



Número: 352/2006
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS
MINERAIS

MARIA LUIZA TEIXEIRA COUTO

**ATUALIZAÇÃO DOS FATORES DE EXPOSIÇÃO E SUA INFLUÊNCIA NOS
VALORES DE INTERVENÇÃO PARA SOLO DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências
como parte dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Geociências

Orientadora: Prof^a. Dra. Mara Akie Iritani

Co-orientadora: Prof^a. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira

CAMPINAS - SÃO PAULO

Fevereiro - 2006

**Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca
do Instituto de Geociências/UNICAMP**

Couto, Maria Luiza Teixeira

C837a Atualização dos fatores de exposição e sua influência nos valores de
intervenção para solo do Estado de São Paulo / Maria Luiza Teixeira
Couto.-- Campinas,SP.: [s.n.], 2006.

Orientadores: Mara Akie Iritani, Sueli Yoshinaga Pereira.

Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto
de Geociências.

1. Riscos ambientais. 2. Solos – Poluição. 3. águas
subterrâneas - Contaminação. 4. Avaliação de riscos ambientais.
5. Saúde pública. I. Iritani, Mara Akie. II. Pereira, Sueli
Yoshinaga. III. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de
Geociências. IV. Título.

Título em inglês: Exposition factors update and their influence in intervention values for
soil in São Paulo State.

Keywords: - Risk Assessment
- Exposure Factors
- Intervention Values.

Área de concentração: Administração e Política de Recursos Minerais

Titulação: Mestre em Geociências

Banca examinadora: - Prof. Dra Mara Akie Iritani;
- Prof. Dr Rodrigo César de Araújo Cunha
- Prof. Dr Flavio Ailton Duque Zambrone

Data da defesa: 23/02/2006



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS
MINERAIS**

MARIA LUIZA TEIXEIRA COUTO

**ATUALIZAÇÃO DOS FATORES DE EXPOSIÇÃO E SUA INFLUÊNCIA NOS
VALORES DE INTERVENÇÃO PARA SOLO DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Orientadora: Profa. Dra Mara Akie Iritani

Aprovada em: ____/____/____

EXAMINADORES:

Prof. Dr.	_____	- Presidente
Prof. Dr.	_____	
Prof. Dr.	_____	
Prof. Dr.	_____	
Prof. Dr.	_____	

Campinas, 23 de fevereiro de 2006.

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar comigo todos estes anos e por ter colocado a minha orientadora Mara Akie Iritani no meu caminho.

Aos meus maiores incentivadores e fonte da minha vida, meus amores, Rui, Janaína, Matheus e Tainá.

As minhas irmãs, Neuza, Anna Lucia, Sylvia e Wanda, pelo apoio incondicional em todos os momentos.

Ao amigo Alexandre Magno de Souza Maximiano pelo incentivo e pela a idéia do tema deste trabalho.

A Prof^a. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira pela co-orientação e oportunidade.

À CETESB na pessoa da Prof.^a Dra Dorothy C. P. Casarini pela gentileza do empréstimo do modelo CSOIL e pela introdução dos dados deste trabalho na revisão dos Valores Orientadores do Estado de São Paulo.

Ao Cláudio Dias pela atenção, disponibilidade e paciência ao ensinar-me o modelo CSOIL e pelas observações tão oportunas.

À Dra Leticia Pulzatto Beraldo (Pediatra) e pela ajuda na procura pelos dados antropométricos de crianças.

Aos meus colegas da Rhodia pelos ensinamentos e incentivos, um especial agradecimento a minha colega e carinhosamente intitulada “*assessora predileta*” Tatiana Arruda, pela ajuda nos momentos complicados da informática e a Fátima Veiga pelas informações preciosas.

À UNICAMP por manter as portas abertas para a comunidade.

À Rhodia pelo aprendizado e por possibilitar a realização deste trabalho.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE ANEXOS.....	XI
ANEXO 1 : CURVAS DE SANTO ANDRÉ.....	XI
ANEXO 2 : MEMÓRIA DE CÁLCULO.....	XI
LISTAS DE ABREVIATURAS	XII
ABSTRACT	XVII
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO.....	4
2.1 Objetivo Geral	4
2.2 Objetivos Específicos.....	4
3 MÉTODO.....	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
4.1 Panorama das Áreas Contaminadas	7
4.2 Gerenciamento de Áreas Contaminadas.....	20
4.2.1 Modelo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas do Estado de São Paulo	21
4.2.2 Valores Orientadores do Estado de São Paulo	27
4.3 Processo de Avaliação do Risco.....	29
4.4 Avaliação do Risco Segundo Modelo U.S.EPA.....	31
4.4.1 Coleta e Avaliação de Dados	36
4.4.2 Avaliação da Exposição	43
4.4.3 Análise da Toxicidade.....	50
4.4.4 Quantificação do Risco	53
5 MODELOS MATEMÁTICOS.....	56
6 AVALIAÇÃO DO RISCO À SAÚDE HUMANA – ESTADO DE SÃO PAULO.....	58
7 PARÂMETROS EXPOSICIONAIS	59
7.1 Fatores de Exposição Adotados por U.S.EPA	63
7.2 Valores Orientadores do Estado de São Paulo	66
8 AVALIAÇÃO GERAL DOS FATORES DE EXPOSIÇÃO.....	70
8.1 Expectativa de Vida	70
8.2 Peso Corpóreo.....	71
8.2.1 População Brasileira - Adultos.....	73
8.2.2 População do Estado de São Paulo - Adultos	81
8.2.3 Premissas para Peso Corpóreo- Adultos	86
8.2.4 População do Estado de São Paulo – Crianças	90
8.3 Superfície Corpórea Total (SCT).....	95

8.3.1	Superfície Corpórea Total - Adultos	96
8.3.2	Superfície Corpórea Total - Crianças.....	99
8.4	Superfície Corpórea Parcial.....	101
8.4.1	Superfície Corpórea Parcial – Adultos.....	101
8.4.2	Superfície Corpórea Parcial – Crianças Paulistas	104
8.4.3	Superfície Corpórea Parcial para Contato Dérmico.....	106
8.5	Taxa de Inalação.....	110
8.5.1	Taxa de Inalação – Adultos	112
8.5.2	Taxa de Inalação – Crianças.....	113
8.6	Ingestão de Água	117
8.7	Ingestão de Solo	119
8.8	Ingestão de Alimentos	121
9	<i>INFLUÊNCIA DA FAIXA ETÁRIA NA AVALIAÇÃO DO RISCO</i>	<i>137</i>
9.1	Inalação	139
9.2	Ingestão de Água	141
9.3	Superfície Corpórea Total.....	141
10	<i>AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE.....</i>	<i>145</i>
10.1	Substâncias Estudadas.....	155
10.2	Potencial para Exposição à Saúde Humana	156
10.2.1	Potencial para Exposição Humana ao Benzeno	156
10.2.2	Potencial para Exposição Humana ao Endrin	157
10.2.3	Potencial para Exposição Humana ao Níquel	158
10.3	Concentrações de Risco à Saúde Humana	158
10.4	Simulações com o Modelo CSOIL utilizando as variáveis de exposição.....	159
11	<i>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES.....</i>	<i>181</i>
11.1	Contribuição relativa das Doses de Ingresso nos Valores de Risco Calculados por CETESB (2001)	181
11.1.1	Contribuição Relativa das Doses de Ingresso no Risco para o Benzeno	183
11.1.2	Contribuição Relativa das Doses de Ingresso no Risco para o Endrin	185
11.1.3	Contribuição Relativa das Doses de Ingresso no Risco para o Níquel	187
11.2	Ponderação da Sensibilidade do Risco Calculado por CETESB (2001) à Variação dos Fatores de Exposição.....	189
11.2.1	Avaliação Específica	201
11.3	Sensibilidade dos Valores de Intervenção	209
12	<i>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</i>	<i>213</i>
13	<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	<i>217</i>
14	<i>BIBLIOGRAFIA</i>	<i>225</i>

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 4.1: Evolução do número de áreas contaminadas no Estado de São Paulo no período de 2002 a maio de 2005 -</i>	17
<i>Figura 4. 2: Etapas do sistema de gerenciamento de áreas contaminadas do Estado de São Paulo (Fonte: CETESB 1999)</i>	23
<i>Figura 4.3: Etapas da Avaliação do Risco no sistema de gerenciamento</i>	26
<i>Figura 4.4: Interação dos fatores na Avaliação do Risco</i>	33
<i>Figura 4.5: Etapas do processo de Avaliação do Risco – U.S.EPA(1989a)</i>	35
<i>Figura 4.6: Elementos do modelo conceitual da avaliação</i>	37
<i>Figura 4.7: Etapas para avaliação da exposição</i>	43
<i>Figura 4.8: Multiplicidade das vias de exposição presentes em uma área contaminada</i>	45
<i>Figura 8.1: Peso corpóreo (kg) por faixa etária (anos) para o Brasil – IBGE 2004a</i>	73
<i>Figura 8.2: Distribuição do peso corpóreo (kg) da população brasileira por faixa etária (anos) e sexo– (IBGE 2004a)</i>	75
<i>Figura 8.3: Distribuição do peso corpóreo (kg) da população brasileira urbana por faixa etária e por sexo (IBGE 2004a)</i>	77
<i>Legenda :</i>	79
<i>Figura 8.4: :Distribuição do peso corpóreo (kg) da população brasileira rural por faixa etária e por sexo (IBGE 2004a)</i>	79
<i>Figura 8.5: Comparação do peso corpóreo (kg) por faixa etária da população urbana brasileira e da população urbana do Estado de São Paulo(2004a)</i>	81
<i>Figura 8.6: Distribuição do peso corpóreo (kg) da população paulista urbana por faixa etária (anos) e sexo (IBGE 2004a)</i>	83
<i>Figura 8.7: Comparação entre o peso corpóreo médio (kg) em função da idade entre crianças inglesas, americanas e paulistas, baseado nos dados disponíveis em CLEA (2002), U.S.EPA (1997a) e IBGE (2004a)</i>	93
<i>Figura 8.8: Comparação dos valores de superfície corpórea total (m²) estimados para população urbana paulista e brasileira com os dados do Reino Unido, Estados Unidos e Holanda</i>	97
<i>Figura 8.9::Comparação da taxa de inalação (m³/dia) por faixa etária de crianças paulistas com os dados de CLEA (2002a)e U.S.EPA (2002)</i>	115
<i>Figura 8.10: Preferência na aquisição alimentar per capita anual (%) no Brasil, na Região Sudeste e no Estado de São Paulo (baseado em dados de IBGE 2004 b,c)</i>	125
<i>Figura 9.1: Taxa de Inalação ajustada ao peso corpóreo para crianças e adultos do Estado de São Paulo</i>	139
<i>Figura 9.2: Taxa de ingestão de água ajustada ao peso corpóreo para crianças e adultos do Estado de São Paulo</i>	141
<i>Figura 9.3: Superfície corpórea total ajustada ao peso corpóreo para crianças e adultos do Estado de São Paulo</i>	143

<i>Figura 10.1: Variação percentual dos fatores de exposição(peso corpóreo, ingestão de solo, superfície corpórea total – SCT, superfície corpórea parcial em ambiente interno – SCAI) propostos neste estudo em relação aos adotados por CETESB (2001).....</i>	<i>151</i>
<i>Figura 10.2: Variação percentual dos fatores de exposição (superfície corpórea parcial em ambiente externo – SCAE, taxa de inalação, ingestão de água e período de exposição) propostos neste estudo em relação aos adotados por CETESB (2001).....</i>	<i>153</i>
<i>Figura 11.1: Contribuição relativa das vias ingresso no valor da dose total de ingresso determinado para o benzeno por CETESB (2001) para adultos e crianças em função do cenário de exposição.</i>	<i>183</i>
<i>Figura 11.2: Contribuição relativa das vias ingresso no valor da dose total de ingresso determinado para o Endrin por CETESB (2001) para adultos e crianças em função de cenário de exposição.</i>	<i>185</i>
<i>Figura 11.3 Contribuição relativa das vias ingresso no valor da dose total determinado para o Níquel por CETESB (2001) para adultos e crianças em função de cenário de exposição.....</i>	<i>187</i>
<i>Figura 11. 4: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de risco de câncer para benzeno frente à variação dos fatores de exposição no cenário residencial</i>	<i>191</i>
<i>Figura 11.5: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de risco de câncer para benzeno frente à variação dos fatores de exposiçãono cenário industrial</i>	<i>191</i>
<i>Figura 11.6: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de risco de câncer para benzeno frente à variação dos fatores de exposição no cenário agrícola.</i>	<i>193</i>
<i>Figura 11.7: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de quociente de risco para endrin frente à variação dos fatores de exposição no cenário residencial</i>	<i>193</i>
<i>Figura 11.8: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de quociente de risco para endrin frente à variação dos fatores de exposiçãono cenário industrial</i>	<i>195</i>
<i>Figura 11.9: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de quociente de risco para endrin frente à variação dos fatores de exposiçãono cenário agrícola</i>	<i>195</i>
<i>Figura 11.10: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de quociente de risco para níquel frente à variação dos fatores de exposição no cenário residencial</i>	<i>197</i>
<i>Figura 11.11: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de quociente de risco para níquel frente à variação dos fatores de exposiçãono cenário industria</i>	<i>197</i>
<i>Figura 11.12: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de quociente de risco para níquel frente à variação dos fatores de exposição no cenário agrícola</i>	<i>199</i>

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 4.1: Cronologia do aparecimento na imprensa de casos de áreas contaminadas no Brasil</i>	9
<i>Tabela 4.2: Número de áreas contaminadas no Brasil com risco para população - (dados de SVS, 2005).</i>	11
<i>Tabela 4.3: Panorama do número de áreas contaminadas no Brasil por tipo de atividade</i>	13
<i>Tabela 4.4: Parâmetros físico-químicos relevantes do meio físico para o modelo de exposição</i> .	39
<i>Tabela 4.5: Matriz das vias potenciais de exposição em função do cenário de exposição</i>	47
<i>Tabela 4.6: Vias de Ingresso e potenciais vias de exposição</i>	48
<i>Tabela 4.7: Classificação para carcinogenicidade proposta por U.S.EPA</i>	52
<i>Tabela 5.1: Comparação entre modelos matemáticos de multivias de exposição.</i>	56
<i>Tabela 7.1: Valores de fatores de exposição utilizados em diversos países e no Estado de São Paulo.</i>	61
<i>Tabela 7.2: Dados disponíveis para consulta no Exposure Factors Handbook de U.S.EPA (1997a)</i>	64
<i>Tabela 7.3: Confiabilidade dos fatores adotados por U.S.EPA (1997a).</i>	65
<i>Tabela 8.1: Peso corpóreo médio (kg) para a população urbana e rural do Brasil e do Estado de São Paulo, calculado com base em dados de IBGE (2004a).</i>	85
<i>Tabela 8.2: Comparação do peso corpóreo (kg) por faixa etária (anos) entre as populações brasileira, do Estado de São Paulo e americana.</i>	85
<i>Tabela 8.3: Dados gerais de peso corpóreo (kg) por faixa etária (anos) - IBGE (2004a)</i>	89
<i>Tabela 8.4: Comparação entre o peso corpóreo (kg) por faixa etária (anos) entre crianças do Estado de São Paulo, Reino Unido e E.U.A.</i>	91
<i>Tabela 8.5: Estimativa da superfície corpórea total (m^2) para a população brasileira adulta em função do sexo e da origem domiciliar</i>	97
<i>Tabela 8.6: Comparação dos valores calculados de superfície corpórea total (m^2) das crianças paulistas com os dados do Reino Unido e dos Estados Unidos.</i>	100
<i>Tabela 8.7: Valores médios percentuais da superfície corpórea total para adultos propostos por USEPA para estimativa das superfícies corpóreas parciais</i>	101
<i>Tabela 8.8: Estimativa da superfície corpórea parcial (m^2) para população adulta brasileira e paulista segundo os valores médios percentuais propostos por USEPA (1997a)</i>	102
<i>Tabela 8.9: Comparação dos valores de superfície corpórea parcial (m^2) para adulto utilizados por CETESB (2001) e estimados por este trabalho</i>	103
<i>Tabela 8.10: Estimativa da superfície corpórea parcial para crianças paulistas (1 a 6 anos) em função das frações propostas por USEPA (2001a)</i>	104
<i>Tabela 8.11: Comparação dos valores de superfície corpórea parcial (m^2) utilizados por CETESB (2001) e os valores estimados por este trabalho para as crianças paulistas.</i>	105
<i>Tabela 8.12: Comparação entre a proposição para as partes do corpo expostas durante o contato dérmico e as assumidas por U.S.EPA, CLEA, CETESB em função do cenário de exposição e receptor adulto e crianças</i>	109
<i>Tabela 8.13: Estimativas para superfície corpórea parcial (m^2) durante contato dérmico em função do cenário de exposição e receptor adulto e criança.</i>	110
<i>Tabela 8.14: Valores para constantes respiratórias em função do nível de atividade e (ativa e passiva) para adultos propostos por CLEA (2002)</i>	111
<i>Tabela 8.15: Estimativas da taxa de inalação (m^3/h) por tipo de atividade para adultos.</i>	112
<i>Tabela 8.16: Estimativa da taxa inalação (m^3/dia) para população adulta brasileira e do Estado de São Paulo em função do sexo e origem domiciliar</i>	112

