

**AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA POR
RESÍDUOS DE PESTICIDAS
EM CIDADE DOS MENINOS, DUQUE DE CAXIAS**

**CAPÍTULO VII
ROTAS DE EXPOSIÇÃO**

VII. ROTAS DE EXPOSIÇÃO

O propósito deste capítulo é identificar a cada um dos cinco elementos de cada rota de exposição que possam existir na Cidade dos Meninos, determinando por sua vez, se estes elementos estão ligados entre si. Serão estabelecidos os parâmetros para categorizar cada rota de exposição como completa ou como potencial.

1. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ROTAS DE EXPOSIÇÃO

Uma Rota de exposição é um processo que permite o contato dos indivíduos com os contaminantes originados em uma fonte de contaminação por poluentes. Não é simplesmente um compartimento ambiental (solo, ar, água, etc) ou uma via de exposição (inalação, ingestão, contato); 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 (aquíferos), 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.

Por exemplo, considere-se o cenário em que um aquífero superficial transporta contaminante a poços localizados ao norte de um local, enquanto que um aquífero profundo transporta contaminantes para poços localizados a uma distância muito maior a oeste do mesmo local. Este cenário representa duas rotas de exposição únicas porque envolve diferentes aquíferos (superficial vs. Profundo), diferentes pontos de exposição, e diferentes populações receptoras. Entretanto, ambas rotas de exposição compartilham elementos similares (fonte de contaminação e via de exposição).

Como resultado do anterior, as duas populações receptoras podem estar expostas a concentrações significativamente distintas de contaminantes; por conseguinte, cada rota poderia ter diferentes implicações para a saúde. A tabela VII-1 assinala as rotas de exposição específicas para cada compartimento ambiental.

Tabela VII-1. Rotas de exposição específica de cada meio

MEIO AMBIENTAL	ROTAS DE EXPOSIÇÃO
ÁGUA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingestão direta. 2. Contato e reação dérmicas. Contato e reação oculares. 3. Inalação secundária pelo uso doméstico (vapor, aerossol).
SOLO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingestão direta (principalmente crianças de 9 meses a 5 anos). 2. Contato e reação dérmicas. Contato e reação oculares. 3. Inalação de compostos químicos voláteis presentes no solo. 4. Inalação de pó.
AR	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inalação. 2. Contato e reação dérmicas. Contato e reação oculares.
BIOTA/ CADEIA ALIMENTAR	<ol style="list-style-type: none"> 1. Consumo de plantas, animais ou produtos contaminados, secundário ao consumo de água contaminada. 2. Consumo de plantas, animais ou produtos contaminados, secundário ao consumo ou contato com solo, pó ou ar contaminado. 3. Consumo de plantas, animais ou produtos contaminados, secundário à inalação ou à evapotranspiração de ar contaminado. 4. Contato dérmico com, ou reação à, plantas, animais ou produtos contaminados.
MEIOS MISCELÂNEOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingestão direta. 2. Contato e reação dérmicas. Contato e reação oculares. 3. Inalação secundária à volatilidade ou arraste dos contaminantes de meios miscelâneos

Fonte: ATSDR (1992)

2. AVALIAÇÃO DAS ROTAS DE EXPOSIÇÃO NA CIDADE DOS MENINOS

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.

2.1. 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.

2.1.1. Solos

Até o momento do reconhecimento pelas autoridades da grave situação de risco decorrente da deposição de resíduos pela antiga fábrica de pesticidas, não existiam maiores controles que limitassem o acesso direto de pessoas à área do Foco Principal. A utilização de resíduos como material de capeamento das estradas na Cidade dos Meninos (que não se sabe quando se iniciou mas que perdura até o presente momento) impunha, praticamente, o contato permanente de todos os residentes que utilizavam os meios de acesso. A estocagem, manuseio e utilização dos resíduos como inseticida nas residências, resultou em solos contaminados em diversos pontos da Cidade dos Meninos. Desta forma, pode-se concluir a existência de uma **rota completa passada de exposição à solos contaminados**.

Mesmo após o reconhecimento da situação de risco, e mesmo após o isolamento da área do Foco Principal, a existência de focos secundários na Estrada Camboaba e os resultados em amostragens de poeira domiciliar (que representam a deposição de material particulado suspenso de solos contaminados), mesmo em áreas distantes dos focos (DECIT 2001), indicam que continua havendo exposição dos contaminantes de interesse através de solos contaminados. Por esta razão deve-se considerar a existência de uma **rota completa presente de exposição à solos contaminados**.

Pelas razões acima expostas, e enquanto não forem eliminadas as exposições relatadas e realizadas operações seguras de remediação na Cidade dos Meninos, pode-se concluir a existência de uma **rota completa futura de exposição à solos contaminados**.

