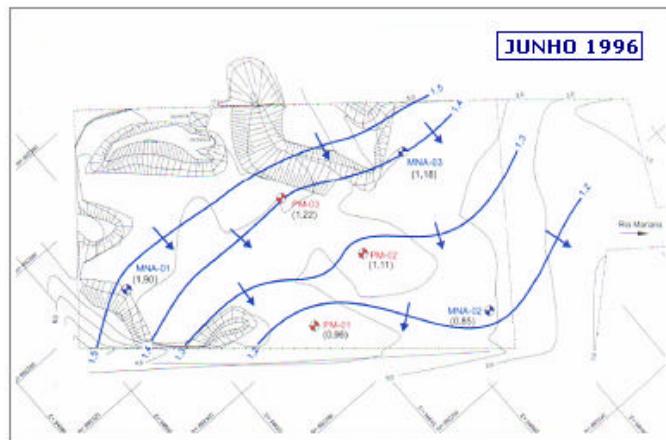


Figura 46 – Mapa potenciométrico em junho de 1996 no *site* PI-06

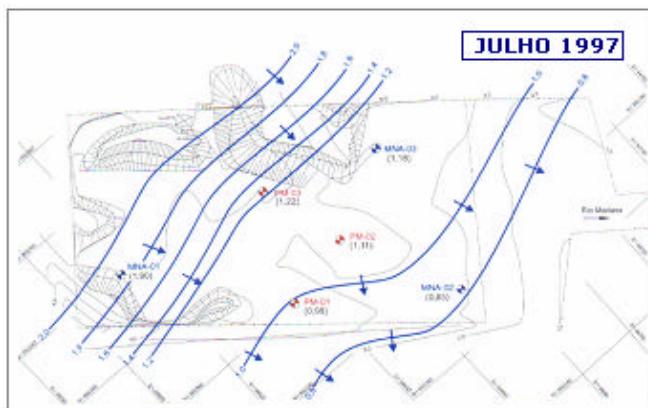


Figura 47 – Mapa potenciométrico em julho de 1997 no *site* PI-06

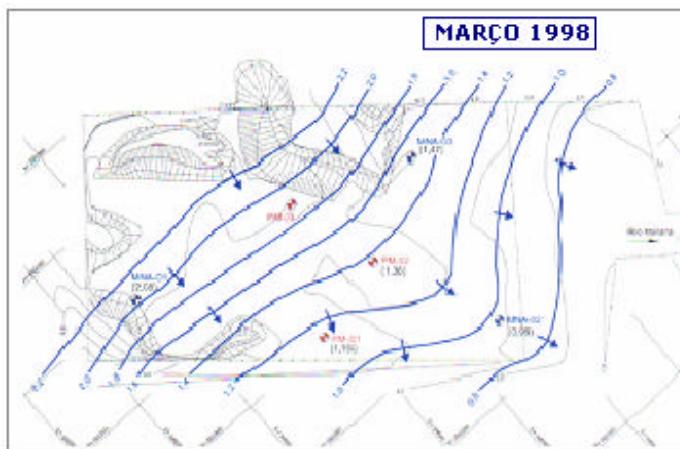


Figura 48 – Mapa potenciométrico em março de 1998 no site PI-06

Entre junho/97 e março/98, foram realizadas duas campanhas de amostragem de água subterrânea. No anexo do relatório são apresentadas três tabelas com os resultados analíticos de amostras de água. Em duas são apresentados resultados referente à seis pontos de coleta (PM - 01 a 03 e MNA – 01 a 03) e na terceira 11 pontos. **O relatório não apresenta a localização desses últimos pontos.** As amostras foram analisadas em três laboratórios: Usina Química da Cubatão da Rhodia, CLS e CSG GEO. A **Tabela 27** apresenta os principais resultados laboratoriais nas campanhas de amostragens de águas subterrâneas realizadas em 1997 e 1998.

Tabela 27 - Principais Resultados de água subterrânea (1997/98)

PARAMETRO	Resultados(µg/L)							Valores de Referencia
	MNA-01	MNA-02	MNA-03	PM-01	PM-02	PM-03	Branco	
Clorofórmio	2,0	2,0	2,0	0,2	2,0	1,3	7,7	200
Tetracloreto de carbono	1,3	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,2	<0,1	2
1,1-Dicloroetano	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	280
1,2-Dicloroetano	< 1,0	< 1,0	< 1,0	<1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	10
1,1 – Dicloroeteno	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	30
Tricloroetileno	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	70
Tetracloroetileno	1,8	0,1	0,4	0,7	0,4	0,2	<0,1	40
Hexacloroeetano	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	
Hexaclorobutadieno	0,3	<0,1	<0,1	0,2	0,3	<0,2	-	
Pentaclorofenol	0,19	< 0,5	< 0,5	0,7	< 0,5	0,2	< 0,5	9,0
Tetraclorobenzeno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	<0,5	< 0,5	< 0,2	< 0,5	12,6
Pentaclorobenzeno	< 1,0	< 1,0	< 1,0	<1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	5,0
Hexaclorobenzeno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,2	< 0,1	1,0
1,1,1 - Tricloroetano	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	280
1,1,2 - Tricloroetano	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Cloreto de Vinila	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5,0
Tetracloroetano	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Tricloroeteno	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	70
Tetracloroeteno	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	40

Três novas campanhas de monitoramento de água subterrânea foram realizadas, sendo em abril/99 e abril/00 (PM-01 e 02) e janeiro/01 (PM-01 e 02 e MNA- 01 a 03), sem que as concentrações dos compostos analisados ultrapassassem as normas. Na campanha de 2001, não foi detectado nenhum dos compostos analisados.

Pelos resultados apresentados, o relatório da GEOKLOCK propõe o encerramento das atividades de monitoramento das águas subterrâneas e o fechamento adequado dos poços existentes na área.

Visando comprovar os dados apresentados pela Rhodia, foram coletadas amostras de água subterrânea, em 26.03.03, para análise de Hexaclorobenzeno, 1,1,1,2-Tetracloroeteno, 1,1,1-Tricloroetano, 1,1,2,2-Tetracloroetano, 1,1,2-Tricloroetano, 1,1-Dicloroetano, 1,2- Dicloroetano, Clorofórmio, Tetracloreto de Carbono, Tetracloroeteno, Tricloroeteno e Pentaclorofenol. Não foi detectada a presença desses contaminantes nos resultados. Com base nos resultados obtidos e considerando que as sete campanhas de amostragem realizadas, desde 1994,

não detectaram compostos organoclorados acima dos padrões estabelecidos, a Cetesb, por meio do Parecer Técnico nº 064/ESCC/03, de 01.07.03, considerou que o monitoramento da água subterrânea da área do PI-06 poderia ser encerrado.

3.4. Conclusões

De acordo com o parecer técnico da Cetesb nº 064/ESCC/03, o Site PI 06 **encontra-se remediado, encerrando as atividades de monitoramento**. O Parecer assinala que esta área não apresenta concentrações de organoclorados acima dos valores orientadores de referência estabelecidos pela Cetesb, e, para aqueles onde não foram estabelecidos valores, acima dos *target values* estabelecidos na lista holandesa.

Dentre as campanhas de monitoramento da água subterrânea realizadas entre 1993 e 2001, apenas em 1997 foram detectados níveis de contaminação para hexaclorobenzeno acima das normas estabelecidas pela Portaria nº 518 do Ministério da Saúde.

Considerando a inexistência de populações num raio de alguns quilômetros do foco de contaminação, a avaliação dos dados existentes **excluem a possibilidade de caracterização de rotas de exposição, potenciais ou completas, no presente, passado ou futuro por águas subterrâneas**.

4. Site Km 69

O site denominado Km 69 está localizado na altura do km 285 da Rodovia Padre Manoel da Nóbrega com uma área de aproximadamente 600.000 m², com três pontos distintos de confinamento de resíduos (ponto 1, ponto 2 e ponto 3), distribuídos desde as margens da rodovia até as proximidades do Rio Branco. A **Foto 15** apresenta uma visão área no ano de 2006, com a demarcação das áreas de deposição de resíduos. As **Fotos 16, 17 e 18** apresentam aspectos locais do site Km 69, durante a visita da equipe de avaliação em novembro de 2006.



Foto 15 – Visão aérea

Fotos 16, 17 e 18 – Visões locais do site Km 69

Em relação às populações no entorno, o site Km 69 é localizado ao lado da “Gleba II”, do Bairro Parque das Bandeiras, e em frente ao Bairro Rio Branco, que é densamente povoado, localizado a aproximadamente 700m do local.

No site Km 69, embora a área ocupada pelos depósitos seja aparentemente mais extensa, é a área mais protegida do ponto de vista do contato das pessoas. Não havia moradias em áreas próximas e sempre houve uma cerca ao redor do terreno, limitando o acesso aos locais de depósito. A maior

preocupação deve-se ao fato de que a drenagem do terreno se faz em direção ao Rio Branco, passando também pelo local posteriormente ocupado pela Gleba II.

Nesta área também se encontra em funcionamento um sistema de bombeamento e tratamento de águas subterrâneas (ETAS). A água do aquífero é captada por 10 poços de bombeamento até a ETAS, e seus efluentes são lançados no Rio Branco que está localizado a cerca de 600 metros. A ETAS funciona com 8 colunas, com uma vazão de 10 m³/h. Existem 40 piezômetros instalados para monitoramento da qualidade da água subterrânea do site.

4.1. Foco Principal

O site Km 69 possui três pontos de confinamento de resíduos, conforme apresentado na **Figura 49**.

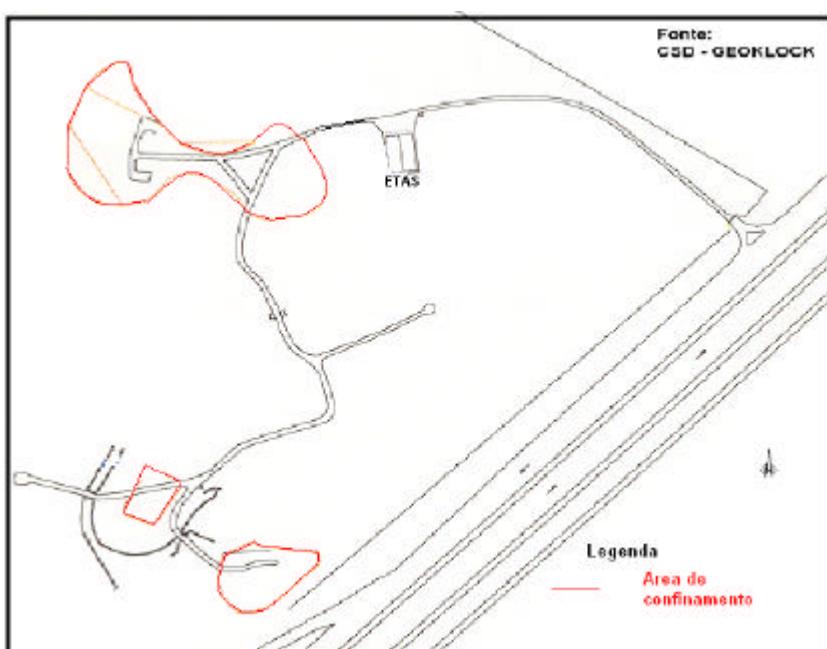


Figura 49 – Focos de contaminação do Km 69

O projeto de remediação do site Km 69 contemplou a remoção dos resíduos remanescentes e solos com concentrações de hexaclorobenzeno acima de 10.000 mg/kg (cerca de 505 toneladas); confinamento geotécnico dos solos contaminados remanescentes; implantação de oito poços de bombeamento e uma estação de

Tratamento das Águas Subterrâneas; e revegetação da área. O início da implantação dos sistemas ocorreu em abril de 1997.

Por serem consideradas áreas contaminadas, afora as determinações de concentrações mais elevadas no solo para a caracterização dos focos, não foram realizadas amostragens para a determinação de outros contaminantes.

4.2. Fora do Foco

O Relatório “Site KM-69 AIIPA Nº 18000844”, de outubro de 2002, da empresa GEOKLOCK, apresenta o diagnóstico ambiental (águas subterrâneas e superficiais), o modelo de fluxo de transporte, a avaliação dos sistemas de remediação implantados e as adequações nos sistemas ambientais.