<i>Tabela 8.17: Valores para constantes respiratórias em função do nível de atividade e (ativa e passiva) para crianças propostas por CLEA (2002)</i>	<i>113</i>
<i>Tabela 8. 18: Estimativas da taxa de inalação (m^3/h) para crianças em função da idade do sexo e do tipo de atividade física.</i>	<i>114</i>
<i>Tabela 8.19: Comparativo entre as taxas de inalação (m^3/dia) por faixa etária para crianças do Estado de São Paulo, EUA e Reino Unido.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabela 8.20: Taxa de ingestão de água (l/dia) da população infanto juvenil americana</i>	<i>118</i>
<i>Tabela 8.21: Proposição de valores para taxas de ingestão de água (l/dia) em função de cenário de exposição para a população do Estado de São Paulo</i>	<i>119</i>
<i>Tabela 8.22: Valores de taxa de ingestão de solo (mg/dia) em função do cenário de exposição e faixa etária adotados no Reino Unido (CLEA 2002b).....</i>	<i>120</i>
<i>Tabela 8.23: Quantidade anual de alimentos adquiridos (kg) per capita no Brasil, nas Regiões da Federação e no Estado de São Paulo</i>	<i>123</i>
<i>Tabela 8.24: Quantidade anual de alimentos adquiridos (kg) per capita na Região Sudeste e no Estado de São Paulo em função da origem domiciliar.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabela 8.25: Quantidade de aquisição de alimentos (g/dia) da Região Sudeste e do Estado de São Paulo por origem domiciliar.....</i>	<i>129</i>
<i>Tabela 8.26: Comparação do consumo americano de alimentos com a aquisição per capita (g/dia) estimada para o Estado de São Paulo em função da origem domiciliar.</i>	<i>131</i>
<i>Tabela 8.27: Fatores exposicionais propostos neste estudo para a população do Estado de São Paulo</i>	<i>135</i>
<i>Tabela 10.1: Comparação dos fatores de exposição utilizados por CETESB (2001) e adotados neste estudo para a população do Estado de São Paulo.</i>	<i>147</i>
<i>Tabela 10.2: Características físicas, químicas e toxicológicas do Benzeno, Endrin e Níquel....</i>	<i>156</i>
<i>Tabela 10.3: Valores de intervenção do Benzeno, Endrin e Níquel em solos (mg/kg) para o Estado de São Paulo definidos por CETESB (2001)</i>	<i>159</i>
<i>Tabela 10.4: Valores de doses de ingresso e de risco de câncer calculados com o modelo CSOIL para o Benzeno no cenário residencial em função da variação dos fatores de exposição.....</i>	<i>163</i>
<i>Tabela 10.5: Valores de doses de ingresso e de risco de câncer calculados com o modelo CSOIL para o Benzeno no cenário industrial em função da variação dos fatores de exposição.....</i>	<i>165</i>
<i>Tabela 10.6: Valores de doses de ingresso e de risco de câncer calculados com o modelo CSOIL para o Benzeno no cenário agrícola em função da variação dos fatores de exposição.....</i>	<i>167</i>
<i>Tabela 10.7: Valores de doses de ingresso e de quociente de risco calculados com o modelo CSOIL para o Endrin no cenário residencial em função da variação dos fatores de exposição</i>	<i>169</i>
<i>Tabela 10.8: Valores de doses de ingresso e de quociente de risco calculados com o modelo CSOIL para o Endrin no cenário industrial em função da variação dos fatores de exposição ..</i>	<i>171</i>
<i>Tabela 10.9: Valores de doses de ingresso e de quociente de risco calculados com o modelo CSOIL para o Endrin no cenário agrícola em função da variação dos fatores de exposição</i>	<i>173</i>
<i>Tabela 10.10: Valores de doses de ingresso e de quociente de risco calculados com o modelo CSOIL para o Níquel no cenário residencial em função da variação dos fatores de exposição</i>	<i>175</i>
<i>Tabela 10.11: Valores de doses de ingresso e de quociente de risco calculados com o modelo CSOIL para o Níquel no cenário industrial em função da variação dos fatores de exposição... ..</i>	<i>177</i>
<i>Tabela 10.12: Valores de doses de ingresso e de quociente de risco calculados com o modelo CSOIL para o Níquel no cenário agrícola em função da variação dos fatores de exposição.....</i>	<i>179</i>
<i>Tabela 11.1: Sensibilidade do risco de câncer e do quociente de risco aos fatores de exposição para o Benzeno, Endrin, Níquel em função do cenário de exposição.</i>	<i>208</i>

<i>Tabela 11.2: Ajustes nas concentrações dos valores de intervenção do Benzeno em solo no Estado de São Paulo em função do cenário de exposição e dos fatores de exposição propostos</i>	209
<i>Tabela 11.3: Ajustes nas concentrações dos valores de intervenção do Endrin em solo no Estado de São Paulo em função do cenário de exposição e dos fatores de exposição propostos.</i>	211
<i>Tabela 11.4: Ajustes nas concentrações dos valores de intervenção do Níquel em solo no Estado de São Paulo em função do cenário de exposição e dos fatores de exposição propostos.</i>	211

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 : Curvas de Santo André

Anexo 2 : Memória de Cálculo

LISTAS DE ABREVIATURAS

AC	Área Contaminada
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
AR	Avaliação do Risco
AS	Área Suspeita de Contaminação
ASTM	American Society for Testing and Material
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Diseases Registry
BCF	Bioconcentration Factor
BTXE	Benzeno, Tolueno, Xileno, Etilbenzeno
CACDP	Câmara Ambiental do Comércio e Derivados de Petróleo
CCME	Canadian Council of Ministers of Environment
CERCLIS	Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Information System
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CLEA	Contaminated Land Exposure Assessment
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPC	Contaminant Potential Concern
EPA	Environmental Protect Agency
ERU	Excesso de Risco Unitário
FATMA	Fundação do Meio Ambiente
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
FEEMA	Fundação Estadual de Engenharia e do Meio Ambiente
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
FIBGE	Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
GTZ	Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit
HEAST	Health Effects Assessment Summary Tables
HSDB	Hazardous Substances Databank
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

ICRP	Internacional Commission on Radiological Protection
IRIS	Integrated Risk Information System
IUCLID	International Uniform Chemical Information Database
IUR	Unidade do Risco por Inalação
MEDR	Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable – France
MRL	Maximum Reasonable Level
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NCEA	National Center for Environmental Assessment
NCHS	National Center for Health Statics
NICOLE	Network for Industrially Contaminated Land in Europe
NPL	National Priorities List
ODEQ	Oregon Department of Environmental Quality
RAGS	Risk Assessment Guidance for Superfund
PAH	Polynuclear Aromatic Hidrocarbons
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RC	Risco de Câncer
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Instituto Nacional de Saúde e Proteção Ambiental da Holanda)
RFC	Concentração de Referência
RfD	Reference Dose
RME	Reasonable Maximum Exposure
RPC	Rhone Poulenc Chimie
SEPLAN	Secretaria do Planejamento
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
TDI	Tolerable Daily Intake
UBA	Umwelt Bundes Amt. Environmental Data
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USDA	United States Departament of Agriculture
U.S.EPA	United States Environmental Protect Agency
VOC	Volatile Organic Compound
WHO	World Health Organization



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS
MINERAIS

ATUALIZAÇÃO DOS FATORES DE EXPOSIÇÃO E SUA INFLUÊNCIA NOS
VALORES DE INTERVENÇÃO PARA SOLO DO ESTADO DE SÃO PAULO
RESUMO
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Maria Luiza Teixeira Couto

A metodologia de Avaliação do Risco é uma das ferramentas de gestão que possibilita encontrar uma solução sustentável considerando a proteção da saúde humana e a remediação de áreas contaminadas. A metodologia de Avaliação do Risco foi desenvolvida pela agência ambiental americana (U.S.EPA) e tem sido a base para aplicação em diversos outros países. Esta metodologia tem como princípio a determinação da probabilidade de ocorrência de efeitos adversos à saúde humana em função do cenário ao qual um receptor está exposto. Estabelece uma seqüência lógica de etapas a serem cumpridas e entre elas temos a quantificação dos riscos potenciais associados às características da população potencialmente exposta, denominadas de fatores de exposição. CETESB utilizou a metodologia de Avaliação do Risco para a determinação dos Valores de Intervenção para solos, que são valores de referência que orientam a classificação de uma área como contaminada. A CETESB, na ausência de dados característicos da população paulista e mesmo brasileira, utilizou fatores de exposição de fontes reconhecidas internacionalmente. Tendo como referência essas considerações, este trabalho foi idealizado em torno de três objetivos principais: (a) realizar uma revisão abrangente das informações recentes no campo de estudos geográficos nacionais e dados internacionais com a perspectiva de consolidar os fatores de exposição para a população paulista e, secundariamente, para a brasileira, (b) analisar a sensibilidade desses novos fatores de exposição frente aos Valores de Intervenção consolidados pela CETESB em 2001 para o Benzeno, Endrin e Níquel considerando os cenários de exposição agrícola, residencial e industrial, e (c) propor valores de fatores de exposição para utilização seja no cálculo de novos Valores Orientadores do Estado de São Paulo como no processo de Avaliação do Risco à saúde humana aplicada às áreas contaminadas. Os fatores de exposição foram atualizados através da pesquisa em bancos de dados e literaturas e estimados com base em equações matemáticas específicas, quando pertinentes. A análise de sensibilidade foi realizada calculando-se as doses de ingresso e os valores de risco para as substâncias selecionadas, utilizando o modelo CSOIL e o mesmo procedimento utilizado pela CETESB para derivação dos Valores de Intervenção. Os resultados mostraram que dentre os parâmetros de exposição avaliados, o peso corpóreo, a taxa de inalação e as taxas de ingestão de solo e água mostraram maior influência nos valores de risco final calculado. A magnitude da influência de cada fator depende das características físico-químicas e o compartimento alvo do contaminante. A avaliação do impacto destes fatores de exposição nos Valores de Intervenção mostra que não haveria alteração para o Benzeno e para o Níquel no cenário residencial. O maior impacto seria no cenário industrial, cujas concentrações aumentariam cerca de 50%, causado principalmente pela exclusão da criança como receptor. No cenário agrícola haveria um aumento de aproximadamente 10% em relação aos valores atuais de intervenção. Este estudo mostra que, apesar de não haver um impacto numérico nos valores de risco calculados, a variação dos fatores de exposição pode afetar de forma significativa os Valores de Intervenção, que foi o exemplo usado neste estudo, mas também nos estudos caso a caso e em outros valores de referência utilizados no gerenciamento de áreas contaminadas no Estado de São Paulo. Há a necessidade de reavaliação constante dos fatores de exposição sempre que forem publicados novos dados e, mais especificamente, para a população paulista, que possui comportamento e características distintas do restante do país.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS
MINERAIS**

**EXPOSITION FACTORS UPDATE AND THEIR INFLUENCE IN INTERVENTION
VALUES FOR SOIL IN SÃO PAULO STATE**

ABSTRACT

Maria Luiza Teixeira Couto

The Risk Assessment methodology is a management tool which allows the finding of a sustainable solution considering human health and remediation of contaminated areas. The Risk Assessment methodology was developed by the Environment Protection Agency (EPA) of USA and has been the base for application in many other countries. This methodology is based on adverse effect occurrence probability's determination, given the scenario the that the receptor is exposed. It establishes a logical sequence of steps to be followed, among those, the potential risk quantification associated to the exposed population characteristics, called Exposure Factors. CETESB has used the Risk Assessment methodology to determine Intervention Values for soils, which are reference values to classify an area as contaminated. CETESB, faced a lack of data for São Paulo's and also Brazilian population characteristics, therefore used Exposure Factors of known international sources. Taking into account the mentioned considerations, this project was developed having 3 mains goals: (a) to make a broad revision of recent information in national geographic studies and international data, aiming to consolidate data for São Paulo's population, and secondarily for brazilian population; (b) to analyze these new factors' sensibility to Intervention Values consolidated by CETESB in 2001, to Benzene, Endrin and Nickel, considering agricultural, residential and industrial scenarios, and (c) to propose Exposure Factors to be used in the new Orientation Values in the State of São Paulo as well as in the human health Risk Assessment process applied in contaminated areas. The Exposure Factors were updated through research in databases and literature sources, and were estimated based on specific mathematic equations, when appropriate. The sensibility analysis was carried out calculating intake doses and Risk values for the selected substances, using the CSOIL model and the same procedures used by CETESB to derivate Intervention Values. The results show that among the assessed parameters, body weight, air intake rate, and water and soil intake rate have the greater influence at the values of the calculated final risk. The magnitude of each factor depends on physical-chemical characteristics and contaminant's target compartment. The impact assessment of these Exposure Factors shows that there would not be changes for Benzene and Nickel in residential scenarios. The greater impact would be in the Industrial scenario, which concentrations would raise around 50%, caused mainly by the exclusion of children as receptors. In the agricultural scenario, there would be a raise of approximately 10%, related to the current intervention values. This study shows that, despite there is no numeric impact on the calculated risk values, the Exposure Factors variation may affect in a significant way the Intervention Values, that was the example used in this study, and also in studies of specific cases and in other reference values used in the management of contaminated areas in the State of São Paulo. A constant reassessment for the exposure factors is needed, whenever new data are published, and more specific, for São Paulo's population, which has different characteristics and behaviors from the rest of Brazil.

1 INTRODUÇÃO

As atividades antropogênicas podem representar riscos para o ecossistema, em particular, para o solo e subsolo. Consequentemente esse risco estende-se para a população quando se associa o tipo de atividade e a vulnerabilidade da localização do empreendimento.

O termo vulnerabilidade é entendido como um conjunto de características da zona não-saturada que permite a retenção ou a eliminação dos poluentes, de forma a não alterar a qualidade das águas subterrâneas. Pode ser definido como a sensibilidade que um específico extrato geológico tem em ser adversamente afetado por uma carga de contaminante.

A degradação do solo e de aquíferos pode ser considerada um processo irreversível em curto espaço temporal, principalmente devido aos altos custos envolvidos e a capacidade das tecnologias atuais em recuperar integralmente o meio, gerando passivos que permanecem por um longo período de tempo. Passivos esses que, dependendo do tipo e quantidades de substâncias químicas envolvidas, podem representar um sério risco à saúde humana.

A existência dessas áreas contaminadas, nas esferas nacional e internacional, tem se transformado em um dos problemas ambientais mais relevantes, em função da sua complexidade e principalmente devido às implicações sobre a saúde pública e os recursos hídricos.

Os recursos hídricos subterrâneos são uma alternativa de abastecimento simples, confiável, eficiente, de custo relativamente baixo e com disponibilidade potencial para abastecer desde pequenas comunidades até cidades inteiras dependendo do aquífero em questão. Segundo diagnóstico efetuado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB 1997), o uso das águas subterrâneas para o abastecimento público no Estado de São Paulo vem crescendo, tendo cerca de 71,6 % dos municípios total ou parcialmente abastecido por águas subterrâneas. No Estado de São Paulo, em 2000, era estimada a existência de mais de 33.000 poços tubulares explorando quase 60 m³/s, sendo que cerca de 34% desse volume eram destinados ao abastecimento público (São Paulo, 2000).

A recuperação do solo e das águas subterrâneas nessas áreas contaminadas é, portanto, uma tarefa demorada e custosa, e fundamentalmente, imprescindível para a proteção e manutenção da saúde humana.

Entretanto, a complexidade envolvida na definição de metas para remediação de áreas contaminadas é um desafio para a comunidade científica. A experiência internacional tem mostrado a inconveniência de estabelecer valores fixos, através de uma legislação específica para solo e águas subterrâneas, uma vez que esses valores dependem do tipo de solo e do uso pretendido para a área (CETESB, 1999).

A definição de uma área como contaminada, onde devem ser adotadas medidas corretivas, deve basear-se na ocorrência de substâncias em concentrações que possam causar riscos de efeitos relevantes à saúde humana, denominadas de Valores de Intervenção (CETESB 2001).

Aqui, o risco pode ser entendido como a probabilidade de ocorrência de efeitos adversos à saúde humana quando há a exposição da população aos contaminantes presentes em uma área contaminada (CETESB 1999).

Dessa forma, a tendência internacional e no Estado de São Paulo é a utilização da Avaliação do Risco (AR) à saúde humana, para o estabelecimento das metas de remediação com base no cenário e vias ou rotas de exposição específicas da área contaminada ou considerando um cenário genérico no caso da determinação de valores de intervenção.

No contexto das áreas contaminadas, a avaliação de risco pode ser entendida como um processo para identificar e avaliar os riscos reais e potenciais que a alteração da qualidade do solo pode causar à saúde humana e a outros organismos vivos (CETESB 1999).

A agência ambiental dos E.U.A - Environmental Protect Agency (U.S.EPA) propôs em 1989 (U.S.EPA 1989a), uma metodologia estruturada e transparente para se determinar o risco e conseqüentemente as metas de remediação para os cenários americanos com exposição humana. A metodologia permite calcular a dose de ingresso que atinge o ser humano através de diferentes vias de ingresso, tendo por base os parâmetros de exposição específicos do cenário em estudo. Tomando como referência essas doses de ingresso, os riscos de ocorrência de um efeito adverso à saúde humana

são calculados para as diferentes vias de exposição, tendo por base os parâmetros de exposição específicos do cenário e da via em estudo.

Essa experiência tem sido aplicada em diversos países e tornou-se a base de diversos modelos matemáticos disponíveis no mercado, inclusive para a determinação de valores orientadores genéricos para classificação de uma área como contaminada.

No Estado de São Paulo, a Avaliação do Risco também é uma das ferramentas adotadas no Sistema de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, sendo utilizada para orientação das medidas corretivas que devem ser adotadas e para a determinação das metas de remediação das áreas contaminadas.

A CETESB, órgão de controle ambiental do Estado de São Paulo colocou em discussão pública uma proposta para metodologia de Avaliação do Risco (CETESB 2003), com base em U.S.EPA (1989a), na qual sugere alguns parâmetros exposicionais gerais.

A Avaliação do Risco também é uma ferramenta utilizada pela CETESB para o estabelecimento dos valores de alerta e intervenção para uma série de contaminantes em solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo (CETESB 2001).

Esses valores orientadores genéricos servem de base para o monitoramento da qualidade do solo e água subterrânea, para o diagnóstico e apoio à decisão quanto às ações de controle das áreas suspeitas de contaminação e contaminadas e Avaliação do Risco caso a caso onde for necessário.

Na elaboração de um estudo de AR, são utilizados diversos parâmetros exposicionais, cuja variação depende bastante da especificidade dos cenários considerados. Na metodologia de Avaliação do Risco utilizada, proposta pela CETESB, seja para determinação dos valores orientadores como na etapa de remediação das áreas contaminadas, são adotados ou sugeridos alguns parâmetros exposicionais baseados na bibliografia existente.

Esse procedimento pode ser aceitável quando há uma dificuldade de levantamento dos dados específicos da área considerada ou quando se pretende avaliar uma situação genérica, como no caso do cálculo dos valores orientadores. Entretanto, é importante sempre atualizar com estudos mais recentes e conhecer a influência desses parâmetros nos cálculos finais do risco de forma a definir aqueles

dados que são imprescindíveis para aumentar a confiabilidade da Avaliação do Risco. Esse entendimento permite também otimizar os custos, uma vez que é possível priorizar os esforços para o levantamento de dados com a finalidade de determinar parâmetros mais sensíveis na Avaliação do Risco.

Desta forma, o presente trabalho objetiva atualizar estes parâmetros exposicionais considerando a realidade encontrada no Estado de São Paulo, avaliando a sua influência nos Valores de Intervenção, calculados com base em avaliação do risco.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho objetiva contribuir para o gerenciamento de áreas contaminadas avaliando e atualizando os parâmetros exposicionais, considerando a realidade encontrada no Estado de São Paulo.

2.2 Objetivos Específicos

- Revisão e atualização dos parâmetros exposicionais utilizados na análise de exposição;
- Análise da sensibilidade dos valores de intervenção de CETESB (2001) aos parâmetros exposicionais propostos;
- Proposição de valores dos parâmetros exposicionais de forma a serem adotados no modelo de Avaliação do Risco.

3 MÉTODO

Segundo Lakatus (2001), “a monografia implica em originalidade e na contribuição não só para ampliar os conhecimentos ou compreensão dos problemas, mas também servir de modelo ou oferecer subsídios para outros trabalhos”. A originalidade colocada por Lakatus pode ser considerada relativa, uma vez que é impossível obter total novidade em um trabalho; pois a ciência, sendo acumulativa, está sujeita a contínuas revisões (UNICAMP, 2004). Entretanto, a possibilidade de ampliação do conhecimento ou o fornecimento de dados para elaboração de trabalhos científicos já pode ser considerada como sendo de importância indiscutível.

