

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

CAPÍTULO VIII

IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE PÚBLICA

VIII - IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE PÚBLICA

1. INTRODUÇÃO

Nas seções anteriores caracterizamos a contaminação ambiental, identificando os contaminantes de interesse e analisando todas as possíveis rotas de exposição humana, desde os focos de emissão dos diversos contaminantes, todos os caminhos percorridos até atingir a população residente na Cidade dos Meninos, tanto os caminhos atuais quanto os futuros e as possibilidades de atingir outras populações. Também em seções anteriores procuramos apresentar a população residente quanto às preocupações que possuem com relação a contaminação, seus hábitos, suas características sociodemográficas e econômicas.

É bom salientar que os contaminantes foram considerados de interesse na medida em que podem produzir efeitos adversos, atuais ou futuros, sobre a saúde humana. É o que discutiremos na primeira seção deste capítulo - AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA - os possíveis efeitos adversos de cada substância contaminante, nas condições em que são encontradas na Cidade dos Meninos, sobre o organismo humano. Na seção seguinte - AVALIAÇÃO DOS EFEITOS NA SAÚDE - analisaremos os dados disponíveis sobre a saúde da população da Cidade dos Meninos.

1.1. Efeitos sobre a saúde

Os efeitos adversos aos quais viemos nos referindo ao longo deste trabalho serão considerados segundo a capacidade do agente químico produzir câncer e/ou efeitos adversos sistêmicos.

1.1.1. Câncer

O corpo humano pode ser caracterizado como uma sociedade bem organizada de células. Cada conjunto de células (tecidos) tem funções determinadas e colaboram para a manutenção de todo o organismo. Diferentemente das sociedades de seres humanos que conhecemos, no organismo humano, assim como qualquer organismo vivo, sadio, as células somáticas são comprometidas com sua própria morte, dedicam suas existências ao suporte das células germinativas. As células germinativas são destinadas a reprodução do organismo. Qualquer mutação que dê origem a um comportamento egoísta de uma célula somática fazendo-a reproduzir-se indefinidamente compromete toda a sociedade – essa é a origem do câncer. Em geral deriva de uma única célula que se reproduz em detrimento dos vizinhos normais e invadem e colonizam outros territórios reservados para outras linhagens de células.

Para que ocorra um câncer, ou melhor para que uma única célula torne-se cancerígena, é necessária uma série de modificações. Uma substância química é dita cancerígena quando é capaz de produzir dano ao funcionamento normal da célula capaz de participar da série de eventos que ocorrem entre a célula normal até tornar-se cancerígena. Um carcinógeno pode participar da origem do câncer de duas formas diferentes. Como iniciador do tumor ele produz alterações mutagênicas que preparam a célula para tornar-se cancerosa. Por si só essas substâncias não são capazes de gerar câncer, mas modificam a célula permanentemente de tal forma que quando entram em contato com promotores de tumor essas células são então transformadas não importa o tempo que tenha decorrido entre os dois eventos.

No mecanismo normal de divisão celular há genes que inibem a divisão e há genes que a estimulam. Ocorre câncer quando há mutação em um dos genes que controlam esses mecanismos. Os genes que inibem a divisão celular são chamados de genes supressores de tumor e o gene alterado que

hiperativa o estímulo a divisão celular é chamado oncogene. As substâncias químicas podem atuar promovendo mutações genéticas e chegar a essas alterações permanentes. Aqui estão a maior parte das substâncias carcinogênicas. É por isso que quando uma substância é suspeita de ser carcinogênica ela requer todo cuidado. Tem-se sempre poucas evidências de carcinogenicidade em humanos (é preciso que ocorram em torno de sete mutações específicas, em uma única célula), pode ocorrer após uma única exposição, mas é mais garantido que ocorra após exposições repetidas por um período longo de tempo. Se as características físico-químicas da substância fazem com que tenha uma longa meia-vida, portanto persista muito tempo sem se metabolizar, e também facilitem sua acumulação nos organismos vivos, então haverá mais substância no interior do organismo para promover tais mutações genéticas. De toda forma, o câncer é sempre um evento muito raro e pode ocorrer longe do momento de contaminação. Essa é uma das razões inclusive pela qual o câncer devido a substâncias químicas é pouco diagnosticado, é difícil realizar onexo causal.

Em vista dessas dificuldades, a carcinogenicidade é uma das provas toxicológicas que são realizadas para avaliar uma substância química. São realizados diversos testes em animais em laboratórios com diversas doses, vias de administração, duração da exposição e espécies diferentes de animais para avaliar o tipo e local de câncer produzido. Em geral, são com dados em animais que contamos com mais frequência, o que implica em grandes incertezas: o organismo do rato é muito diferente dos humanos, os ratos têm algumas estruturas anatômicas diferentes dos humanos, há uma variabilidade muito grande entre os humanos, em geral as doses usadas para experimentos com animais são altas e como extrapolar esses resultados para baixas dosagens que, em geral, é como os humanos são expostos? São incertezas com as quais vamos trabalhar o tempo todo nesse capítulo uma vez que é com dados de experimentos com animais que vamos trabalhar.

As substâncias são classificadas segundo sua carcinogenicidade. Aqui utilizaremos a classificação elaborada pela Agência de Proteção Ambiental Americana (Environmental Protection Agency - EPA) e pela Agência Internacional de Investigação do Câncer (International Agency for Research on Cancer - IARC). Conforme veremos a seguir, essas classificações estão baseadas, em sua maioria, em experimentos com animais. Conforme veremos adiante, quando a EPA classifica um agente como 2b significa que existem evidências suficientes de carcinogenicidade em animais mas não são suficientes os dados em humanos. Diz-se então que o agente é um carcinógeno provável. As tabelas VIII-1 e VIII-2 apresentam as classificações dos carcinógenos segundo as duas instituições.

Tabela VIII-1: EPA classificação dos carcinógenos

Categorias	Evidências
A Carcinógeno humano	Dados suficientes em humanos
B Carcinógeno provável humano	
B1	Dados limitados em humanos e dados suficientes em animais
B2	Dados em humanos inadequados ou ausentes e dados suficientes em animais
C Carcinógeno humano possível	Dados em humanos ausentes e dados limitados em animais
D Não há evidências de ser carcinógeno humano	Dados ausentes ou inadequados em humanos ou em animais
E Não carcinógeno humano	Nenhuma evidência em estudos adequados em humanos ou animais.

Fonte: Hallenbeck, 1993:25-26.

Tabela VIII-2: IARC classificação dos carcinógenos

Categorias	Evidências
1 Carcinógeno humano	Dados suficientes em humanos
2A Carcinógeno provável humano	Dados limitados em humanos e dados suficientes em animais OU dados suficientes em animais e outros dados relevantes
2B Carcinógeno humano possível	Dados limitados em humanos OU dados suficientes em animais OU dados limitados em animais e outros dados relevantes
3 Não há evidências de ser carcinógeno humano	Dados ausentes ou inadequados em humanos ou em animais
4 Provável não carcinógeno humano	Nenhuma evidência em estudos adequados em humanos e animais.

Fonte: Hallenbeck, 1993:25-26.

Assim, um agente químico é considerado carcinogênico quando aumenta a ocorrência de câncer ao ser administrado a animais, em comparação com controles não tratados. Existem quatro tipos de respostas neoplásicas aceitas como evidências de carcinogenicidade, o aumento da taxa “normal” de ocorrência de tumores, o desenvolvimento de novos tipos de câncer, uma diminuição do tempo médio para o aparecimento de um tumor e uma nova multiplicidade de cânceres.

Uma das grandes dificuldades do estudo da carcinogenicidade das substâncias químicas é a escassez de dados em humanos. A maior parte dos agentes, quando há informações, são extraídas de dados de experimentos em animais. Para a extrapolação desses dados para humanos, é preciso ter em conta que além das diferenças entre as espécies, são utilizados experimentos que usam grandes doses, em geral os animais são submetidos a curtos períodos de exposição. Na maioria das situações de exposição humana encontramos baixas doses e exposição de longa duração. Para minimizar essas dificuldades diversas instituições internacionais desenvolveram modelos para permitir que se faça, com alguma segurança, essa extrapolação dos dados em animais para situações de exposição humana.

O modelo de extrapolação em estágios múltiplos é o método de extrapolação de alta para baixas doses utilizado pela EPA. É um modelo que pressupõe que a resposta câncer ocorre após uma série de eventos celulares. Também é admitido que resposta 0 se obtém quando a dose é 0, ou seja a curva dose-resposta passa necessariamente pela origem (0,0). Essa estimativa de resposta humana para baixas doses produz uma reta cujo fator de inclinação (*slope factor*) é o indicador utilizado para estimar excesso de risco de câncer para cada substância. Por exemplo, para o DDT a EPA atribui um *slope factor* de $3,4 \times 10^{-1} \text{ (mg/kg-dia)}^{-1}$ o que significa a resposta câncer estando exposto durante toda a vida a uma dose de 1 mg/kg-dia de DDT. O risco unitário de câncer é outro indicador que informa o risco estimado de câncer para cada unidade de concentração no meio considerado. Por exemplo, a EPA atribui um risco unitário de câncer por inalação do DDT de $9,7 \times 10^{-5} \text{ (}\mu\text{g/m}^3\text{)}^{-1}$ o que significa a estimativa de risco caso haja exposição a uma concentração de 1 $\mu\text{g/m}^3$ de ar inalado durante toda a vida¹.

¹ “In terms of quantitative risk assessment per se, ATSDR does not currently engage in low-dose modeling efforts or in the development of associated cancer potency factors or slope estimates. In some instances, cancer potency factors, developed by the Environmental Protection Agency (EPA), are used by ATSDR to estimate cancer risk levels”. [ATSDR Cancer Policy Framework, Janeiro, 1993]

Estes são parâmetros que devem ser levados em conta quando se realiza a investigação e o acompanhamento de saúde de uma população exposta a compostos químicos.

1.1.2. Efeitos Sistêmicos

A maior parte dos estudos de toxicidade de uma substância química é feita com animais. Esses estudos são realizados oferecendo uma dose conhecida de uma substância a uma população de animais. Eles são realizados com diversas doses para que se possa determinar alguns indicadores de toxicidade como o NOAEL (no-observed-adverse-effect-level) que é o nível de maior dose oferecida a uma população de cobaias que não apresentou nenhum efeito adverso; o LOAEL (lowest-observed-adverse-effect-level) indica qual o menor nível de dose em que foi observado efeito adverso. O NOEL e o LOEL correspondem ao NOAEL e LOAEL sendo que são indicadores de efeito não adverso.

Cada um desses indicadores é elaborado para cada tipo de exposição, quanto a duração (pode ser aguda - , intermediária - e crônica -) e quanto a via de exposição (respiratória, digestiva, cutânea). Outro indicador de toxicidade é a DL50 (dose letal 50 – aquela que mata 50% da população de cobaias). Com base nesses estudos com animais são elaboradas as curvas de dose - resposta (para cada efeito, nas abscissas são colocadas as doses e nas ordenadas a população de cobaias que apresenta o efeito). Os efeitos sistêmicos ocorrem quando a substância produz efeitos sobre os mais diversos órgãos (rins, fígado, cérebro, coração etc) e tecidos, que são observados em animais. Nem sempre eles são os mesmos observados em humanos, mas é lícito supor a ocorrência de efeitos em humanos caso ocorram em animais. Essa extrapolação de animais para humanos é realizada considerando graus de incerteza.