Nesse relatório foram citados os trabalhos executados anteriormente de Diagnóstico Ambiental (março/96, outubro/96 e abril/94). A área estudada foi de 183.000 m², com 623 sondagens a trado e 716 amostras de solo analisadas. Os principais compostos identificados no solo foram hexaclorobenzeno, hexaclorobutadieno e pentaclorobenzeno. Para as águas foram instalados 45 poços de monitoramento, cinco de bombeamento e realizada a análise química de 12 compostos organoclorados.

A. Solo

Em outubro de 2003, foi apresentado relatório “Avaliação da Qualidade dos Solos não-Confinados e Realização de Análise de Risco – Site KM-69”. A malha de amostragem foi de 50 x 50m (**Figura 50**) e os solos coletados com pá de inox, a uma profundidade de 25 cm. As análises foram realizadas pelo laboratório T&E Analítica. Em nenhum dos pontos amostrados foi detectada a presença de compostos organoclorados.

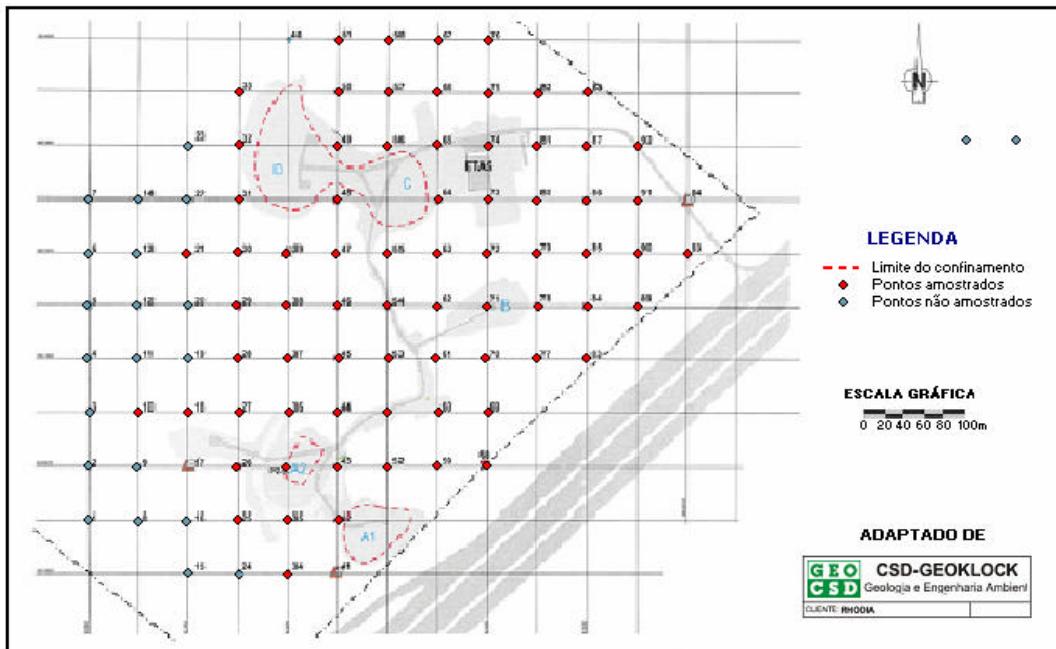


Figura 50 – Pontos de amostragem de solo superficial no site Km 69

Em 28.04.04 técnicos da Cetesb realizaram visita ao site Km 69 e constataram que os resíduos acondicionados em mag-sacs, anteriormente estocados no local, haviam sido removidos e, segundo representante da Rhodia, enviados para incineração no estado da Bahia.

O Parecer Técnico nº 034/ESCC/04 da Cetesb, de 25.05.2004, avaliou o relatório acima descrito, onde entende que nas regiões onde houve estocagem de resíduos deveria ser realizada investigação detalhada para as devidas adequações na avaliação de risco correspondente. Considera, ainda, que a avaliação de risco limitou-se a considerar a exposição aos solos não-confinados, devendo ser efetuada **avaliação de risco para todo site e seu entorno**.

Em fevereiro de 2005 foi entregue o relatório “Avaliação da qualidade dos solos na antiga área de estocagem de Big-Bags e no entorno dos Pontos Amostrados pela Cetesb – Site KM 69”.

Os pontos amostrados são apresentados na **Figura 51**. Os solos foram analisados pelo laboratório T&E Analítica.

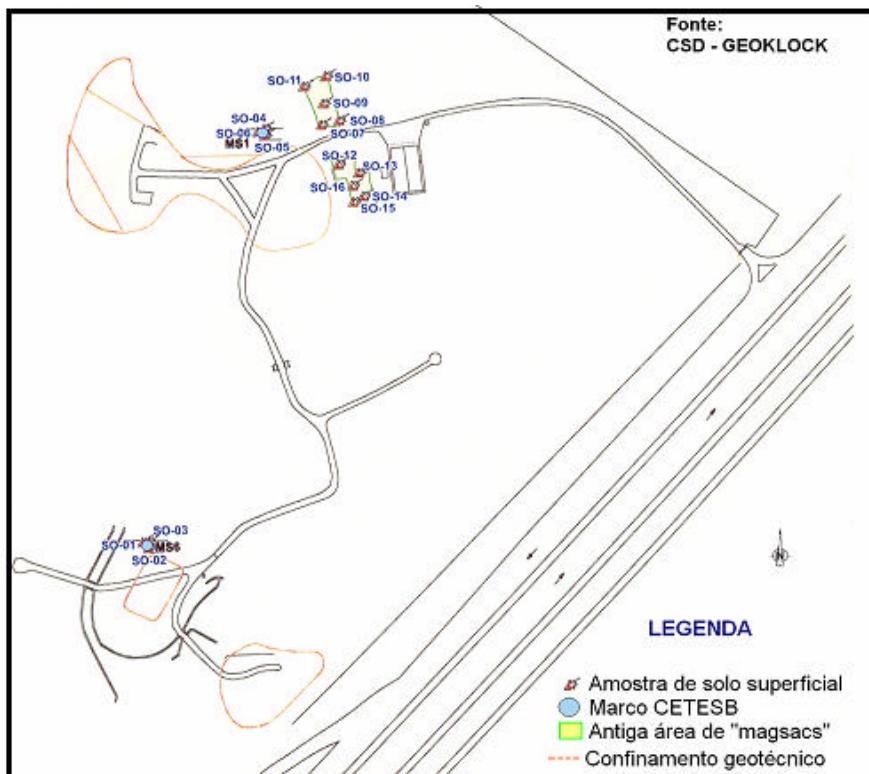


Figura 51 – Pontos de amostragem de solo superficial site Km 69

De acordo com os resultados encontrados, o relatório conclui que os compostos organoclorados voláteis (VOCs) e semi-voláteis (SVOCs) detectados nas amostras apresentaram concentrações abaixo dos valores de referência de qualidade estabelecidos pela CETESB para uso Agrícola e Industrial e Lista Holandesa.

Tendo em vista os resultados obtidos na investigação, o relatório afirma que, de acordo com os padrões de referência, “a área em questão não é uma fonte de poluição secundária, não oferecendo risco aos receptores atuais nem à exposição humana, mantendo-se o uso e restrições atuais”.

A **Tabela 28** apresenta os principais resultados analíticos das amostragens de solo realizadas pela Cetesb (2003) e pela Geoklock (2003 e 2005) nas áreas de entorno ao foco no site Km 69.

Tabela 28 – Resultado das amostras de solo fora do foco no site Km 69

PARÂMETRO	RESULTADOS ($\mu\text{g/Kg}$)		VALORES DE REFERÊNCIA
	2003 CSD	2003 Cetesb	
Clorofórmio	< 0,1	< 0,1	5.000
Tetracloreto de carbono	< 0,1	< 0,1	700
1,1-Dicloroetano	NA	< 0,1	20.000
1,2-Dicloroetano	< 0,1		250
1,1- Dicloroeteno	NA		3.000
Tricloroetileno	<0,1		10.000
Tetracloroetileno	<0,1	126	4.000
Hexacloroetano	<0,1		213
Hexaclorobutadieno	<0,1	236	154
Pentaclorofenol	<0,5	< 0,10	< 0,5
Tetraclorobenzeno	<0,1		6,8
Pentaclorobenzeno	<0,1		5,1
Hexaclorobenzeno	<0,1	288	69
1,1,1 - Tricloroetano	<0,1		< 0,1
1,1,2- Tricloroetano	NA		11.000
Cloreto de Vinila	NA		200

Observa-se, pelos resultados obtidos pela Cetesb, no ano de 2003 ainda existia a presença do contaminante hexaclorobenzeno no solo nas proximidades do foco em concentração acima dos valores de referência. O contaminante Hexaclorobutadieno, apesar de não constar valores de referência, também apresentou concentração elevada naquele ano.

B. Água Subterrânea

O diagnóstico ambiental contemplou o monitoramento das águas subterrâneas de dezembro de 2001 e outubro de 2002. A amostragem abrangeu os 45 poços de monitoramento, seis piezômetros temporários e oito poços de bombeamento. Os valores de pH da área variaram entre 4,59 e 6,62.

A maioria dos resultados das análises dos 15 organoclorados apresentou resultado acima dos valores de referência. As amostras foram analisadas pelos laboratórios Bachema Serviços analíticos ambientais Ltda., TASQA e Rhodia.

O relatório apresenta a redução da concentração média dos compostos na água (de 869 ug/L em setembro/95 para 112 ug/L em dezembro/2001) e recomenda a instalação de poços de bombeamento adicionais, aprofundamento

do diagnóstico das águas subterrâneas no foco A1 e substituição dos materiais internos do poço PM-01.

Com base nos resultados obtidos em 2003 e considerando o relatório da GEOKLOCK, a Cetesb concluiu que a vazão adotada pelo sistema de bombeamento não está sendo suficiente para garantir o confinamento hidráulico das plumas, em virtude do seu aumento.

Considerando o modelo conceitual, que impõe restrições de uso na área a seu entorno, a proibição de exploração de águas subterrâneas em algumas zonas, a falta de impermeabilização e de informações sobre a questão fundiária do local, a Cetesb entendeu como necessário o isolamento da área e que o controle da contaminação permaneça por tempo indeterminado. Além disso, notou que o aumento das áreas das plumas de contaminação é inconsistente com o modelo conceitual adotado.

Nesse parecer, a Cetesb solicita: (i) manter operacionais todos os sistemas de remediação implantados; (ii) verificar e corrigir o sistema de confinamento; (iii) otimizar o sistema de confinamento na sua face noroeste (conclusão da própria Rhodia); (iv) manter o isolamento da área nos limites da zona de proteção preventiva (140x142m); (v) avaliar a qualidade dos solos não-confinados; (vi) apresentar avaliação de risco; (vii) apresentar avaliação do reflorestamento implantado; e (viii) apresentar o mapeamento das plumas de contaminação, assinalando as zonas de restrição de uso.