Dentro dos conceitos acima relatados, a dissertação contempla em primeiro lugar a revisão bibliográfica visando não somente a atualização das informações, dos dados, das metodologias, da utilização da ferramenta de Avaliação do Risco, mas também a busca de subsídios para incorporação de novos conceitos. O levantamento de documentações, informações de fontes idôneas relacionadas ao tema (livros, monografias, trabalhos e artigos publicados, etc.) no cenário internacional e nacional constitui a primeira abordagem da dissertação. Essas informações e dados coletados passam por uma classificação, leitura e aplicação dos conceitos e dados quando pertinentes.

A atualização da problemática das áreas contaminadas no contexto nacional e internacional contribui para a percepção dos impactos causados na sociedade, tanto do ponto de vista de saúde pública como de fatores econômicos. Cada país ou Estado tem (ou deveria ter) implementado um sistema de cadastramento para áreas contaminadas dentro de um programa de gerenciamento ambiental. Essa é uma recomendação da Organização Mundial da Saúde (WHO 2001) que salienta a importância do cadastro de todas as atividades em geral que possam provocar impacto à saúde humana, oferecendo, assim, as bases para o estabelecimento de políticas públicas.

Usualmente essas informações são gerenciadas pelos próprios organismos oficiais ligados à área de controle ambiental. Através de consultas aos principais órgãos

de controle ambiental, de renome internacional e a todas as agências de controle ambiental no Brasil, foi realizada a atualização do cenário das áreas contaminadas. O Sistema de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, proposto pela CETESB foi estudado com um detalhamento maior na etapa de Avaliação do Risco, que está integrado dentro do mesmo assim como a determinação dos valores de intervenção para definição de uma área como contaminada.

O objetivo clássico de uma AR é a quantificação dos riscos atuais e futuros. O entendimento dos conceitos de base e dos novos conceitos introduzidos na Avaliação do Risco ao longo da última década subsidiará as sugestões para maior aceitabilidade do uso dessa ferramenta e para a resolução dos problemas de impactos ambientais, saúde ocupacional ou dos riscos de mitigação.

Na etapa seguinte do trabalho, a abordagem enfoca os parâmetros de exposição, com uma pesquisa ampla aos bancos de dados geográficos e epidemiológicos nacionais. Também foi realizada uma pesquisa em fontes internacionais dos parâmetros estabelecidos e das fontes utilizadas para as suas determinações. Com essas informações, consolidaram-se os parâmetros de exposição adequados e atualizados para as condições brasileiras e paulistas. Essa etapa é importante para observar se os dados nacionais são comparáveis com os internacionais, ou se existe ainda uma carência de dados confiáveis.

As equações matemáticas básicas para a quantificação do ingresso pelas diversas vias de exposição foram avaliadas e estudadas. Alguns modelos matemáticos para Avaliação do Risco, disponíveis no mercado foram contemplados com uma avaliação crítica da sua abrangência.

Na etapa seguinte foram selecionadas substâncias com perfil toxicológico e propriedades físico-químicas específicas.

E na etapa final, a análise de sensibilidade da variação do risco à saúde humana em função dos parâmetros de exposição em estudo foi consolidado utilizando as concentrações no solo e modelo matemático para Avaliação do Risco adotado por CETESB (2001) na determinação dos valores de intervenção.

Com essa avaliação foi possível identificar os parâmetros que mais afetaram o risco final, permitindo definir uma estratégia para o levantamento de dados em uma

área contaminada e propondo novos valores para os parâmetros exposicionais como base para a determinação de valores de intervenção e mesmo para a aplicação na etapa de Avaliação do Risco no gerenciamento de áreas contaminadas.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Panorama das Áreas Contaminadas

Historicamente o homem tem considerado o solo como se fosse um receptor de capacidade ilimitada e com potencial de autodepuração com tal magnitude que em função do tempo, qualquer impacto seria mitigado.

Brown (2003) cita a obra *“The Collapse of Complex Civilizations”* de Joseph Tainter, que trata do declínio das civilizações antigas ressaltando o contraste entre a prosperidade econômica e a desolação das áreas por elas ocupadas. Entre outros exemplos é citado o da civilização suméria do quarto milênio A. C, que possuía um sistema de irrigação sofisticado, mas que ao longo do tempo favoreceu o acúmulo de sal na superfície do solo, reduzindo drasticamente a produtividade da terra.

Na metade do século 20, em função da revolução industrial, os impactos negativos foram percebidos na degradação dos recursos naturais, no acúmulo de rejeitos e resíduos das grandes concentrações urbanas e dos parques industriais.

O conceito de áreas contaminadas é relativamente recente na política ambiental dos países desenvolvidos. No Brasil, a sua origem está frequentemente relacionada às práticas e ao desconhecimento, em épocas passadas, de procedimentos seguros para o manejo de substâncias perigosas e também a ocorrência de acidentes ou vazamentos durante o desenvolvimento dos processos produtivos, de transporte ou de armazenamento de matérias-primas e produtos acabados (CETESB, 2004a).

Em função da gravidade e complexidade apresentadas por uma área contaminada, muitos países têm estabelecido legislações específicas e criado banco de dados para o gerenciamento das mesmas.

Segundo o *Ministère de l’Ecologie et du Développement Durable* (MEDR 2005), a França tem 3.735 áreas contaminadas divididas em quatro categorias:

- 326 áreas tratadas e livres de quaisquer restrições;
- 1.671 áreas tratadas, mas com restrições;
- 268 áreas em atividade que deverão ser objeto de investigações;
- 1.470 áreas com avaliação ou trabalhos em curso.

Os principais contaminantes são: hidrocarbonetos, PAH, solventes halogenados e metais como arsênio, cádmio, chumbo, cromo, cobre, níquel e zinco.

A *Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie* (ADEME) informa que, em 2003, o mercado de remediação de áreas contaminadas representou cerca de 300 milhões de Euros com perspectiva de crescimento. Acrescenta que, no ano de 2000, de 50 a 55 % desse faturamento tiveram origem de trabalhos realizados em áreas industriais (ADEME, 2003).

A Agência Federal da Alemanha - *Umwelt Bundes Amt. Environmental Data* – (UBA), registra um total de 362.689 áreas abandonadas, sendo que as suas principais origens são por disposição de resíduos (100.129 áreas) e áreas industriais abandonadas (259.883 áreas) (UBA, 2005b).

Na América do Norte, os Estados Unidos e Canadá possuem um arcabouço legal e bancos de dados, já implantados.

Os Estados Unidos têm um cadastro de áreas contaminadas denominado Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Information System (CERCLIS) e uma relação de áreas, a National Priorities List (NPL), consideradas prioritárias para remediação. Na lista da NPL consolidada em Março/2005, encontra-se cadastrado um total de 11.644 áreas sendo que dentro delas, 1.253 não implicam em risco para exposição humana.

O Brasil situa-se entre os países que tem sérios problemas com áreas contaminadas e os considera, mas até o momento não possui um arcabouço legal para o gerenciamento dessas áreas. Apenas alguns Estados têm avançado nessa questão, destacando-se, entre eles, o Estado de São Paulo. O aparecimento de casos relacionados com áreas contaminadas começou a ganhar maior importância e a ser de conhecimento geral da população a partir da década de 1980.

A tabela 4.1 apresenta a cronologia do aparecimento na imprensa dos principais casos de áreas contaminadas no Brasil e seus respectivos contaminantes.

Tabela 4.1: Cronologia do aparecimento na imprensa de casos de áreas contaminadas no Brasil

DECADA	CASO	CONTAMINANTE
1980 - 1990	- Rhodia (SP) - Pilões (SP) - Cidade dos Meninos (RJ)	- Organoclorados - Substâncias químicas diversas - Pesticidas
1990 - 2000	- Caso Shell/SP - Caso Formiga / MG - Descoberto / MG	- Organoclorados - Ligas Metálicas, colas - Mercúrio
Após 2000	- Aterro Mantovani /SP - Vila Carioca / SP - Barão de Mauá / SP	- Diversos - BTXE (*) - VOCs (**)

Legenda: (*) Benzeno, Tolueno, Xileno, Etilbenzeno

(**) Compostos orgânicos voláteis

Segundo Sánchez (1998), a elaboração de inventário de locais contaminados é um dos elementos-chave de toda a estratégia corretiva a ser adotada.

A Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) do Ministério da Saúde publicou em 2005 o *“Diagnóstico Nacional de Áreas Potenciais e Efetivas de Contaminação de Solo e População sob Risco de Exposição”*. Trata-se de um inventário nacional, iniciado em 2001, com a participação das secretarias estaduais de saúde de todo o país. Destaca-se nesse diagnóstico, os diferentes tipos de resíduos, as características da área contaminada e a identificação preliminar dos fatores do risco à saúde humana e ambiental. A SVS classifica as áreas segundo o tipo de atividade antropogênica e o possível risco à população, conforme ilustradas pelas tabelas 4.2 e 4.3.

Esse inventário, segundo o Ministério da Saúde (SVS 2005), deve subsidiar a definição das ações básicas relativas à avaliação, classificação e priorização continuada de áreas com solos contaminados.

Tabela 4.2: Número de áreas contaminadas no Brasil com risco para população - (dados de SVS, 2005)

ESTADOS FEDERATIVOS	RISCO DA POPULAÇÃO					TOTAL
	AMARELA	AZUL	PRETA	ROXA	VERMELHA	
ACRE	7		3			10
ALAGOAS	8			3		11
AMAZONAS	7		2	5		14
AMAPÁ	7			2	1	10
BAHIA	14		6		1	21
CEARÁ	14					14
DF	24					24
ESPIRITO SANTO	10	2	1	3		16
GOIÁS	7		1		1	9
MARANHÃO	---	---	---	---	---	---
MATO GROSSO	20		1		11	32
MATO GROSSO SUL	18					18
MINAS GERAIS	34			6	1	41
PARÁ	6		4			10
PARAÍBA	12		1			13
PERNAMBUCO	83					83
PIAUÍ	8					8
PARANÁ	12			7	2	21
RONDÔNIA	12					12
RIO DE JANEIRO	22			46	2	70
RIO GRANDE NORTE	21					21
RIO GRANDE SUL	2			3		5
RORAIMA	12					12
SANTA CATARINA	25			4		29
SERGIPE	7			1		8
SÃO PAULO			1	143	13	157
TOCANTIS	9					9
Total / Área	401	2	20	223	32	678

Fonte: SVS, 2005

Legenda:

Amarela: Solo potencialmente contaminado e população sob risco de exposição

Azul: Solo potencialmente contaminado e população exposta

Preta: Solo potencialmente contaminado ou contaminado sem população no raio de 1 km

Roxa: Solo contaminado e população sob risco de exposição

Vermelha: Solo contaminado e população exposta

Tabela 4.3: Panorama do número de áreas contaminadas no Brasil por tipo de atividade

ESTADOS FEDERATIVOS	ATIVIDADE ANTROPOGÊNICA									TOTAL
	AA	AP	AI	AM	ACN	DA	ADRI	ADRU	UPAS	
ACRE	---	1	6	---	---	1	---	2	---	10
ALAGOAS	---	2	4	---	---	2	1	2	---	11
AMAZONAS	---	3	1	1	---	1	---	1	7	14
AMAPÁ	---	2	2	4	---	---	---	2	---	10
BAHIA	---	14	1	1	1	3	1		---	21
CEARÁ	---	---	8	---	---	---	4	2	---	14
DF	---	---	16	---	---	1	---	5	2	24
ESPIRITO SANTO	1	---	10	2	---	2	1	---	---	16
GOIÁS	1	3	---	4	---	---	1	---	---	9
MARANHÃO	---	---	---		---	---	---	---	---	---
MATO GROSSO	---	3	5	10	---	12	1	1	---	32
MATO GROSSO SUL	---	1	14	---	1	1	---	1	---	18
MINAS GERAIS	3	10	8	5	---	9	4	2	---	41
PARÁ	---	5	3	---	---	1	1	---	---	10
PARAÍBA	5	4	2	---	---	---	1	1	---	13
PERNAMBUCO	27	4	44	---	1	5	1	1	---	83
PIAUI	---	---	5	---	---	---	1	2	---	8
PARANÁ	---	6	10	---	---	4	---	1	---	21
RONDÔNIA	---	1	8	---	---	---	---	3	---	12
RIO DE JANEIRO	---	12	57	---	---	---	1	---	---	70
RIO GRANDE NORTE	1	---	19	---	---	---	---	1	---	21
RIO GRANDE SUL	---	1	4	---	---	---	---	---	---	5
RORAIMA	1	1	7	1	---	1	1	---	---	12
SANTA CATARINA	---	1	8	4	---	12	---	4	---	29
SERGIPE	---	1	6	---	---	1	---	---	---	8
SÃO PAULO	---	36	114	1	---	---	6	---	---	157
TOCANTIS	---	1	4	---	---	2	---	2	---	9
Total	39	112	366	33	3	58	25	33	9	678

Fonte: SVS, 2005

Legenda:

AA: Área Agrícola

AI: Área Industrial

ADRI: Área de Disposição de Resíduos Industriais

ADRU: Área de Disposição Final de Resíduos Urbanos

UPAS: Unidade de Postos de Abastecimento e Serviços

ACN: Área de Contaminação Natural

AP: Área de Passivo Ambiental

AM: Área de Mineração

DA: Depósito de Agrotóxico

O diagnóstico apresenta um total de 678 áreas, sendo que as atividades industriais e a presença de passivos ambientais são responsáveis por 70 % desse número. Observa-se que essas atividades e passivos estão localizados principalmente nos Estados de São Paulo (23 %), Pernambuco (12 %) e Rio de Janeiro (10 %). Com

relação ao risco à população (categoria vermelha - solo contaminado e população exposta), a distribuição altera um pouco, ficando o Estado de São Paulo com 41 %, o Mato Grosso com 34 % e o Paraná e Rio de Janeiro com 6 %, respectivamente.

A presença do Estado de São Paulo com o maior número de áreas afetadas é coerente com a realidade, uma vez que é reconhecidamente o Estado com a maior atividade industrial do país, mas o número consolidado está muito abaixo dos dados publicados pela agência ambiental paulista. Segundo CETESB (2005), no Estado de São Paulo existem 1.086 áreas contaminadas associadas somente às unidades de postos de abastecimentos e serviços (UPAS) e para esse tipo de atividade, o cadastro do SVS (2005) não registra nenhuma área. No Estado de Minas Gerais, segundo Deschamps (2004), há 16 áreas que deveriam ser classificadas como UPAS e as mesmas também não são citadas no relatório da SVS (2005). Apesar dessas incoerências, esse levantamento realizado por SVS (2005) mostra que o problema das áreas contaminadas ocorre em todo o Brasil, levantando a necessidade de estabelecerem diretrizes e procedimentos para sua recuperação.

No Estado de São Paulo, em 1993, a CETESB, através do projeto de cooperação técnica firmado com a Agência de Cooperação Técnica do Ministério de Ciência e Tecnologia da Alemanha - *Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit* (GTZ), deu início ao processo de identificação e cadastramento das áreas contaminadas. Segundo CETESB (1999), esse cadastro pode subsidiar a adoção de medidas voltadas à remediação de áreas contaminadas, ao controle ambiental, ao planejamento urbano e ocupação do solo de maneira lógica, prática e economicamente viável.

Esse cadastro considera separadamente as áreas suspeitas de contaminação daquelas comprovadamente contaminadas. As informações específicas desse cadastro são:

1. Áreas suspeitas de contaminação
 - Fontes suspeitas de contaminação;
 - Área/volume aproximado;
 - Contaminantes prováveis;
 - Bens a proteger;

- Evidências de contaminação;

2. Áreas contaminadas

- Forma de comprovação da contaminação;
- Contaminantes identificados;
- Vias de transporte dos contaminantes;
- Bens a proteger atingido;
- Responsáveis pela contaminação;
- Ações desenvolvidas ou a serem desenvolvidas na área;

Por definição CETESB (1999) entende:

- Área contaminada (AC): Área onde há comprovadamente poluição causada por quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados, e que determina impactos negativos sobre os bens a proteger.
- Área suspeita de contaminação (AS): Área na qual, após a realização de uma avaliação preliminar, foram observadas indicações que induzem a suspeitar da presença de contaminação.
- Bens a proteger: Bens que devem ser protegidos, segundo a Política Nacional do Meio Ambiente e legislações decorrentes. São considerados como bens a proteger:
 - Saúde e bem estar da população;
 - Fauna e flora;
 - Qualidade do solo, das águas e do ar;
 - Interesses de proteção à natureza/ paisagem;
 - Ordenação territorial e planejamento regional e urbano.

A CETESB tem publicado desde o ano de 2002 um inventário denominado “Relação de Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo” que tem apresentado a cada ano um número maior de informações, tornando-se uma fonte de consulta, rica e importante para implantação de políticas públicas e tomada de decisões (CETESB 2002, 2004a, 2005). O inventário divulgado em maio de 2005 contém, em resumo, as seguintes informações:

- Identificação e localização da área;

- Tipos de atividades antropogênicas (comercial, industrial, resíduos, postos de combustível, agricultura, acidentes, bem como atividades de origem desconhecida);
- Estágio de gerenciamento: (investigação confirmatória ou detalhada, Avaliação do Risco, remediação em fase de concepção ou em operação);
- Fontes de contaminação (estocagem, descarte, área produtiva, etc.);
- Meio impactado dentro e ou fora da área em estudo (solo superficial e ou subsolo, águas subterrâneas, sedimentos, etc.);
- Grupos químicos de contaminantes presentes (combustíveis, metais, solventes orgânicos, aromáticos, aromáticos halogenados, PAHs, PCBs, ftalatos, dioxinas e furanos, microbiológicos e outros);
- Ações de controle emergenciais e institucionais implementadas (isolamento da área, remoção, restrições de uso, proibições, etc.);
- Tecnologia de remediação empregada (remoção, cobertura, bombeamento, extração de fase livre, barreiras, biorremediação, entre outras).

A evolução da quantidade de áreas contaminadas cadastradas pela CETESB entre 2002 e maio de 2005 pode ser observada na figura 4.1.