O indicador que vamos utilizar nesse estudo é o Nível onde o Risco é Mínimo (Minimal Risk Level - MRL). É definido como uma estimativa de exposição diária humana a uma substância perigosa que provavelmente não trará risco apreciável de efeito adverso diferente do câncer, considerando uma duração específica de exposição (aguda – 1-14 dias, intermediária – 15 – 364 dias, e crônica – 365 dias ou mais) para uma determinada via de exposição. O MRL foi criado para dar idéia do perigo que representa cada substância. Exposições acima do MRL não significam que ocorrerão efeitos adversos. É um indicador de perigo e quer dizer que exposições até esse nível provavelmente não acarretará efeito adverso inclusive à pessoa mais sensível. O MRL é baseado no NOAEL referido ao estudo que menor dose utilizou para verificar o efeito mais sensível que a substância produziu, associado aos graus de incerteza. Quando se dispõe de informações suficientes de diversos estudos em animais, em diversas espécies, é utilizado o maior nível de dose em que não foi observado nenhum efeito adverso (NOAEL). O MRL é produzido dividindo-se o NOAEL pelos fatores de incerteza. Em geral, quando se usa o NOAEL, os fatores de incerteza são 2 (10^2) agregando um fator 10 pela extrapolação de animais para humanos e outro fator 10 pela variabilidade e suscetibilidades humanas.

Conforme veremos adiante, quando examinarmos cada substância de *per si* e seus possíveis efeitos na população da cidade dos meninos, cada nível de exposição corresponderá a possibilidade ou não de determinados efeitos adversos na população exposta. Serão apresentadas estimativas de dose de exposição para os diversos grupos populacionais da Cidade dos Meninos, baseadas nas concentrações de cada substância encontradas nos diversos compartimentos ambientais.

1.2. A população

Para uma análise mais detalhada da exposição humana e seus efeitos sobre a saúde dividimos a população em grupos de acordo com a faixa etária, importante para procedermos ao cálculo da exposição e também para a discussão dos efeitos sobre a saúde.

Na discussão dos efeitos das substâncias químicas sobre a saúde das pessoas, algumas faixas etárias merecem atenção especial, são as ditas populações susceptíveis. Elas se constituem dos menores de 18 anos e dos maiores de 60 anos, ou seja, dos fetos, crianças e adolescentes e dos idosos. São populações chamadas susceptíveis porque quando expostos aos agentes químicos, desenvolvem problemas de saúde que ou não são normalmente encontrados na população geral, ou são problemas que podem ocorrer com maior gravidade, ou maior precocidade, ou com menores níveis de exposição às substâncias químicas do que na população em geral.

Existem alguns fatores do meio ambiente ou genéticos que podem potencializar a ocorrência dos problemas de saúde associados com a exposição ambiental. A susceptibilidade genética associada a exposições ambientais pode estar relacionada a doenças como Asma e cânceres de pulmão e cólon entre outras. O tabaco e o álcool podem acentuar os efeitos tóxicos das substâncias químicas no organismo humano através de uma série de mecanismos de atuação.

Existem alguns mecanismos determinantes que explicam esta susceptibilidade aos agentes químicos dentro destes grupos etários definidos. Os fetos e crianças se caracterizam organicamente por estarem em processo de crescimento e desenvolvimento acelerado, com seu organismo ainda em processo de construção em relação ao das pessoas adultas. Portanto, eles têm um maior número de células se dividindo rapidamente, o que as torna mais sensíveis a intervenção dos químicos sobre sua estrutura genética. Da mesma forma, o sistema imune e a capacidade de ação das enzimas detoxificadoras das substâncias químicas ainda estão imaturos, o que diminui o potencial de reação do organismo ao agente agressor. A barreira hematoencefálica que impede a entrada dos agentes químicos em grande quantidade no cérebro também não está totalmente formada e eles apresentam um gradiente de absorção aumentado por unidade de peso. Por estas razões, fetos, crianças e adolescentes são mais susceptíveis à ação nociva de substâncias carcinogênicas, neurotoxinas e aos poluentes do ar de uma forma geral.

As pessoas com mais de 60 anos apresentam alterações dos seus mecanismos de equilíbrio fisiológicos, bioquímicos e imunes, com uma diminuição da sua capacidade de resposta imunológica e de metabolização dos agentes químicos. O conseqüente aumento da produção de metabólitos tóxicos associado a uma “reserva funcional” já prejudicada, leva a uma maior probabilidade de ocorrerem efeitos adversos durante uma exposição aguda a estas substâncias. Além disso eles também têm um maior período de exposição às toxinas o que significa maior dose total de exposição.

Por estas razões este estudo se preocupou em analisar a possibilidade de ocorrência dos problemas de saúde na população de Cidade dos Meninos a partir de uma estratificação em faixas etárias.

1.3. Exposição

Para que possam ocorrer efeitos sobre a saúde a partir da contaminação ambiental é preciso que a população se exponha às substâncias presentes no ambiente. Vimos nos capítulos anteriores a descrição das rotas pelas quais as substâncias entram em contato com a população da cidade dos

meninos. O cálculo da dose de exposição (ver anexo 8-1) é o que vai nos dar a idéia da quantidade da substância que está entrando em contato com os organismos humanos seja através da inalação, da ingestão ou da absorção pela pele.

Para tanto é necessário levarmos em conta a estratificação dessa população segundo faixa etária uma vez que cada grupo etário possui um padrão de comportamento característico que faz com que fique mais ou menos tempo ou mais ou menos intensamente em contato com o agente contaminante. Por exemplo, as crianças costumam brincar na terra o que aumenta o contato da pele com o solo superficial contaminado e a ingestão através das mãozinhas sujas que vão à boca. Quando calculamos a dose de exposição de cada grupo químico abaixo, levamos em conta todas as vias pelas quais o agente químico penetra no organismo humano para cada um dos subgrupos populacionais definidos: crianças abaixo de 12 anos e o grupo com 12 anos e mais.

2. AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA

2.1. Efeitos tóxicos dos contaminantes de interesse

2.1.1. Efeito carcinogênico

É importante ter em conta que quando uma substância é considerada carcinogênica deve-se considerar que o câncer pode ocorrer em qualquer lugar do organismo humano. Mesmo que só existam evidências em animais e com altas doses (como na classificação B2 da EPA, por exemplo), e mesmo que em animais o câncer apareça em um único sítio, a IARC recomenda que se considere todas as possibilidades de câncer (Hallenbeck, 1993).

O hexaclorociclohexano possui isômeros que apresentam toxicidades distintas. A Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA), considera o isômero alfa um carcinógeno provável (grupo B2), o isômero beta é classificado no grupo C – carcinógeno possível - e o isômero delta é considerado não carcinógeno. A carcinogenicidade do lindano (γ -HCH) está sendo revista pela EPA (ATSDR, 1999b).

O DDT, DDE e DDD e seus isômeros são classificados como carcinogênicos do tipo B2 pela EPA, ou seja, um carcinógeno provável (ATSDR, 2000).

Os triclorofenóis são derivados fenóis da família dos clorofenóis. É um dos biocidas de mais amplo uso. O 2,4,6 TCP é classificado pela EPA como carcinógeno provável (B2). A IARC considera o grupo dos clorofenóis como possivelmente carcinogênico para humanos ((ATSDR, 1999a).

As dioxinas também possuem toxicidade diferenciada. A 2,3,7,8 - TCDD é considerada substância carcinogênica pela IARC (grupo 1) e pela EPA (grupo B2). O Instituto Nacional de Saúde e Segurança ocupacionais (National Institute of Occupational Safety and Health – NIOSH): potencial cancerígeno humano(ATSDR, 1998).

Para cada uma dessas substâncias (ou grupos de substância) a EPA calculou os indicadores de risco conforme apresentado na tabela VIII-3. São indicadores de potência carcinogênica que multiplicados pela dose (em se tratando de fator de inclinação) ou pela concentração no ar ou água (risco unitário) darão as estimativas de excesso de risco de câncer conforme veremos adiante. Por ora, a tabela nos revela o potencial carcinogênico das substâncias de interesse nessa avaliação.

Tabela VIII-3: Potência (fator de inclinação ou risco unitário) de câncer por contaminante de interesse.

Contaminante	Fator de potência EPA(1998/1999)	Fonte
γ -HCH	$1,8 \text{ (mg/kg-dia)}^{-1}$	Fator de inclinação EPA(1998)
α -HCH	$6,3 \text{ (mg/kg-dia)}^{-1}$	Fator de inclinação EPA(1998)
β -HCH	$1,8 \text{ (mg/kg-dia)}^{-1}$	Fator de inclinação EPA(1998)
DDT	$3,4 \times 10^{-1} \text{ (mg/kg-dia)}^{-1}$	Fator de inclinação EPA(1998)
DDD	$2,4 \times 10^{-1} \text{ (mg/kg-dia)}^{-1}$	Fator de inclinação EPA(1998)
Triclorofenóis	$1,1 \times 10^{-2} \text{ (mg/kg-dia)}^{-1}$	Fator de inclinação EPA(1994)
Dioxinas	$3,1 \times 10^{-6} \text{ (}\mu\text{g/m}^3\text{)}^{-1}$	Risco unitário de câncer - ar
	$6,2 \times 10^3 \text{ (mg/kg-dia)}^{-1}$	Fator de inclinação EPA(1991)
	$1,8 \times 10^{-1} \text{ (}\mu\text{g/L)}^{-1}$	Risco unitário de câncer – água
	$1,3 \text{ (}\mu\text{g/m}^3\text{)}^{-1}$	Risco unitário de câncer - ar

Fonte: IRIS - EPA (2002)

2.1.2. Efeito não-carcinogênico

2.1.2.1. HCH (isômeros α -, β -, γ - e δ -)

Efeitos adversos do HCH sobre a saúde humana foram estudados a partir de exposições ocupacionais (fabricação e uso de pesticida) ou uso de lindano no tratamento de escabiose e pediculose ou estimados a partir de estudos toxicológicos em animais (ATSDR, 1999b).

Os efeitos mais relatados em humanos são: gastrointestinais (diminuição de apetite, vômito, náusea, diarreia); hematológicos (um relato de Coagulação Intravascular Disseminada – suicídio); musculoesqueléticos (convulsões, fraqueza muscular em membros, necrose muscular disseminada - lindano à 20%). Em animais foram encontrados os seguintes efeitos: atividade da maltase nas membranas das microvilosidades intestinais inibida com 20 mg/Kg de γ -HCH por mais de 7 dias; diminuição de hemácias, hematócrito e série branca - rato- 22,5 mg/Kg/dia de β -HCH / 13 semanas; diminuição da secção transversal dos ossos em ratos - 20 mg/Kg/dia; dano hepatocelular foi indicado por aumento de aminotransferases séricas, diminuição de enzimas hepáticas solúveis com 72mg/Kg/dia de γ HCH durante 2 semanas; em coelhos (4,21 mg/Kg/dia de lindano 28dias) aumento de Fosfatase Alcalina (ATSDR, 1999b; TOXNET, 2001).