A Avaliação Hidroquímica do Site Km 69, realizada pela GEOKLOCK em junho de 2004, analisou os mesmos parâmetros do relatório de 2003, em 46 poços de monitoramento e dez de bombeamento. O mapa potenciométrico indicando as direções dos fluxos subterrâneos é apresentado no desenho esquemático da **Figura 52.**

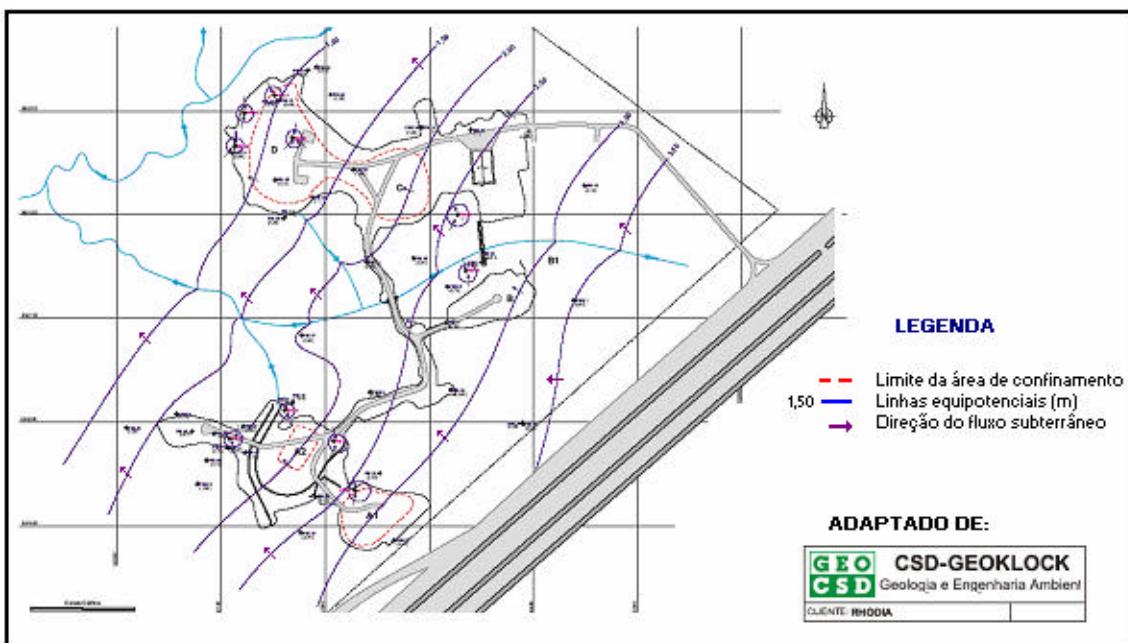


Figura 52 – Mapa potenciométrico no site Km 69 – junho de 2004

O Parecer Técnico nº 039/ESSE/05 da Cetesb, de 08.11.2005, avaliou os relatórios de 2004 e 2005. Avaliando o relatório sobre os dados hidroquímicos levantados, a CETESB pondera que somente a conclusão dos estudos de modelagem não é suficiente para atestar resultados satisfatórios para o sistema implantado. Considera importante a instalação de poços de monitoramento multiníveis (avaliando os vários aquíferos), principalmente, mas não apenas, a jusante dos poços de bombeamento da cava D, além de mapas potenciométricos dos vários aquíferos visando mostrar as direções do fluxo das águas correspondentes, considerando-se igualmente importante a apresentação dos perfis construtivos dos poços, com a litologia e os níveis d'água observados.

A estas complementações devem ser agregadas informações sobre a qualidade dos efluentes da ETAS, sobre a qualidade dos cursos d'água do entorno da área (implantação de pontos de monitoramento adequadamente selecionados) e sobre a qualidade do solo. Com todas estas complementações, a CETESB entende ser possível a avaliação da eficácia dos sistemas de remediação implantados, lembrando que os sistemas de monitoramento deverão ser mantidos permanentemente, com amostragens ao menos semestrais.

Quanto às premissas adotadas na avaliação de risco, a CETESB avalia que existem situações que fogem ao controle da Rhodia, como por exemplo o fato de um vizinho começar a explotar água subterrânea, implicando em eventuais alterações em todo o sistema de confinamento das plumas dentro da área da Rhodia. Ressalta ainda a importância da identificação de mecanismos que garantam o controle dos riscos, ou então que se avalie os riscos considerando o cenário de pior caso, conforme solicitado.

A **Tabela 29** apresenta as concentrações máximas encontradas nas campanhas de amostragem de águas subterrâneas realizadas nos anos de 2003, 2004 e 2007.

Tabela 29 – Concentrações máximas em água subterrânea no foco de contaminação do site KM 69

PARAMETRO	Resultados(µg/L)			Valores de Referência
	2003 CSD	CETESB 2003	2004 CSD	
Clorofórmio		185	585	200
Tetracloreto de carbono			20.000	2
1,2-Dicloroetano			<0,1	10
Tricloroetileno	792	125	5.728	70
Tetracloroetileno	4.000	167	1.263	40
Hexacloroetano	2.632		1.534	
Hexaclorobutadieno	893	409	1.116	
Pentaclorofenol		72,4	3.040	9,0
Tetraclorobenzeno	268		541	12,6
Pentaclorobenzeno	108	0,74	1.144	5,0
Hexaclorobenzeno			14	1,0
1,1,1 - Tricloroetano			<0,1	280

* Cetesb, 2005

** Portaria nº518/MS

*** Lista Holandesa

Pelos resultados reportados, observa-se que – pelo menos até o ano de 2004 -, em função do tratamento insuficiente do aquífero contaminado, os contaminantes **Clorofórmio**, **Tetracloreto de carbono**, **Tricloroetileno**, **Tetracloroetileno**, **Hexacloroetano**, **Hexaclorobutadieno**, **Pentaclorofenol**, **Tetraclorobenzeno**, **Pentaclorobenzeno** e **Hexaclorobenzeno** apresentavam concentrações bem acima dos valores de referência.

4.3. Necessidade de novos dados ambientais para o site Km 69

Os compartimentos ambientais solo e água subterrânea são considerados os mais importantes, seja pela forma de deposição irregular dos resíduos, bem como pelos mecanismos de transporte dos contaminantes envolvidos no processo.

Os dados existentes apresentavam os principais compartimentos ambientais envolvidos no processo de contaminação - solo e água subterrânea – e suas análises nas áreas de foco.

Quanto ao desenho amostral para solo superficial no entorno dos focos, principalmente aqueles mais próximos de populações, os dados seriam insuficientes, caso houvesse concentrações de qualquer um dos potenciais contaminantes de interesse acima dos valores de referência.

No entanto, para todos os pontos amostrados após a remoção dos resíduos, os resultados estiveram sempre abaixo dos valores de referência considerados. Por esta razão, considera-se desnecessária a produção de novos dados de solo superficial, sendo os existentes suficientes para os estudos de avaliação de risco à saúde humana.

No que concerne às águas subterrâneas, os dados existentes **não** são suficientes, pois além de apresentarem concentrações contaminantes relevantes, inclusive do aquífero mais superficial – usual nas captações das populações mais carentes – indicam possibilidade de migração da pluma contaminante em direção às áreas habitadas.

Afora a possibilidade de exposições passadas, a serem consideradas nas próximas etapas do estudo, existiam dúvidas, como aventadas pela Cetesb, sobre a contaminação atual dos aquíferos.

Assim, fazia-se necessário o levantamento de poços de captação de águas subterrâneas nas áreas habitadas nas proximidades do site Km 69, seus respectivos históricos, bem como a coleta e análise de suas águas para os contaminantes de potencial interesse. Estas considerações foram levadas ao conhecimento ao representante da Rhodia, que, providenciou a produção dos

dados ambientais necessários.

Para tal, a Ambios Engenharia e Processos Ltda elaborou os respectivos protocolos de amostragem e, juntamente com representantes do CGVAM supervisionou os trabalhos de amostragem realizados pela empresa BIOAGRI, e encaminhamento das amostras para o Laboratório Analytical Solutions.

A seguir, na **Figura 53** são assinalados os desenhos esquemáticos para a localização dos pontos de amostragem de solo superficial e de água subterrânea no site Km 69, sugeridos pela Ambios Engenharia.



Figura 53: Desenho esquemático para localização dos novos pontos de amostragem de água subterrânea no site Km 69.

O critério para a localização dos pontos de amostragem consistia na interceptação de qualquer fluxo de água subterrânea em direção às áreas povoadas.

Em todas as amostras coletadas, as análises laboratoriais **não detectaram nenhum dos contaminantes de potencial interesse** em concentrações acima dos limites de detecção dos métodos analíticos utilizados.

4.4. Contaminantes de interesse para o site do Km 69

A **Tabela 30** assinala os contaminantes cujas concentrações apresentaram valores acima dos valores de referência, sendo considerados contaminantes de interesse para o *site* Km 69.

Tabela 30 – Contaminantes de interesse no *site* Km 69

PARÂMETRO	Contaminante de Interesse?	
	SOLO	ÁGUA SUBTERRÂNEA
Clorofórmio	NAO	SIM
Tetracloreto de carbono	NAO	SIM
1,2-Dicloroetano	NAO	NAO
Tricloroetileno	NÃO	SIM
Tetracloroetileno	NAO	SIM
Hexacloroetano	NAO	SIM
Hexaclorobutadieno	NAO	SIM
Pentaclorofenol	NAO	SIM
Tetraclorobenzeno	NAO	SIM
Pentaclorobenzeno	NAO	SIM
Hexaclorobenzeno	SIM	SIM
1,1,1 - Tricloroetano	NAO	NAO
1,1,2 - Tricloroetano	NÃO	NÃO
Cloreto de Vinila	NAO	SIM

Cabe salientar que não foram detectadas contaminações em áreas fora do *site* Km 69. O tratamento e monitoramento das águas subterrâneas são importantes para evitar a formação de rotas de exposição humana no presente e futuro.

5. Quarentenário

O antigo Quarentenário era o local onde, na década de cinqüenta do século passado, o gado ficava de quarentena aguardando o abate. A área foi povoada após a invasão e loteamento da região. Desse processo originaram-se dois bairros, divididos pela linha férrea da antiga Fepasa, sendo ao lado direito da linha o Quarentenário e ao lado esquerdo a Vila Ponte Nova.

A Rhodia tentou adquirir o terreno, que pertence ao Estado, mas não conseguiu. O local era utilizado para extração de areia e nas cavas deixadas por essa exploração eram dispostos os resíduos da Rhodia.

Para o abastecimento de água, a população contou, até 1994, apenas com o poço do Jacob. Depois a Sabesp instalou duas caixas d'água, uma perto da igreja, no atual bairro do Quarentenário e outra na rua Rio de Janeiro, na Vila Ponte Nova, que eram abastecidas duas vezes ao dia por um caminhão pipa, havendo dias em que o abastecimento não era feito. Somente em 1997, o Governo do Estado, após muitos protestos da população, implantou a ligação de água encanada.

Sobre o abastecimento de água para a população, naquela ocasião, o Perito D'Ambrosio assinalou: *“Cada pessoa consome 220 litros/dia de água. A população do Parque das Bandeiras era de 4.000 pessoas. Havia então uma demanda diária de água em torno de 880.000 litros.* Concluía, então, que os três chafarizes citados não conseguiam abastecer a população. Isto obrigava a população a abastecer-se através de poços de pedreiro (poços rasos, do lençol freático) e dos rios”.

A Cetesb coletou e analisou amostras de água de poços em residências do loteamento Parque das Bandeiras e constatou a contaminação das águas com o composto HCB, possivelmente, segundo o Perito D'Ambrosio, proveniente dos resíduos da Rhodia depositados no Km 69,5 da Rodovia Padre Manoel da Nóbrega. Desta forma, ressalta D'Ambrosio, a contaminação ultrapassou o lençol freático, pois os poços das residências contaminados ocorrem em profundidades de 12 a 13 metros.

A Rhodia desenvolveu as primeiras investigações em 1986. Durante o ano de 1987, 27.700 toneladas de resíduos e solos contaminados foram removidos por solicitação da Cetesb e encaminhados para a Estação de Espera, no Km 67. Com o início da operação do incinerador na Unidade Química de Cubatão os resíduos retirados começaram a ser gradualmente incinerados, a partir de 1987.

O local possui aproximadamente 45.000 m², cercado, vigiado com segurança 24 horas e identificado por meio de placas. O Local se encontra em perímetro urbano, circundado pelo Bairro Quarentenário, onde não há rede de coleta de esgoto sanitário. Na extremidade oposta ao bairro, na parte dos fundos do *site*, flui o Rio Mariana.

Em 1990, a Rhodia cercou a área de trabalho e montou um posto de vigilância para funcionar permanentemente. A cerca e todo o aparato de vigilância está a cerca de 10 metros da casa mais próxima. Todo resíduo retirado do Quarentenário foi levado para a *Estação de Espera* construída no Km 67 da rodovia (Silva, 1998).

Em 1997 foi implantada a Estação de Tratamento de Água Subterrânea (ETAS), utilizando carvão ativado como técnica de tratamento, e a instalação de barreira hidráulica. A água do aquífero é captada por 3 poços, com vazão de captação entre 3,0 a 3,7 m³/h, distribuídos sobre a pluma de contaminação e bombeada até a ETAS. Para o monitoramento da pluma de contaminação foram instalados 50 postos de monitoramento distribuídos no entorno da área contaminada.