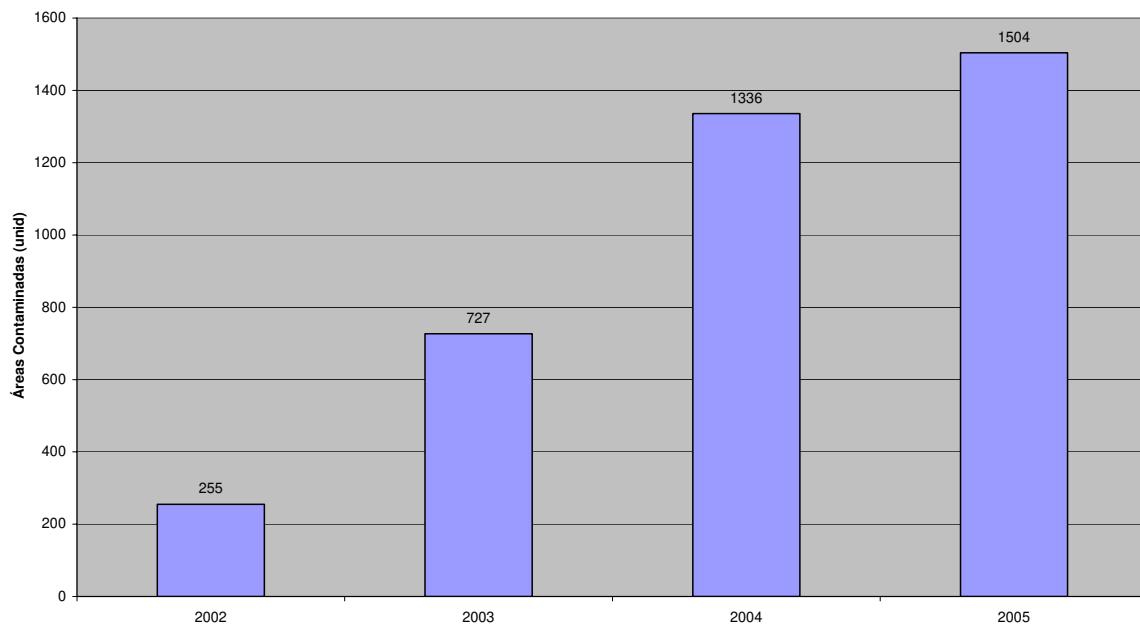


Figura 4.1: Evolução do número de áreas contaminadas no Estado de São Paulo no período de 2002 a maio de 2005 -

Fonte: CETESB(2002, 2004a, 2005)

Esses dados evidenciam um aumento significativo no número de áreas contaminadas cadastradas no período. Segundo CETESB (2004a), esse aumento deve-se principalmente a dois fatores:

- Implantação de obrigatoriedade do licenciamento dos postos de gasolina; através da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA 273, (CONAMA, 2000).
- Ações de controle sobre as fontes industriais, comerciais, de tratamento e disposição de resíduos e atendimento de emergências.

Esse aumento do número de áreas contaminadas nesses anos de cadastro chama a atenção para a necessidade de aplicar instrumentos para a priorização de ações nessas áreas, otimizando os esforços e custos aplicados para sua remediação.

CETESB (2005) aponta que os postos de combustíveis respondem por 73% dos casos de áreas contaminadas, a indústria com 16 %, as atividades comerciais com 6% e outros com 5%.

Os principais grupos de contaminantes identificados são: combustíveis líquidos, solventes aromáticos, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs), metais, solventes halogenados e outros.

Com relação ao estágio de remediação, somente 2% das áreas estão com a remediação concluída, 9% com propostas de remediação, 34% com remediação em curso e 55% sem nenhuma proposta de remediação.

Nota-se uma diferença significativa entre as quantidades de áreas contaminadas cadastradas pelo SVS (2005) e CETESB (2005), evidenciando a utilização de critérios de levantamento com dados de bases diferentes. CETESB (2005) tem um inventário com 1.504 áreas, enquanto o SVS (2005) registra apenas 157 áreas para o Estado de São Paulo.

Consultas e pesquisa realizadas junto aos órgãos de controle ambiental dos Estados de Minas Gerais – Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), Paraná – Instituto Ambiental do Paraná (IAP), Rio de Janeiro – Fundação Estadual de Engenharia e do Meio Ambiente (FEEMA), Rio Grande do Sul - Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) e Santa Catarina – Fundação do Meio Ambiente (FATMA), resultaram na constatação da inexistência de um cadastro geral de áreas

contaminadas. Em função da Resolução CONAMA 273/2000, que dispõe sobre o licenciamento de postos de combustíveis, alguns estados iniciaram o cadastramento, mas esses números ainda não estão disponíveis. Na maior parte dos casos, as áreas contaminadas são gerenciadas pelas divisões responsáveis pelo licenciamento da atividade geradora da contaminação, mas sem publicidade dos dados.

4.2 Gerenciamento de Áreas Contaminadas

A gestão de uma atividade é um conjunto de procedimentos ou critérios adotados visando o conhecimento, controle e a melhoria contínua de um processo.

Segundo Gloeden (2003), *“a gestão de áreas contaminadas consiste em um conjunto de medidas que asseguram o conhecimento das características das áreas contaminadas e a definição das formas de intervenção mais adequadas, visando minimizar os danos e/ou riscos aos bens a proteger gerado pela existência dessas áreas”*.

Acrescenta-se que o processo, além de definir as formas de intervenção, deve também propiciar a definição de metas de remediação, técnica e economicamente viáveis, visando a sustentabilidade das soluções.

Os modelos de gestão para áreas contaminadas adotados pelos diferentes países não são exatamente iguais, devido ao fato de cada um adequar-se a sua realidade, mas esses modelos apresentam critérios bastante semelhantes.

O modelo preconizado pela *“The Federal Conservation Act and the Soil”* da Alemanha é dividido em três etapas principais (UBA 2005a):

- Identificação: Inventário e dados históricos de ocupação;
- Avaliação do Risco: Avaliação detalhada e avaliação do risco;
- Remediação e monitoramento: Plano de remediação, medidas de proteção ou de restrições, monitoramento.

Rodrigues Jr. (2003) considera que o gerenciamento das áreas contaminadas no Brasil é incipiente devido à falta de regulamentações específicas e de instrumentos de apoio, assim como de uma metodologia comum aplicada para todas as esferas administrativas propiciando um gerenciamento de forma permanente e sustentada.

Nesse contexto destaca-se o Estado de São Paulo, que já possui algumas diretrizes e regulamentações orientando o gerenciamento de áreas contaminadas.

4.2.1 Modelo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas do Estado de São Paulo

O projeto de cooperação técnica firmado entre a CETESB e a Agência de Cooperação Técnica do Ministério de Ciência e Tecnologia da Alemanha, iniciado com o cadastro das áreas contaminadas e o desenvolvimento de um procedimento de priorização dessas áreas, forneceu as bases para a elaboração do Sistema de Gerenciamento de Áreas Contaminadas do Estado de São Paulo, divulgado por CETESB (1999) no “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas”.

O Sistema de Gerenciamento de Áreas Contaminadas tem como base dois processos: identificação e recuperação, constituídos de uma seqüência de etapas bem definidas, que asseguram o conhecimento das características gerais da área e, conseqüentemente, a seleção da melhor alternativa para recuperação da mesma.

O fluxograma ilustrado pela figura 4.2 identifica esquematicamente esses processos e as etapas que são seguidas no gerenciamento de áreas contaminadas no Estado de São Paulo.

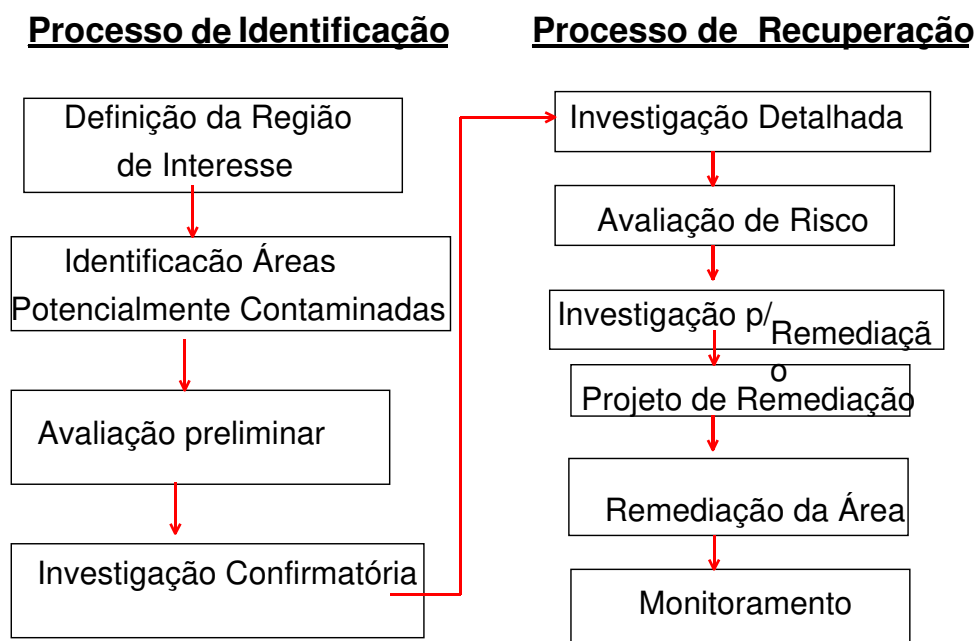


Figura 4. 2: Etapas do sistema de gerenciamento de áreas contaminadas do Estado de São Paulo (Fonte: CETESB 1999)

Processo de Identificação

O processo de identificação visa, dentro de uma região de interesse definida, identificar, classificar e localizar as áreas contaminadas através de uma avaliação expedita da qualidade do solo e da água subterrânea em áreas onde existem atividades potencialmente contaminadoras. Como ilustrado na figura 4.2, esse processo é constituído por quatro etapas.

- Definição da região de interesse;

Definição dos limites da região abrangida pelo gerenciamento de áreas contaminadas, que pode ser, por exemplo, um estado, um município, uma área industrial, entre outras, que sejam de interesse social, político, econômico e/ou ambiental.

- Identificação de áreas potencialmente contaminadas;

Identificação das áreas onde são ou foram manipuladas substâncias que possam causar danos aos bens a proteger, quando em contato com os mesmos, sendo estas áreas denominadas como Áreas Potencialmente Contaminadas (AP's).

- Avaliação preliminar;

Com base no levantamento histórico das atividades desenvolvidas na área e de dados do meio físico, é possível estabelecer um modelo conceitual inicial que permite identificar as áreas suspeitas de contaminação (AS's).

- Investigação confirmatória;

Comprovação ou não da contaminação através da coleta e análise de amostras representativas da área, e comparação das concentrações encontradas com valores estabelecidos em listas referenciais estabelecidas ou indicadas pelo órgão de controle ambiental, permitindo a identificação das áreas contaminadas (AC's). Nesse caso são utilizados os valores de intervenção estabelecidos pela metodologia de CETESB (2001), a qual é baseada em Avaliação do Risco, como será explicado mais adiante.

Processo de Recuperação

O processo de recuperação visa a implantação de medidas corretivas nas AC's de forma a permitir a reutilização da área de acordo com sua aptidão e as metas de remediação estabelecidas. Nesse processo, a Avaliação do Risco é uma ferramenta fundamental para a tomada de decisões ao longo do desenvolvimento das etapas de trabalho, a saber:

- Investigação detalhada;

Quantificação da contaminação (área e volume) e determinação das características da fonte, das substâncias envolvidas e dos meios afetados.

- Avaliação do Risco;

Quantificação dos riscos gerados pela área contaminada aos bens a proteger, à saúde humana e ao ecossistema, subsidiando a tomada de decisões quanto às ações a serem implementadas, de modo a promover a recuperação da área para um uso definido, como ilustrado pela figura 4.3.

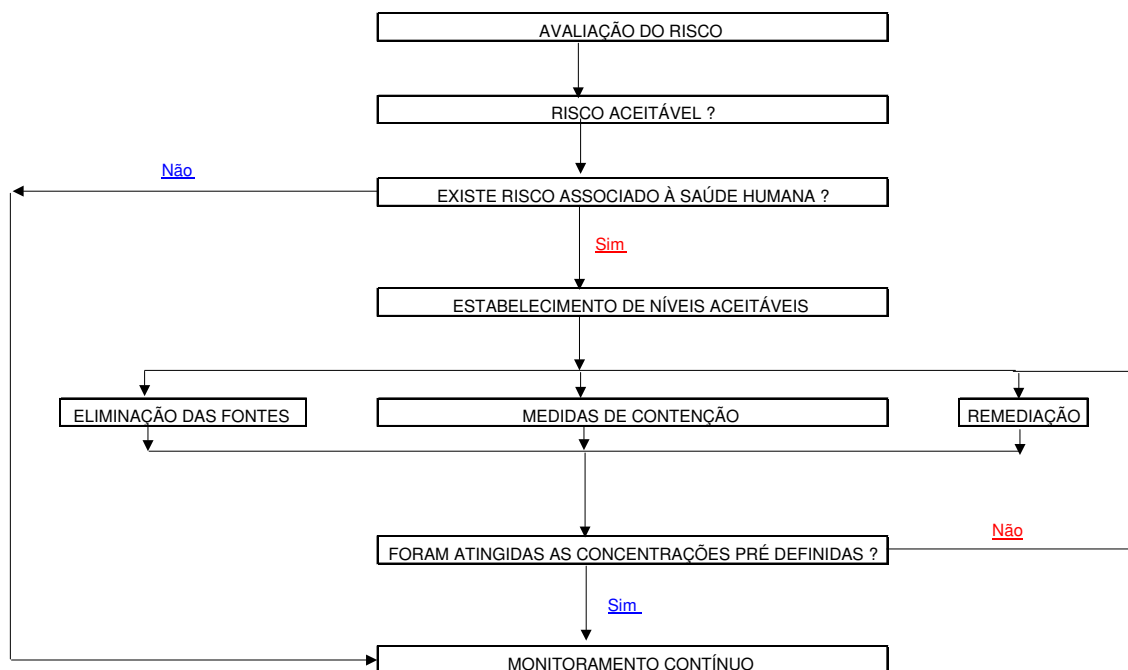


Figura 4.3: Etapas da Avaliação do Risco no sistema de gerenciamento

- Investigação para remediação;
Seleção da alternativa técnica adequada para remediação da área com base nas metas definidas na etapa de avaliação do risco.
- Projeto de remediação;
Elaboração do plano de remediação com detalhando o sistema operacional e estabelecendo os objetivos a serem atingidos.
- Remediação da área contaminada;
Implementação de medidas para sanear a área, conter ou isolar os contaminantes com base no projeto de remediação definido.
- Monitoramento;
Acompanhamento dos resultados para verificação da eficiência do sistema de remediação implementado.

O Manual propõe uma seqüência lógica e bem estruturada para a avaliação e o gerenciamento de uma área contaminada, alinhado com as melhores práticas internacionais.

Avaliando os dados emitidos no documento “Relação de Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo/2004” (CETESB 2004a), constatou-se que 36% das áreas contaminadas estão com o processo de remediação em curso. Entretanto, os dados de área em processo de remediação incluem aquelas com recuperação da fase livre, onde não é exigida a avaliação de risco. Apenas em 22% das áreas contaminadas a avaliação de risco, que é a etapa primordial na determinação das metas de remediação, foi aplicada em conjunto com o projeto de remediação para somente 22% das áreas. Este fato leva a uma proporção de apenas 17% das áreas contaminadas que passaram por todas as etapas previstas no sistema de gerenciamento.

A seqüência das etapas previstas no sistema de gerenciamento é um procedimento lógico para o conhecimento do cenário da contaminação, sua quantificação, e conseqüentemente, para a seleção da tecnologia de remediação mais adequada, o que leva a uma otimização dos recursos e esforços aplicados na recuperação da área. A seleção de uma tecnologia de remediação está intrinsecamente associada às propriedades físico-químicas das substâncias envolvidas e do solo (litologia, hidroquímica) e dos bens a proteger ameaçados, tendo como objetivo restabelecer ao meio, condições que não ofereçam risco à saúde humana. A ausência de avaliação de qualquer uma das etapas do sistema de gerenciamento pode ocasionar o risco de implementar-se um processo de remediação de custo elevado e eficiência questionável.

4.2.2 Valores Orientadores do Estado de São Paulo

Os valores orientadores foram desenvolvidos pela CETESB (2001) e visam “prover uma orientação quantitativa no processo de avaliação de áreas contaminadas e a tomada de decisão sobre as ações emergenciais com vista à proteção da saúde humana”. A lista dos valores orientadores foi primeiramente publicada no Diário Oficial do Estado em 2001, com vigência de 4 anos.

No final de 2005, após uma nova discussão com a comunidade técnica, a lista revisada dos valores orientadores foi publicada considerando os dados mais recentes de qualidade natural da água subterrânea, monitorados durante 2002 e 2003. Esses dados, inclusive os dados e resultados parciais do estudo aqui apresentado, constam

no Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (CETESB 2004b) e em outras publicações.

No Sistema de Gerenciamento de Áreas Contaminadas esses valores são utilizados para avaliar as alterações da qualidade da água subterrânea e do solo, em especial, na etapa de investigação confirmatória, dando bases para a comprovação de uma contaminação.

Segundo Casarini (1998), esses valores foram estabelecidos tomando por base a metodologia holandesa, que se baseia na aplicação da Avaliação do Risco, associada às metodologias utilizadas no Canadá e na Alemanha, definindo o sistema **RAI** (Valores de **R**eferência, de **A**lerta e de **I**ntervenção).

- Valor de referência (**R**)

O valor de referência de qualidade indica o nível da qualidade natural das águas subterrâneas e do solo. É utilizado em ações de prevenção da poluição e controle de áreas contaminadas. Para substâncias naturalmente presentes no solo e águas subterrâneas CETESB (2001) estabeleceu como valor representativo da qualidade natural, o 3º quartil da análise descritiva dos resultados. Para substâncias antropogênicas, o valor de referência adotado foi o limite de detecção praticado nos laboratórios da CETESB.

- Valor de alerta (**A**)

O valor de alerta tem caráter preventivo e indica uma possível alteração da qualidade natural dos solos, alertando para a necessidade de ações para a identificação e o controle das fontes de poluição.

- Valor de intervenção (**I**)

O valor de intervenção tem caráter corretivo e indica o limite de contaminação das águas subterrâneas e ou solo, acima do qual, existe risco potencial à saúde humana. É utilizado no gerenciamento de áreas contaminadas como critério para a classificação de uma área como contaminada, indicando a necessidade de ações emergenciais de intervenção e de início do processo de remediação através da caracterização detalhada da contaminação e uma avaliação do risco específica para a área.

Para as águas subterrâneas, CETESB (2001) considerou como valor de intervenção, os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde (Portaria 1.469 de 29/12/2000, que foi posteriormente substituída pela Portaria 518 de 25 de março de 2003). Para os parâmetros não constantes dessa Portaria, foram adotados os padrões de qualidade do sistema de aquífero, a qualidade das águas superficiais e padrões internacionais como da Comunidade Econômica Européia

Para o solo, CETESB (2001) calculou o valor de intervenção através do modelo de Avaliação do Risco denominado CSoil, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Saúde Pública e Meio Ambiente da Holanda (RIVM), considerando os seguintes cenários de ocupação do solo: residencial, agrícola e industrial. Para a quantificação das variáveis relacionadas aos parâmetros exposicionais e de população, CETESB (2001) baseou-se em fontes de informação nacional e internacional (Organização Mundial da Saúde – WHO, EUA, Canadá e Holanda). O risco assumido para o cálculo do valor de intervenção em solo foi de 10^{-4} para substâncias carcinogênicas e de 1 para as não-carcinogênicas.

4.3 Processo de Avaliação do Risco

A Avaliação do Risco é o processo de estimativa de probabilidade de ocorrência de um determinado acontecimento e a provável magnitude de efeitos adversos (em termos de segurança, saúde, ecologia) durante um determinado período de tempo.