2.1.2.2.DDT DDE e DDD (e isômeros o,p – p,p)

São pesticidas hidrocarbonados organoclorados que têm como alvo principal de ação no organismo humano o Sistema Nervoso Central. A exposição humana ocorre principalmente através da dieta, via bioacumulação na cadeia alimentar e a partir do leite materno. São achados em amostras de sangue humano, tecido adiposo, leite humano, sangue do cordão umbilical e tecido placentário. As concentrações de DDT no tecido adiposo são 300 vezes maiores que no sangue. A ingestão oral crônica de DDT induz a uma alteração da função do sistema microssomal hepático. No sistema nervoso ele interfere na condução de sódio e potássio através da membrana celular. Via ingestão esses compostos produzem mais frequentemente os seguintes sintomas: cefaléia, tonteiras, tremores, fadiga, náuseas, vômitos. Em altas doses são capazes de produzir tremores, convulsões, excitabilidade, irritação de membranas mucosas de nariz, garganta e boca (ATSDR, 2000; Ert e Sullivan,2001; TOXNET, 2001).

2.1.2.3. Clorofenóis

São características dos compostos fenóis: ação anestésica local, depressão do Sistema Nervoso Central e corrosivos ao contato direto. Estudos em animais, também mostram efeitos adversos em fígado e sistema imunológico (ATSDR, 1999a.; TOXNET, 2001).

2.1.2.4. Policlorodibenzodioxinas (pcdds) = DIOXINAS

São contaminantes de outros produtos. Formam-se a partir de processos químicos envolvendo outras substâncias, principalmente de fenóis clorados. São altamente lipossolúveis e se incorporam aos tecidos ricos em lipídeos de peixes, animais e humanos. Podem contaminar humanos por via inalatória, dérmica e oral. A absorção das dioxinas presentes no leite materno é maior que 95%. Os principais efeitos adversos produzidos pelas dioxinas são: cloracne (principalmente em crianças); imunossupressão; efeitos sobre a reprodução que inclui aumento de LH e diminuição de testosterona; efeito teratogênico é representado pelo aumento da prevalência de defeitos do tubo neural. Ingesta diária de 2,3,7,8 – TCDD: 0,047 ng/dia Fonte principal: alimento (Sullivan et al, 2001).

2.1.2.5. Triclorobenzeno

Principais efeitos sobre a saúde humana já reportados são danos hepáticos e hemorragia pulmonar (após inalação intensa) (TOXNET, 2002).

2.1.2.6. Efeitos não carcinogênicos – INDICADORES DE RISCO

Conforme dito anteriormente, os Níveis de Risco Mínimo (Minimal Risk Level – MRL) são indicadores que nos darão idéia do perigo que representa para a população a exposição a cada uma dessas substâncias acima descritas. A Dose de Referência (RfD) é o indicador utilizado pela EPA baseado no NOAEL associado aos graus de incerteza correspondendo à extrapolação de animais para humanos e à variabilidade intraespecífica (100 de incerteza). A tabela VIII-4 mostra o MRL e/ou RfD de cada contaminante de interesse.

Tabela VIII-4: Níveis de Risco Mínimo (Minimum Risk Level – MRL) dos contaminantes

Substância	MRL(ATSDR) AGUDO	MRL(ATSDR) INTERMEDIÁRIO	MRL(ATSDR) CRÔNICO	RfD (EPA) (mg/kg/dia)
α -HCH			Oral: 0,008 mg/kg/dia (100 – incerteza)	
β -HCH	Oral: 0,2mg/kg-dia (100 – incerteza) ²	Oral: 0,0006 mg/kg/dia (100x3 incerteza) (LOAEL)		5x10 ⁻⁴ mg/kg-dia
γ -HCH	Oral–0,01mg/kg-dia (100 – incerteza)	Oral –0,00001mg/kg-dia (1000-incert) (LOAEL)		Oral: 3,00x10 ⁻⁴ mg/kg-dia (1.000 incerteza)
DDT	Oral ³ 0,0005mg/kg-dia (1000-inc)(LOAEL)	Oral-intermediário ⁴ : 0,0005 mg/kg-dia (100inc)		Oral: 5,00x10 ⁻⁴ mg/kg/dia (100 incerteza)
2,3,7,8-TCDD	Oral ⁵ :0,0002 μ g/kg-dia	2 x 10 ⁻⁵ μ g/kg-dia ⁶	1x10 ⁻⁶ μ g/kg-dia ⁷	ND

³ Desenvolvimento perinatal do sistema nervoso e neurotoxicidade em adultos - ratos

⁴ Mudanças histológicas em tecido hepático

⁵ Efeitos hematológicos

⁶ diminuição do peso do Timo em cobaias

⁷ Alteração de comportamento por exposição pré-natal e na lactação

TCB			2×10^{-2} mg/kg-dia
2,4,6-TCP	0,01mg/kg-dia- 8NOAEL	0,003 mg/kg-dia ⁹ NOAEL	0,1 mg/kg-dia
2,4,5-TCP	0,01mg/kg-dia- NOAEL	0,003 mg/kg-dia NOAEL	0,03 mg/kg-dia

2.2. Cálculo das doses de exposição na Cidade dos Meninos

Para o cálculo das doses de exposição conforme apresentado anteriormente (seção 1.3, neste capítulo e anexo VIII-1), além dos dados de contaminação ambiental e da divisão da população exposta em faixa etária, são necessárias estimativas do consumo de alimentos, frequência e duração da exposição, para cada rota completa e potencial.

Foram consideradas duas faixas etárias para o cálculo da dose de exposição¹⁰, até 11 anos considerando peso corporal médio de 30kg e 12 anos e mais, considerando peso corporal médio de 70 kg.

Todas as normas aqui expressas são baseadas em estudos com animais e a extrapolação para humanos, no nosso caso uma população específica - a população da Cidade dos Meninos – envolve muitas incertezas. Essas incertezas são de ordem geral, que estão presentes em toda e qualquer extrapolação mas também temos que considerar outras que são específicas para o nosso caso. Em termos do cálculo da dose de exposição a partir dos dados de concentração ambiental, há incertezas envolvidas como o fato de trabalhar com um número limitado de amostras do meio contaminado.

Uma forma de minimizar essa incerteza é tomar o limite superior de concentração de contaminante encontrado nas amostras, como foi feito por nós. Ainda assim, outras incertezas são aquelas que envolvem o consumo de alimentos contaminados na Cidade dos Meninos.

As informações obtidas de consumo da população são marcadas pelo medo de perder o lugar onde moram. Pela natural manipulação das informações geradas em muitos anos de estudos na área e uma tradição autoritária que caracteriza nossa sociedade, é lícito supor que a população local busque se proteger, sendo, então, pouco provável que qualquer conclusão baseada nas informações sobre o consumo de alimentos e o uso dos pesticidas, a esta altura dos acontecimentos, tenha valor heurístico. Nossa estimativa de consumo baseou-se nas informações de criação de animais (o HCH concentra em gordura e em 33% das casas por nós visitadas a família informou que cria galinhas).

Para calcular a ingestão, portanto, foi adotada uma estimativa de consumo de 1 ovo diário e 100 g de leite para adultos (uma média) e 200 g de leite para crianças (um copo). O ideal seria fazer o cálculo de consumo de cada pessoa mas, como isso é impossível, temos que trabalhar com cenários possíveis de exposição. Os alimentos produzidos na Cidade dos Meninos, mostraram-se contaminados. Estudos anteriores já mostraram contaminação nas frutas e legumes, sem contar que se leite e ovos estão sem dúvida contaminados, a concentração na gordura animal, embora não tenha sido quantificada, também deve ser alta. Considerando que parte significativa da população residente não possui muitas opções de consumo de proteína de origem animal, é possível considerar que o uso da criação doméstica para consumo não seja negligenciável. Entretanto, para o cálculo da exposição consideramos somente o leite e os ovos.

⁸ Alterações em fígado

⁹ Alterações imunológicas

¹⁰ No anexo VIII.1 podem ser vistas as fórmulas que deram origem aos valores apresentados assim como nos anexos VIII.2 a VIII.12 estão as tabelas demonstrativas dos cálculos realizados.

Sobre a exposição via absorção dérmica, embora tenhamos utilizado valores padrão internacionalmente aceitos, é importante considerar que na Cidade dos Meninos, conforme pode ser visto no relato das visitas, em seu pior cenário, podem ser vistas crianças brincando quase sem roupa na lama, ingerindo terra em grande quantidades.

Os cálculos de exposição humana pelo consumo de água contaminada só podem ser considerados como possibilidade uma vez que não existem, até o momento, estudos acerca da pluma de contaminação do lençol freático, nem acerca do consumo de água de poço na região ou da contaminação dos 31 poços existentes na Cidade dos Meninos.

A exposição via respiratória, via inalação de material particulado (poeira em suspensão levantada da estrada com o movimento de pedestres e meios diversos de transporte) que, conforme relato da visita (capítulo III), é freqüente com o deslocamento, sobretudo de mulheres e crianças, na estrada (solo superficial) onde foram identificados focos secundários. Entretanto não foi possível encontrar dados de concentração nesse meio (ver seção 4.3.1).

A tabela VIII-5 mostra as estimativas de dose que entram em contato com o organismo humano via ingestão, considerando o consumo de ovos e leite (para os pesticidas e somente ovos para as dioxinas) acrescido da estimativa de ingestão de solo e poeira contaminados, e via dérmica (contato do corpo humano com o solo e poeira contaminados). Lembrando, mais uma vez, que esses cálculos subestimam a exposição da população da cidade dos meninos aos contaminantes de interesse.

Tabela VIII-5 : Dose de exposição diária ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{dia}$)¹¹

Dose diária total	Criança	Adulto
alfa + beta HCH ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{dia}$)	16,95456	6,935644
alfa + beta + gama + delta HCH ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{dia}$)	16,99458	6,939943
DDT+DDE+DDD ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{dia}$)	38,45268	16,22312
2,4,6+2,4,5-triclorofenol ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{dia}$)	0,246773	0,02651
1,2,4 triclorobenzeno ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{dia}$)	2,486037	1,065444
dioxinas + furanos (ng TEQ/kg-dia)	0,118303	0,044345

2.3. Excesso de risco de câncer

Para toda substância carcinogênica, considera-se, como foi dito acima (seção1), que há risco de desenvolver câncer para toda dose diferente de zero. A partir dos estudos com animais é possível inclusive estimar o excesso de risco de câncer e o excesso de casos de câncer para a população residente em Cidade dos Meninos. Para isso utiliza-se modelos matemáticos para proceder a extrapolação dos dados de experimentos com animais em altas doses para estimativas de risco para humanos em baixas doses.

Considerando o cálculo de excesso de risco a partir do fator de inclinação da curva dose resposta para câncer, teremos um excesso de risco de câncer de 0,024 para o conjunto dos contaminantes de interesse. Esse cálculo de excesso de risco total foi obtido somando todos os riscos para os contaminantes individuais, baseado, para cada contaminante no cálculo da dose de exposição para toda a vida. Tomando o alfa-HCH como exemplo, considerando uma dose estimada de 0,54 $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{dia}$ até 11 anos e 0.12 $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{dia}$ dos 12 aos 70 anos (tomando 70 anos como tempo de vida médio), teremos uma dose de exposição estimada, para a vida toda, em 0,187 $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{dia}$. Isso, em

¹¹ No anexo VIII.1 podem ser vistas as fórmulas que deram origem aos valores apresentados. Nos anexos VIII.2 a VIII.12 podem ser vistos os cálculos das doses de exposição a partir de cada compartimento ambiental contaminado.

linhas gerais significa que o risco de uma pessoa desenvolver câncer devido às substâncias contaminantes na Cidade dos Meninos é de 0,024 ou, em outras palavras, espera-se que, no máximo, 2,4 % da população da Cidade dos Meninos desenvolva câncer devido à exposição às substâncias contaminantes ou, ainda dito de outra forma, espera-se no máximo, para a população de aproximadamente 1400 habitantes, que 33 pessoas desenvolvam câncer na cidade dos meninos devido à exposição (tabela VIII-6).