5.1. Avaliação dos dados Ambientais

Segundo informações contidas no Parecer Técnico da Cetesb nº 093/85, de 18/09/19985, as características dos resíduos enterrados em Samaritá eram as seguintes (**Tabela 31**)

Tabela 31 – Características dos resíduos depositados nas áreas de Samaritá.

Parâmetro	Resíduo de superfície	Resíduo à 50 cm
pH	5,5	3,6
HCl (%)	0,0059	0,0117
Cl ₂	Isento	Isento
H ₂ O%	0,091	13,41
HCl absorvido (%)	0,093	0,70
Produtos da destilação (HCB + Gordura) (%)	74	68
Resíduo da destilação (terra) (%)	26	31

Afora a deposição dos resíduos, o seu transporte na época também deve haver causado contaminação, principalmente nas vias próximas aos locais de deposição. Segundo o Perito D'Ambrosio, os transportes rodoviários que foram realizados com os carregamentos dos resíduos industriais de Cubatão para o Distrito Samaritá (Parque das Bandeiras, Jardim Rio Branco e Quarentenário), *ocorreram, com certeza, sem nenhuma segurança e também, apresentando um escoamento viário muito dificultoso para o seu tráfego diário.*

Levando em consideração este aspecto, e também o fato que o seu entorno já se encontrava ocupado, a Cetesb (Parecer Técnico nº 011/93-MATR) assinalava a necessidade de ampliar o raio de investigação sobre a contaminação.

Sob as condições de exposição dos resíduos naquela ocasião, ano de 1985, o Perito D'Ambrosio relatou: *No Município de São Vicente, ocorre acentuado regime pluviométrico e como os resíduos industriais estão enterrados de forma inadequada em diversos locais, com a ação consecutiva e contínua de intempéries durante anos, provocam os seguintes fatos – expõem os resíduos a céu aberto, exalando forte odor, evaporando para a atmosfera, caminhando, infiltrando-se no solo e contaminando o lençol freático.*

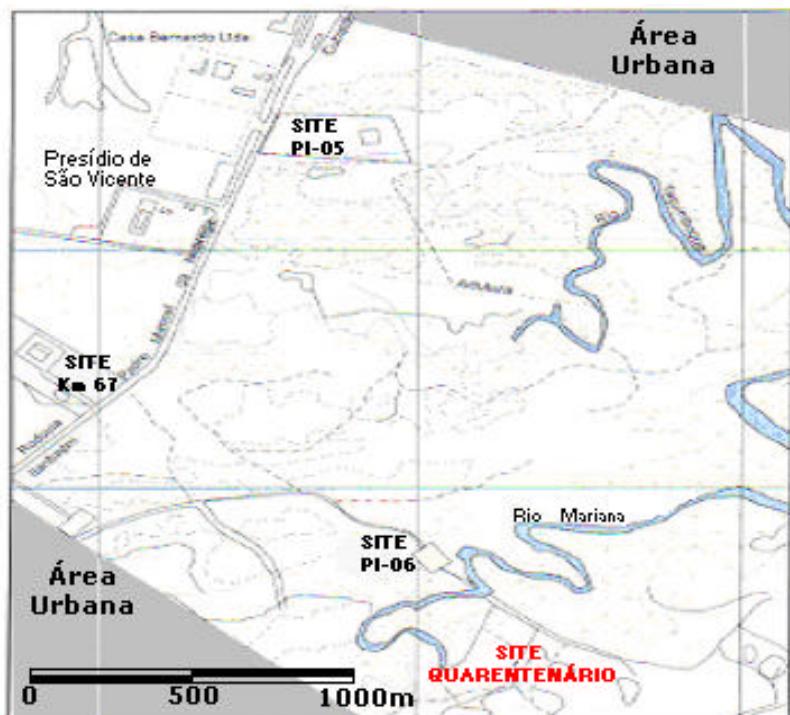
A Carta 061/90-CS, da Cetesb, de 06.06.90, alerta que “deverão ser tomadas medidas adequadas a fim de minimizar o arraste de partículas pela ação dos ventos, do interior da cava”. Na Carta 0280/91-CS, de 20.08.91, o “Plano de Monitoramento do Ar Ambiente do Site Quarentenário” não foi aceito pela Cetesb, devido aos limites de detecção do método proposto estarem acima dos limites ambientais máximos permitidos para os compostos organoclorados.

Um fato importante ressaltado pelo Perito D'Ambrosio é que, no Distrito de Samaritá, o lençol freático é bastante superficial, ocorrendo numa profundidade variável localmente entre 0,40 e 2,60 metros e que a direção do seu fluxo muda com a maré.

A interação entre resíduos e as águas subterrâneas é intensa, como já observado em outras áreas. Levando-se em consideração a características dos principais “contaminantes de potencial interesse” e seus principais mecanismos de transporte (ver também **capítulo Mecanismos de Transporte**), observa-se que a mobilidade destes contaminantes atingiu de forma intensa os aquíferos do local e que, agora, os aquíferos voltam a contaminar o solo, num processo somente reversível com a descontaminação também dos aquíferos.

Entre **Outubro/90 e Fevereiro/91**, a GEOKLOCK implantou uma rede de poços de monitoramento do aquífero no local, a qual serviu de base para um estudo hidrogeológico-hidroquímico, desenvolvido pela Rhodia entre **Maio/91 e Abril/92**. A **Figura 54** apresenta em desenho esquemático a localização do *site* Quarentenário.

Figura 54 – Localização em desenho esquemático do site Quarentenário



Fonte: Adaptado de Geoklock

Dando prosseguimento aos estudos de caracterização ambiental, a GEOKLOCK realizou no site Quarentenário pesquisa da qualidade da zona não-saturada na metade leste do solo local. Os trabalhos de campo foram iniciados em 28 de julho e concluídos em 10 de **setembro de 1992**. A delimitação da área foi definida pelos indícios no campo de operações anteriores de deposição e/ou remoção de resíduos, correspondendo à área cercada Rhodia (zona de manejo ou "Management Zone").

A área alvo do trabalho foi investigada numa malha inicial de 10 x 10 metros, detalhada para 5 x 5 metros nas áreas onde foi observada a presença de contaminantes remanescentes. Foram executados 505 furos, que geraram 565 amostras de solo, dessas, 505 tiveram as concentrações de analisadas para organoclorados, com limite de detecção de **10 ppm**. Adicionalmente, 58 amostras foram selecionadas para determinação de organoclorados específicos por cromatografia gasosa no laboratório da Rhodia Paulínia, com limite de detecção de **10 ppb**. **Não são apresentados no relatório os resultados analíticos das amostras de solo.**

Segundo o relatório, 107 amostras apresentaram concentrações acima de 10 ppm (21,1% do total de 505) e os resultados para o limite de detecção de 10 ppb revelaram concentração média de 1 ppm. Concluíram que os organoclorados residuais são “basicamente pesados e de baixa solubilidade, predominando o hexaclorobutadieno”. Constatou-se que a maior parte das amostras cuja contaminação não foi detectada em campo, são provenientes de solos orgânicos, onde ocorre um relativo mascaramento das características físicas associadas aos compostos organoclorados.

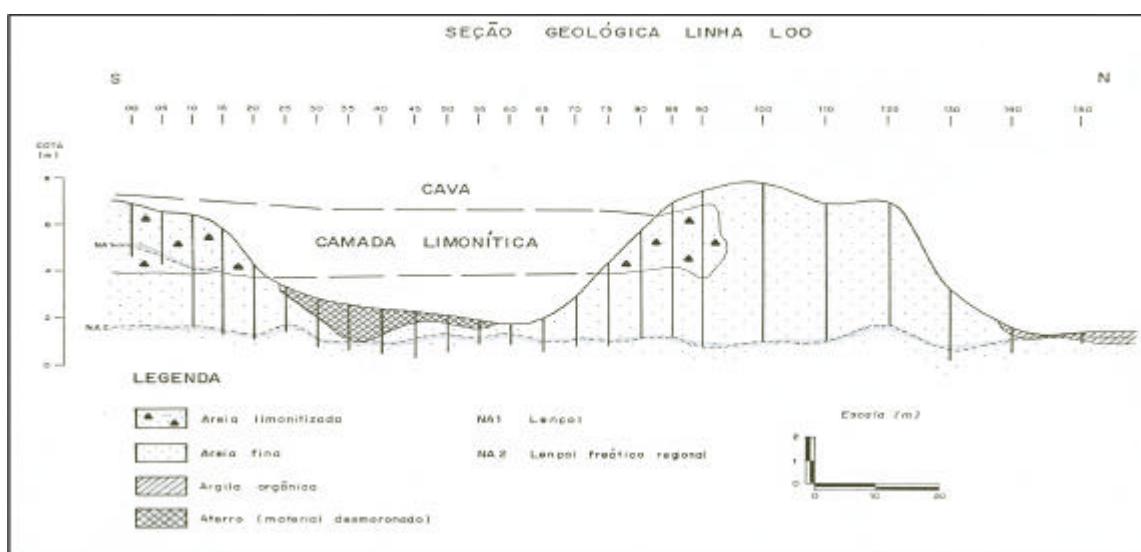
As análises realizadas sobre amostras de fora da cava, cuja dosagem de organoclorados totais situou-se abaixo de 10 ppm, revelaram uma concentração média de 0,5 ppm. Os resultados indicam que a área contém o equivalente a 2.502 Kg de organoclorados contidos, sendo a grande maioria (72 %) concentrada em focos distintos, somando 699 toneladas de solo contaminado. Os

organoclorados restantes são distribuídos de maneira errática em diversos locais do site.

Em relação à hidrogeologia local, os dados da Geoklock indicam que a unidade aquífera presente no subsolo do "site Quarentenário" subdivide-se em três horizontes, como pode ser visualizado na **Figura 55** (Seção Hidrogeológica).

O primeiro horizonte corresponde a um aquífero suspenso, composto por areias finas limoníticas com espessura máxima de 6 m. Neste horizonte, a presença de água condiciona-se à existência de crostas lateríticas que localmente impedem a passagem da água através da formação de um nível "impermeável".

Figura 55 – Seção Hidrogeológica no site Quarentenário



Fonte: Adaptado de Geoklock

Este horizonte apresenta-se bastante característico na área da cava, especialmente à montante desta. Ao longo da investigação de campo, constatou-se que localmente a camada limonitzada atuava como uma barreira natural a infiltração dos poluentes. A **Figura 55** permite observar que a camada litológica que sustenta este horizonte aquífero foi destruída durante as operações de remoção de resíduos organoclorados.

O segundo horizonte, totalmente livre, formado por areias finas, possui espessura média em torno de 10 m e é separado do terceiro horizonte por uma

camada argilo-arenosa pouco espessa (1 a 4 m) e de boa continuidade lateral que se comporta como um nível semiconfinante (ou seja, dificulta a passagem de água do horizonte superior para níveis mais profundos) .

O terceiro horizonte, parcialmente confinado pela camada argilo-arenosa, é constituído por areias finas a grossas e possui espessura aproximada de 30 m.

O pacote sedimentar assenta-se sobre o embasamento cristalino que é composto por biotita-gnaisses medianamente fraturados. A circulação d'água neste meio ocorre somente nas fraturas e falhas do maciço rochoso ao contrário das camadas arenosas e argilosas superiores, onde o fluxo se dá através dos poros existentes.

A principal forma de liberação de poluentes para o meio ambiente se dá através da infiltração das águas de chuva pelos solos contaminados ainda remanescentes. O contato das águas infiltradas com os compostos existentes provocará a lixiviação (solubilização) dos mesmos, com consequente carreamento para o lençol freático.

Da mesma maneira, o lençol freático já contaminado pelos antigos resíduos irá lentamente descarregar suas águas ao Rio Mariana, onde os compostos diluir-se-ão, seguindo o fluxo do rio até o mar. Durante este percurso, uma série de reações e processos promove gradualmente a diminuição de concentração dos compostos.

Na avaliação da Geoklock, o impacto ambiental ao lençol freático e do rio Mariana pode ser considerado desprezível e que, por si só, não justificaria a remoção dos resíduos organoclorados remanescentes no solo.

