

**RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE RISCO À
SAÚDE POR EXPOSIÇÃO A RESÍDUOS
PERIGOSOS EM ÁREAS DE ITANHAEM E
SÃO VICENTE/SP**

CAPÍTULO V

ROTAS DE EXPOSIÇÃO

I. Introdução

O propósito deste capítulo é identificar cada um dos cinco elementos de rota de exposição que possam existir nas áreas contaminadas decorrentes da deposição inadequada de resíduos da empresa Rhodia em diversos pontos dos Municípios de São Vicente e Itanhaém. Existência e ligação entre os elementos de uma rota de exposição, por sua vez, determinará a natureza de cada rota de exposição como completa ou como potencial.

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

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

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

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

Via de exposição: São os caminhos pelos quais o contaminante pode estabelecer contato com o organismo, tais como: a ingestão, a inalação e a absorção ou o contato dérmicos.

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

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

1. Categorização das rotas como potenciais ou completas

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

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

Rotas de exposição potencial - Uma rota de exposição potencial ocorre quando falta um ou mais dos elementos que constituem uma rota de exposição. Uma rota de exposição potencial indica que um contaminante pode haver ocorrido no passado, que pode ocorrer no presente, ou que poderá ocorrer no futuro.

II. Avaliação das rotas de exposição nos sites da Rhodia no município de Itanhaém

Até o momento do reconhecimento pelas autoridades da grave situação de risco decorrente da deposição inadequada de resíduos pela Rhodia em áreas ao longo da Estrada do Rio Preto, no Município de Itanhaém, no ano de 1990, não existiam maiores controles que limitassem o acesso direto de pessoas às áreas de deposição dos resíduos.

É certo que, pelos dados existentes, inclusive pela comparação de fotos aéreas desde o início das atividades da Clorogil – e possível início da deposição irregular dos resíduos – os entornos às áreas de deposição de resíduos ao longo da Estrada do Rio Preto nunca apresentaram grande densidade populacional.

Portanto, desde o início da vigilância e exigência de controle pela Cetesb, é provável que a exposição dos poucos residentes nos entornos destas áreas aos solos contaminados, caso tenha ocorrido, foi inibida ou mesmo cessada.

De acordo com as informações existentes e observações da equipe de avaliação durante visitas às áreas, é possível estabelecer as seguintes considerações:

- Existiu **rota de exposição completa** no passado para os trabalhadores envolvidos no transporte e disposição dos resíduos da Rhodia, especificamente os motoristas dos caminhões e os ajudantes. As vias de exposição assinaladas são a ingestão, contato dérmico e inalação dos gases.
- Atualmente, dependendo das medidas de proteção utilizadas, também existe a possibilidade de **rota de exposição completa** para os vigias e os trabalhadores da Rhodia, principalmente a equipe que está atuando na biorremediação dessas áreas. Como na rota descrita anteriormente as vias de exposição assinaladas são a ingestão, contato dérmico e inalação dos gases e a temporalidade desta rota de exposição completa é passada, presente e futura.

- Existem **rotas de exposição potenciais** pelo solo contaminado, no passado, presente e futuro, para os moradores das regiões próximas a essas áreas, bem como para a população que utiliza o entorno dos locais como via de transporte. As vias de exposição assinaladas para essa situação são: ingestão, contato dérmico e inalação.
- Nestas áreas também pode ser identificada como **rota de exposição potencial**, caso se confirme a contaminação dos solos nas áreas externas aos locais protegidos pela Rhodia (como confirmado no entorno do “Sítio do Coca”), a rota alimentos, por existir animais domésticos para consumo humano como caprinos, bovinos e aves. Sendo uma rota de exposição potencial no passado, presente e futuro e a via de exposição assinalada é a ingestão dos alimentos produzidos por esses animais.
- Os moradores do Sítio do Coca, caso existentes no passado, estiveram expostos a **rota de exposição completa** por solo contaminado. As vias de exposição assinaladas para essa situação são: ingestão, contato dérmico e inalação.
- Existiu no passado a **rota de exposição potencial** ocasionada pela água subterrânea para os moradores do entorno destas áreas, em função da característica dos solos arenosos da região e nível da água subterrânea próxima à superfície do solo, da mobilidade dos contaminantes de interesse no perfil do solo, e de moradores no entorno das áreas de disposição de resíduos, As vias de exposição assinaladas para essa situação são: ingestão, contato dérmico e inalação.
- Em todas essas possibilidades, os contaminantes de Interesse são: hexaclorobenzeno, pentaclorobenzeno, tetraclorobenzeno, hexaclorobutadieno, hexacloroetano e clorobenzeno.
- Em função da dinâmica de ocupação humana nas proximidades dos *sites*, deve-se observar com atenção as rotas potenciais, tomando-se as medidas