Tabela VIII-6: Quadro demonstrativo do cálculo do excesso de risco de câncer a partir das doses estimadas de exposição (adultos e crianças em $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{dia}$). Cidade dos Meninos. 2002

Contaminante	Fator de inclinação (<i>slope factor</i>)	Dose diária total estimada -criança- ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{dia}$)	Dose diária total estimada -adulto- ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{dia}$)	DE toda a vida ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{dia}$)	excesso de risco para toda vida
α -HCH	6,3	0,540348	0,12132	0,187168	0,001179
β -HCH	1,8	16,41422	6,814324	8,322878	0,014981
soma					0,01616
DDT	0,34	10,66921	4,518971	5,485437	0,001865
DDD	0,24	2,175174	0,88938	1,091433	0,000262
DDE	0,34	25,60829	10,81477	13,13946	0,004467
Soma					0,006594
Triclorofenóis	0,011	0,246773	0,02651	0,061123	6,72E-07
Dioxinas +furanos	6200	0,118303	0,044345	0,055967	0,000347
Excesso de risco total					0,023102

Fonte: Ambios (2002)

2.4. Efeito não-carcinogênico dos contaminantes de interesse na Cidade dos Meninos

Para avaliação do efeito não-carcinogênico dos contaminantes de interesse na Cidade dos Meninos, tomou-se o Nível onde o Risco é Mínimo (MRL – Minimal Risk Level - ATSDR) baseado no NOAEL para exposição crônica. Tendo o alfa-HCH como exemplo para efeito hepático, para um NOAEL de 0,8mg/kg-dia e fator de incerteza de 100 (10 para extrapolação interespecie e 10 para variações intraespecie) teremos um MRL de 0,008 mg/kg-dia.

Na tabela VIII.7 são apresentadas as doses de exposição, via oral, para as subpopulações de interesse que superam o MRL. Para considerarmos a pior situação, uma vez que os compostos congêneres, embora tenham graus distintos de toxicidade, apresentam efeitos sinérgicos, é lícito comparar o somatório de todos os isômeros com o MRL de exposição crônica.

Em todas as rotas, (não foi considerada a rota de exposição pelo ar porque os dados de concentração no meio são pouco consistentes, o que não quer dizer que não exista contaminação, apenas não é possível estimá-la para essa rota) conforme foi anteriormente mostrado, a população exposta deve ser considerada a população residente em Cidade dos Meninos, cerca de 1400 pessoas entre homens, mulheres e crianças. Cada uma dessas populações possui especificidades que foram discutidas anteriormente. É importante ressaltar que as doses estimadas de exposição oral superam o MRL para exposição de curta duração (para o γ HCH mas não para o β -HCH), duração intermediária e longa duração (crônica).

Para o DDT, DDD e DDE, também foi utilizado o Nível de Risco Mínimo (MRL – Minimal Risk Level - ATSDR) baseado no NOAEL para exposição intermediária ao DDT. Para um NOAEL de

0,05mg/kg-dia e fator de incerteza de 100 (10 para extrapolação interespecie e 10 para variações intraespecie) teremos um MRL de 0,00005 mg/kg-dia. Para considerarmos a pior situação uma vez que os metabólitos e isômeros embora tenham graus distintos de toxicidade apresentam efeitos sinérgicos, é lícito comparar o somatório de todos os isômeros com o MRL de exposição intermediária.

Em todas as rotas, conforme foi anteriormente mostrado, a população exposta deve ser considerada a população residente em Cidade dos Meninos, cerca de 1400 pessoas entre homens, mulheres e crianças. Cada uma dessas populações possui especificidades que foram discutidas anteriormente. A tabela VIII-8 nos mostra o quanto afastadas da referência (MRL ou RfD) estão as doses estimadas.

Tabela VIII-7: Doses de exposição, via oral, para as subpopulações de interesse que superam o MRL. Cidade dos Meninos, 2001.

Contaminante	Rota de exposição	Ingestão por todas rotas		GUIA de saúde para ingestão		Excedida pela dose de exposição estimada
		DE Cr(8)	DE Ad (9)	Valor (µg/kg-dia)	Fonte	
Alfa-HCH	Solo superficial Alimentos	0,540348	0,12132	8,0	MRL-C	Não
Beta-HCH	Solo superficial Alimentos	16,41422	6,814324	200,0	MRL-A	Não
Gama-HCH	Solo superficial	0,020009	0,002149	0,6	MRL-I	Sim
Delta- HCH	Solo superficial	0,020009	0,002149	10,0	MRL-A	Não
Σ HCH*	Solo superficial Alimentos	16,99458	6,939943	0,01	MRL-I	SimCr/NãoAd
				8,0	MRL-A	SimCr/NãoAd
				10,0	MRL-I	SimCr/NãoAd
				0,01	MRL-C	Sim
Σ^* DDT+DDD+DDE	Solo superficial Alimentos	38,45268	16,22312	0,5	MRL-A	Sim
				0,5	MRL-I	Sim
				5,0	IDA-WHO	Sim
Triclorofenóis	Solo superficial	0,246773	0,02651	10	MRL-A	Não
				3	MRL-I	Não
Triclorobenzeno	Alimentos	2,486037	1,065444	2×10^{-5}	RfD	Sim
Dioxinas	Solo superficial Alimentos	0,118303	0,044345	0,0002	MRL-A	Sim
				2×10^{-5}	MRL-I	Sim
				1×10^{-6}	MRL-C	Sim

Fonte: Ambios (2002)

* somatório das concentrações dos contaminantes e os respectivos MRLs encontrados. Essa correspondência mostra a magnitude da exposição em Cidade dos Meninos.

MRL – A: Nível de risco mínimo para exposição de curta duração (aguda: 1 – 14 dias) ;

MRL – I: Nível de risco mínimo para exposição de duração intermediária (15 – 364 dias);

MRL – C: Nível de risco mínimo para exposição crônica (maior que 365 dias)

Tabela VIII-8: Demonstrativo do excesso de risco para efeitos não carcinogênicos (DE/Referência).

Contaminante	Referência (1)	DE/Ref (criança)	DE/Ref (adulto)
Σ HCH*	0,01	1699,5	694,0
Σ* DDT+DDD+DDE	0,5	76,9	32,4
Triclorofenóis	3	0,1	0,0
Triclorobenzeno	2×10^{-5}	124301,8	53272,21
Dioxinas	1×10^{-6}	118303,0	44345,0

(1) – Foram utilizados os MRL derivados de estudos de exposição crônica (maior que um ano).

Chama a atenção que as doses de exposição estimadas para dioxinas ultrapassem em mais de 100.000 vezes o valor de risco mínimo para crianças. As referências utilizadas na tabela 8 são as relativas aos experimentos com baixa dose e longa duração (crônicos), os que mais se assemelham a situação vivida na Cidade dos Meninos.

A comparação das doses de exposição com os MRL agudos e intermediários tem o sentido de avaliar o perigo que essas substâncias representam, considerando-se exposições de curta e intermediária duração. É um importante parâmetro para se avaliar a necessidade de intervenção urgente. No caso da Cidade dos Meninos, particularmente a exposição ao DDT e dioxinas superam em muito os MRL estabelecidos, sejam agudos, intermediários ou crônicos. Para os isômeros do HCH a dose de exposição das crianças supera os MRLs agudo e crônico.

As doses de exposição para os menores de 11 anos da cidade dos meninos estão ACIMA dos níveis mínimos de risco à saúde para todos os compostos examinados, exceto triclorofenóis. Para os adultos (maiores de 12 anos) elas estão elevadas em todos, exceto no somatório da dose de HCH em alimentos e no solo superficial e para triclorofenóis. O risco total de câncer na população de cidade dos meninos é de 22,4%, com um excesso de risco de 2,4% em relação a população em geral. Estes resultados são conclusivos para que possamos afirmar, sem necessidade de novas investigações de contaminação ambiental, que a população de cidade dos meninos esta exposta acima dos níveis mínimos aceitos internacionalmente a compostos químicos identificados como potencialmente cancerígenos e nocivos à saúde de forma geral.

3. AVALIAÇÃO DOS EFEITOS SOBRE A SAÚDE

A avaliação dos efeitos sobre a saúde da população moradora em Cidade dos Meninos, ocasionados pelos compostos químicos encontrados, não nos permite ainda estabelecer os padrões de ocorrência do dano a saúde. Não há dúvida quanto ao fato de que estas pessoas, foram, e estão sendo, expostas a químicos nocivos a sua saúde. Porém, os dados quanto aos agravos à saúde existentes nesta população são poucos, inexatos, e incapazes de fornecer informação que permita o estabelecimento de uma relação causal inequívoca, entre a contaminação pelo agente, e as queixas de saúde referenciadas pela população.

Embora tenham sido identificados na população de Cidade dos Meninos, problemas de saúde de caráter geral ou mais específicos, como a frequência de aborto espontâneo, os estudos feitos até o momento ainda não nos permitem determinar se eles foram causados pelos compostos. Temos insuficiência de informação quanto a ocorrência de efeitos mórbidos específicos, em pontos alvo dos principais compostos identificados, como o sistema nervoso e o fígado, e quanto ao perfil de ocorrência de patologias específicas como as malformações congênitas e os cânceres.

No entanto, outros dados e estudos feitos nos permitem estabelecer, com absoluta certeza, que estas pessoas estão expostas e contaminadas pelos compostos. Esta certeza advém do estabelecimento a partir do nosso estudo de rotas de exposição completas, e de informações colhidas junto a outros estudos, onde se encontraram níveis elevados dos compostos químicos no sangue e leite materno, de pessoas pesquisadas em Cidade dos Meninos (Mello, 1999 ; 1999; Braga, 1996).

O processo de adoecimento é particular de cada pessoa, sendo conseqüente a fatores de caráter coletivo como o meio ambiente, e o contexto social, econômico, histórico e cultural de uma dada sociedade. É também determinado por outros fatores de caráter individual, como o mapa genético de cada um, a herança genética que herdamos de nossos antepassados, o estado nutricional, de desenvolvimento e o grau de maturidade do nosso organismo. A junção destas duas ordens de fatores é que determina a relação entre saúde e doença em uma pessoa, e explica porque alguns adoecem e outros não, quando expostos a substâncias químicas, e porque podem ocorrer patologias diferentes em pessoas expostas ao mesmo composto.

A certeza de que estamos diante de uma população exposta ao risco de dano à saúde, associado à compreensão da ocorrência de diferentes padrões de adoecimento, recomendam o acompanhamento específico e diferenciado e assessoria permanente a estas pessoas. A seguir, discutiremos os passos que nos levaram a esta assertiva, desde as rotas de exposição até os efeitos à saúde encontrados nos dados e estudos a que tivemos acesso.