2.1.2. Alimentos

As características sócio-econômicas das populações da Cidade dos Meninos, aliadas às grandes áreas propícias à produção de alimentos, indicam que grandes quantidades de alimentos foram e são produzidos pelos residentes da Cidade dos Meninos tanto para consumo próprio, como para comercialização.

Dos alimentos produzidos na Cidade dos Meninos, comprovadamente os de origem animal (ovos e leite), apresentam concentrações de contaminantes com risco para a saúde humana.

Neste contexto, deve-se ressaltar que, desde o final das atividades de fabricação dos pesticidas e da deposição irregular dos resíduos até o presente momento, nenhuma providência foi tomada para coibir a produção e consumo dos alimentos na Cidade dos Meninos. Desta forma, deve-se admitir a existência de **rotas completas de exposição pelos contaminantes de interesse no passado e no presente.**

É importante notar que, na Cidade dos Meninos, existem grandes criações de animais, principalmente gado leiteiro, cuja produção é comercializada, inclusive, para fora daquela localidade. Caso não sejam tomadas medidas imediatas de proibição, pode-se considerar a persistência de **rota completa de exposição futura por alimentos contaminados.**

2.2. 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.

2.2.1. Água Subterrânea

Os dados sobre água subterrânea são restritos à área do Foco Principal e Vila Malária. Os dados não são conclusivos. No entanto, estes dados indicam migração dos contaminantes pelas águas subterrâneas a partir dos focos, como ficou demonstrado através das análises realizadas em amostras de água subterrânea coletadas na Vila Malária.

O longo processo de contaminação há mais de quarenta anos e a existência de 31 poços de captação subterrânea na Cidade dos Meninos, onde não foram realizadas análises que atestem a qualidade de suas águas captadas, indicam a existência de **rotas potenciais de exposição pelos contaminantes de interesse no passado e no presente.**

Caso não sejam tomadas medidas de remediação dos focos de emissão, poderá ocorrer também **rota potencial de exposição futura pela água subterrânea.**

2.2.2. Compartimento atmosférico

Os dados sobre contaminação dos compartimentos atmosféricos não são conclusivos. Contudo, o levantamento realizado pelo DECIT (2001) através da amostragem de poeira domiciliar em residências fora da *área de exclusão*, indicou que mesmo em áreas distante dos principais focos de emissão dos contaminantes existe teores elevados de pesticidas.

Pelo histórico da contaminação na Cidade dos Meninos, estes dados indicam a existência de **rota de exposição potencial passada, presente e futura** através dos compartimentos atmosféricos.

3. Populações expostas

As características dos contaminantes definidos como de interesse para a Cidade dos Meninos, como assinaladas no Capítulo Mecanismos de Transporte, sugerem baixa mobilidade de migração para os diversos compartimentos ambientais.

No entanto, após a alcalinização da área de deposição dos resíduos, através da tentativa de remediação com cal, observou-se grandes concentrações dos isômeros de HCH (acima de 10 µg/L) nas amostras de água subterrânea coletadas em profundidades de até 4,0 metros nas imediações do foco principal. Isto indica que foram criadas condições para uma lixiviação mais eficiente dos isômeros de HCH.

Isto implica na possibilidade de migração superficial destes contaminantes, através de arraste das águas de chuva, para as áreas de menor relevo, bem como na migração através das águas subterrâneas na direção do fluxo das águas subterrâneas. Pelos estudos da CETESB (2002), a direção do fluxo de água subterrânea na área do foco principal é norte-sul, em direção ao Rio Capivari. Observa-se, porém, gradientes de contaminação nas direções sudeste e sudoeste.

Esta avaliação, no entanto, restringe-se à área do foco principal e, mesmo para esta área, não pode ser conclusiva, já que não foram realizados estudos sobre a pluma de contaminação nesta área, nem estudos de qualquer espécie sobre a contaminação das águas subterrâneas pelos focos secundários.

As características de baixa mobilidade dos isômeros do HCH reforçam as informações sobre os usos indevidos dos resíduos em diferentes áreas da Cidade dos Meninos (capeamento da Estrada Camboaba, uso como inseticida nas residências, etc), originando uma contaminação dispersa em vários pontos da Cidade dos Meninos.

A contaminação das águas subterrâneas na área do foco principal, demonstrada através da amostragem em poços de monitoramento de até 4 metros de profundidade, implicam na necessidade de estudos mais amplos que objetivem determinar a pluma de contaminação nesta área, de estudos similares das águas subterrâneas nos principais focos secundários, bem como da avaliação nas águas de todos os poços existentes na Cidade dos Meninos.

Reforçando esta necessidade, as amostras de água subterrânea fora da área do foco principal, coletadas na Vila Malária, apresentaram concentrações dos poluentes acima das normas de referência utilizadas (ver capítulo Contaminantes de Interesse).