necessárias para que estas não resultem em rotas completas de exposição humana.

A **Tabela 40** assinala os componentes e temporalidade das rotas de exposição existentes nos *sites* da Rhodia no Município de Itanhaém.

Tabela 40 - Rotas de exposição aos contaminantes dispostos de forma irregular pela Rhodia nos sites ao longo da Estrada do Rio Preto em Itanhaém

ROTA	ELEMENTOS DA ROTA DE EXPOSIÇÃO					TEMPO	TIPO
	Fonte	Compartimento Ambiente	Ponto de Exposição	Via de Exposição	População Receptora		
Solo	Foco de contaminação	Solo superficial	Foco de contaminação	Ingestão, Contato dérmico e inalação	Motoristas, Trabalhadores da disposição dos resíduos e moradores do Sítio do Coca	Passado	Completa
	Foco de contaminação	Solo superficial	Foco de contaminação	Ingestão, Contato dérmico e inalação	Vigias e trabalhadores da Rhodia	Passado, Presente e Futuro	Potencial
	Solos externos às áreas cercadas da Rhodia*	Solo superficial	Solos externos as áreas cercadas da Rhodia	Ingestão, Contato dérmico e inalação	Moradores e pedestres da região	Passado, Presente e Futuro	Potencial
Água subterrânea	Água subterrânea do local de disposição	Água subterrânea	Poços de captação de água dos moradores do entorno das áreas	Ingestão, Contato dérmico e inalação	Moradores do entorno	Passado	Potencial
Alimentos*	Animais domésticos	Alimentos	Residências	Ingestão	Moradores próximos as áreas"	Passado, Presente e Futuro	Potencial

* Necessária a confirmação da contaminação dos solos no entorno das áreas cercadas de propriedade da Rhodia.

1. Rotas de exposição para os sites Km 67, Km 69, PI-05 e PI-06

Considerando as informações apresentadas no capítulo de “Seleção dos Contaminantes de Interesse”, conclui-se:

1. Não há população no raio mínimo de 500 metros nas proximidades **dos sites Km 69, PI-05 e PI-06.**
2. No Km 67, existiu no passado **rota completa de exposição** a solo contaminado à família do vigia deste site. As vias de exposição assinaladas são: ingestão, contato dérmico e inalação.
3. Existiu **rota de exposição completa** no passado para os trabalhadores envolvidos no transporte, manipulação e disposição dos resíduos da Rhodia nos quatro *sites* avaliados. As vias de exposição são a ingestão, contato dérmico e inalação.

Afora isto, existem indícios que trabalhadores envolvidos nos processos de investigação e remediação das áreas contaminadas também estiveram sob exposição aos resíduos perigosos.

Assim, por exemplo, o Perito Cláudio Guedes, durante sua visita de inspeção de 2 de junho de 1987, assinala que *notou-se a presença dos funcionários da firma Engesolos na área do Quarentenário, onde estes procediam a perfuração dos poços de Monitoramento.*

Ocorre que, independentemente da mencionada região ainda permanecer sob área de risco, tais operários não se utilizavam de roupas descartáveis para desenvolver suas atividades, bem como pernoitavam nesse mesmo local, contrariando dessa forma, alguns dos dispositivos mencionados no Plano de Remoção.