Ao longo deste estudo viemos identificando o nível e tipo de contaminação do ambiente e o seu caminho até a população. Foram identificados os principais compostos químicos contaminantes do ambiente e encontradas 4 rotas de exposição da população de Cidade do Meninos. A partir do solo superficial, alimentos, poços de água e do ar, estes compostos penetram nos organismos das pessoas do local, através da ingestão, contato com a pele ou inalação. Além do principal foco de contaminação foram observados novos focos secundários e uso inadequado do material perigoso fazendo com que a exposição humana às substâncias de interesse atinja a totalidade da população residente na Cidade dos Meninos.

Os principais compostos químicos encontrados foram o HCH e seus isômeros, o DDT e seus metabólitos (nos ovos e leite, na água, no solo, e na poeira domiciliar), e dioxinas (nos ovos e solos). Todos esses compostos poluentes são altamente lipossolúveis, ou seja, são facilmente absorvidos pelo organismo e se concentram nos tecidos adiposos humanos e dos animais. Isto é importante porque foram achadas concentrações em alimentos de origem animal (ovos e leite) que são consumidos em razoável proporção pela comunidade (ver capítulo III). O fato de serem lipossolúveis facilita que sejam absorvidos pelo estômago e principalmente pelo intestino, quando penetram pela via digestiva. Da mesma forma, os resultados encontrados na água e no solo indicam que pode haver absorção pela pele facilitada pelas características lipofílicas destes compostos. Outro fator importante em relação a absorção cutânea é o estado da pele, sua integridade e a extensão da superfície que entrou em contato com a substância, ou seja, fatores como a presença de feridas, cortes e, principalmente em crianças, os banhos com águas de poços e brincadeiras na terra.

A exposição através do ar foi avaliada pela dosagem na poeira domiciliar. Esta era uma poeira com características especiais, podendo ser considerada como residual ou de depósito, ou seja, foi coletada em locais onde se acumulam resíduos ao longo do tempo, como atrás de quadros, etc.. Embora não nos permita fazer uma análise da dose de exposição, já que não foi medida em volume de ar, não invalida que possamos estabelecer a inalação como uma via de exposição aos compostos. Podemos traçar um paralelo com o desencadeamento de processos alérgicos pela inalação de poeira acumulada, a qual se constitui em um dos fatores de risco principais pela proliferação de agentes

patogênicos. Também no caso destes compostos químicos, que apresentam um grande potencial de fixação, esta poeira acumulada retém importantes quantidades deste contaminantes que, quando mobilizados, são absorvidos pelo organismo humano através da via respiratória.

A importância deste resultado é que nos leva a conclusão de que toda a população de Cidade dos Meninos esta potencialmente exposta a estes contaminantes. Isto é reforçado pelos resultados encontrados em alguns estudos anteriormente feitos. No estudo realizado por Mello (1999), foram encontrados níveis altos de HCH no leite materno. Outro estudo realizado por Braga (1996), encontrou valores de HCH (alfa e beta) no sangue de escolares moradores em Cidade dos Meninos comparáveis aos de trabalhadores em fábricas de produção de lindano.

No entanto ainda não foi possível estabelecer uma correlação destes dados com os resultados de avaliações clínico – epidemiológicas. Na seção anterior foram mencionados os principais efeitos não cancerígenos destes compostos, dentre os quais se destaca a sua ação em três pontos - alvo principais do organismo, o fígado, o Sistema Nervoso Central e a reprodução. No estudo citado por Braga (1996), realizado com 7 famílias de Cidade dos Meninos, tanto no inquérito médico quanto nas dosagens laboratoriais das enzimas hepáticas, não conseguimos afastar outros fatores interferentes, como o consumo de álcool ou outras drogas, na gênese dos resultados encontrados.

No inquérito de saúde realizado por nossa equipe em novembro de 2001, 21% das pessoas entrevistadas referiram algum problema de saúde, porém não se encontra nenhum padrão específico. Ao se investigar a ocorrência de patologias específicas, 109 pessoas (38%) negam qualquer uma delas e a frequência de ocorrência destas está dentro das taxas encontradas no Brasil. Um dado importante encontrado foi a taxa de ocorrência de aborto espontâneo em mulheres acima de 12 anos (n = 90) de 31,1% (n = 28). Os valores da literatura apontam uma estimativa de 15% (Rezende, 1998). Não encontramos alterações no peso médio de nascimento (3,1Kg) e na média de idade gestacional (8,867 meses) na última gestação. Outra informação é que das 78 mulheres que informaram o peso do bebe na última gestação, 19,2% (n = 15) tinham peso inferior a 2.500 gramas.

Gostaríamos de ressaltar que estes números possivelmente não refletem a realidade local, já que a aquisição da informação em uma questão como aborto é sempre difícil. Além disso tivemos informações da comunidade da existência de duas “parteiras” no local, o que pode significar valores mais elevados do que os encontrados. Parece-nos claro que este é um ponto a ser focado em futuras avaliações e fundamental no acompanhamento de saúde desta população.

Conforme visto na tabela VIII.2, a classificação de carcinogenicidade dos principais compostos químicos identificados está na faixa do “possivelmente carcinogênico para o homem” (HCH e isômeros e DDT e seus metabólitos) com exceção das dioxinas onde especificamente o composto 2,3,7,8 – TCDD é considerado carcinogênico ao homem e os outros compostos não tem evidências adequadas de carcinogenicidade para o homem. Não obtivemos através da análise dos dados de saúde a que tivemos acesso, nenhuma evidência específica de câncer, embora houvessem relatos de casos dispersos nos estudos realizados (BRAGA: 4 casos ; nossos dados: 4 casos). No entanto, é prematuro afastar esta possibilidade (e preocupação) com base nestes resultados. É importante ressaltar a fragilidade destas informações em um estudo do tipo transversal, e a múltipla e crônica exposição a compostos com potencial cancerígeno, onde o fenômeno de interação toxicodinâmica ou toxicocinética destes químicos pode ter papel determinante.

Desta forma, podemos estabelecer que toda a população de Cidade dos Meninos está exposta a contaminação pelos compostos químicos determinados. Merece assim, medidas urgentes de avaliação geral do seu estado de saúde, com investigações detalhadas para alguns órgãos alvo e

efeitos sobre a saúde específicos. É importante a formação de uma equipe de saúde capacitada especialmente para o acompanhamento desta população e a definição de centros de referência para o atendimento e assessoria especializados.

Entendemos também que alguns grupos estão sob maior risco de exposição e de efeito deletério a sua saúde, merecendo uma atenção diferenciada em termos de protocolos de pesquisa e assistência a sua saúde. Sob esta condição especial, listamos as pessoas nascidas em Cidade dos Meninos, pois foram expostas desde o nascimento (e talvez ainda no período intra-uterino) sendo a duração e a exposição na infância, fatores importantes; menores de 16 anos, por estarem em período de crescimento, desenvolvimento e maturação enzimática, em especial na faixa pré – escolar (até 6 anos), por também apresentarem maior exposição pelo contato com o solo e a água ; mulheres em idade fértil, com especial acompanhamento das gestações e seus conceitos. Devem ser definidas linhas de investigação específicas para a ocorrência de alguns eventos mórbidos, como câncer, malformações congênitas e alterações endócrinas de uma forma geral e específicas sobre o sistema reprodutor e sobre o processo de crescimento e desenvolvimento .

4. IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE - CONCLUSÃO

Neste capítulo apresentamos duas abordagens das implicações sobre a saúde humana da exposição aos agentes perigosos na Cidade dos Meninos: a toxicológica e a epidemiológica. Do ponto de vista das avaliações toxicológicas há evidências suficientes de que a exposição passada e atual constitui perigo imediato para a saúde humana. Com relação aos aspectos epidemiológicos, ou seja, dados epidemiológicos que evidenciem a relação causal entre as substâncias de interesse e doença, os dados existentes (Braga, 1996) não foram desenhados especificamente para tal fim e não dispomos de um sistema de vigilância em saúde que possa nos oferecer dados de saúde para análises ecológicas.

As avaliações que envolvem eventos de saúde em que se procura associá-lo a uma etiologia ambiental possuem dificuldades múltiplas. Uma delas diz respeito à própria natureza do funcionamento do organismo humano, que possui um arsenal limitado de reações possíveis a agravos de várias ordens. Assim, o organismo humano não diferencia se uma substância agressora é um contaminante ambiental ou uma toxina de uma bactéria e o fígado, por exemplo, pode reagir da mesma forma, ou seja, as manifestações clínicas, na maioria das vezes não são específicas. A maneira de associar efeito adverso sobre a saúde e exposição a um contaminante é comparando grupos expostos e grupos não expostos. São desenhos de estudo epidemiológicos e apresentam muitas dificuldades particularmente quando se trata do câncer, um evento muito raro.

Portanto, é fundamental que se enfatize que a necessidade de aprofundar as investigações sobre os efeitos à saúde da população de cidade dos meninos, causados pelos compostos determinados, com desenhos epidemiológicos cada vez mais sofisticados, não significa que hajam dúvidas de que esta população está exposta a substâncias nocivas, e sob risco grave de dano à saúde, agravado por tratar-se de uma exposição crônica, cujo impacto sobre a saúde, passado, atual e futuro necessita ser determinado. Os resultados encontrados no nosso estudo durante as etapas de investigação de contaminação do meio ambiente e de avaliação toxicológica, confirmam a existência de rotas completas de exposição e de doses de exposição acima dos níveis recomendados. Por um imperativo ético, não é de forma alguma razoável ou admissível que se pense em esperar que estudos epidemiológicos mostrem os efeitos danosos em humanos para que se interrompa a exposição a tal ou qual substância. Nesse sentido, é internacionalmente aceito como suficiente que hajam evidências de carcinogenicidade em animais para considerar uma substância um carcinógeno provável em humanos.

Os resultados apontados neste estudo são suficientes para que possamos determinar a população de Cidade dos Meninos como exposta a compostos químicos nocivos à saúde humana, podendo estar apresentando vir a apresentar, danos decorrentes desta exposição, ainda que cesse a exposição.

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

CAPÍTULO VIII

IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE PÚBLICA

ANEXOS

Anexo VIII.1 - Cálculo das doses de exposição

1. Dose estimada por inalação

$$DE_{in} = \frac{C \times TI \times FE}{PC}$$

C=concentração do contaminante no ar inalado (mg/m³)

TI= taxa de inalação

FE = fator de exposição (dependente da população a ser considerada)

PC – peso corporal

Estimativa de volume inalado por dia (m ³ / dia) considerando para adultos e crianças de 10 a nos 16 horas de atividade e 8 horas de sono; criança de 1 ano 10 horas de atividade e 14 horas de sono e recém nascido 1hora de atividade e 23horas de sono (ATSDR).

Homem	Mulher	Criança de 10anos	Criança de 1 ano	Recém nascido
23	21	15	3,8	0,8

2. Dose estimada por ingestão de água

$$DE_{ia} = \frac{C \times TI \times FE}{PC}$$

C= concentração do contaminante na água de consumo (mg/L)

TI= taxa de ingestão de água

FE = fator de exposição

PC – peso corporal

Valores padrão (ATSDR)	
Adultos	Crianças
2L	1L

3. Dose estimada por ingestão de solo

$$DE_{is} = \frac{C \times TI \times FE \times 10^{-6}}{PC}$$

C= concentração do contaminante no solo superficial (mg/kg)

TI= taxa de ingestão de solo

FE = fator de exposição

PC – peso corporal

Valores padrão (ATSDR)

Adultos – 50mg/dia

Crianças – 50 a 200 mg /dia

Valores padrão (ATSDR)	
Adultos	Crianças*
50mg/dia	50 a 200 mg/dia

* crianças normais, sem perversão do apetite comum entre crianças até 3anos e de muito baixa renda.