Apesar disto, a Geoklock recomenda a remoção dos solos fortemente contaminados, com o objetivo de reduzir a concentração média de organoclorados no solo, na área controlada com posterior cobertura desta com solo não contaminado, recomposição paisagística com espécies nativas, monitoramento e controle após sua recomposição.

A Informação Técnica nº 005/92/MATR da **Cetesb, de 05.11.92**, considera:

- Qualquer parecer sobre o caso somente terá validade se forem previamente definidos os usos futuros da área contaminada e do seu entorno;

- A ocupação da região vem ocorrendo de forma cada vez mais intensa nos últimos anos;
- Os valores mostrados são expressos em termos de substâncias organocloradas totais não especificando quais compostos foram analisados;
- O limite de detecção utilizado é muito alto (10 ppm), além do que a unidade não é a mais adequada, deveria ser utilizada $\mu\text{g}/\text{kg}$. Como não há indicação de como as análises foram executadas, **os resultados podem estar mascarados devido aos fenômenos naturais de adsorção e absorção dos materiais do subsolo**;
- Não foi apresentado nenhum dado da condição de contaminação das águas subterrâneas;
- Segundo o Final Report EPA/600/8-84/015F – Health Assessment Document for Chlorinated Benzenos (1985), a concentração de HCB em águas de abastecimento é zero para que não existam riscos carcinogênicos potenciais.
- A disseminação da poluição pode ter ocorrido também por forças eólicas (no passado).

O Parecer Técnico Nº 011/93-MATR da Cetesb, de 22.04.93, avalia o “Estudo de Contaminação Remanescente - Site Quarentenário”, reafirmando a posição da Informação Técnica nº 005/92 e acrescenta:

- a metodologia e procedimentos empregados na realização do estudo não foram descritos e explicitados, dificultando a compreensão dos dados, cálculos e resultados apresentados;
- deve ser discutido e justificado a adoção do limite mínimo de 10 ppm para selecionar amostras que foram submetidas a análise mais acurada e mesmo assim apenas parte delas realmente foi analisada;
- ampliar o raio da pesquisa e utilizar critério de corte de corte de 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de HCB base seca, uma vez que está sendo discutida a utilização da área da cava e principalmente seu entorno, **que já está ocupado**;
- o pacote sedimentar cenozóico tem uma espessura local da ordem de 40 metros com uma vulnerabilidade geológica incontestável em termos de contaminação e cuja disseminação espacial e temporal é de difícil previsão;

- em função da inexperiência e desconhecimento das condições hidrogeológicas local quando se iniciou a remoção dos resíduos, retirouse também a proteção litológica primitiva e, devido isso, é evidente que as plumas de contaminação tiveram sua dinâmica, de certa forma, acelerada;
- Tem-se que o nível recomendável de HCB em águas de abastecimento deve ser preferencialmente zero, já um nível de 0,072 µg/L colocaria a população sob um risco adicional de câncer de 1:100.000. Entretanto os níveis remanescentes apresentados sugerem valores muito superiores, ou seja, da ordem de 0,6 µg/L.

Em correspondência à Rhodia (066/93/M), de 01.06.93, a Cetesb informa o prazo de 30 dias para cumprir integralmente a carta nº 110/92/M, de 29.07.92, para as áreas do Km 67, Km 69 e Quarentenário, “observando que a remoção de todos os resíduos não deve ultrapassar um ano e atendendo, ainda, o residual de HCB – hexaclorobenzeno no solo de 50 µg/kg – base seca”.

Em outubro de 1994, foi elaborado o relatório “Avaliação da Qualidade e Comparação de Resultados Analíticos Referentes ao Rio Mariana – Site Quarentenário”, pela empresa CSD. O relatório conclui que a “comparação de resultados analíticos entre o laboratório da Rhodia-CPP e Instituto Bachema (Suíça), mostrou boa correlação, com diferenças situadas dentro das margens aceitáveis, permitindo chegar às mesmas conclusões quanto a padrões de potabilidade/classificação de rios. Os dados obtidos revelam que as águas do rio Mariana são potáveis, apesar de terem sido detectados traços de organoclorados. Apenas dois pontos de amostragem em lagoas junto às áreas de resíduos removidos ultrapassaram os limites de potabilidade para Hexaclorobenzeno”.

No “Relatório Gerencial Atualizados – Municípios de São Vicente”, em 2002, são apresentadas: Planilhas de Produção; Planilhas de Análise de Organoclorados nas ETAS – Controle de Desempenho das ETAS; Fluxograma da ETAS; dos sites Quarentenário (saída para o Rio Mariana), PI05 (saída para o Rio Taquimboqui), Km 69 (saída para o Rio Branco) e Km 67 (saída para o Rio Branco). A maioria das análises realizadas não detectou organoclorados acima dos limites de detecção do método utilizado, porém algumas acima da Portaria nº 518 e abaixo da Resolução Conama Nº 20.

Em Novembro de 2003, a empresa GEOKLOCK elaborou a "Avaliação da Qualidade dos Solos não-Confinados e Realização de Análise de Risco – Site Quarentenário". A malha de amostragem foi de 25 x 25m e os solos coletados com pá de inox, a uma profundidade de 25 cm. As análises foram realizadas pelo laboratório T&E Analítica. A localização dos pontos amostrados é apresentado no desenho esquemático da **Figura 56**.

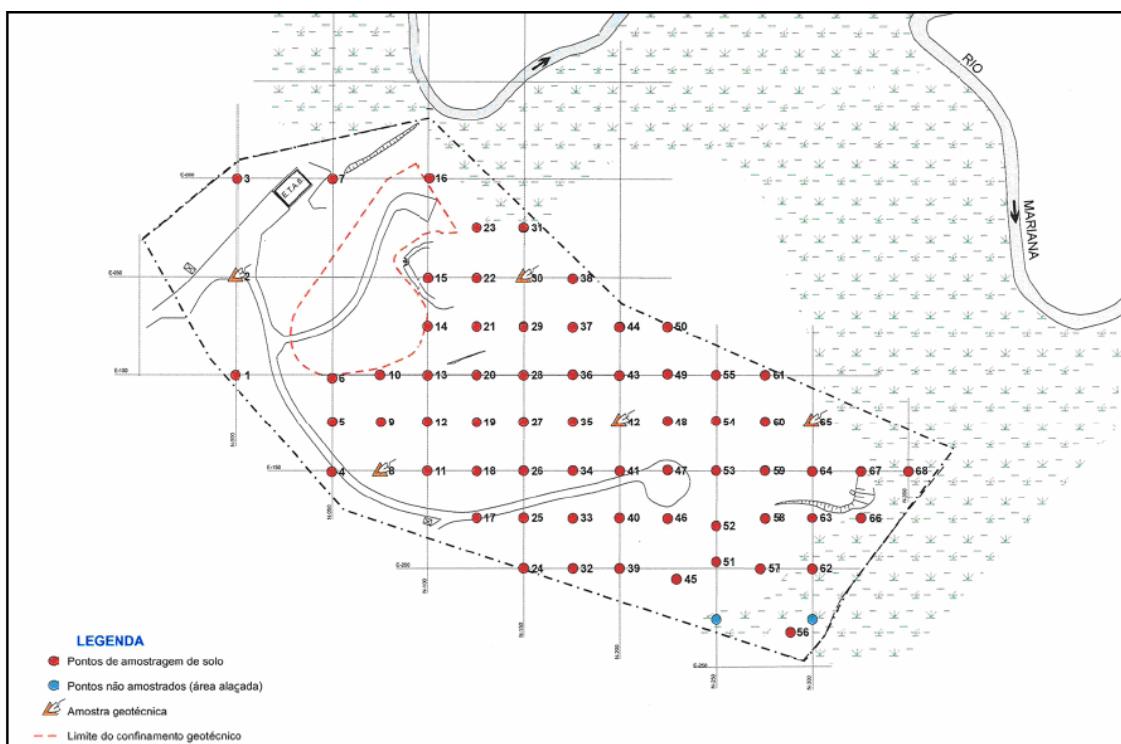


Figura 56 – Pontos de amostragem de solos - Quarentenário

As concentrações dos compostos organoclorados voláteis: Clorofórmio, 1,2-Dicloroetano, 1,1,1-Tricloroetano, Tetracloreto de Carbono, Tricloroetileno, 1,2-Dicloropropano e Tetracloroetileno foram detectados em sete das 68 amostras, apresentando concentrações **abaixo dos limites estabelecidos pela Lista Holandesa e Cetesb.**

Os compostos organoclorados semi-voláteis: Hexacloroetano, Hexaclorobutadieno, Tetraclorobenzeno, Pentaclorobenzeno, Pentaclorofenol e Hexaclorobenzeno foram detectados em 14 das 68 amostras em

concentrações abaixo dos limites estabelecidos pela Lista Holandesa e Cetesb.

A análise de risco realizada pela GEOKLOCK identificou que “todos os compostos químicos analisados nos solos não-confinados encontram-se com concentrações representativas adequadas aos possíveis usos futuros estabelecidos, incluindo-se a avaliação do potencial de migração para as águas subterrâneas”. Especificamente quanto aos riscos à saúde humana, afirmou que “os riscos decorrentes da exposição aos compostos considerados encontram-se abaixo dos considerados admissíveis (índice de Risco Tóxico < 1 e Risco Carcinogênico < 10^{-4}), podendo ser considerados **desprezíveis**, uma vez que as concentrações representativas apresentam-se pelo menos uma ordem de grandeza menor que os valores de comparação”. Concluem que:

- “1. Os compostos organodorados voláteis (VOC) e semi-voláteis (SVOC) não se apresentaram em concentrações acima dos limites estabelecidos pela Lista Holandesa e APMax, da CETESB.
- 2. A Avaliação de Risco realizada identificou que não existem riscos associados à exposição humana ou de animais aos compostos analisados para os usos de solo Industrial, Residencial, Agrícola ou Reserva Biológica. Adicionalmente não foram identificados riscos de desenquadramento de águas subterrâneas face a potencial lixiviação dos compostos químicos nos solos.
- 3. Tendo em vista os resultados obtidos na investigação, pode-se afirmar que, de acordo com os padrões de referência e avaliação de risco, a área em questão, não é uma fonte de poluição secundária, não oferecendo risco aos receptores atuais nem à exposição humana, podendo ser liberada para uso e ocupação de acordo com o definido pela legislação local.”

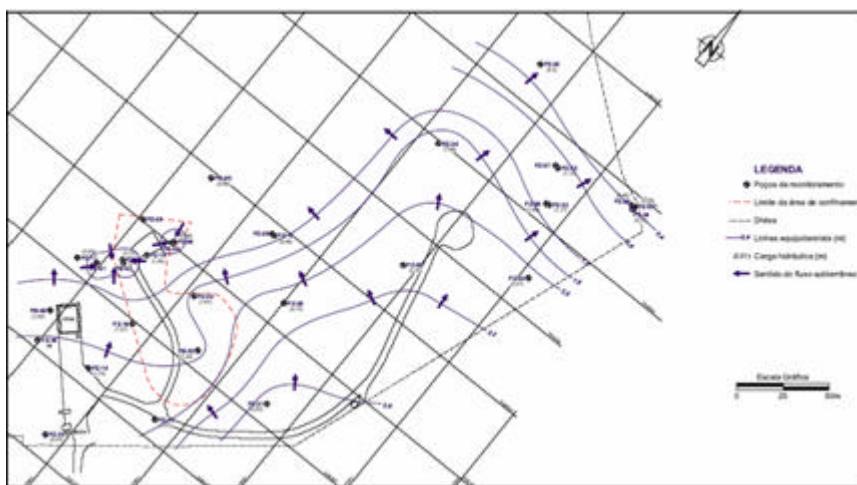
O relatório “Análise Crítica do Confinamento Geotécnico – Site Quarentenário” de Outubro/2004, da empresa GEOKLOCK, são apresentadas considerações sobre a avaliação de risco e o confinamento geotécnico. A partir do diagnóstico ambiental realizado na área em 1996, constatou-se que as águas infiltradas provocaram a lixiviação e a conseqüente mobilização dos compostos organoclorados presentes nos resíduos depositados em superfície,

causando impactos no solo local, assim como ao aquífero freático. Outra fonte potencial de dispersão dos compostos corresponde às emissões atmosféricas, que poderiam provocar geração de odores onde se concentravam os solos impactados.