Interpelada que foi, a Rhodia providenciou o vestuário apropriado para tal serviço (EPI) além de transferir as acomodações noturnas desse pessoal para a área do Km 67, região onde se acha instalada a Estação de Espera e o Canteiro Central de Operações da Empresa Ré.

4. No presente, o *site* PI-06 não apresenta **rota de exposição** e foi considerado remediado pela Cetesb, não configurando possibilidade de rota de exposição futura.
5. No presente, os *sites* Km 67, Km 69 e PI-05 não apresentam **rota de exposição completa** pelo solo. Lembramos, neste contexto, que a caracterização de uma rota de exposição como completa necessita a comprovação da existência de todos os seus cinco componentes, ou seja, Foco de contaminação (condição existente nos *sites*); compartimento ambiental – solo – contaminado (condição existente); Ponto de exposição humana (condição inexistente); Via de exposição (condição inexistente) e População exposta (condição inexistente).
6. Os *sites* Km 67, Km 69 e PI-05 apresentam **rota de exposição potencial futura** pela água subterrânea, caso os procedimentos de remediação não sejam efetivos e a água subterrânea venha a ser consumida pela população. Considerando que a área do *site* PI-05 não pertence à Rhodia e ainda o histórico de intenção do proprietário em transformar o local em loteamento, especial atenção deve ser dada a esse *site*.
7. Existiu **rota de exposição completa passada** pelo solo contaminado e pela emissão de material particulado e vapores para as pessoas que transitaram pelos *sites* no período em que essas áreas não eram cercadas e os resíduos permaneceram a céu aberto.

Levando em consideração a avaliação dos dados ambientais existentes, a **Tabela 41** apresenta as rotas de exposição identificadas, suas caracterizações e temporalidades nos *sites* da Rhodia Km 67, Km 69, PI-05 e PI-06 no Município de São Vicente.

Tabela 41 - Rotas de exposição aos contaminantes dispostos de forma irregular pela Rhodia nos sites da Rhodia no Município de São Vicente.

ROTA	ELEMENTOS DA ROTA DE EXPOSIÇÃO					TEMPO	TIPO
	FONTE	COMPARTIMENTO AMBIENTAL	PONTO DE EXPOSIÇÃO	VIA DE EXPOSIÇÃO	POPULAÇÃO RECEPTORA		
Solo	Foco de contaminação	Solo superficial	Foco de contaminação	Ingestão, Contato dérmico e inalação	Motoristas, Trabalhadores da disposição dos resíduos	Passado	Completa
	Foco de contaminação	Solo superficial	Foco de contaminação	Ingestão, Contato dérmico e inalação	Vigias e trabalhadores da Rhodia	Passado	Completa
	Solos externos as áreas cercadas da Rhodia*	Solo superficial	Solos externos as áreas cercadas da Rhodia	Ingestão, Contato dérmico e inalação	Moradores e pedestres da região	Passado	Potencial
Água subterrânea	Água subterrânea do local de disposição	Água subterrânea	Poços de captação de água dos moradores no entorno das áreas	Ingestão, Contato dérmico e inalação	Moradores do entorno	Passado e futuro	Potencial

2. Rotas de exposição para o site Quarentenário

Quanto ao **site Quarentenário**, havia população nas proximidades, a menos de 30 metros das cavas de deposição dos resíduos. Segundo as observações do Perito D'Ambrosio, durante suas visitas de inspeção à área no ano de 1985, *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.*

Conforme relatos assinalados no capítulo “Preocupações da comunidade com sua saúde”, a percepção de risco é clara em parte da população quanto às exposições no passado, afirmando que o problema acabou provocando alterações no seu cotidiano, como a preocupação de utilizar os quintais para plantio; medo de captar água do lençol freático para beber e até de ir ao médico para avaliar se havia algum problema de saúde.