CETESB (1999), no contexto das áreas contaminadas, define a avaliação do risco como um “processo pelo qual se identificam e avaliam os riscos potenciais e reais que a alteração do solo pode causar à saúde humana e a outros organismos vivos”.

LaGrega *et al* (1994) cita que nos casos de contaminação do solo e da água subterrânea, a Avaliação do Risco é uma ferramenta utilizada para estimar o perigo à saúde humana e ao meio ambiente que um determinado resíduo perigoso pode causar em determinadas situações, como também para tomar decisões, elaborar ações e metas de remediação e avaliar áreas contaminadas.

Segundo Sánchez (1998), a Avaliação do Risco contrapõe-se ao uso de padrões de qualidade, no sentido de que a mesma concentração de uma determinada substância no solo pode apresentar riscos diferentes à saúde humana em áreas

diferentes. As condições locais afetam a mobilidade, a disponibilidade do poluente e, conseqüentemente, o risco associado à exposição da população.

O uso de padrões de qualidade pré-estabelecidos pode originar situações extremamente conservadoras ou mesmo insuficientemente protetoras. Siegrist (1990, in Sánchez, 1998) cita algumas vantagens e desvantagens da adoção de padrões de qualidade pré-estabelecidos, tais como:

- Vantagens
 - Facilidade e rapidez de utilização;
 - Áreas similares teriam tratamento similar;
 - Critério útil para avaliação inicial da importância da contaminação;
 - Informação “a priori” facilita o planejamento das ações;
 - Encoraja os empreendedores a promover a descontaminação;
 - Facilita as auditorias ambientais.
- Desvantagens
 - Padrões desenvolvidos para muitas substâncias e aqueles desenvolvidos em outros contextos não são necessariamente aplicáveis para solos;
 - Fatores típicos de cada localidade não são levados em conta;
 - O uso de valores genéricos implica em um grau de entendimento, conhecimento e confiança que provavelmente não corresponde ao estado atual da toxicologia;
 - Uma vez que padrões tenham sido estabelecidos, fica difícil dispor de alguma flexibilidade para situações específicas.

A aplicação da Avaliação do Risco, que é um estudo de probabilidade, também apresenta algumas controversas. Usualmente os ambientalistas consideram-na facilmente manipulável, enquanto outra corrente considera que as hipóteses assumidas para realizar a avaliação do risco são tão rígidas que acabam inviabilizando qualquer solução que não seja a descontaminação integral da área (Karlin, 1994 in Sánchez, 1998).

Segundo o *Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques* (INERIS, 2000), a Avaliação do Risco não pode ser considerada como um trabalho de pesquisa, mas ela deve basear-se nos conhecimentos científicos e dados específicos

da área. Quando não há dados ou um nível de conhecimento necessário, os princípios de precaução e de proporcionalidade devem orientar a avaliação.

O princípio da precaução é originado da política europeia da década de 1970 e foi elaborado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992 no Rio de Janeiro através dos Princípios 15 e 17.

Princípio 15: *“De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com as suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental”.*

Princípio 17: *“A avaliação de impacto ambiental, como instrumento internacional, deve ser empreendida para as atividades planejadas que possam vir a ter impacto negativo considerável sobre o meio ambiente, e que dependam de uma decisão de autoridade nacional competente”.*

Foster (2003) observa que diferentemente de outras conceituações, aquela descrita na Declaração do Rio, levanta a necessidade de efetividade do custo, abrindo portas para a análise de custo-benefício.

O princípio da proporcionalidade em sentido estrito determina que se estabeleça uma correspondência entre o fim a ser alcançado por meio de uma disposição normativa e o meio empregado. É a ponderação entre o dano causado e os resultados a serem obtidos.

4.4 Avaliação do Risco Segundo Modelo U.S.EPA

A Avaliação do Risco surgiu nos Estados Unidos na década de 1980. A base para o processo de avaliação do risco é o documento emitido pela agência ambiental americana denominado *Risk Assessment Guidance For Superfund, Part A, Human Health Evaluation Manual* (U.S.EPA 1989a), e que ao longo do tempo foi sendo atualizado e complementado por outras publicações tais como:

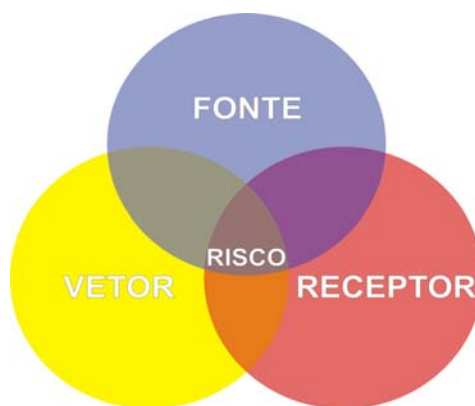
- *Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Part B* (U.S.EPA 1991b)

Apresenta valores de toxicidade e dados de exposição para derivação dos objetivos preliminares da remediação baseado no risco (Preliminary Remediation Goals PRG'S);

- *Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Part C, Risk Evaluation of Remedial Alternatives. Interim* (U.S.EPA 1991c)
- *Supplement to Part A: Community Involvement in Superfund Risk Assessments* (U.S.EPA 1999)
- *Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Part D, Standardized Planning, Reporting and Review of Superfund Risk Assessment) Interim, September 2001* (U.S.EPA 2001b)
- *Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Part E Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment) Final* (U.S.EPA 2001a)

Atualmente a Avaliação do Risco é uma ferramenta fundamental nos EUA, e em outros países como Canadá, Austrália, Inglaterra, Alemanha, França, Itália, Holanda entre outros, direcionando todos os trabalhos de gerenciamento de uma área contaminada.

Para a existência do Risco é necessário que haja a interação entre três fatores, conforme mostrado pela figura 4.4.



Fonte: Kolesnikovas (2001)

Figura 4.4: Interação dos fatores na Avaliação do Risco

- 1 Fonte: É a área ou local onde realmente foi quantificada a presença de substância tóxica.
- 2 Vetor: Também conhecida por via de exposição, indica a trajetória seguida pela substância tóxica entre a fonte e o receptor, estabelecendo a ligação entre a fonte de contaminação e a população exposta com base nas atividades desenvolvidas. As variações de trajetória a serem seguidas pelo contaminante até atingir o receptor depende dos tipos de atividade desenvolvida na área de interesse.
- 3 Receptor: Dentro do conceito da avaliação do risco à saúde humana, o receptor é a população que mora ou trabalha na área ou nas proximidades da mesma que podem estar expostas ao contaminante.

A eliminação ou remoção de qualquer um desses fatores elimina a presença do risco.

Segundo U.S.EPA (1989a), o processo de Avaliação do Risco, em linhas gerais, possui quatro grandes etapas, como mostra a figura 4.5.

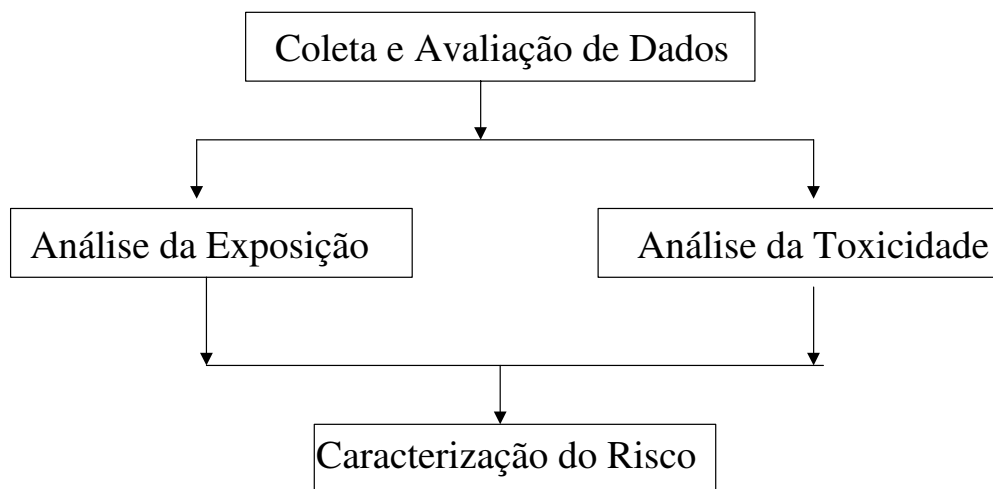


Figura 4.5: Etapas do processo de Avaliação do Risco – U.S.EPA(1989a)

Essas etapas estabelecem a aquisição e tratamento das informações e dados que dão a consistência e transparência ao processo de Avaliação do Risco.

O detalhamento dessas etapas descritas a seguir é baseado em U.S.EPA (1989a) pois, com base na pesquisa bibliográfica realizada, essa também foi a base para o desenvolvimento da Avaliação do Risco em outros países, assim como aqui no Estado de São de Paulo.

4.4.1 Coleta e Avaliação de Dados

Consiste no tratamento e análises dos dados específicos da área e identificação das substâncias químicas de interesse que irão compor a base da Avaliação do Risco.

4.4.1.1 Coleta de Dados

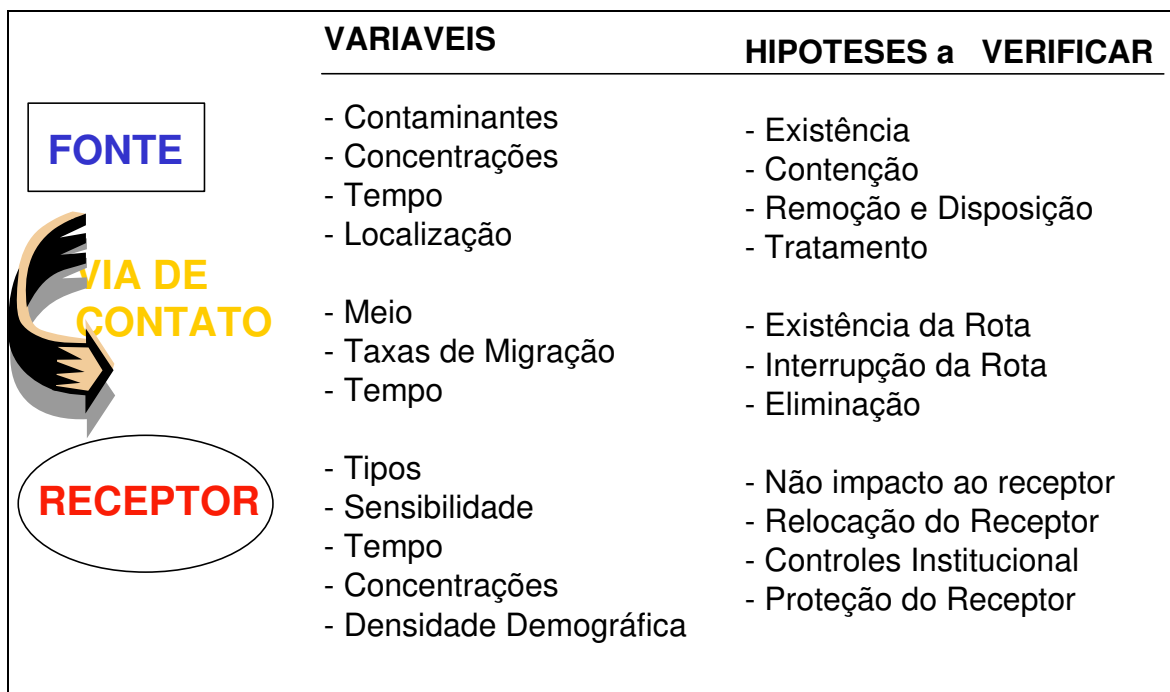
A atividade principal é a coleta de dados de campo (amostras, análises químicas e físicas), características do meio físico, uso e ocupação do solo.

Essa etapa deve permitir traçar o modelo conceitual definindo o conjunto de vias de exposição às quais as populações identificadas dentro e fora das áreas contaminadas estão expostas.

A coleta de dados visa o levantamento das informações necessárias para:

- Entendimento do histórico da área
- Caracterização do meio físico e da contaminação de forma a permitir o eventual modelamento matemático da área
- Caracterização da qualidade de referência (*“background”* da área)
- Identificação preliminar do potencial de exposição do ser humano
- Definição da estratégia de amostragem
- Definição dos controles de qualidade necessários
- Definição do plano analítico

Tomando como base os dados existentes, pode ser desenvolvido o modelo conceitual da área contaminada, identificando as fontes de contaminação, os tipos e as concentrações de compostos encontrados, os meios afetados (ex.: água subterrânea e solo) e as vias de exposição, podendo estabelecer alternativas iniciais a serem avaliadas durante o gerenciamento conforme ilustrado pela figura 4.6.



Fonte: U.S.EPA, 1989a

Figura 4.6: Elementos do modelo conceitual da avaliação

O conhecimento das características físico-químicas e biológicas da fonte, do meio contaminado e da substância tóxica em estudo é fundamental para traçar o modelo conceitual de exposição.

Os parâmetros físico-químicos relevantes para a consolidação do modelo em função do meio são apresentados na tabela 4.4.

Tabela 4.4: Parâmetros físico-químicos relevantes do meio físico para o modelo de exposição

MEIO FÍSICO	PARÂMETROS
SOLO	Tamanho de Partícula
	Umidade, pH, Eh
	Classificação
	Carbono Orgânico - Argila (%)
	Densidade, Porosidade
ÁGUA SUBTERRÂNEA	Profundidade do Nível de Água
	Condutividade Hidráulica
	Espessura da Camada Saturada
	Gradiente Hidráulico
	pH, Eh
AR	Predominância da Direção do Vento
	Velocidade do Vento, Topografia
	Profundidade da Camada do Resíduo
	Concentração do Contaminante no solo e gás -solo
	Fração Orgânica, Conteúdo de Silte
	Percentual de Vegetação
	Densidade, Porosidade
ÁGUAS SUPERFICIAIS	Dureza, pH, OD, Eh, Temperatura
	Salinidade, Sólidos Suspensos
	Vazão, Profundidade do Nível de Água
	Marés, Cunha Salina

Fonte: U.S.EPA (1989a)

Segundo U.S.EPA(1989a) e Maximiliano (2001), as propriedades físico-químicas dos compostos envolvidos são relevantes para o entendimento dos mecanismos de liberação a partir da fonte, podendo afetar a velocidade e a concentração que atinge o receptor. As propriedades mais relevantes são:

Coeficiente de partição octanol/água (K_{ow}): É a relação entre a concentração de uma substância dissolvida no octanol e a concentração na água, indicando sua hidrofobicidade (Fetter 1999). Quanto maior o K_{ow} , maior é a tendência da substância em fixar-se na parte lipofílica do que na água (parte hidrofílica). É correlacionado também com as características de bioacumulação. Segundo o Rhone Poulenc Chimie

(RPC,1995), se $\text{Log } K_{ow} \geq 3$, a substância é considerada como potencialmente bioacumulável.

Coeficiente de partição solo/água (K_{oc}): É a medida da partição de uma substância entre a água e a fração orgânica do solo ou aquífero (Fetter 1999). Quanto maior o K_{oc} , maior a tendência da substância orgânica se adsorver na matéria orgânica do solo.

Coeficiente de distribuição (K_d): É a medida que indica a relação linear entre a massa da substância adsorvida no solo e a concentração na solução do solo (Freeze & Cherry 1979). Quanto maior o K_d , maior a tendência do contaminante ficar adsorvido no solo ou sedimento.

Pressão de vapor: É a medida que indica a tendência de volatilização de uma substância a partir do solo. Quanto maior a pressão de vapor, maior a tendência da substância de migrar do solo para a atmosfera (Fetter 1999). Segundo RPC (1995) valores para pressão de vapor superior a 100 Pa (0,75 mm Hg), considera-se que a substância é volátil a partir do solo.

Constante de Henry: É também conhecida como o quociente de partição ar-água e representa a tendência de volatilização de uma substância a partir do meio aquoso (dissolvida na água intersticial) (LaGrega et al 1994). Quanto maior a Constante de Henry, maior é a tendência de uma substância orgânica passar ao estado gasoso do que permanecer na água. Segundo documento da RPC (1995), se a Constante de Henry for superior ou igual a 100 Pa.m³/mol (0,1 atm.m³/mol) a substância é caracterizada como volátil a partir do meio aquoso.

Mackay (1992, *in* RPC 1995), a partir de um modelo matemático desenvolvido para predição do compartimento alvo de uma substância, utilizando como parâmetros básicos a solubilidade em água, a volatilidade e a adsorção, obteve as seguintes premissas:

- ❖ Se a Solubilidade é maior que 1 g/l + substância não volátil, o compartimento alvo é a água.
- ❖ Se a Solubilidade for < 1 mg/l + substância adsorvível, os compartimentos alvos são o solo e os sedimentos.
- ❖ Se a Solubilidade for < 1 mg/l + substância volátil, o compartimento alvo é o ar.

4.4.1.2 Avaliação dos Dados

Conforme comentado anteriormente, a Avaliação do Risco é um processo estruturado. U.S.EPA (1989a) observa que os dados coletados devem ser organizados dentro de um formato considerado adequado, otimizando o processo de avaliação do risco da seguinte maneira:

- Compilando todos os dados resultantes da investigação da área, separados por meio físico;
- Avaliando as metodologias analíticas utilizadas;
- Avaliando a qualidade dos dados em relação aos limites de quantificação, limites de detecção, brancos, recuperação;
- Avaliando os possíveis produtos de decomposição;
- Comparando os resultados com as amostras de referência (background);
- Identificando os compostos químicos de interesse.

A identificação dos compostos químicos de interesse, que U.S.EPA (1989a) denomina de COPC (***Contaminant Potential Concern***), é fundamentada no perfil toxicológico e físico-químico apresentado pelo composto. Substâncias de maior mobilidade, toxicidade ou persistência tenderão a ser os compostos de interesse na Avaliação do Risco.