4. Dose estimada por ingestão de alimentos contaminados

$$DE_{al} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \times TI_i \times FE}{PC}$$

C= concentração do contaminante no grupo de alimentos i (mg/g)

TI= taxa de ingestão do grupo de alimentos i (g/dia)

FE = fator de exposição

PC – peso corporal

5. Dose estimada por absorção dérmica

5.1 Contato com água contaminada

$$DD_{ag} = \frac{C \times P \times AS \times TE \times 1\text{Litro}}{PC \times 1000 \text{ cm}^3}$$

C – concentração na água

P – constante de permeabilidade

AS – área da superfície corporal

TE – tempo de exposição

PC – peso corporal

Valores padrão para exposição dérmica					
Idade	Homem	Mulher	Braços	Mãos	Pernas
De 3 a 6	7280	7110	960	400	1800
De 6 a 9	9310	9190	1100	410	2400
De 9 a 12	11600	11600	1300	570	3100
De 12 a 15	14900	14800			
De 15 a 18	17500	16000			
De 18 a 70	19400	16900	2300	820	5500

5.2. Contato com solo contaminado

$$DD_s = \frac{C \times A \times FB \times FE \times 10^{-6}}{PC}$$

A – quantidade de solo aderida a pele (mg)

FB – fator de biodisponibilidade

FE – fator de exposição

PC – peso corporal

Valores padrão de exposição dérmica ao solo (ATSDR)					
idade	PC	Área total da superfície corporal	% da área exposta	Área exposta (cm ²)	Total de solo aderido(mg)
0-1	10	3500	30	1050	2100
1-11	30	8750	30	2625	5250
12-17	50	15235	28	4300	8600
18-70	70	19400	24	4700	9400

Anexo VIII.2: Estimativa da Dose de Exposição por ingestão de solo contaminado por pesticidas
Limite superior de exposição tomando por base a concentração do contaminante em solo superficial

Substância contaminante	Conc (1)	TI Cr (2)	TI Ad (3)	FE Cr (4)	FE Ad (5)	PC Cr (6.1)	PC Cr (6.2)	PC Ad (7)	DE Cr (8)	DE Cr (8)	DE Ad (9)
α-Hexaclorociclohexano	29	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.58	0.19	0.02
Hexaclorobenzeno	2	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.04	0.01	0.00
β-Hexaclorociclohexano	91	0.2	0.05	1	1	10	30	70	1.82	0.61	0.07
γ-Hexaclorociclohexano	3	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.06	0.02	0.00
δ- Hexaclorociclohexano	3	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.06	0.02	0.00
o,p-DDE	7	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.14	0.05	0.01
p,p-DDE	64	0.2	0.05	1	1	10	30	70	1.28	0.43	0.05
o,p-DDD	3	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.06	0.02	0.00
p,p-DDD	17	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.34	0.11	0.01
o,p-DDT	6	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.12	0.04	0.00
p,p-DDT	19	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.38	0.13	0.01
2,4,6-Triclorofenol	37	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.74	0.25	0.03
2,4,5-Triclorofenol	0	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.00	0.00	0.00
3,4,5-Triclorofenol	4	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.08	0.03	0.00
2,3,5,6-Tetraclorofenol	27	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.54	0.18	0.02
2,3,4,6-Tetraclorofenol	0	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.00	0.00	0.00
2,3,4,5-Tetraclorofenol	17	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.34	0.11	0.01
Pentaclorofenol	26	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.52	0.17	0.02

(1) Concentração de pesticidas em amostras de solo superficial (AMBIOS) Concentração em ppb (µg/Kg amostra)

(2) Taxa de ingestão de solo para crianças = 200mg / dia (Valor padrão superior para a faixa etária de até 11 anos - ATSDR)

(3) Taxa de ingestão de solo para adultos = 50 mg / dia (ATSDR)

(4) e (5) Fator de exposição considerando que a exposição é contínua

(6.1) Valor padrão de peso corporal para crianças de até 1 ano (ATSDR)

(6.2) Valor padrão de peso corporal para crianças de 1 a 11 anos (ATSDR)

(7) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para adulto (ATSDR)

(8.1) Dose de exposição por ingestão de solo contaminado considerando uma criança de 10 Kg de peso corporal (µg/kg-dia)/[(B*C*E)/G]

(8.2) Dose de exposição por ingestão de solo contaminado considerando uma criança de 30 Kg de peso corporal (µg/kg-dia)/[(B*C*E)/H]

(9) Dose de exposição por ingestão de solo contaminado considerando um adulto de 70 quilos vivendo na Cidade dos Meninos (µg/kg-dia)/[(B*D*F)/I]

Anexo VIII.3: Estimativa da Dose de Exposição por ingestão de alimento contaminado por pesticidas (ovos)

Limite superior de exposição tomando por base a concentração do contaminante em ovos

Substância contaminante	Conc (1)	TI Cr (2)	TI Ad (3)	FE Cr (4)	FE Ad (5)	PC Cr (6)	PC Ad (7)
1,2,4-Triclorobenzeno	1356	0.055	0.055	1	1	30	70
2,4,6-Triclorofenol	0	0.055	0.055	1	1	30	70
2,4,5-Triclorofenol	0	0.055	0.055	1	1	30	70
Alfa-Hexaclorociclohexano	66.69	0.055	0.055	1	1	30	70
Hexaclorobenzeno	0	0.055	0.055	1	1	30	70
Beta-Hexaclorociclohexano	8557.4	0.055	0.055	1	1	30	70
Gama-Hexaclorociclohexano	0	0.055	0.055	1	1	30	70
Delta- Hexaclorociclohexano	0	0.055	0.055	1	1	30	70
Pentaclorofenol	0	0.055	0.055	1	1	30	70
o,p-DDE	0	0.055	0.055	1	1	30	70
p,p-DDE	13689	0.055	0.055	1	1	30	70
o,p-DDD	16.76	0.055	0.055	1	1	30	70
p,p-DDD	1096.9	0.055	0.055	1	1	30	70
o,p-DDT	5728.6	0.055	0.055	1	1	30	70
p,p-DDT	0	0.055	0.055	1	1	30	70

(1) Concentração de pesticidas em amostras de ovos (AMBIOS) Concentração em ppb ($\mu\text{g}/\text{Kg}$ amostra)

(2) Taxa de ingestão de ovos para crianças = 0.055kg / dia (estimativa de ingestão de um ovo por dia)

(3) Taxa de ingestão de ovos para adultos = 0.055 kg / dia (estimativa de ingestão de 1 ovo diariamente)

(4) e (5) Fator de exposição

(6) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para crianças até 11 anos (ATSDR)

(7) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para adulto (ATSDR)

(8) Dose de exposição por ingestão de alimento contaminado (ovos) considerando uma criança de 30 Kg de peso corporal ($\mu\text{g}/\text{kg-dia}$)[(B*C*E)/G]

(9) Dose de exposição por ingestão de alimento contaminado (ovos) considerando um adulto de 70 quilos vivendo na cidade dos meninos ($\mu\text{g}/\text{kg-dia}$)[(B*D*F)/H]

Anexo VIII-4: Estimativa da Dose de Exposição por ingestão de alimento contaminado por pesticidas (leite)

Limite superior de exposição tomando por base a concentração do contaminante em leite

Substância contaminante	Conc (1)	TI Cr (2)	TI Ad (3)	FE Cr (4)	FE Ad (5)	PC Cr (6)
1,2,4-Triclorobenzeno	0.0337	0.2	0.1	1	1	30
2,4,6-Triclorofenol	0.0178	0.2	0.1	1	1	30
2,4,5-Triclorofenol	0	0.2	0.1	1	1	30
Alfa-Hexaclorociclohexano	0	0.2	0.1	1	1	30
Hexaclorobenzeno	0.0515	0.2	0.1	1	1	30
Beta-Hexaclorociclohexano	0	0.2	0.1	1	1	30
Gama-Hexaclorociclohexano	0.0057	0.2	0.1	1	1	30
Delta- Hexaclorociclohexano	0	0.2	0.1	1	1	30
Pentaclorofenol	0	0.2	0.1	1	1	30
o,p-DDE	0	0.2	0.1	1	1	30
p,p-DDE	0	0.2	0.1	1	1	30
o,p-DDD	0.0057	0.2	0.1	1	1	30

(1) Concentração de pesticidas em amostras de leite (MELLO) Concentração em ppm (mg/Kg amostra)

(2) Taxa de ingestão de leite para crianças = 0,2kg / dia (estimativa de ingestão de um copo por dia)

(3) Taxa de ingestão de leite para adultos = 0,1 kg / dia (estimativa de ingestão de 1/2 cpo de leite diariamente - uma xícara de café com leite)

(4) e (5) Fator de exposição

(6) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para crianças até 11 anos (ATSDR)

(7) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para adulto (ATSDR)

(8) Dose de exposição por ingestão de alimento contaminado (leite) considerando uma criança de 30 Kg de peso corporal ($\mu\text{g}/\text{kg}\text{-dia}$)[(B*C*E)*1000/G]

(9) Dose de exposição por ingestão de alimento contaminado (leite) considerando um adulto de 70 quilos vivendo na cidade dos meninos ($\mu\text{g}/\text{kg}\text{-dia}$)[(B*D*F)*1000/H]

Anexo VIII.5: Estimativa da Dose de Exposição por absorção dérmica de solo contaminado por pesticidas

Limite superior de exposição tomando por base a concentração do contaminante em solo superficial

Substância contaminante	Conc (1)	A Cr (2.1)	A Cr (2.2)	A Ad (3.1)	A Ad (3.2)	FB(4)	FE Cr (5)	FE Ad (6)	PC Cr (7.1)	PC Cr (7.2)	PC Ad (8.1)	PC Ad (8.2)	DE Cr (9.1)	DE Cr (9.2)	DE Ad (10.1)	DE Ad (10.2)
α-HCH	0.0290	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00010	0.00008	0.00010	0.00006
HCH	0.0020	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000
β-HCH	0.0910	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00031	0.00026	0.00032	0.00020
γ-HCH	0.0030	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
δ- HCH	0.0030	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
o,p-DDE	0.0070	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
p,p-DDE	0.0640	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00022	0.00018	0.00023	0.00014
o,p-DDD	0.0030	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
p,p-DDD	0.0170	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00006	0.00005	0.00006	0.00004
o,p-DDT	0.0060	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00002	0.00002	0.00002	0.00001
p,p-DDT	0.0190	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00007	0.00005	0.00007	0.00004
2,4,6-TCB	0.0370	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00013	0.00011	0.00013	0.00008
2,4,5-TCB	0.0000	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
3,4,5-TCB	0.0040	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
2,3,5,6-TeCP	0.0270	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00009	0.00008	0.00010	0.00006
2,3,4,6-TeCP	0.0000	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2,3,4,5-TeCP	0.0170	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00006	0.00005	0.00006	0.00004
PeCP	0.0260	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00009	0.00007	0.00009	0.00006