Além disso, conforme foi constatado por DECIT (2001), os poços geralmente servem a mais de uma residência e são construídos de forma inadequada, carecendo de encamisamento e cinturão sanitário, não atendem às normas de assepsia, e encontram-se próximos a fossas sépticas.

As populações expostas ao risco de contaminação, neste caso, são as que consomem, para quaisquer fins, as águas de captação subterrânea na Cidade dos Meninos, principalmente dos poços localizados próximos às residências 08, 15, 29, 31, 78 são de maior risco por sua proximidade com os focos principal e secundários..

Em função do relevo na área, a migração superficial dos resíduo, através do arraste pelas águas das chuvas, indicam que as áreas de pastagem (ao sul, sudeste e sudoeste do foco principal), devem apresentar risco de contaminação da cadeia trófica.

Ocorrências semelhantes são prováveis nas proximidades dos focos secundários, principalmente naqueles ao longo da Estrada Camboaba e em diversos pontos da Cidade dos Meninos onde as amostragens de poeira domiciliar indicaram a contaminação pelos resíduos.

Isto ficou comprovado pelos resultados das análises de alimentos, principalmente de origem animal (leite e ovos) produzidos na Cidade dos Meninos.

As populações expostas ao risco de contaminação, neste caso, são as que consomem os produtos – principalmente de origem animal – produzidos na Cidade dos Meninos.

Os resíduos de pesticidas emitidos para a atmosfera tanto podem se apresentar na fase vapor como no material particulado suspenso. Os grandes volumes de resíduos utilizados no capeamento da Estrada Camboaba – estrada de terra, sem cobertura – são fontes permanentes de emissão de material particulado suspenso, contaminado, em todas as ocasiões da passagem dos veículos, ou durante condições atmosféricas favoráveis (fortes ventos), comuns em toda a área.

A proximidade da maioria das residências da Cidade dos Meninos à Estrada Camboaba e demais estradas vicinais, implicam na contaminação por inalação dos resíduos contidos no material particulado suspenso. A utilização da Estrada Camboaba por grandes períodos pelos residentes da Cidade dos Meninos, nos deslocamentos à pé ou na espera dos meios de transporte, representam uma constante via de exposição para a população.

O transporte dos resíduos, tanto na forma de vapor como ligado ao material particulado suspenso também põe em risco as residências, como ficou demonstrado pelas análises em amostras de poeira domiciliar realizadas pelo DECIT (2001), originando uma preocupante via de exposição.

As populações expostas ao risco de contaminação, neste caso, são as que transitam pela Estrada Camboaba e estradas vicinais, bem como as populações residentes, principalmente nas proximidades destas estradas. A tabela 7-2. apresenta as rotas de exposição na Cidade dos Meninos.

Afora estas, existem outros grupos de pessoas, residentes ou não na Cidade dos Meninos, que estão expostas aos riscos relatados e que devem ser avaliadas, principalmente nas ações de acompanhamento de saúde, por exemplo:

- Trabalhadores da antiga fábrica que permaneceram no local e trabalhadores que mudaram-se para outro local;
- Trabalhadores dos órgãos e instituições públicas que não moravam no local (professores, serventes, etc);
- Jovens e crianças que ficaram abrigados e (provavelmente) alimentavam-se com produtos da região; e
- Pessoas que moram fora mas consomem rotineiramente alimentos da região (ovos, leite, queijo, manteiga etc).

Tabela VII-2: Rotas de Exposição na Cidade dos Meninos

ELEMENTOS DA ROTA DE EXPOSIÇÃO						
ROTA NOME	FONTE	MEIO AMBIENTE	PONTO DE EXPOSIÇÃO	VIA DE EXPOSIÇÃO	POPULAÇÃO RECEPTORA	TEMPO
Solo superficial	-Foco principal - Focos secundários	Solo superficial	- Residências, - Estrada Camboaba, - Áreas de lazer	- Ingestão, - Contato dérmico	Residentes da Cidade dos Meninos	Passado, Presente e Futuro
Alimentos	-Foco principal - Focos secundários Residências	Alimentos	Residências	Ingestão	Residentes da Cidade dos Meninos	Passado, Presente e Futuro
Poços de água	-Foco principal - Focos secundários	Água subterrânea	Residências	Ingestão, Inalação, Contato	Residentes da Cidade dos Meninos	Passado, Presente e Futuro
Ar ambiente	-Foco principal - Focos secundários Residências	Ar	- Residências, - Estrada Camboaba, - Áreas de lazer	Inalação	Residentes da Cidade dos Meninos	Passado, Presente e Futuro

Fonte: AMBIOS (2002)