Além disso, conforme os dados ambientais avaliados no capítulo “Contaminantes de interesse”, deve-se também ressaltar:

1. Os resíduos de Samaritá, quando encontrados, estavam aflorando no solo. Não havia cercas e nenhuma placa advertia a presença dos resíduos nem qualquer medida de controle para impedir a circulação de pessoas e de animais ou qualquer obra de engenharia para contenção dos mesmos no local despejado. Existem relatos dos moradores sobre o “cheiro insuportável” dos resíduos e sintomas como “dor de cabeça, coceira, irritações na garganta e mal-estar” aos que se aproximavam do local. Os efeitos eram mais fortes principalmente nos dias quentes após um período de chuvas. Provavelmente, em função do desnível entre as áreas de deposição e os núcleos habitacionais naquela área, as águas das chuvas transportavam os resíduos e material contaminado para as ruas e casas, intensificando seus efeitos e percepções. Durante o período de deposição inadequada, sob as condições do acentuado

regime pluviométrico, os resíduos eram expostos a céu aberto, exalando forte odor, evaporando para a atmosfera, infiltrando-se no solo e contaminando o lençol freático. Até o momento do reconhecimento pelas autoridades da grave situação de risco decorrente da deposição de resíduos, não existiam maiores controles que limitassem o acesso direto de pessoas às áreas de deposição no Quarentenário. O percurso de acesso ao rio Mariana, área de lazer e pesca de então dos residentes do entorno, resultou numa **rota completa passada de exposição à solos contaminados**.

2. As condições em um local podem ser dramaticamente alteradas como resultado das atividades de remediação, de remoção ou de outras estratégias de intervenção. As condições também podem alterar-se como resultado de uma migração não diminuída de contaminantes ou de mudanças no uso do solo no lugar ou em suas proximidades. A remoção dos resíduos da Rhodia das áreas de deposição no *site* Quarentenário foi realizada de tal forma que permitiu o contato dos contaminantes com as camadas de solo de maior profundidade. O lençol freático de até 0,40 m de profundidade, e com direção de fluxo variável segundo a maré no rio Mariana, também ajudou no processo de contaminação das águas subterrâneas. Ao longo da investigação de campo, constatou-se que localmente a camada limonitizada atuava como uma barreira natural à infiltração dos poluentes. A camada litológica que sustenta este horizonte aquífero foi destruída durante as operações de remoção de resíduos organoclorados. Os dados sobre água subterrânea indicam migração continuada dos contaminantes a partir dos focos, como ficou demonstrado nas análises realizadas em amostras de água subterrânea coletadas em poços de residentes no entorno imediato do *site* Quarentenário. Este fato confirma a existência de **rota completa de exposição pela água subterrânea no passado**, quando esta era a única opção de abastecimento para os residentes, e **rota de exposição potencial presente e futura**.

3. Na área do **site Quarentenário** foram encontrados dois locais bem definidos de depósito, sendo que um deles sobre uma área periodicamente inundada por um braço do Rio Mariana durante a movimentação de águas das marés. A pescaria, como lazer ou como complementação alimentar, era muito freqüente, apesar da presença do lixo químico nas proximidades. A utilização do rio Mariana por residentes nas proximidades do **site Quarentenário**, como área de lazer e para banhos e também, principalmente, como fonte de alimentação pela pesca, assinala uma **rota de exposição completa passada** pela alimentação e contato dérmico. Neste sentido, deve-se assinalar 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”. Na ocasião a Cetesb recomendou à população de Samaritá não consumir água nem peixes e crustáceos dos rios da região.

4. As medidas de controle e informação atualmente existentes indicam que não ocorram exposições atuais pelo consumo de biota, bem como o contato com os compartimentos aquáticos contaminados do rio Mariana. Por esta razão, assinalamos a existência de **rota de exposição potencial presente e futura** para os alimentos da biota aquática consumidos e contato com as águas e sedimentos na área do Rio Mariana no site Quarentenário. As populações expostas pela rota alimentação são as pessoas, residentes ou não no entorno do site Quarentenário, que tenham consumido, consumam ou venham a consumir alimentos da biota aquática do Rio Mariana.