(1) Concentração de pesticidas em amostras de solo (AMBIOS) Concentração em ppm (mg/Kg amostra); (2.1) A – quantidade de solo aderida a pele (mg)(valores padrão para criança até um anos de idade - ATSDR); (2.2) A – quantidade de solo aderida a pele (mg)(valores padrão para criança de uma 11 anos de idade - ATSDR); (3.1) A – quantidade de solo aderida a pele (mg)(valores padrão para adolescentes de 12 a 18 anos de idade - ATSDR)

(3.2) A – quantidade de solo aderida a pele (mg)(valores padrão para adultos com 19 ou mais anos de idade - ATSDR); (4) Fator de Biodisponibilidade (para o HCH - ATSDR:169) utilizamos o HCH como modelo de absorção cutânea. ;(5) e (6) Fator de exposição; (7.1) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para crianças até 1 ano (ATSDR) ; (7.2) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para crianças de 6 anos (ATSDR) ; (8.1) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para adolescentes de 12 a 17 anos (ATSDR); (8.2) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para adulto acima de 18 anos (ATSDR); (9.1) Dose de exposição absorção dérmica por contato de solo contaminado considerando uma criança de 10 Kg de peso corporal (µg/kg-dia); (9.2) Dose de exposição absorção dérmica por contato de solo contaminado considerando uma criança de 30 Kg de peso corporal (µg/kg-dia); (10.1) Dose de exposição por absorção dérmica através do contato com solo contaminado considerando um adolescente de 40 quilos vivendo na cidade dos meninos (µg/kg-dia); (10.2) Dose de exposição por absorção dérmica através do contato com solo contaminado considerando um adulto de 70 quilos vivendo na cidade dos meninos (µg/kg-dia)

Anexo: VIII-6: Somatório das doses de ingestão de pesticidas (µg/kg/dia)
(sem considerar a exposição pela água subterrânea)

Substância Contaminante	solo contaminado			ovo		leite		ingestão total	
	DE Cr(1)	DE Cr(2)	DE Ad (3)	DE Cr(1)	DE Ad (3)	DE Cr(1)	DE Ad (3)	DE Cr(1)	DE Ad (3)
1,2,4-Triclorobenzeno				2.48603	1.065444			2.4860	1.0654
				7					
2,4,6-Triclorofenol	0.74	0.246667	0.026429	0	0			0.2467	0.0264
2,4,5-Triclorofenol	0	0	0	0	0			0.0000	0.0000
Alfa-Hexaclorociclohexano	0.58	0.193333	0.020714	0.12226	0.052399	0.224667	0.048143	0.5403	0.1213
				5					
Hexaclorobenzeno	1.82	0.606667	0.065	15.6886	6.723695	0.118667	0.025429	16.4140	6.8141
				2					
Beta-Hexaclorociclohexano	0.06	0.02	0.002143	0	0	0	0	0.0200	0.0021
Gama-Hexaclorociclohexano	0.06	0.02	0.002143	0	0	0	0	0.0200	0.0021
Delta- Hexaclorociclohexano	2.52	0.84	0.09	15.8108	6.776094	0.343333	0.073571	16.9942	6.9397
				9					
Pentaclorofenol	0.14	0.046667	0.005	0	0	0	0	0.0467	0.0050
o,p-DDE	1.28	0.426667	0.045714	25.0967	10.75575	0.038	0.008143	25.5614	10.8096
				6					
p,p-DDE	0.06	0.02	0.002143	0.03072	0.013169	0	0	0.0507	0.0153
				7					
o,p-DDD	0.34	0.113333	0.012143	2.01105	0.861881	0	0	2.1244	0.8740
				7					
p,p-DDD	0.12	0.04	0.004286	10.5024	4.501059	0	0	10.5425	4.5053
				7					
o,p-DDT	0.38	0.126667	0.013571	0	0	0	0	0.1267	0.0136
p,p-DDT	2.32	0.773333	0.082857	37.6410	16.13186	0.038	0.008143	38.4523	16.2229
				1					

Anexo:VIII-7: Pesticidas - Dose diária total por todas as vias

Ingestão total Substância Contaminante	Dose diária total por ingestão s/água		Dose diária total por absorção dérmica				Dose diária total por todas as vias	
	DE Cr(2)	DE Ad (4)	DE Cr(1)	DE Cr(2)	DE A(3)	DE Ad (4)	DE Cr(2)	DE Ad (4)
1,2,4-Triclorobenzeno	2,486037	1,065444	0	0	0	0	2,486037	1,065444
2,4,6-Triclorofenol	0,246667	0,026429	0,0001274	0,0001062	0,0001305	8,148E-05	0,246773	0,02651
2,4,5-Triclorofenol	0	0	0	0	0	0	0	0
Alfa-HCH	0,540265	0,121256	9,988E-05	8,323E-05	0,0001023	6,387E-05	0,540348	0,12132
Beta-HCH	16,41396	6,814124	0,0003134	0,0002612	0,0003209	0,0002004	16,41422	6,814324
Gama-HCH	0,02	0,002143	1,033E-05	8,61E-06	1,058E-05	6,607E-06	0,020009	0,002149
Delta- HCH	0,02	0,002143	1,033E-05	8,61E-06	1,058E-05	6,607E-06	0,020009	0,002149
SOMA HCH	16,99422	6,939666	0,000434	0,000362	0,000444	0,000277	16,99458	6,939943
o,p-DDE	0,046667	0,005	2,411E-05	2,009E-05	2,468E-05	1,542E-05	0,046687	0,005015
p,p-DDE	25,56142	10,80961	0,0002204	0,0001837	0,0002257	0,0001409	25,56161	10,80975
o,p-DDD	0,050727	0,015311	1,033E-05	8,61E-06	1,058E-05	6,607E-06	0,050735	0,015318
p,p-DDD	2,12439	0,874024	5,855E-05	4,879E-05	5,994E-05	3,744E-05	2,124439	0,874062
o,p-DDT	10,54247	4,505344	2,066E-05	1,722E-05	2,116E-05	1,321E-05	10,54249	4,505357
p,p-DDT	0,126667	0,013571	6,544E-05	5,453E-05	6,699E-05	4,184E-05	0,126721	0,013613
SOMA DD*	38,45234	16,22286	0,0004	0,000333	0,000409	0,000255	38,45268	16,22312

(1) Dose de exposição absorção dérmica por contato de solo contaminado considerando uma criança de 10 Kg de peso corporal (µg/kg-dia):

(2) Dose de exposição por ingestão ou absorção dérmica por contato de solo contaminado considerando uma criança de 30 Kg de peso corporal (µg/kg-dia);

(3) Dose de exposição por absorção dérmica através do contato com solo contaminado considerando um adolescente de 40 quilos vivendo na cidade dos meninos (µg/kg-dia)

(4) Dose de exposição por ingestão ou por absorção dérmica através do contato com solo contaminado considerando um adulto de 70 quilos vivendo na cidade dos meninos (µg/kg-dia)

Anexo VIII-8: Estimativa da Dose de Exposição por ingestão de solo contaminado por dioxinas e furanos

Limite superior de exposição tomando por base a concentração do contaminante em solo superficial

DIOXINAS -	Conc. Máxima (ng/Kg) (1)	Fator de conversão em TEQ	TEQ	TI Cr (2)	TI Ad (3)	FE Cr (4)	FE Ad (5)	PC Cr (6.1)	PC Cr (6.2)	PC Ad (7)	DE Cr (8.1)	DE Cr (8.2)	DE Ad (9)
2,3,7,8-TCDD	0.19	1	0.19	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0038	0.0013	0.0001
1,2,3,7,8-PeCDD	1.3	1	1.3	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0260	0.0087	0.0009
1,2,3,6,7,8-HxCDD	3.3	0.1	0.33	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0066	0.0022	0.0002
1,2,3,4,7,8-HxCDD	1.2	0.1	0.12	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0024	0.0008	0.0001
1,2,3,7,8,9-HxCDD	2.5	0.1	0.25	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0050	0.0017	0.0002
1,2,3,4,6,7,8HpCDD	100	0.01	1	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0200	0.0067	0.0007
OCDD	990	0.0001	0.099	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0020	0.0007	0.0001
soma CDD			3.289	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0658	0.0219	0.0023
FURANOS -													
2,3,7,8-TCDF	1.9	0.1	0.19	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0038	0.0013	0.0001
1,2,3,7,8-PeCDF	1.3	0.05	0.065	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0013	0.0004	0.0000
2,3,4,7,8-PeCDF	2.1	0.5	1.05	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0210	0.0070	0.0008
1,2,3,4,7,8-HxCDF	2.8	0.1	0.28	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0056	0.0019	0.0002
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1.5	0.1	0.15	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0030	0.0010	0.0001
2,3,4,6,7,8-HxCDF	1.9	0.1	0.19	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0038	0.0013	0.0001
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.46	0.1	0.046	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0009	0.0003	0.0000
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	16	0.01	0.16	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0032	0.0011	0.0001
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.42	0.01	0.0042	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0001	0.0000	0.0000
OCDF	54	0.0001	0.0054	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0001	0.0000	0.0000
soma furanos			2.1406	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.0428	0.0143	0.0015
soma dioxinas + furanos			5.4296	0.2	0.05	1	1	10	30	70	0.1086	0.0362	0.0039

(1) Análise de dioxinas em amostras de solo (AMBIOS) Concentração em ppt (ng/Kg amostra)

(2) Taxa de ingestão de solo para crianças = 200mg / dia (Valor padrão superior para a faixa etária de até 11 anos - ATSDR)

(3) Taxa de ingestão de solo para adultos = 50 mg / dia (ATSDR)

(4) e (5) Fator de exposição; (6.1) Valor padrão de peso corporal para crianças de até 1 ano (ATSDR); (6.2) Valor padrão de peso corporal para crianças de 1 a 11 anos (ATSDR); (7) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para adulto (ATSDR); (8.1) Dose de exposição por ingestão de solo contaminado considerando uma criança (até 1 ano de idade) de 10 Kg de peso corporal (ng/kg-dia); (8.2) Dose de exposição por ingestão de solo contaminado considerando uma criança (de 1 a 11 anos) de 30 Kg de peso corporal (ng/kg-dia); (9) Dose de exposição por ingestão de solo contaminado considerando um adulto de 70 quilos vivendo na cidade dos meninos (ng/kg-dia)

Anexo VIII-9: Estimativa da Dose de Exposição por ingestão de alimento contaminado por dioxinas e furanos (ovos)

Limite superior de exposição tomando por base a concentração do contaminante em ovos.