O estudo de avaliação de risco da GEOKLOCK conclui que mesmo que não fossem adotadas medidas de recuperação, a taxa de risco de exposição da população circunvizinha ao site era extremamente baixa ($1,9 \times 10^{-8}$ para hexaclorobenzeno e $8,5 \times 10^{-8}$ para hexaclorobutadieno) e que visando reduzir o risco, adotou-se como medidas de intervenção a remoção dos resíduos; o bombeamento/tratamento das águas contaminadas, o confinamento geotécnico e a recuperação paisagística. Baseado nos dados de eficiência do confinamento geotécnico e dos monitoramentos ambientais, constatou-se, ainda, que o mesmo atingiu os objetivos previstos no projeto, reduzindo ainda mais o risco atribuído às rotas de exposição, bem como a contenção da infiltração de águas pluviais e a consequente lixiviação dos compostos orgânicos para as águas subterrâneas.

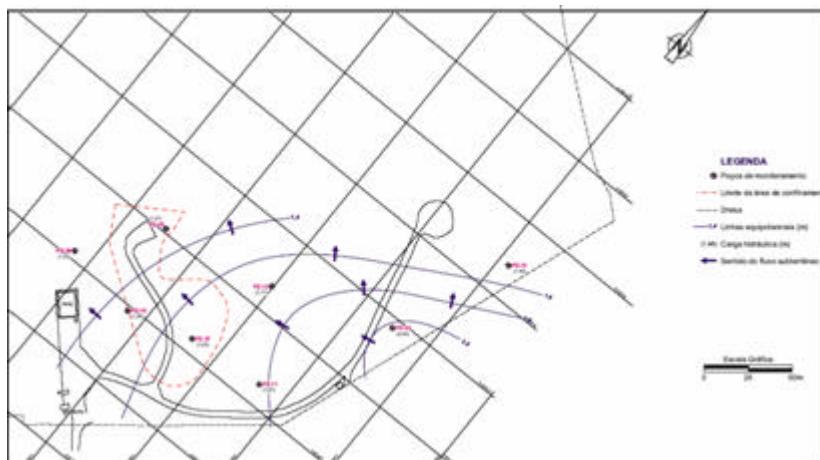
A Avaliação Hidroquímica, realizada pela GEOKLOCK em abril de 2004, analisou 38 poços de monitoramento e 06 de bombeamento. As Figuras e 43 apresentam os mapas potenciométricos levantados na ocasião para os aquíferos *livre* e *semi-confinado*. As águas subterrâneas coletadas foram analisadas para os compostos organoclorados: Hexaclorobenzeno, Tetraclorobenzeno, Pentaclorobenzeno, Pentaclorofenol, Hexaclorobutadieno, Hexacloroetano, Tetracloroetileno, Tricloroetileno, Tricloroetano, Tetracloreto de Carbono e Clorofórmio.

Figura 57 – Mapa Potenciométrico do Aqüífero Livre – Janeiro/04



Fonte: Geoklock 2004

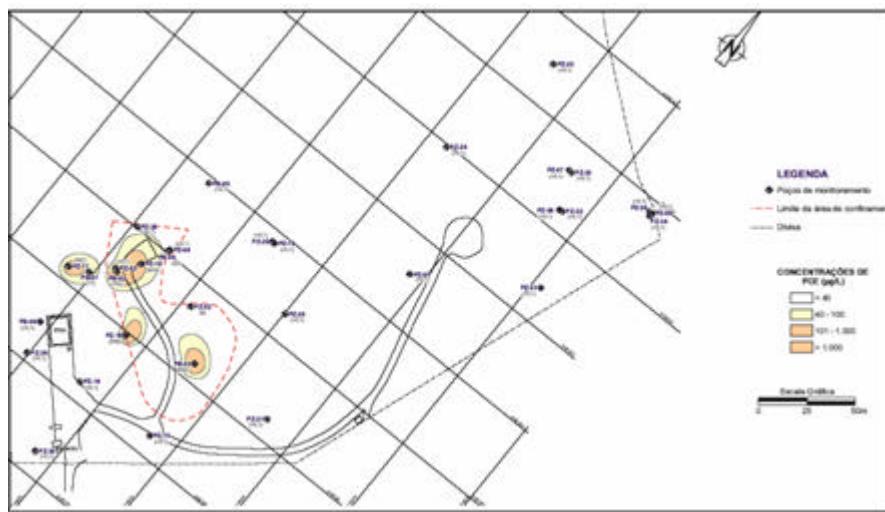
Figura 58 – Mapa Potenciométrico do Aqüífero Semi-Confinado



Fonte: Geoklock 2004

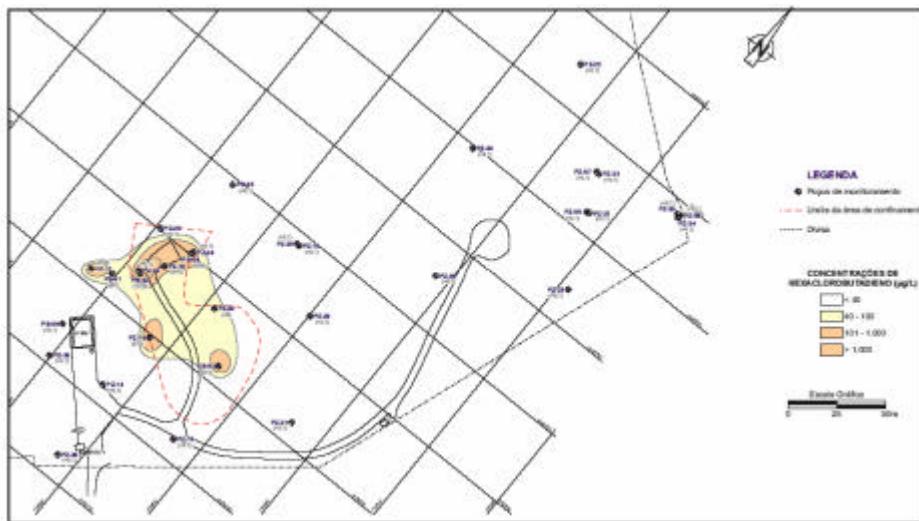
Os principais **compostos detectados acima dos valores de referência** foram **Tetracloroetileno**, **Hexaclorobutadieno**, **Pentaclorofenol** e **Pentaclorobenzeno**. As distribuições de Tetracloroetileno e Hexaclorobutadieno no aquífero livre estão representadas nas **Figuras 59 e 60**.

Figura 59 – Distribuição de Tetracloroetileno no aqüífero livre



Fonte: Geoklock 2004

Figura 60 – Distribuição de Hexaclorbutadieno no aqüífero livre



Fonte: Geoklock 2004

As conclusões do relatório são que a pluma no aqüífero livre apresentou redução de área, dos estimados 14.009 m² (novembro/2001) para 2.986 (janeiro/2004). A concentração média de OCT neste horizonte apresentou-se

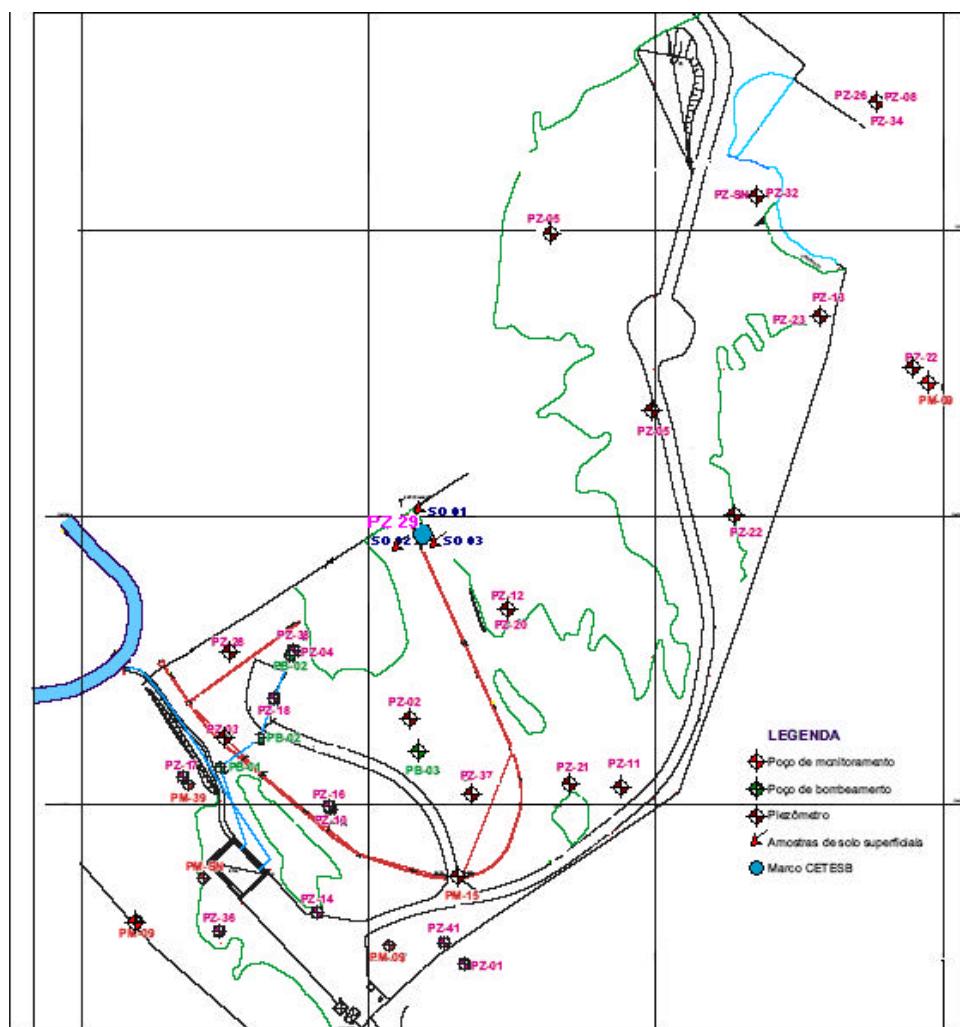
estável, comparando-se os 78,7 µg de OCT/L obtidos em novembro/2001 com a média de 84,8 µg de OCT/L avaliada em janeiro/2004.

Quanto à pluma no aquífero semi-confinado, a mesma apresentou redução significativa de área, passando dos estimados 7.209 m² para cerca de 1.257 m². No entanto, a concentração média de OCT nesse aquífero, que foi estimada em 39,7 µg/L (novembro/2001), apresenta-se com concentração média de 100,4 µg de OCT/L (janeiro/2004). O relatório recomenda a manutenção do desempenho operacional, hidráulico e ambiental dos sistemas, bem como a continuidade dos monitoramentos semestrais, realizados pela Rhodia.

O relatório “Análise Crítica do Confinamento Geotécnico – Quarentenário” de Outubro/2004, da empresa CSD, são apresentadas considerações sobre a avaliação de risco e o confinamento geotécnico. Referente à avaliação de risco, novamente é considerado que o risco para a migração das águas impactadas, a inalação de poluentes e o contato direto com o solo, é extremamente baixo, mesmo que não fossem adotadas medidas de remediação.

Em fevereiro de 2005 foi entregue o relatório “Avaliação da Qualidade dos Solos no Entorno dos Pontos Amostrados pela Cetesb - Site Quarentário”. A campanha de amostragem de solos foi realizada no dia 15/10/04. As amostras foram coletadas do horizonte superficial a uma profundidade de 25 cm, por meio de pá de aço INOX, acondicionadas em frascos de vidro identificados, preservados a temperatura de 4º C em caixas termoplásticas (*coolers*) e analisadas no laboratório T&E Analítica. A localização dos pontos de amostragem são apresentados no desenho esquemático da **Figura 61**.

Figura 61 – Localização dos Pontos de Amostragem de solo – Quarentenário



Fonte: Geoklock 2005

Segundo o relatório, as amostras avaliadas indicaram somente a presença de Tetracloroetileno no ponto SO-03 (AM-19), estando em valor abaixo dos limites estabelecidos pela Lista Holandesa e valores de intervenção para áreas Agrícola e Industrial, da Cetesb.