5. Em relação ao ambiente atmosférico, principalmente em relação ao **site Quarentenário**, 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, existem claros indícios e relatos sobre as emissões para os compartimentos atmosféricos (ar e material

particulado suspenso), principalmente no passado. A preocupação com o arraste de material particulado suspenso na área – e conseqüente exposição da população aos resíduos perigosos – fica evidente na correspondência da Cetesb à Rhodia datada de 06/07/90, onde exige o *cobrimento da cava do Quarentenário para minimizar o arraste de partículas pela ação dos ventos*. Não existem dados ambientais sobre os contaminantes ou sobre suas concentrações. Porém, conforme os relatos de várias fontes, a contaminação atmosférica era de tal ordem – principalmente nos momentos de deposição e remoção dos resíduos, e em ocasiões favorecidas pelas condições atmosféricas – que causava fortes reações nas pessoas (dor de cabeça, náusea, etc). Moradores relatam que a movimentação dos resíduos, tanto quando foram depositados como na escavação para sua retirada, criavam impactos sensíveis, não só porque o odor ficava mais forte, mas também porque o vento carregava muita poeira da área que estava sendo revolvida. Ou seja, as emissões atmosféricas ocorriam com tal freqüência e intensidade no passado, pelo menos até a remoção dos resíduos e cobrimento da cava no ano de 1994, que existiu uma **rota de exposição atmosférica completa passada** no **site Quarentenário**. As populações expostas eram as pessoas residentes no entorno das áreas de deposição, principalmente as que viviam em um raio de até 200 metros das áreas deposição dos resíduos.

A **Tabela 42** assinala os componentes e temporalidade das rotas de exposição existentes no *site* da Rhodia Quarentenário.

Tabela 42 - Rotas de exposição aos contaminantes dispostos de forma irregular pela Rhodia no *site* Quarentenário da Rhodia no Município de São Vicente.

ROTA	ELEMENTOS DA ROTA DE EXPOSIÇÃO					TEMPO	TIPO
	Fonte	Compartimento Ambiental	Ponto de Exposição	Via de Exposição	População Receptora		
Solo	Foco de contaminação	Solo superficial	Foco de contaminação	Ingestão, Contato dérmico e inalação de solo contaminado	Motoristas e Trabalhadores da disposição dos resíduos	Passado	Completa
	Foco de contaminação	Solo superficial	Foco de contaminação	Ingestão, Contato dérmico e inalação de solo contaminado	Vigias e trabalhadores da Rhodia	Passado	Completa
	Foco de contaminação	Solo superficial	Foco de contaminação	Ingestão, Contato dérmico e inalação de solo contaminado	Moradores e pedestres da região	Passado*	Completa
Água subterrânea	Água subterrânea do local de disposição	Água subterrânea	Poços de captação de água dos moradores no entorno das áreas	Ingestão, Contato dérmico e inalação de água contaminada	Moradores do entorno	Passado	Completa
						Presente** e Futuro	Potencial
Alimentos	Rio Mariana	Biota Aquática	Residências e locais de consumo da biota contaminada	Ingestão de biota aquática contaminada	Consumidores da biota aquática contaminada	Passado	Completa
						Presente e Futuro	Potencial
Atmosférica	Foco de contaminação	Material particulado, gases e vapores	Residências no entorno do <i>site</i>	Inalação de poeira, gases e vapores contaminados	Moradores do entorno e transeuntes	Passado	Completa
						Presente e Futuro	Potencial

* Antes da existência do muro de contenção, construído em 2002.

** Segundo informações colhidas junto à comunidade ainda existem poços sendo utilizados na região, conforme relatado no capítulo “Preocupações da Comunidade”.