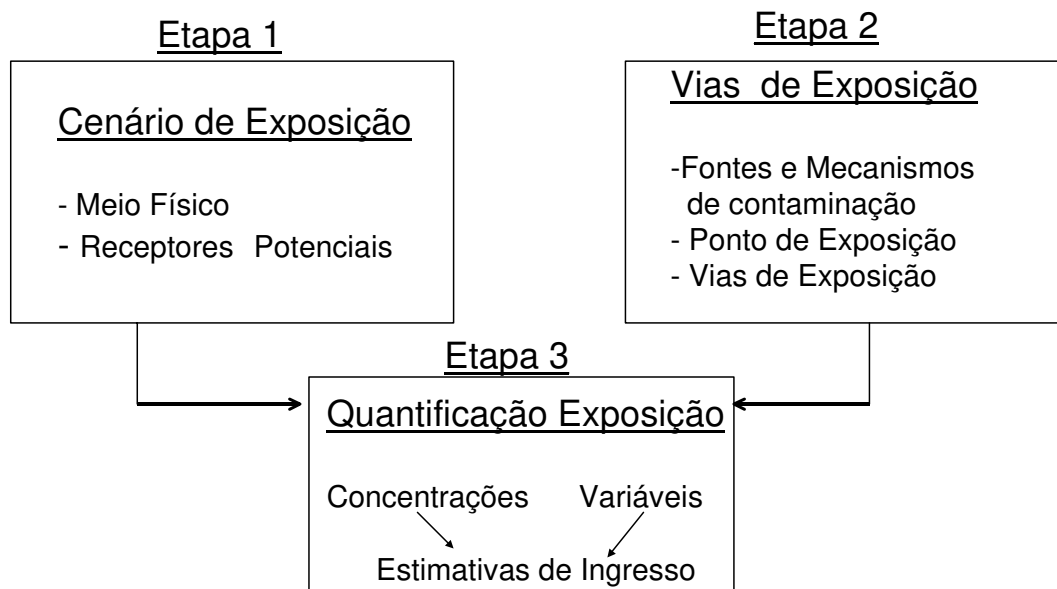
A literatura (*Clean Water Act – Priority Pollutants*, CERCLA – *Hazardous Substance List*, Valores Orientadores do Estado de São Paulo – CETESB) cita como os compostos que mais se encontram em áreas contaminadas como sendo :

- Metais prioritários: antimônio, arsênio, berílio, cádmio, cromo, cobre, chumbo, mercúrio, níquel, selênio, prata, tálio e zinco.
- Compostos inorgânicos tais como cianetos, fluoretos, brometos
- Compostos orgânicos como pesticidas, PAH (hidrocarbonetos poliaromáticos), hidrocarbonetos clorados

4.4.2 Avaliação da Exposição

A etapa de Avaliação da Exposição tem como objetivo determinar a magnitude dos níveis de exposição humana real e potenciais (presente e futura) associados à frequência, à duração da exposição e às vias de exposição.

A estruturação da Avaliação da Exposição está baseada em três etapas principais, conforme ilustrado pela figura 4.7 .



Fonte: U.S.EPA (1989a)

Figura 4.7: Etapas para avaliação da exposição

4.4.2.1 Cenário de Exposição

Essa etapa visa a caracterização da área com respeito às características físicas (meio físico) assim como aquelas associadas aos receptores potenciais presentes na área ou nas suas vizinhanças.

Segundo U.S.EPA (1989a), as propriedades relevantes do meio físico incluem características relacionadas ao clima e meteorologia, à pedologia, hidrogeologia, hidrologia e vegetação.

Para a população potencialmente exposta devem ser considerados aspectos como :

- Localização em relação à área (interna e nas vizinhanças);
- Uso do solo (residencial, industrial ou agrícola) atual e futuro;
- Identificação de sub-grupos sensíveis (crianças, idosos, mulheres grávidas);
- Tipos de atividades desenvolvidas pelos receptores potenciais.

Como resultado dessa etapa, deve-se identificar todas as atividades humanas na área permitindo que a avaliação seja feita considerando o cenário real de exposição. Essa etapa de definição do modelo conceitual de exposição é primordial. Um estudo com dados insuficientes pode conduzir a uma definição imprecisa da população alvo, resultando em uma má definição das vias de exposição.

4.4.2.2 Vias de Exposição

Na avaliação da exposição humana, a emissão, as vias e taxas de liberação do contaminante são determinadas para estimar a concentração e a dose às quais a população humana está ou pode estar exposta.

Segundo Rikken e Lijzen (2004), essas vias podem ser diretas e ou indiretas. A via de exposição é direta quando não há etapas intermediárias entre a fonte e o ponto de exposição. Um exemplo de exposição direta é a inalação de vapores tóxicos a partir da volatilização da substância presente na fonte de contaminação.

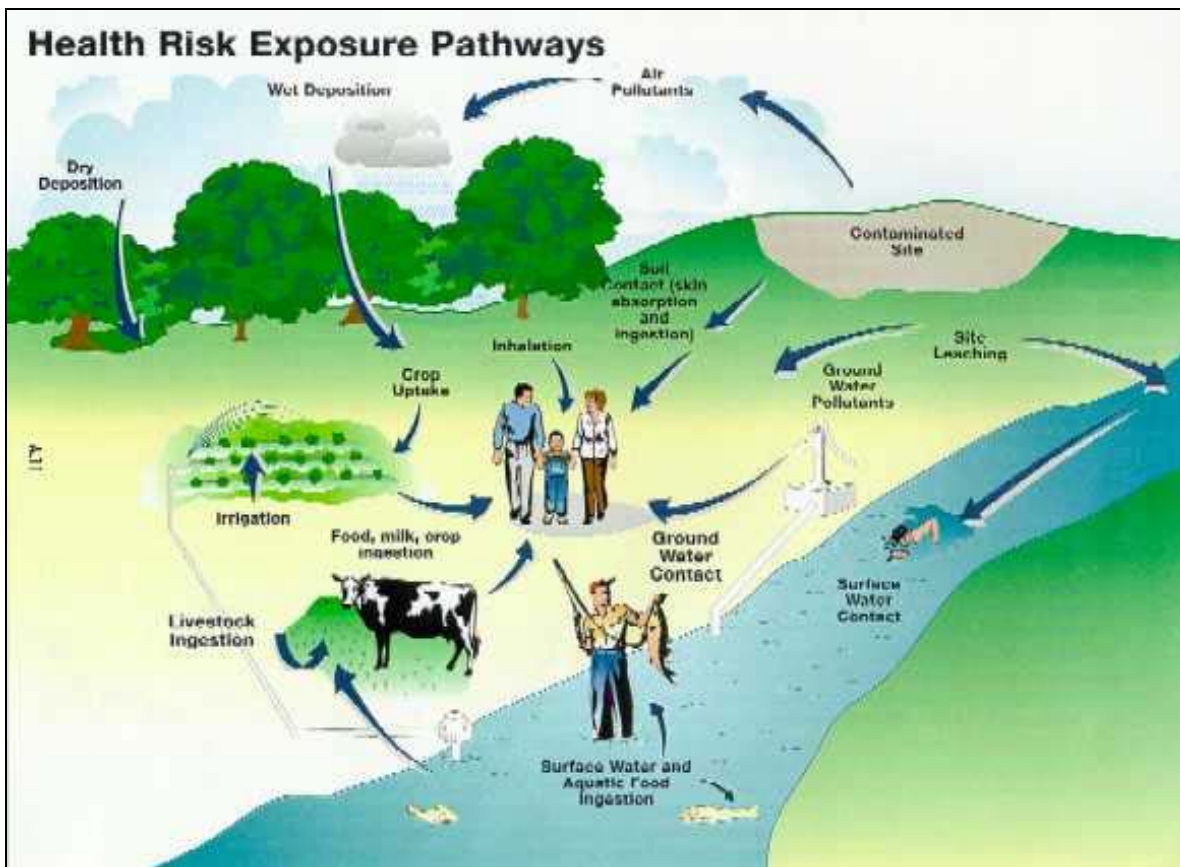
A exposição é indireta quando a substância ou contaminante passa através de meios diferentes, no qual tem, pelo menos, uma etapa intermediária de liberação ou biotransformação, entre a fonte e o ponto de exposição. Um exemplo de exposição indireta é a ingestão de alimentos que foram produzidos em uma área contaminada ou a ingestão de água subterrânea devido à infiltração do contaminante através da zona não saturada.

Segundo U.S.EPA (1989a), as vias de exposição podem ser caracterizadas por quatro pontos principais :

1. Fonte;

2. Mecanismos de transporte do contaminante no meio afetado (solo, ar e água);
3. Ponto de exposição;
4. Via de ingresso relativa ao ponto de exposição (ingestão de água e alimentos, inalação e contato).

A representação esquemática desses mecanismos é ilustrada pela figura 4.8:



Fonte: USACE (2003)

Figura 4.8: Multiplicidade das vias de exposição presentes em uma área contaminada

Essa ilustração sintetiza como a presença de uma área contaminada pode afetar a qualidade do solo, do subsolo, das águas superficiais, a qualidade do ar, a cadeia alimentar e através da exposição direta ou indireta, atingir a flora, fauna e o homem.

Em função do cenário de ocupação, algumas vias de exposição são mais relevantes que outras, como apresentado na tabela 4.5.

Tabela 4.5: Matriz das vias potenciais de exposição em função do cenário de exposição

Vias de Exposição	CENÁRIO DE EXPOSIÇÃO		
	Industrial	Residencial	Agrícola
Água Subterrânea:			
Ingestão	A	E	E
Contato Dérmico	A	E	E
Água Superficial:			
Ingestão	A	E	E, C
Contato Dérmico	A	E	E, C
Sedimento:			
Ingestão Acidental	A	C	C
Contato Dérmico	A	C	C
Ar:			
Inalação de Vapores:			
Ambiente Interno	A	E	E
Ambiente Externo	A	E	E
Inalação de Material Particulado:			
Ambiente Interno	A	E	I
Solo / Poeiras:			
Ingestão Acidental	A	E, C	E, A
Contato Dérmico	A	E, C	E, A

E – Exposição durante toda a vida

C – Exposição em crianças pode ser significativamente maior que para adultos

A – Exposição para adultos (mais provável durante atividades ocupacionais)

I – Via improvável de exposição para a população

Fonte: U.S.EPA(1989a)

Observam-se algumas diferenças na exposição potencial em função do cenário principalmente para crianças. Por exemplo, no cenário residencial não se considera a possibilidade de crianças estarem expostas às águas superficiais, enquanto que esse evento pode ser importante para o cenário agrícola, onde é provável que essa exposição ocorra através da natação. O tipo da fonte, a sua origem, associadas às

propriedades físico-químicas do contaminante determina o meio receptor e as vias de exposição preferenciais, permitindo traçar o cenário de exposição

Para áreas com contaminação do solo e da água subterrânea, as vias de ingresso no organismo são de três tipos: ingestão, inalação e contato dérmico.

Essas vias de ingresso são mostradas na tabela 4.6, de acordo com os pontos de exposição mais comuns.

Tabela 4.6: Vias de Ingresso e potenciais vias de exposição

VIAS DE INGRESSO	PONTOS DE EXPOSIÇÃO
INGESTÃO	Água subterrânea
	Solo
	Água superficial
	Material em suspensão
	Poeira
	Legumes
	Solo por ingestão de legumes
	Carnes e laticínios
	Ovos
	Peixes
INALAÇÃO	Ambiente interno (local fechado)
	Ambiente externo
	Direto do solo
	Vapores durante o banho
CONTATO DÉRMICO	Solo
	Água superficial
	Poeira
	Água - durante o banho
	Água subterrânea

Fonte: U.S.EPA (1989a)

4.4.2.3 Quantificação da Exposição

A quantificação da exposição consiste na determinação da massa de contaminante que ingressa no receptor, denominada dose de ingresso ou dose diária de exposição, considerando as concentrações do contaminante nas diferentes vias de ingresso e as condições do receptor exposto à contaminação.

A quantificação da exposição pode ser dividida em duas etapas:

- Estimativa das concentrações de exposição
- Cálculo da dose de ingresso

A concentração de exposição refere-se à quantificação do composto em um determinado meio físico (solo, águas ou ar) e pode ser obtida por medição no ponto de exposição ou através de modelos matemáticos que fazem a extrapolação dos dados.

O cálculo da dose diária de exposição ou dose de ingresso corresponde à quantificação do composto de interesse que potencialmente ingressa no organismo humano por uma determinada via de exposição, cuja equação geral é mostrada abaixo;

$$I = \frac{Cs \times TC \times FE \times DE}{PC \times PE}$$

Onde:

I = Taxa de Ingresso (mg/kg-dia)

C_s = Concentração da substância no meio em estudo (mg/kg ou mg/L)

TC = Taxa de Contato (kg/dia ou L/dia)

FE = Frequência de Exposição (dias/ano)

DE = Duração de Exposição (ano)

PC = Peso Corpóreo (kg)

PE – Período Médio de Exposição (Dias)

A dose de ingresso deve ser calculada para cada cenário de exposição, considerando as diferentes vias de ingresso e o tipo de receptor exposto. Para o cálculo

da dose de ingresso total que atinge o receptor é necessário somar todas as doses de ingresso calculadas para cada via de exposição e também para cada cenário existente.

$$I_{\text{cenário}} = \sum I_{\text{vias de ingress}}$$

$$I_{\text{total}} = \sum I_{\text{cenários}}$$

U.S.EPA (1989a) propõe uma serie de equações para o cálculo da dose de ingresso em função dos parâmetros de exposição e da concentração da substância.

Essas equações utilizam três categorias de variáveis para quantificar a dose de ingresso, a saber:

- Concentração de exposição (medida ou estimada);
- Variáveis associadas à exposição da população - doses de contato dérmico, de ingestão, de inalação, a superfície corpórea e o peso corpóreo;
- Variáveis temporais - Frequência de exposição (FE), a duração da exposição (DE) e período de exposição (PE).

As variáveis temporais e aquelas associadas à população, aqui denominados de fatores de exposição, estão diretamente relacionadas ao receptor e ao cenário de exposição aplicado em cada caso em estudo. Em função das suas particularidades, seus valores podem variar de acordo com a população avaliada. Entretanto, dados gerais estatisticamente consolidados, muitas vezes disponíveis em bancos de dados institucionais, podem ser aplicados em diferentes casos, desde que haja uma avaliação de sua confiabilidade e influência no resultado final. Esses dados gerais são geralmente utilizados no cálculo de valores orientadores no gerenciamento de uma área contaminada.

4.4.3 Análise da Toxicidade

Segundo U.S.EPA (1989a) a análise da toxicidade é composta por duas etapas:

- 1 – Identificação do perigo potencial do composto – *Envolve a caracterização da natureza e intensidade do efeito, com base em evidências científicas sobre o potencial de uma substância química causar efeitos adversos à saúde (carcinogênicos e não*

carcinogênicos) em humanos. (CETESB 2003). Para INERIS (2000) essa etapa consiste na identificação dos efeitos indesejados que uma substância química é intrinsecamente capaz de provocar nos homens ligados à natureza e também a força das provas de causalidades entre a substância e o efeito induzido.

Segundo INERIS(2000), os perigos associado às substâncias químicas presentes em áreas contaminadas devem-se aos potenciais efeitos indesejáveis que essas substâncias são capazes de provocar no receptor. Eles são ligados às características intrínsecas das substâncias e distinguem-se:

- ❖ Perigos de ordem física: Produtos asfixiantes, combustíveis, explosivos, inflamáveis, reativos, etc.;
- ❖ Perigos de ordem toxicológica: Pelos efeitos tóxicos agudos, crônicos, efeitos cancerígenos, efeitos sistêmicos, efeitos mutagênicos e efeitos sob a reprodução e sob o desenvolvimento dos seres vivos.

2 – Avaliação da dose resposta – Objetiva definir a relação quantitativa entre a dose ou concentração administrada/absorvida e a incidência do efeito deletério na população exposta definindo os valores toxicológicos de referência.

Para substâncias não cancerígenas, o efeito delétero aparece a partir de uma determinada concentração de exposição. Os valores de toxicológicos de referência são denominados dose de referencia (RfD para a via oral) e concentração de referência (RfC para a via inalação), que correspondem a níveis de exposição sem risco apreciáveis de efeitos delétero para o homem.

Para substâncias cancerígenas, não há um nível de exposição sem risco. Os valores de toxicológicos de referência são expressos sob a forma do excesso de risco unitário (ERU: ERUo para a via oral e ERUi para a via de inalação), que são a relação entre o nível de exposição e o risco de desenvolver o efeito cancerígeno.

As principais fontes de informações para obtenção dos valores toxicológicos de referência são bancos de dados internacionais, tais como:

- Integrated Risk Information System (IRIS)
- Health Effects Assessment Summary Tables (HEAST)
- Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (ATSDR)
- Hazardous Substances Databank (HSDB)
- International Uniform Chemical Information Database (IUCLID)

- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)

A U.S.EPA (1989a) observa que os dados do IRIS são os mais referenciados devido ao fato de serem atualizados mensalmente. Salienta-se que outra fonte deve ser consultada somente quando não houver informação no IRIS.

Para compostos considerados carcinogênicos, o fator de carcinogenicidade e o peso da evidência de câncer são os dados mais comumente utilizados para avaliar o potencial do risco cancerígeno humano. U.S.EPA (1989a) adota a classificação das substâncias em função do potencial de carcinogenicidade. A evidência é caracterizada separadamente para estudos com humanos e estudos com animais, sendo classificado como suficiente (A), limitado (B), inadequado (C), sem dados (D), ou evidência de nenhum efeito (E), conforme mostrado na tabela 4.7.

Tabela 4.7: Classificação para carcinogenicidade proposta por U.S.EPA

Grupo	Descrição
A	Carcinogênico humano
B1 ou B2	Provável carcinogênico humano B1 indica que os dados para humanos são limitados B2 indica que os dados são suficientes para evidência em animais e insuficientes para humanos
C	Possível carcinogenicidade para humanos
D	Não classificado como carcinogenicidade para humanos
E	Evidências de não carcinogenicidade para humanos

Fonte: U.S.EPA(1989a)

Segundo INERIS (2000), os valores de referência toxicológica, apresentados por diferentes organismos internacionais para substâncias não carcinogênicas, estão associados aos diferentes tipos de exposição:

- Exposição aguda corresponde a uma exposição de alguns segundos a alguns dias;
- Exposição subcrônica é uma exposição entre alguns dias a alguns anos;
- Exposição crônica é uma exposição de muitos anos ou a vida inteira.

Segundo U.S.EPA (1989a), a exposição máxima razoável (RME) é definida como sendo a máxima exposição esperada que ocorra na área. Observa-se também que,

muitas vezes, a determinação dessa “exposição” não pode ser baseada somente em informações quantitativas, requerendo um julgamento profissional.

CETESB (2003) adota para exposição subcrônica eventos de curta duração e exposição simples, e para Exposição Crônica considera eventos que variam entre 7 anos e a vida inteira, de forma similar ao conceito adotado por U.S.EPA (1989a).

U.S.EPA (1989a) observa que o fator de carcinogenicidade (Sf) e das unidades de risco são estimados considerando o tempo de exposição equivalente à expectativa de vida e os fatores de exposição baseados em adultos (especificamente, peso corpóreo, taxa de inalação e de ingestão de água). Quando esses fatores são usados para condições de exposição inferiores, deve ser feito um ajuste nos valores de toxicidade considerando as diferenças entre crianças e adultos.

Segundo INERIS (2000) diversos organismos internacionais realizam trabalhos de avaliação toxicológica, mas não utilizam necessariamente as mesmas denominações para unidades de riscos. A U.S.EPA utiliza as noções de dose de referência (Reference Dose: RfDo) para designar a dose diária tolerável associada a uma exposição pela via oral e de maneira equivalente uma concentração de referência (RfDi) para exposição associadas à via respiratória. Para ATSDR o acrônimo correspondente a RfD é o MRL (Maximum Reasonable Level).

4.4.4 Quantificação do Risco

O risco potencial deve ser quantificado considerando as vias de ingresso identificadas para cada substância em estudo e a classificação toxicológica da mesma (efeitos carcinogênicos ou não carcinogênicos).

A estimativa do potencial do risco de câncer é feita com o dado toxicológico denominado fator de carcinogenicidade (Sf – Slope Factor), enquanto que para determinar o potencial de efeito adverso não carcinogênico, usa-se a dose de referência (RfD).