Os compostos Hexaclorobutadieno, Tetraclorobenzeno e Pentaclorofenol não foram detectados em nenhuma das amostras analisadas. Os compostos Hexacloroetano e Hexaclorobenzeno foram detectados nas três amostras avaliadas e o Pentaclorobenzeno foi detectado apenas na amostra SO-03 (AM-19), estando o hexaclorobenzeno em concentrações inferiores aos valores de intervenção para áreas Agrícola e Industrial, da Cetesb. Não existe valor de referência estabelecido para o hexacloroetano e pentaclorobenzeno. **A somatória de Clorobenzenos detectados apresentou resultado inferior ao estabelecido pela Lista Holandesa.**

Apesar das considerações da empresa acima relatadas acerca dos resultados encontrados, no laudo analítico são apresentados resultados de 30 amostras e não de 3 como apresentado no estudo. Nesses resultados encontram-se níveis elevados de diversos contaminantes analisados na área em praticamente todas as amostras. Não é possível determinar a localização dessas amostras, pois o mapa só apresenta as amostras SO-01 a 03.

5.2. Necessidade de novos dados ambientais

A avaliação dos dados existentes sobre este site deve levar em consideração que, conforme as fotos aéreas, desde meados da década de 80 do século passado, as áreas no entorno deste site, sofreram forte pressão de ocupação populacional.

Os compartimentos ambientais solo, água superficial e água subterrânea são considerados os mais importantes, seja pela forma de deposição irregular dos resíduos, bem como pelos mecanismos de transporte dos contaminantes envolvidos no processo.

Os contaminantes de potencial interesse contidos nos resíduos da Rhodia e seus possíveis produtos de degradação foram avaliados nas análises laboratoriais realizadas.

Em relação às águas superficiais, o relatório “Avaliação da Qualidade e Comparação de Resultados Analíticos Referentes ao Rio Mariana – Site Quarentenário”, elaborado pela empresa GEOKLOCK, em outubro de 1994, conclui que em dois pontos de amostragem em lagoas junto às áreas de resíduos removidos ultrapassaram os limites de potabilidade para Hexaclorobenzeno”.

O rio Mariana, apesar da presença de contaminantes é utilizado pelos ribeirinhos e população em geral como área de pesca e banho.

A correspondência da Cetesb (148/93) ao Engenheiro Mário Toshiyuki Ono, de 31.05.93, informa que “análises laboratoriais realizadas nas vísceras de alguns peixes e crustáceos do Rio Mariana apresentaram contaminação por HCB, demonstrando que o contaminante entrou na cadeia alimentar”. Porém, a documentação técnica referente a estas análises não consta do material disponibilizado para avaliação.

Desta forma, levando em consideração a confiabilidade da fonte e possibilidade da disponibilização das informações, concluímos não ser necessária a geração de novos dados para os compartimentos biota aquática e água superficial na área de abrangência deste site.

Em relação ao ambiente atmosférico, considerando a presença de populações nos entornos do site desde meados dos anos 80, e que os resíduos foram dispostos sobre o solo e com possibilidade de carreamento pelos ventos, seria fundamental a caracterização das emissões para os compartimentos atmosféricos (ar e material particulado suspenso), principalmente no passado.

No material disponibilizado existem citações sobre solicitação da Cetesb para a realização da medição de emissões atmosféricas durante os procedimentos de remoção dos resíduos.

Porém, caso tenha sido realizado o estudo solicitado, o mesmo não consta no material avaliado.

De qualquer maneira, no momento, devido à remoção dos resíduos e controle da área, estes dados não poderiam ser reproduzidos.

Em relação aos dados sobre solo superficial, a existência de residências nas proximidades da área da cava onde ocorreu a deposição dos resíduos, a ausência de dados amostrais sobre solo superficial no entorno do site, principalmente na estrada e áreas com população, **impôs a necessidade de produção de dados sobre solo superficial.**

Em relação às águas subterrâneas, apesar dos fluxos subterrâneos apresentarem direções para áreas do site no sentido do rio Mariana, os poucos dados levantados da área fora do site apresentaram traços de HCB (Hexaclorobenzeno) nas amostras de água de poço em residências. **Assim, considerou-se necessária a amostragem de água nos poços localizados nas residências em áreas do entorno do site.**

Estas considerações foram levadas ao conhecimento ao representante da Rhodia, que providenciou a produção dos dados ambientais necessários.

Para tal, a Ambios Engenharia e Processos Ltda, elaborou os respectivos protocolos de amostragem e, juntamente com representantes do CGVAM supervisionou os trabalhos de amostragem realizados pela empresa BIOAGRI, e encaminhamento das amostras para o Laboratório Analytical Solutions.

A **Figura 62** apresenta o desenho esquemático para a localização dos pontos de amostragem de solo superficial no *site* Quarentenário, na amostragem realizada em janeiro de 2007, sugeridos pela Ambios Engenharia, com a respectiva numeração das amostras durante a execução no campo.



Figura 62 – Localização dos pontos de amostragem de solo superficial – jan 2007

A **Figura 63** apresenta o desenho esquemático para a localização dos pontos de amostragem de água subterrânea no *site* Quarentenário, na amostragem realizada em janeiro de 2007, sugeridos pela Ambios Engenharia, com a respectiva numeração das amostras durante a execução no campo. Afora a amostragem da água subterrânea pela instalação de piezômetros, durante o acompanhamento dos trabalhos no campo, a equipe de avaliação de risco localizou 2 poços em residências, cujos proprietários permitiram a coleta de água. Estes dois pontos estão assinalados como “poço A” e “poço B”.



Figura 63 – Localização dos pontos de amostragem de água subterrânea
Janeiro 2007

5.3. Contaminação dentro e fora do local de risco

A. Área Foco

Segundo dados levantados pela GEOKLOCK para a elaboração do modelamento hidrogeológico e hidroquímico do Site Quarentenário, 970 toneladas de resíduos da Rhodia foram depositados irregularmente naquela área.

Em seu relatório de abril de 1994 sobre o Site Quarentenário, a GEOKLOCK assinala que, após a remoção dos resíduos contaminados, em 1987, foram realizados estudos geoquímicos do solo, em 1992/1993. Estes estudos tinha como objetivo avaliar a contaminação remanescente na zona não saturada, na cava e adjacências (24.000 m^2) e na porção nordeste do site.

A contaminação por organoclorados na cava principal apresentou concentração variável entre 10 e 17.400 mg/Kg. A deposição de resíduos na área do Quarentenário se estendia por três focos:

O primeiro foco com área aproximada de 1.200 m² e é o local onde foi detectada a maior concentração de organoclorados totais: 17.400 mg/Kg. O segundo foco, com aproximadamente 1.300 m² de área, apresentou concentração máxima de contaminantes de 3.846 mg/Kg. Por último, o terceiro foco, com área aproximada de 600 m², apresentou teor máximo de poluentes de 495 mg/Kg. Constatou-se que a maior parte das amostras cuja contaminação não foi detectada em campo, são provenientes de solos orgânicos, onde ocorre um relativo mascaramento das características físicas associadas aos compostos organoclorados.

Afora os principais contaminantes da composição de resíduos, **hexaclorobenzeno** e **hexaclorobutadieno**, devem também ser considerados os compostos gerados nos processos de degradação: **Hexaclorobenzeno**, **Tetracloreto de Carbono**, **Hexacloroetileno**, **Hexacloroetano**, **Clorofórmio**, **1,2-Dicloropropano**, **Tricloroetileno**, **Tetracloroetileno** e **Tetraclorobenzeno**.

As populações expostas eram os trabalhadores envolvidos no transporte e disposição dos resíduos da Rhodia, especificamente os motoristas dos caminhões e os ajudantes.

Também deve ser considerada a exposição de residentes nas áreas próximas às áreas de deposição.

Especialmente no *site* do Quarentenário, há de se lembrar, neste contexto, que os focos se localizavam a 30 metros das primeiras residências e que não havia nenhum tipo de advertência sobre a periculosidade da área e muito menos, qualquer tipo de controle ou impedimento de acesso às áreas de deposição.

Por outro lado, e muito importante no *site* Quarentenário, os resíduos estavam depositado justamente no caminho para as margens do Rio Mariana que, conforme várias informações, serviam como área de lazer (natação) ou banho, uso da água e pesca.

5.4. Contaminação no entorno da área foco

A. Solo

A contaminação por organoclorados em áreas do entorno da cava principal (área foco) apresentou concentração variável entre 10 e 650 mg/Kg.

Em Novembro de 2003, a empresa GEOKLOCK elaborou a "Avaliação da Qualidade dos Solos não-Confinados e Realização de Análise de Risco – Site Quarentenário". As concentrações dos compostos organoclorados voláteis: Clorofórmio, 1,2-Dicloroetano, 1,1,1-Tricloroetano, Tetracloreto de Carbono, Tricloroetileno, 1,2-Dicloropropano e Tetracloroetileno foram detectados em sete das 68 amostras, apresentando concentrações abaixo dos limites estabelecidos pela Lista Holandesa e Cetesb.

Os compostos organoclorados semi-voláteis: Hexacloroetano, Hexaclorobutadieno, Tetraclorobenzeno, Pentaclorobenzeno, Pentaclorofenol e Hexaclorobenzeno foram detectados em 14 das 68 amostras em concentrações abaixo dos limites estabelecidos pela Lista Holandesa e Cetesb.

B. Água subterrânea

Em seu relatório "Análise Crítica do Confinamento Geotécnico – Site Quarentenário" de outubro de 2004, a GEOKLOCK reconhece que *"A partir do diagnóstico ambiental realizado na área em 1996, constatou-se que as águas infiltradas provocaram a lixiviação e a consequente mobilização dos compostos organoclorados presentes nos resíduos depositados na superfície, causando impactos no solo local, assim como ao aquífero freático."* Também reconhece que *"Outra fonte potencial de dispersão dos compostos corresponde às emissões atmosféricas, que poderiam provocar geração de odores onde se concentravam os solos impactados".*

Outra importante constatação dos estudos na área do Quarentenário, feita pela GEOKLOCK, é que a camada limonitizada que localmente atuava como uma barreira natural a infiltração dos poluentes, foi destruída durante as operações de

remoção de resíduos organoclorados. A remoção desta barreira natural permitiu a contaminação dos aquíferos mais profundos.

A **Tabela 32** assinala os principais resultados analíticos obtidos pela Geoklock em amostras de águas subterrâneas do Site Quarentenário avaliadas no seu relatório de abril de 1994.

Tabela 32 - Principais resultados analíticos em amostras de águas subterrâneas do Site Quarentenário - abril de 1994.

PARÂMETRO	RESULTADO ($\mu\text{g/L}$)	L.Holandesa Alerta "T" ($\mu\text{g/L}$)	Portaria nº518 ($\mu\text{g/L}$)
Clorofórmio	151,5	2000	
1,2-Dicloroetano	<0,1	2000	10
Tricloroetileno	133,8	2500	70
Tetracloroetileno	3.296	200	40
Hexacloroetano	4,7		
Hexaclorobutadieno	452		
Pentaclorofenol	43,9	15	9,0
Tetraclorobenzeno	170,5	12,6	
Hexaclorobenzeno	10	2,6	1,0
Tetracloroetano	16,2		

Os contaminantes **tricloroetileno, tetracloroetileno, pentaclorofenol, tetraclorobenzeno e hexaclorobenzeno** apresentaram concentrações acima dos valores de referência.

Os poços de monitoramento onde os teores superam a NORMA são os PZ-16, 17 e 18, implantados no aquífero principal, sendo o tetracloroetileno o composto com concentrações mais expressivas atingindo até 3.296,5 p.g/f.. no PZ-16 (80 vezes superior a norma), seguido pelo tricloroetileno que atinge 133,8 p.g/l no PZ-16 (2 vezes superior a norma).

Nas águas subterrâneas, ao contrário dos solos, os compostos alifáticos leves, principalmente o Tetracloroetileno e o Tricloroetileno (50 - 83%) predominam sobre os aromáticos pesados (inferiores a 7%). Por outro lado, os alifáticos pesados - hexacloroetano e hexaclorobutadieno - situam-se na faixa de 4 a 17% do total. Essa ocorrência deve-se a maior mobilidade dos compostos leves, que em grande parte já foram liberados ao

lençol freático.