- DIOXINAS -	Conc. Máxima (ng/Kg)	Fator de conversão em TEQ	teq	TI Cr (2)	TI Ad (3)	FE Cr (4)	FE Ad (5)	PC Cr (6)	PC Ad (7)	DE Cr(8)	DE Ad (9)
2,3,7,8-TCDD	3.7	1	3.7	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0068	0.0029
1,2,3,7,8-PeCDD	12	1	12	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0220	0.0094
1,2,3,6,7,8-HxCDD	59	0.1	5.9	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0108	0.0046
1,2,3,4,7,8-HxCDD	10	0.1	1	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0018	0.0008
1,2,3,7,8,9-HxCDD	13	0.1	1.3	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0024	0.0010
1,2,3,4,6,7,8HpCDD	420	0.01	4.2	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0077	0.0033
OCDD	1600	0.0001	0.16	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0003	0.0001
			28.26	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0518	0.0222
- FURANOS -											
	Conc. Máxima (ng/Kg)										
2,3,7,8-TCDF	11	0.1	1.1	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0020	0.0009
1,2,3,7,8-PeCDF	6.1	0.05	0.305	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0006	0.0002
2,3,4,7,8-PeCDF	7.7	0.5	3.85	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0071	0.0030
1,2,3,4,7,8-HxCDF	14	0.1	1.4	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0026	0.0011
1,2,3,6,7,8-HxCDF	5.6	0.1	0.56	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0010	0.0004
2,3,4,6,7,8-HxCDF	5	0.1	0.5	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0009	0.0004
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.43	0.1	0.043	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0001	0.0000
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	24	0.01	0.24	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0004	0.0002
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	2.6	0.01	0.026	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0000	0.0000
OCDF	9	0.0001	0.0009	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0000	0.0000
soma furanos			8.0249	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0147	0.0063
soma dioxinas + furanos			36.2849	0.055	0.055	1	1	30	70	0.0665	0.0285

(1) Análise de dioxinas e furanos em amostras de ovos (AMBIOS) Concentração em ppb (µg/Kg amostra)

(2) Taxa de ingestão de ovos para crianças = 0.55kg / dia (estimativa de ingestão de um ovo por dia); (3) Taxa de ingestão de ovos para adultos = 0.55 kg / dia (estimativa de ingestão de 1 ovo diariamente); (4) e (5) Fator de exposição; (6) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para crianças até 11 anos (ATSDR); (7) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para adulto (ATSDR); (8) Dose de exposição por ingestão de alimento contaminado (ovos) considerando uma criança de 16 Kg de peso corporal (µg/kg-dia); (9) Dose de exposição por ingestão de alimento contaminado (ovos) considerando um adulto de 70 quilos vivendo na cidade dos meninos (µg/kg-dia)

Anexo VIII-10: Estimativa da Dose de Exposição por absorção dérmica de solo contaminado por dioxinas e furanos

Limite superior de exposição tomando por base a concentração do contaminante em solo superficial

DIOXINAS	Conc Máxima (1)	TEQ	A Cr (2.1)	A Cr (2.2)	A Ad (3.1)	A Ad (3.2)	FB (4)	FE Cr (5)	FE Ad (6)	PC Cr (7.1)	PC Cr (7.2)	PC Ad (8.1)	PC Ad (8.2)	DE Cr(9.1)	DE Cr(9.2)	DE Ad(10.1)	DE Ad (10.2)
2,3,7,8-TCDD	0.19	0.19	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00065	0.00055	0.00067	0.00042
1,2,3,7,8-PeCDD	1.3	1.3	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00448	0.00373	0.00458	0.00286
1,2,3,6,7,8-HxCDD	3.3	0.33	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00114	0.00095	0.00116	0.00073
1,2,3,4,7,8-HxCDD	1.2	0.12	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00041	0.00034	0.00042	0.00026
1,2,3,7,8,9-HxCDD	2.5	0.25	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00086	0.00072	0.00088	0.00055
1,2,3,4,6,7,8HpCDD	100	1	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00344	0.00287	0.00353	0.00220
OCDD	990	0.099	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00034	0.00028	0.00035	0.00022
soma CDD		3.289	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.01133	0.00944	0.01160	0.00724
- FURANOS -																	
2,3,7,8-TCDF	1.9	0.19	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00065	0.00055	0.00067	0.00042
1,2,3,7,8-PeCDF	1.3	0.065	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00022	0.00019	0.00023	0.00014
2,3,4,7,8-PeCDF	2.1	1.05	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00362	0.00301	0.00370	0.00231
1,2,3,4,7,8-HxCDF	2.8	0.28	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00096	0.00080	0.00099	0.00062
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1.5	0.15	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00052	0.00043	0.00053	0.00033
2,3,4,6,7,8-HxCDF	1.9	0.19	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00065	0.00055	0.00067	0.00042
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.46	0.046	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00016	0.00013	0.00016	0.00010
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	16	0.16	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00055	0.00046	0.00056	0.00035
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.42	0.0042	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
OCDF	54	0.0054	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00002	0.00002	0.00002	0.00001
soma furanos		2.1406	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.00737	0.00614	0.00755	0.00471
Σ dioxinas + furanos		5.4296	2100	5250	8600	9400	0.0164	1	1	10	30	40	70	0.01870	0.01558	0.01914	0.01196

(1) Análise de pesticidas em amostras de solo (AMBIOS) Concentração em ppm (mg/Kg amostra)

(2.1) A – quantidade de solo aderida a pele (mg)(valores padrão para criança até um anos de idade - ATSDR)

(2.2) A – quantidade de solo aderida a pele (mg)(valores padrão para criança de uma 11 anos de idade - ATSDR)

(3.1) A – quantidade de solo aderida a pele (mg)(valores padrão para adolescentes de 12 a 18 anos de idade - ATSDR)

(3.2) A – quantidade de solo aderida a pele (mg)(valores padrão para adultos com 19 ou mais anos de idade - ATSDR)

- (4) Fator de Biodisponibilidade (para o HCH - ATSDR:169) utilizamos o HCH como modelo de absorção cutânea.
- (5) e (6) Fator de exposição (7.1) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para crianças até 1 ano (ATSDR)
- (7.2) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para crianças de 6 anos (ATSDR) (8.1) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para adolescentes de 12 a 17 anos (ATSDR) (8.2) Valor padrão de peso corporal (percentil 50) para adulto acima de 18 anos (ATSDR)
- (9.1) Dose de exposição absorção dérmica por contato de solo contaminado considerando uma criança de 10 Kg de peso corporal ($\mu\text{g}/\text{kg-dia}$)
- (9.2) Dose de exposição absorção dérmica por contato de solo contaminado considerando uma criança de 30 Kg de peso corporal ($\mu\text{g}/\text{kg-dia}$)
- (10.1) Dose de exposição por absorção dérmica através do contato com solo contaminado considerando um adolescente de 40 Kg vivendo na cidade dos meninos ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$)
- (10.2) Dose de exposição por absorção dérmica através do contato com solo contaminado considerando um adulto de 70 quilos vivendo na cidade dos meninos ($\mu\text{g}/\text{kg-dia}$)

Anexo VIII-11: - Somatório das doses de ingestão de dioxinas e furanos - (ng/kg-dia)

Substância contaminante	solo contaminado		ovo		total	
	DE Cr(8.1)	DE Ad (9)	DE Cr(8)	DE Ad (9)	DE Cr(8)	DE Ad (9)
- DIOXINAS -						
2,3,7,8-TCDD	0.0013	0.0001	0.006783	0.002907	0.0081	0.0030
1,2,3,7,8-PeCDD	0.0087	0.0009	0.022	0.009429	0.0307	0.0104
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.0022	0.0002	0.010817	0.004636	0.0130	0.0049
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.0008	0.0001	0.001833	0.000786	0.0026	0.0009
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.0017	0.0002	0.002383	0.001021	0.0041	0.0012
1,2,3,4,6,7,8HpCDD	0.0067	0.0007	0.0077	0.0033	0.0144	0.0040
OCDD	0.0007	0.0001	0.000293	0.000126	0.0010	0.0002
soma CDD	0.0219	0.0023	0.05181	0.022204	0.0737	0.0246
- FURANOS -						
2,3,7,8-TCDF	0.0013	0.0001	0.002017	0.000864	0.0033	0.0010
1,2,3,7,8-PeCDF	0.0004	0.0000	0.000559	0.00024	0.0010	0.0003
2,3,4,7,8-PeCDF	0.0070	0.0008	0.007058	0.003025	0.0141	0.0038
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.0019	0.0002	0.002567	0.0011	0.0044	0.0013
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.0010	0.0001	0.001027	0.00044	0.0020	0.0005
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.0013	0.0001	0.000917	0.000393	0.0022	0.0005
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.0003	0.0000	7.88E-05	3.38E-05	0.0004	0.0001
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.0011	0.0001	0.00044	0.000189	0.0015	0.0003
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.0000	0.0000	4.77E-05	2.04E-05	0.0001	0.0000
OCDF	0.0000	0.0000	1.65E-06	7.07E-07	0.0000	0.0000
soma furanos	0.0143	0.0015	0.014712	0.006305	0.0290	0.0078
soma dioxinas + furanos	0.0362	0.0039	0.066522	0.02851	0.1027	0.0324

Anexo VIII-12: Dioxinas e furanos - Dose diária total por todas as vias

Substância contaminante	Dose diária total por ingestão s/água		Dose diária total por absorção dérmica				Dose diária total por todas as vias	
	DE Cr(8)	DE Ad (9)	DE Cr(9.1)	DE Cr(9.2)	DE Ad(10.1)	DE Ad (10.2)	DE Cr(9.2)	DE Ad (10.2)
- DIOXINAS -								
2,3,7,8-TCDD	0.00805	0.003043	0.000654	0.000545	0.00067	0.000418	0.008595	0.003461
1,2,3,7,8-PeCDD	0.030667	0.010357	0.004477	0.003731	0.004584	0.002863	0.034398	0.01322
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.013017	0.004871	0.001137	0.000947	0.001164	0.000727	0.013964	0.005598
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.002633	0.000871	0.000413	0.000344	0.000423	0.000264	0.002978	0.001136
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.00405	0.0012	0.000861	0.000718	0.000882	0.000551	0.004768	0.001751
1,2,3,4,6,7,8HpCDD	0.014367	0.004014	0.003444	0.00287	0.003526	0.002202	0.017237	0.006217
OCDD	0.000953	0.000196	0.000341	0.000284	0.000349	0.000218	0.001237	0.000414
soma CDD	0.073737	0.024554	0.011327	0.009439	0.011597	0.007243	0.083176	0.031797
- FURANOS -								
2,3,7,8-TCDF	0.003283	0.001	0.000654	0.000545	0.00067	0.000418	0.003829	0.001418
1,2,3,7,8-PeCDF	0.000993	0.000286	0.000224	0.000187	0.000229	0.000143	0.001179	0.000429
2,3,4,7,8-PeCDF	0.014058	0.003775	0.003616	0.003014	0.003702	0.002312	0.017072	0.006087
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.004433	0.0013	0.000964	0.000804	0.000987	0.000617	0.005237	0.001917
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.002027	0.000547	0.000517	0.000431	0.000529	0.00033	0.002457	0.000877
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.002183	0.000529	0.000654	0.000545	0.00067	0.000418	0.002729	0.000947
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.000386	6.66E-05	0.000158	0.000132	0.000162	0.000101	0.000518	0.000168
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.001507	0.000303	0.000551	0.000459	0.000564	0.000352	0.001966	0.000655
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	7.57E-05	2.34E-05	1.45E-05	1.21E-05	1.48E-05	9.25E-06	8.77E-05	3.27E-05
OCDF	3.77E-05	4.56E-06	1.86E-05	1.55E-05	1.9E-05	1.19E-05	5.31E-05	1.65E-05
soma furanos	0.028983	0.007834	0.007372	0.006144	0.007548	0.004714	0.035127	0.012548
soma dioxinas + furanos	0.10272	0.032388	0.0187	0.015583	0.019145	0.011958	0.118303	0.044345