Os valores de Sf e RfD são estabelecidos em função da via de ingresso para a substância em questão. São resultantes de trabalhos científicos e estão sempre sendo

reavaliados em função do surgimento e do avanço de novas pesquisas que indiquem a necessidade de sua verificação (U.S.EPA 1989a e Cunha 1997).

4.4.4.1 Risco Carcinogênico

O risco de câncer (RC) representa a probabilidade de desenvolvimento do câncer no decorrer de uma vida, quando exposto a uma determinada concentração de uma substância potencialmente cancerígena.

Para substâncias classificadas como carcinogênicas, o risco é quantificado pela seguinte equação:

$$Risco = In \times Sf$$

Onde:

Risco : Risco Carcinogênico (adimensional)

In : Dose de Ingresso para o cenário “n” (mg/kg.dia)

Sf : Fator de Carcinogenicidade (mg/kg.dia)⁻¹

O critério de aceitabilidade adotado pela U.S.EPA (1989a) e CETESB (2003) é:

- Maior que 10⁻⁴: Risco inaceitável
- Entre 10⁻⁶ e 10⁻⁴: Risco passível de aceitação
- Menor que 10⁻⁶: Risco desprezível

CETESB (2001), na determinação dos valores de intervenção em solos, utilizou como critério, o valor de risco de 10⁻⁴.

4.4.4.2 Risco Não Carcinogênico

Para compostos não carcinogênicos, estima-se um nível de exposição diária que representa uma dose segura para não ocorrer efeitos deletérios à saúde humana.

Para substâncias classificadas como não-carcinogênicas, o risco é quantificado pela razão entre a taxa de ingresso no receptor e a sua dose de referência como mostra a equação:

$$HQ = \frac{In}{RfDi}$$

Onde:

HQ : Quociente de Risco (adimensional)

In : Dose de Ingresso para o cenário “n” (mg/kg.dia)

$RfDi$ Dose de Referência para a via de ingresso (mg/kg.dia)

O critério de aceitabilidade é baseado no quociente de risco (HQ), onde esse risco total da rota de exposição tem que ser inferior a 1 (um), indicando não ser esperado efeito adverso à saúde. Valor superior a 1 (um) denota que possíveis efeitos adversos podem ocorrer devido à exposição àquela substância avaliada.

Na presença de múltiplas substâncias, o risco de cada substância é determinado isoladamente, e depois, por somatória, calcula-se o risco total.

5 MODELOS MATEMÁTICOS

Com base nas equações para quantificação da exposição desenvolvidas por U.S.EPA (1989a), diversos modelos matemáticos foram desenvolvidos e disponibilizados. Nesses modelos, as equações básicas são as mesmas, mas alguns são mais flexíveis, incluindo outras vias de ingresso, permitindo modificações nas equações e ou alterações dos fatores de exposição como mostrado pela tabela 5.1.

Tabela 5.1: Comparação entre modelos matemáticos de multivias de exposição

Características	Modelos							
	CSOIL	ROME	HESP	RISC-HUMAN	CLEA 2002	RBCA Tool Kit	RISC 4	CALTOX
Equações Modificáveis	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Parâmetros Modificáveis	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Número de Vias de Exposição	14	7	16	17	9	9	9	13
Biodegradação	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Alvo	Crianças-Adultos	Crianças-Adultos	Crianças-Adultos	Crianças-Adultos	Crianças-Adultos	Adulto	Crianças-Adultos	Adulto
Diferenciação entre Homens e Mulheres	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Pais Origem	Holanda	Italia	Holanda	Holanda	Reino Unido	USA	USA	USA

Fonte: NICOLE (2004)

Alguns modelos privilegiam mais a exposição indireta que a direta e incluem a quantificação de ingresso através de exposições diferentes, como ilustrado pela tabela 5.2.

Tabela 5.2: Vias de exposição contemplada pelos diferentes modelos matemáticos

VIA DE EXPOSIÇÃO	MODELOS			
	CSOIL	HESP	RISC HUMAN	RBCA
INDIRETA				
Ingestão de Produtos Caseiros	+	+	+	+
Ingestão de solo via produtos caseiros	-	-	-	-
Ingestão de Água Potável	+	-	-	-
Ingestão de Água Subterrânea	+	+	+	+
Ingestão de Água Superficial	-	-	+	+
Ingestão de Contaminantes durante o banho	-	-	-	-
Inalação de Vapores durante o banho	+	-	-	-
Contato Dérmico com água durante o Banho/chuveiro	+	+	+	-
Contato Dérmico com água durante o Banho/banheira	-	+	+	-
Contato Dérmico com água Superficial	-	+	+	-
Contato Dérmico com Águas Subterrâneas	-	-	-	-
Ingestão de Vegetais	+			
Ingestão de Peixes	-	+	+	+
Ingestão de Leite	-	+	+	-
Ingestão de Carnes	-	+	+	-
DIRETA				
Ingestão de Partículas de Solo (Ambiente Externo)	+	+	+	+
Ingestão de Partículas de Solo / Poeiras (Ambiente Interno)	+	+	+	+
Contato Dérmico com solo (Ambiente Externo)	+	+	+	+
Contato Dérmico com solo/Poeiras (Ambiente Interno)	+	+	+	+
Inalação de Partículas de Solo /poeiras (Ambiente Externo)	+	+	+	-
Inalação de Partículas de Solo /poeiras (Ambiente Interno)	+	+	+	-
Inalação de Vapores (Ambiente Externo)	+	+	+	+
Inalação de Vapores (Ambiente Interno)	+	+	+	+

Legenda: + considerado no modelo

- não considerado no modelo

Segundo RIVM (2004), o modelo CSOIL foi desenvolvido na Holanda para quantificar a exposição humana por substâncias através de diferentes vias de exposição, relevantes no caso de poluição do solo. A exposição humana é calculada usando um cenário padronizado em todas as vias de exposição possíveis para uma situação residencial. CETESB (2001) utilizou o modelo CSOIL para derivação dos valores de orientadores para o Estado de São Paulo.

6 AVALIAÇÃO DO RISCO À SAÚDE HUMANA – ESTADO DE SÃO PAULO

No Estado de São Paulo, a Avaliação do Risco é uma ferramenta fundamental no gerenciamento de áreas contaminadas, seja na definição de uma área contaminada assim como no processo de remediação.

A Avaliação do Risco foi o instrumento utilizado pela CETESB (2001) na determinação dos valores de intervenção para solos, que são os valores orientadores atualmente utilizados para a classificação de uma área como contaminada. Nesse processo, CETESB (2001) utilizou um modelo matemático denominado CSOIL, cujo fundamento de cálculo também é baseado nas equações desenvolvidas por U.S.EPA (1989a).

No processo de remediação do Sistema de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, a Avaliação do Risco é utilizada para determinar as medidas corretivas necessárias em uma área contaminada. A metodologia colocada para discussão pública por CETESB (2003) para essa atividade, que compõe o capítulo 9000 “Avaliação do Risco à Saúde Humana”, dando continuidade ao “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas” (CETESB 1999), é também baseada em U.S.EPA (1989a).

Da mesma forma, o procedimento para ações corretivas baseadas em risco (ACBR) à saúde humana, desenvolvido pela Câmara Ambiental do Comércio e Derivados de Petróleo (CACDP, 2004), voltado ao processo de gerenciamento da contaminação em postos de serviços e outras atividades afins, também se baseia em análise do risco para a tomada de decisões na remediação de uma área contaminada por derivados de petróleo.

7 PARÂMETROS EXPOSICIONAIS

Segundo INERIS (2000) os parâmetros exposicionais (quer sejam os parâmetros ambientais influenciados pelos fenômenos físico-químicos quer sejam pelos fatores ligados aos indivíduos, utilizados no modelamento) estão intrinsecamente associados a uma variabilidade e incerteza. A variabilidade está ligada à diversidade dos casos e de situações que implicam em valores diferentes para o parâmetro. A incerteza deve-se à falta de conhecimento pleno de todas as implicações que constituem um determinado parâmetro. Três tipos de variabilidade podem ser identificadas:

- Variabilidade espacial (concentração no ponto de exposição);
- Variabilidade no tempo (Taxa de Contato, Frequência e o Período de Exposição);
- Variabilidade entre indivíduos (homens, mulheres, mulheres grávidas, crianças);

INERIS (2000) observa também o fato das variações entre parâmetros não serem necessariamente independentes. A título de exemplo, a variável “tempo na área externa” pode estar ligada à variável “temperatura externa” assim como, a variável “quantidade de alimentos ingerida por um indivíduo” não é independente do “peso corpóreo”.

As fontes de incertezas aos parâmetros estão ligadas à:

- Medida, amostragem;
- Variabilidade dos parâmetros.

Fatores associados aos indivíduos geram incertezas, por exemplo, para o caso onde seja necessário utilizar a média ou a mediana. A incerteza associada à avaliação da média ou da mediana dependerá da variabilidade do parâmetro e do tamanho da amostragem.

De uma maneira geral, os parâmetros específicos da área em estudo são preferíveis que os valores bibliográficos quando da determinação ou da avaliação do risco em um cenário real. Quando os dados sobre o período de exposição da população presente na área contaminada estiverem disponíveis, eles serão preferíveis aos dados de uma população em geral.

Entretanto, para a derivação de valores orientadores genéricos, os fatores de exposição devem ser representativos de toda uma população. Quanto maior o universo da amostragem, melhor a representatividade do parâmetro.

Na tabela 7.1 foram consolidados os fatores de exposição utilizados ou recomendados nos Estados Unidos (EPA, American Society for Testing and Material (ASTM)), Holanda, Inglaterra, Brasil, Estado de São Paulo e pela WHO. Nessa tabela foram selecionados os principais fatores de exposição, mais representativos em uma avaliação do risco. Para o Estado de São Paulo foram relacionados os fatores de exposição utilizados na determinação dos valores orientadores (CETESB, 2001) e os utilizados por CACDP (2004).

Tabela 7.1 - Valores de fatores de exposição utilizados em diversos países e no Estado de São Paulo

FATOR DE EXPOSIÇÃO	Unid.	USEPA(1989a)		USEPA(1997a)		ASTM(2000)		USEPA(2001b)			ODEQ(1999)(3)		CCME(2005)		RIVM(2001a)		REINO UNIDO (i)		WHO(1994)		CETESB(2001)						CACDP (2004) - ACBR			
		RESIDENCIAL				RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	Residencial		Industrial	Residencial		Industrial	(g)		RESIDENCIAL		(j)		RESIDENCIAL		RESIDENCIAL		INDUSTRIAL		AGRÍCOLA		RESIDENCIAL		INDUSTRIAL
Taxa de Ingestão		ADULTO	CRIANÇA	ADULTO	CRIANÇA	ADULTO	ADULTO	ADULTO	CRIANÇA (a)	ADULTO	ADULTO	CRIANÇA	ADULTO	ADULTO	CRIANÇA	ADULTO	CRIANÇA (b)	ADULTO	CRIANÇA	ADULTO	CRIANÇA	ADULTO	CRIANÇA	ADULTO	CRIANÇA	ADULTO	CRIANÇA	ADULTO	CRIANÇA	ADULTO
- Água Potável	L/dia	2	1	1,4	1	2	1	2		2	2,3	1,5	2,3	1,5	0,6 (g)	2	1			2	75	1	1	1	0,5	2	1	2		1
- Frutas	g/dia	Variável(a)		244							357	76,5							325											
- Vegetais				307							448	96		137	67	139	58,3					20	15	5	3,8	40	30			
- Tubérculos														188	105	122	59,5			225		20	15	4,2	3,4	40	30			
- Carnes				150							245	52,5		166	86					125										
- Lactícínios				572							574	52,5		286	592					360										
- Grãos				294										222	168															
-Leite Materno	ml/dia				742																									
- Peixes	g/dia	132		20							63	16,5		111	56				23											
- Solo	mg/dia	100	200(b)	50	100	100	50	100	200	50	100	400	100	20	80	50	100	60	100	20		100	200	50	100	150	300	100	200	50
Taxa de Inalação	m3/dia	20	Variável(a)		8,7 (c)	15 - 20 (e)	20	20	20	20	15,2	8,3	15,2	15,8	9,3	19,92	7,68	20	10	22	15	22	15	22	15	22	15	15 - 20 (j)		20 (j)
- Homem				15,2																										
- Mulher				11,3																										
-Partículas	kg/h													5,00E-10	2,90E-10	3,50E-08	1,30E-08													
Superfície Corpórea	m2																													
- Superfície Corpórea Total					0,78 (d)											1,8	0,95		0,8			1,66	0,95	1,66	0,95	1,66	0,95			
Homens		1,94	Variável(a)	1,94														1,94												
Mulheres		1,69		1,69						2,2	0,73							1,8												
- Superfície Corpórea Parcial																											0,32	0,2	0,32	
Braços		0,23	Variável(a)	Variável (a)	Variável (a)																									
Mãos		0,082											0,089	0,043																
Pernas		0,55																												
Contato com solo e poeiras		1,8	Variável(a)							0,57	0,28		0,69	0,5	0,41	0,25	0,26			0,36	0,41			0,86	0,32	0,2	0,14	0,09	0,32	
Peso Corpóreo	kg	70	16(b)	71,8	Variável (a)	70	70	70	15	Variável	70	15		70,7	16,5	70	15		Variável	60	10	60	15	60	15	60	15			
Homem				78,1														81,9									68		68	
Mulher				65,4														71,1												
Expectativa de Vida	anos	70		75				70		70	70	70		70				70	70			24	6	25	6	58	6	68		68

Legenda :

(a) - Consultar Tabelas específicas da USEPA(1997a)

(b) - Para crianças na Faixa etária de 1 a 6 anos

(c) - Para crianças na Faixa etária de 1 a 12 anos

(d) - Para crianças na Faixa etária de 3 a 6 anos

(e) - Ambiente interno e externo respectivamente

(f) - Aplicado para os cenários residencial/ industrial e agrícola

(g) - Para crianças na Faixa Etária entre 7 meses e 4 anos

(i) - Fonte CLEA 2002

(j) Parametros aplicados para os cenários Residencial / Industrial e Agrícola

7.1 Fatores de Exposição Adotados por U.S.EPA

Nos EUA foram encontrados valores para os fatores de exposição em U.S.EPA (1989a), que definiram as bases para a metodologia de Avaliação do Risco, inclusive para o Estado de São Paulo. Alguns parâmetros também foram levantados em ODEQ (1999), que trata do sistema de decisões baseado no risco em áreas com tanques enterrados, e em ASTM (2000), que define os padrões para as ações corretivas baseadas em risco.

Os valores que foram muito utilizados e que também serviram de base para os valores sugeridos ou adotados por CETESB (2001) e CETESB (2003) vêm de U.S.EPA (1989a).

Um importante estudo dos fatores exposicionais foi realizado por U.S.EPA (1989a) e atualizado por U.S.EPA (1997a), cujos resultados estão consolidados na publicação denominada “*Exposure Factors Handbook*”, composta por três volumes que tratam dos fatores gerais, consumo de frutas e vegetais e fatores de atividade. Esse estudo, desenvolvido com base na população americana, traz valores para os fatores exposicionais detalhados em função da idade, sexo, peso corpóreo, hábitos alimentares, etc. Esse compêndio é uma compilação dos dados disponíveis nas mais diferentes fontes e publicações científicas americanas, criteriosamente selecionadas com base na relevância, confiabilidade, e representatividade, conforme apresentado na tabela 7.2.

Tabela 7.2: Dados disponíveis para consulta no *Exposure Factors Handbook* de U.S.EPA (1997a)

Via Exposição	Fator de Exposição	População
INGESTÃO	Taxa de Ingestão de Água Potável	Adultos - Crianças Mulheres Grávidas “Atividades Intensas”
	Taxa de Ingestão de Frutas e Vegetais	Vários Grupos Demográficos – Idade, Região, Estação, Urbanização, Raça.
	Taxa de Ingestão de Laticínios e Carnes	
	Alimentos caseiros	
	Taxa de ingestão de Grãos	
	Taxa de Ingestão de Peixes e Mariscos	
	Taxa de Ingestão de Solo	Recém Nascidos
	Taxa de Ingestão de Leite Materno	
INALAÇÃO	Taxa de Inalação	Adultos - Crianças “Atividades Intensas”
CONTATO DÉRMICO	Superfície Corpórea	Adultos - Crianças
	Aderência de Solo	População em Geral
CARACTERÍSTICAS HUMANAS (Todas as Vias)	Peso Corpóreo	Adultos - Crianças
	Expectativa de Vida	
FATORES DE ATIVIDADES (Todas as Vias)	Atividades Padrões	Adultos - Crianças
	Mobilidade Populacional	Adultos
	Mobilidade Ocupacional	
PRODUTOS DE CONSUMO (Todas as Vias)	Frequência de Uso	Adultos
	Quantidade	
CARACTERÍSTICAS RESIDENCIAIS (Todas as Vias)	Uso de Águas	População em Geral
	Taxa de troca de ar	
	Volume da casa	
	Características Construtivas	

Fonte: (U.S.EPA. 1997a)

Os fatores de exposição obtidos por U.S.EPA (1997a) são fornecidos com a sua variabilidade estatística e com informações relativas ao grau de confiabilidade (alta, média e baixa) como mostrado na tabela 7.3.

Tabela 7.3: Confiabilidade dos fatores adotados por U.S.EPA (1997a)

FATOR DE EXPOSIÇÃO (*)	CONFIABILIDADE
Ingestão de Água	Media
Ingestão de Frutas	Média
Ingestão de Vegetais	Média
Ingestão de Carnes	Média
Ingestão de Laticínios	Média
Ingestão de Grãos	Alta
Ingestão de Peixes	Alta
Taxa de Inalação	Alta
Superfície Corpórea	Alta
Aderência de Solo	Baixa
Ingestão de Solo	Média / Baixa
Expectativa de Vida	Alta
Peso Corpóreo	Alta
Banho (Chuveiro / Banheira (Tempo/Frequência))	Alta
Natação (Tempo/Frequência)	Alta
Ambiente Externo (Tempo)	Media
Ambiente Interno (Tempo)	Média
Residência (Tempo)	Alta
Mobilidade Populacional	Media
Volume de uma Residência	Média
Troca de Ar em uma Residência	Baixa

(*) média per capita

Fonte: U.S.EPA (1997a) – modificado

O grau de confiabilidade está relacionado a diversos fatores como, por exemplo: ao número dos trabalhos consultados, acessibilidade dos dados (públicos ou restritos), a reprodutibilidade em função da metodologia utilizada, atualidade dos dados (recentes ou antigos), tamanho das amostragens (maior que 100, ou menor que 20), a

representatividade da população, variabilidade populacional, taxa de respostas das entrevistas, erros das medidas.

U.S.EPA (1997a) ressalta que os valores são sugeridos e não são obrigatórios e que a maioria desses fatores são melhores quantificados dentro da própria área, que é também a orientação colocada por INERIS (2000).