5.5. Contaminação Fora do Local de Risco

A. Água Subterrânea

Boletins de análises de água realizadas pela Cetesb, de agosto de 1986, apresentaram os seguintes resultados:

Procedência	HCB µg/l
Rua Victor Torquato dos Santos nº 910 – Gleba I – Parque das Bandeiras	0,016
Rua José B. A. nº 635 – Gleba I – Parque das Bandeiras	0,01
Rua Simão Jhanjhan nº 900 – Gleba I – Parque das Bandeiras	0,03
Rua Dois nº 521 – Gleba I – Parque das Bandeiras	0,004
Praça Brasília nº 30 – Gleba I – Parque das Bandeiras	0,06
Rua Antônio R. Franco nº 100 – Gleba I – Parque das Bandeiras	0,004
Residência Ana Maria Santos – Rua 19 nº 631 – Jardim Rio Branco – água de poço	ND
Residência Maria Paulina da Silva – Rua 19 nº 880 – Jardim Rio Branco – água de poço	ND
Residência José Demétrio de Oliveira – Rua 19 nº 790 – Jardim Rio Branco – água de poço	0,007
Residência Maria de Fátima dos Santos – Rua 19 nº 610 – Jardim Rio Branco – água de poço	0,014
Residência José Tadeu Nascimento – Rua 19 – Jardim Rio Branco – água de poço	0,013

Apesar de não haver analisado todos contaminantes de potencial interesse para a área do Quarentenário, e o contaminante analisado ser pouco indicativo da contaminação por sua baixa solubilidade, a detecção do hexaclorobenzeno na maioria das amostras indica a contaminação pelos resíduos nas ruas do Jardim Rio Branco no entorno das áreas contaminadas no Quarentenário.

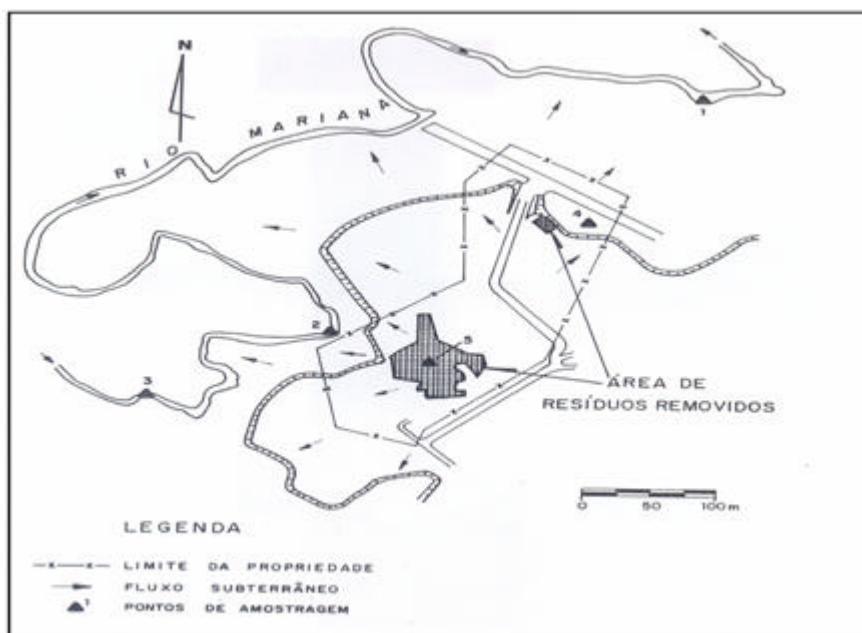
Ao contrário das características gerais esperadas para os aquíferos freáticos na Baixada Santista, a salinidade das águas destas captações na área do Quarentenário não é elevada, permitindo – sob este aspecto – seu uso para consumo humano.

Por outro lado, as condições precárias como se instalou a população na área e a falta de outras alternativas, obrigava a população a abastecer-se através de poços de pedreiro (poços rasos, do lençol freático) e dos rios.

Portanto, fica claro o consumo de água subterrânea pela população do Quarentenário até, pelo menos, o ano de 1994, quando a Sabesp instalou duas caixas d'água, uma perto da igreja, no atual bairro do Quarentenário e outra na rua Rio de Janeiro, na Vila Ponte Nova, abastecidas por um caminhão pipa. Somente em 1997, o Governo do Estado, após muitos protestos da população, implantou a ligação de água encanada.

No seu relatório “Simulação de impacto ambiental futuro por modelamento matemático”, de abril de 1994, apresenta desenho esquemático com a localização dos principais focos da contaminação e direções de fluxos das águas subterrâneas no *Site Quarentenário*. O desenho esquemático indica que, além da direção dominante do fluxo subterrâneo para o Rio Mariana, existem também direções de fluxo secundárias, em outros sentidos, inclusive para fora para fora da área do *site* (**Figura 64**).

Figura 64 – Localização dos resíduos e direção dos fluxos subterrâneos



A Cetesb (Parecer Técnico nº 068 de 04/07/03) também assinalava algumas dúvidas sobre os dados relativos às águas subterrâneas:

“.....foi verificado um espalhamento das plumas na direção do PZ-19 e PZ29, fora da área de confinamento, o que é inconsistente com as plumas determinadas na campanha de 1997.” Além disso, esse espalhamento também é inconsistente com o mapa piezométrico de outubro de 2002, pois indicaria um caminhamento para montante. Uma explicação possível para a existência dessa pluma, nas imediações do PZ-19, seria a ocorrência de um ponto de concentração de poluentes no solo que não foi até esse momento identificado. Como complicador dessa situação, os dados do mapa potenciométrico do aquífero livre (Outubro 12002) parecem indicar que plumas localizadas no ponto do PZ-19 não seriam capturadas pelo sistema de rebaixamento das águas subterrâneas.

As águas subterrâneas ainda continuam sendo usadas por residentes no Quarentenário, conforme demonstrado pela coleta realizada durante a campanha de amostragem realizada pela Rhodia em janeiro de 2007.

Atualmente, no entanto, aparentemente, o seu uso ocorre somente em ocasiões de falta do abastecimento público e para fins outros que o consumo humano, segundo informações dos residentes onde foram realizadas as coletas.

Nas amostras de água coletadas nos piezômetros instalados em todos os pontos de amostragem, os resultados analíticos apresentaram concentrações abaixo dos limites de detecção dos métodos analíticos utilizados.

No entanto, para as amostras coletadas em poços de duas residências, os contaminantes **clorofórmio** e **tetracloroetileno** foram detectados. Os principais resultados analíticos das amostras de água são apresentados na **Tabela 33**.

Tabela 33 – Resultados analíticos nos poços A e B – Janeiro 2007

PARÂMETRO	Resultados (µg/L)		Referências (µg/L)	
	Poço A (µg/L)	Poço B (µg/L)	Holanda Valor “T” (µg/L)	Portaria nº518 (µg/L)
Clorofórmio	213,58	205,28	2000	
Tetracloroetileno	2,54	4,31	200	40

Como se observa, as concentrações dos dois contaminantes estão abaixo dos valores de referência utilizados, possivelmente em função da eficiência do bombeamento das águas subterrâneas e seu tratamento pela ETAS existe no *site*.

No entanto, a existência de concentrações destes contaminantes nas águas subterrâneas nesta área, fora do site e em sentido contrário às direções dos fluxos das águas subterrâneas indicadas pelos estudos até agora realizados, assinalam:

- A possibilidade de haver alguma contaminação fora da área do site, e/ou;
- Existir fluxos subterrâneos em direções para fora do site, inclusive em direção às áreas povoadas do entorno; e, **com certeza**,
- **Houve contaminação relevante das águas subterrâneas no passado em concentrações relevantes, acima dos limites estabelecidos pelas normas.**

Considerando a contaminação constatada para a área do site em 1994, antes da efetiva operação da ETAS, deve-se considerar os contaminantes **tricloroetileno, tetracloroetileno, pentaclorofenol, tetraclorobenzeno e hexaclorobenzeno** como **contaminantes de interesse** em águas subterrâneas, no passado, pelo menos até o ano de 1994, para áreas do entorno do site Quarentenário.

A população exposta são os residentes no entorno do Quarentenário que até o ano de 1994, antes do abastecimento de água pela Sabesp, consumiam água de poço. Também deve ser considerada população exposta, pessoas que atualmente ainda se utilizem de águas subterrânea para consumo humano. Neste último caso, no entanto, deve-se ressaltar que os contaminantes detectados não se encontram em concentrações acima dos valores máximos dos valores de referência utilizados neste estudo.

B. Rio Mariana

O Rio Mariana representava área de lazer e também fonte de abastecimento de água e de alimentos de sua biota aquática para os residentes na área do Quarentenário no passado (pelo menos até o início da década de 90 do século passado).

Em função da descoberta das áreas com deposição de resíduos da Rhodia no Quarentenário, a Cetesb realizou em novembro de 1985 uma campanha de amostragem de sedimentos e de água superficial no Rio Mariana nas proximidades das áreas contaminadas.

A inexistência de padrões na legislação ambiental brasileira para a qualidade dos sedimentos, impede uma avaliação dos dados produzidos pela Cetesb. No entanto, conforme se observa na **Tabela 34**, principalmente nos pontos de amostragem 7 e 8, nas proximidades das áreas de deposição dos resíduos da Rhodia no Quarentenário, as concentrações de **hexaclorobenzeno (HCB)**, indicam claramente a intensidade e procedência da contaminação.

Tabela 34 - Amostra de sedimentos do Rio Mariana - Novembro 1985

Parâmetro	AMOSTRA (µg/Kg)							
	1	2	3	4	5	6	7*	8*
DBO (mg/Kg)	0,3	4,0	0,2	11	10	6,0	1,4	0,4
DQO (mg/Kg)	20	60	22	26	66	52	38	4,0
Fenóis (mg/Kg)	<0,40	<0,40	<0,40	<0,30	<0,30	<0,20	<0,30	2,9
Fosfato total (mg/Kg)	0,40	0,20	0,06	0,12	0,19	0,17	0,12	0,03
Tetracloreto de Carbono	125	ND						
Tetracloroetileno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hexaclorobenzeno (µg/Kg)	19	86	14	92	75	130	9600	18200

Segundo os resultados analítico obtidos (**Tabela 35**), as águas do Rio Mariana encontra-se contaminada na maioria dos pontos amostrados, apresentando concentração máxima de 34 µg/L de hexaclorobenzeno em água no ponto de amostragem 7 (próximo ao local de deposição dos resíduos), muito acima do limite estabelecido pela norma brasileira (Limite da Portaria 518: 1 µg/L).

Tabela 35 - Amostra de água no Rio Mariana - Novembro 1985

Parâmetro	AMOSTRA (µg/L)							
	1	2	3	4	5	6	7*	8*
Tetracloreto de Carbono	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Tetracloroetileno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hexaclorobenzeno	ND	28	ND	54	19	ND	34	7,0

* O ponto de amostragem 8 situava-se em frente ao lixão do Quarentenário

5.6. Contaminantes de interesse para o site Quarentenário

A **Tabela 36** assinala os contaminantes cujas concentrações apresentaram valores acima dos valores de referência. Pelos resultados apresentados são considerados contaminantes de interesse para o *site* Quarentenário os seguintes compostos:

Tabela 36 – Contaminantes de interesse no *site* Quarentenário

PARÂMETRO	Contaminante de Interesse?	
	SOLO	ÁGUA SUBTERRÂNEA
Clorofórmio	NAO	SIM
Tetracloreto de carbono	NAO	SIM
1,2-Dicloroetano	NAO	NAO
Tricloroetileno	NAO	SIM
Tetracloroetileno	NAO	SIM
Hexacloroetano	NAO	SIM
Hexaclorobutadieno	NAO	SIM
Pentaclorofenol	NAO	SIM
Tetraclorobenzeno	NAO	SIM
Pentaclorobenzeno	NAO	SIM
Hexaclorobenzeno	SIM	SIM
1,1,1 - Tricloroetano	NAO	NAO
1,1,2 - Tricloroetano	NAO	NAO
Cloreto de Vinila	NAO	SIM