7.2 Valores Orientadores do Estado de São Paulo

No Estado de São Paulo, valores dos fatores exposicionais foram adotados para a determinação dos valores orientadores para solos e águas subterrâneas (CETESB 2001) e também são sugeridos no capítulo Avaliação do Risco do Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (CETESB 2003). A maior parte dos parâmetros foi baseada nos estudos de outros países devido à escassez de estudos nacionais.

Para estabelecer os valores orientadores, CETESB (2001) adotou alguns fatores de exposição já definidos no modelo matemático utilizado, o CSOIL, ou disponíveis na literatura internacional. Esses valores encontram-se reunidos na tabela 7.1.

- Taxa de ingestão de água

CETESB (2001) adotou para adultos o valor de 2 l/dia de U.S.EPA (1989a) e para crianças o valor de 1 l/dia baseando em dados de europeus. Estas taxas foram adotadas para o cenário agrícola e para crianças no cenário residencial. Para o cenário industrial e para adultos no cenário residencial, CETESB (op.cit.) considerou que os receptores permanecem apenas parte do tempo na área contaminada, adotando 50% do valor do cenário agrícola.

- Taxa de ingestão de solo

Para o cenário residencial, CETESB (2001) utilizou os valores de 100 e 200 mg/dia (adultos e crianças, respectivamente) obtidos em U.S.EPA (1989a), adotando metade desse valor para o cenário industrial e 1,5 vezes para o cenário agrícola.

- Taxa de inalação

Esse parâmetro quantifica a exposição por inalação, seja de ar, de partículas e de vapores durante o banho, sendo que CETESB (2001) adotou o valor da Organização Mundial da Saúde (WHO, 1994) que é de 22 m³/dia para adultos e 15 m³/dia para crianças.

- Taxa de absorção dérmica e aderência de solo

Esses parâmetros são aplicados para quantificar a exposição a compostos orgânicos que podem ser absorvidos através da pele em contato com o solo e com a água durante o banho (ducha ou imersão). CETESB (2001) adotou os valores preconizados pelo modelo CSOIL para os compostos orgânicos. Assim, a taxa de absorção dérmica utilizada foi de 0,005/hora para adultos e 0,01/hora para crianças. Para a deposição dérmica, os valores utilizados foram 0,056 mg/cm² para adultos e crianças em ambiente interno e de 3,75 mg/cm² para adultos e 0,51 mg/cm² para crianças em ambiente externo. Para compostos inorgânicos, como os metais, a taxa de absorção dérmica adotada foi igual a zero, anulando o risco por contato dérmico. Esses valores foram adotados para todos os cenários.

- Taxa de ingestão de folhas, frutos e tubérculos

Na ausência de dados nacionais, CETESB (2001) baseou-se nos dados americanos (U.S.EPA 1989a) para estimar a taxa de ingestão de alimentos, e considerando que a criança consome 75 % do volume ingerido por um adulto. Para o cenário agrícola, a taxa de ingestão de folhas, frutos e tubérculos é de 40 g/dia para adultos e 30 g/dia para crianças. Para o cenário residencial foi considerado um consumo 50% inferior em relação ao cenário agrícola. Para o cenário industrial, CETESB (op.cit.) adotou que apenas 2,5 % do consumo diário sejam provenientes de hortas e pomares da própria indústria, resultando em um consumo de 4,2 g/dia de tubérculos e 5 g/dia de folhas e frutas para o receptor adulto.

- Peso corpóreo

Para adultos (independente do sexo) CETESB (2001) utilizou dados nacionais disponíveis na época, de FIBGE-SEPLAN (1977, *in* CETESB 2001), adotando o valor médio de 60 kg. Para crianças, adotou 15 kg, que é o valor adotado no modelo CSOIL.

- Superfície corpórea

CETESB (2001) baseou-se no estudo de Bernardes (1995 *in* CETESB 2001), que calculou a superfície corpórea total em 1,66 m², considerando a população do Estado de São Paulo. Para as crianças, o valor adotado foi de 0,95 m², definido no modelo CSOIL.

Para os valores de superfície corpórea parcial, que afetam as doses de ingresso para a via através de contato dérmico, CETESB (2001) baseou-se nas áreas de cada parte do corpo contidas em U.S.EPA (1989a). Considerando as especificidades do comportamento humano em cada cenário, somou as áreas das partes do corpo assumidas como expostas tanto em ambiente interno como externo. No cenário residencial e agrícola, as mãos, braços e pernas foram considerados como expostos, com exceção para o adulto no ambiente externo do cenário agrícola, onde foi considerada apenas as mãos. No cenário industrial considerou somente a área das mãos e parte posterior do braço. Os valores adotados por CETESB (2001) encontram-se na tabela 7.1.

- Expectativa de vida

CETESB (2001) utilizou dados nacionais disponíveis na época, do Anuário Estatístico do IBGE, adotando 64 anos.

- Períodos de exposição

Semanas por anos:

CETESB (2001) cita que adotou dados do Canadian Council of Ministers of Environment (CCME) de 1996 para todos os cenários. Para os cenários agrícola e residencial considerou que a população permanece no mesmo local o ano inteiro. Para o cenário industrial considerou para adultos, 48 semanas, descontando o período correspondente às férias. Para crianças considerou presença esporádica equivalente há 5 semanas/ano

Dias por semana:

Para os cenários residencial e agrícola, CETESB (2001) adotou a semana integral (7 dias). Para o cenário industrial considerou para adultos 6 dias (descontando 1 dia para descanso) e para crianças estimou-se 1 dia por semana.

Horas de sono:

CETESB (2001) adotou para os cenários residencial e agrícola os valores de 8 e 12 horas de sono, para adultos e crianças, respectivamente. Esse fator foi considerado não aplicável para o cenário industrial.

Horas em ambiente interno e externo:

Para adultos no cenário industrial, CETESB (2001) adotou 8 h/dia em ambiente interno (jornada de trabalho no Brasil) e 2h/dia em ambiente externo. Para crianças, os valores foram 3 h/dia e 1h/dia, respectivamente. Para o cenário residencial foram adotados valores estimados considerando que os adultos trabalham fora da área, mas que as crianças permanecem, pois não estão em idade escolar. Já no cenário agrícola, foi considerado que, tanto o adulto como a criança, permanecem 24 horas na área, mas a maior parte do tempo no ambiente externo, descontando-se as horas de sono. A tabela 7.1 mostra esses valores adotados.

Horas por final de semana (ambiente interno e externo):

Para o cenário industrial (ambiente interno e externo), CETESB (2001) adotou o valor zero considerando a folga de trabalho sempre no final de semana, assim como para crianças.

Para o cenário residencial, tanto para criança como adulto, e no cenário agrícola, somente para adulto, CETESB (op.cit.) adotou um valor de 8 e 4 horas para ambiente interno e externo, respectivamente. Para crianças em ambiente interno no cenário agrícola, o valor adotado foi de 4 horas.

Anos na área contaminada

Para o cenário agrícola, CETESB (2001) adotou o dado de expectativa de vida, considerando os 6 primeiros anos de vida como criança e os 58 restantes como adulto.

Para o cenário residencial, o tempo médio de permanência foi de 30 anos, baseado em U.S.EPA (1989a), sendo 24 anos como adulto e 6 anos como criança.

Para cenário industrial foi adotado o tempo de 25 anos, correspondente ao direito de aposentadoria na época para trabalhos em áreas insalubres/perigosas.

8 AVALIAÇÃO GERAL DOS FATORES DE EXPOSIÇÃO

A tabela 7.1 fornece uma coleção de parâmetros que é a base de dados utilizados por diferentes países (Estados Unidos, Holanda, Reino Unido) e, no caso do Brasil, especificamente pelo Estado de São Paulo (CETESB 2001 e 2003), para a quantificação das doses de ingresso no processo de avaliação do risco. Complementaram-se essas informações com os dados da WHO (1994) e do IBGE (2004 a,b e c). Alguns desses parâmetros são de utilização universal (como, por exemplo, as recomendações gerais da Organização Mundial da Saúde (WHO)) e outros são mais específicos para uma determinada população em função de hábitos, costumes, etc.

A metodologia de Avaliação do Risco tem sido usada para o estabelecimento de valores orientadores e para determinação do risco real que uma área contaminada pode representar para a saúde humana e para os bens a proteger. Quando o objetivo é a derivação de valores orientadores ou de referência para solo e água subterrânea, os números envolvidos refletem necessariamente uma condição conservadora. Para determinar o risco real, a avaliação do risco deve ser feita sempre que possível, com dados coletados no campo, específicos da área de interesse.

CETESB (2001) ao estabelecer os valores orientadores para solo e águas subterrâneas para o Estado de São Paulo, mantendo o rigor da necessidade de dados conservadores, utilizou os dados disponíveis nacionais e internacionais fornecidos por fontes seguras. Os dados relativos aos fatores de exposição como expectativa de vida, peso corpóreo, superfície de contato, taxa de inalação, ingestão de solo, água e alimentos são objetos de discussão nos itens seguintes.

8.1 Expectativa de Vida

Segundo dados mais recentes publicados pelo IBGE (2004a) a expectativa de vida média do brasileiro é de 68,4 anos. Esse valor é superior àquele adotado por CETESB (2001), que utilizou o valor de 64 anos, baseado em estudos disponíveis na época.

A Câmara Ambiental do Comércio e Derivados de Petróleo (CACDP, 2004), para derivar os valores de NABR (Nível de Avaliação Baseados no Risco), utilizou o valor de 68 anos, baseado nos novos dados de IBGE.

8.2 Peso Corpóreo

As referências para peso corpóreo – adultos e crianças – em função da faixa etária são resultantes do censo que cada país, como Canadá, Estados Unidos, Reino Unido e outros realizam periodicamente. Os dados mais utilizados internacionalmente, foram publicados pela *National Center for Health Statistics* (NCHS) em 1987 (U.S.EPA 1997a) sendo também base para as recomendações de U.S.EPA (1997a). Esses valores são referenciados pela WHO e também comumente utilizados pela rede pública de saúde brasileira, como referência de dados antropométricos para avaliar o desenvolvimento corpóreo.

Com os dados disponibilizados pelo IBGE (2004a) pode-se consolidar o peso corpóreo em função da faixa etária (20 a 100 anos) para o Brasil assim como para o Estado de São Paulo separadamente. Esses dados são disponíveis para ambos os sexos e também em função da origem domiciliar (urbana ou rural).

A definição de uma faixa etária para adultos é importante para comparação com outras bases de dados e também como metodologia de trabalho. RIVM (2001a) e U.S.EPA (2001b) considera como adultos a população na faixa etária entre 20 a 70 anos, enquanto Contaminated Land Exposure Assessment (CLEA, 2002b) adota a faixa entre 16 e 59 anos. CCME (2005) considera como adultos a população maior de 20 anos. CETESB (2001) não fornece a faixa etária adotada.

Este trabalho, considerando a expectativa de vida do brasileiro e espelhando nos dados da RIVM (2001a) e U.S.EPA (2001b), adota a faixa etária para adultos como sendo de 20 a 70 anos

Para mulheres, IBGE (2004a) fornece o peso corpóreo considerando as condições de não gestantes e não lactantes, gestantes e as lactantes. Para o presente trabalho foram consolidados os dados de IBGE (2004a) para as mulheres gestantes e lactantes, respectivamente até a faixa etária de 49 anos, por abranger o maior percentual de mulheres. Os dados referentes às outras condições femininas são

apresentados a título ilustrativo e poderão ser utilizados na Avaliação do Risco em um cenário cuja exposição envolva essa categoria de mulheres. Observamos que mulheres grávidas em qualquer cenário de avaliação do risco são consideradas como receptor potencial extremamente sensível e vulnerável, devendo ser estudado em separado.

O banco de dados do IBGE (2004a) apresenta algumas limitações importantes como, por exemplo, não fornecer informações do peso corpóreo para menores de 20 anos (crianças e adolescentes), nem informações relativas ao peso da população rural para cada estado federativo.

8.2.1 População Brasileira - Adultos

As variações do peso corpóreo (valor da mediana) para a população total brasileira em função da faixa etária, considerando o local de domicílio urbano ou rural, e sexo, são mostradas pelas figuras 8.1 a 8.4, abaixo. Esses dados gerais foram obtidos através de consulta ao Banco Multidimensional de Estatísticas do IBGE.

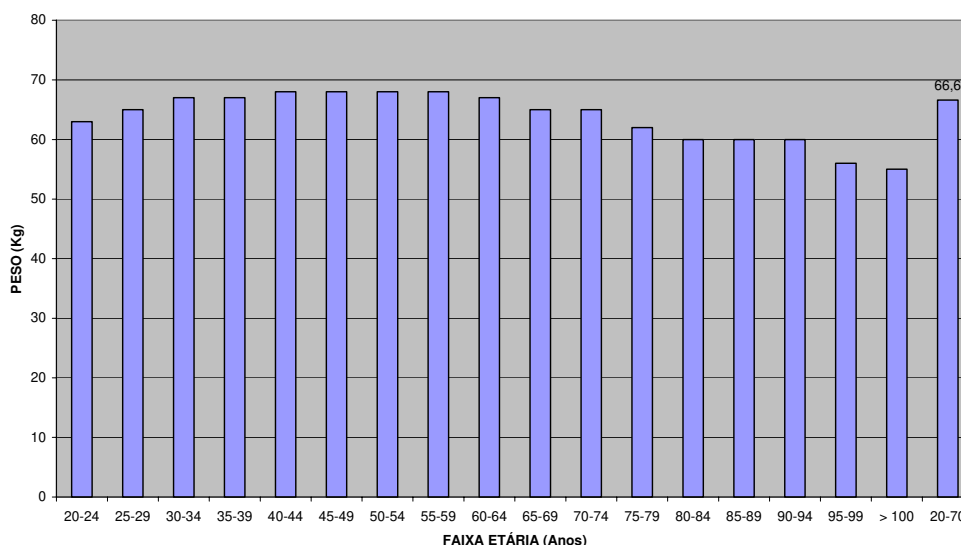
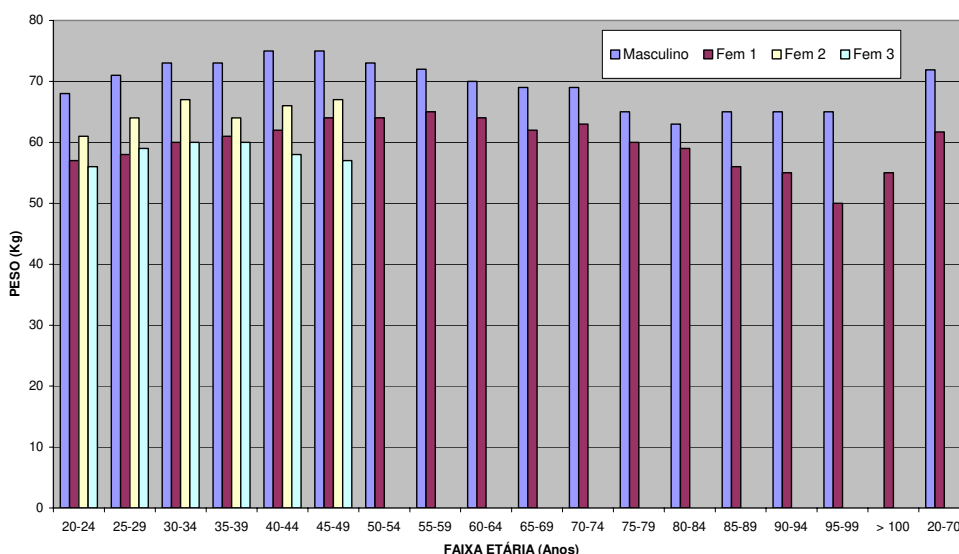


Figura 8.1: Peso corpóreo (kg) por faixa etária (anos) para o Brasil – IBGE 2004a

A figura 8.1 mostra a distribuição de peso do brasileiro, evidenciando que entre 20 e 94 anos o peso corpóreo varia entre 60 e 70 kg. Acima de 75 anos, o peso

corpóreo tem uma tendência a diminuir, constituindo em uma população mais sensível. Entretanto, levando em conta que a expectativa média de vida do brasileiro é em torno de 70 anos IBGE (2004a), o valor consolidado neste estudo considerou a faixa etária entre 20 e 70 anos. Avaliando os dados gerais da população brasileira nessa faixa etária, o peso médio é de 66,6 kg .

Entretanto, há uma diferença de peso relacionado ao sexo, cuja variação pode ser vista pela figura 8.2. As maiores diferenças são observadas na faixa etária entre 20 e 50 anos.



Legenda :

Fem 1 : Mulheres não gestantes e não lactantes

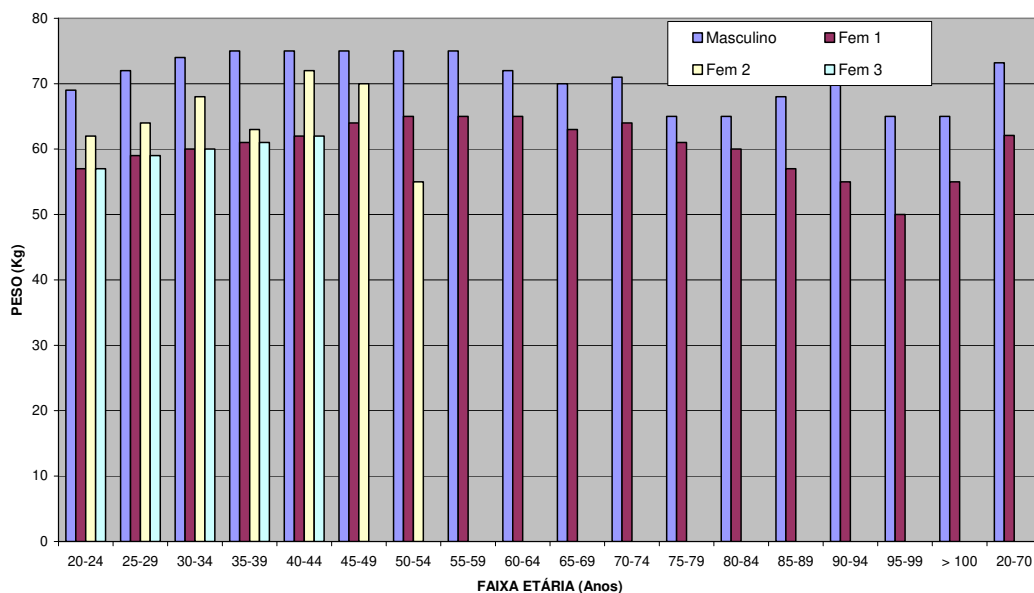
Fem 2 : Mulheres gestantes até 49 anos

Fem 3 : Mulheres lactantes até 49 anos.

Figura 8.2: Distribuição do peso corpóreo (kg) da população brasileira por faixa etária (anos) e sexo– (IBGE 2004a)

Evidencia-se que a população masculina tem peso corpóreo superior ao da feminina sendo que, para a faixa etária entre 20 e 70 anos, a diferença do peso entre os sexos é de cerca de 10 kg, ou seja de 14 %.

Essa mesma variação do peso corpóreo em função do sexo é observada também na população apenas da área urbana , como é mostrado na figura 8.3.



Legenda :

Fem 1 : Mulheres não gestantes e não lactantes

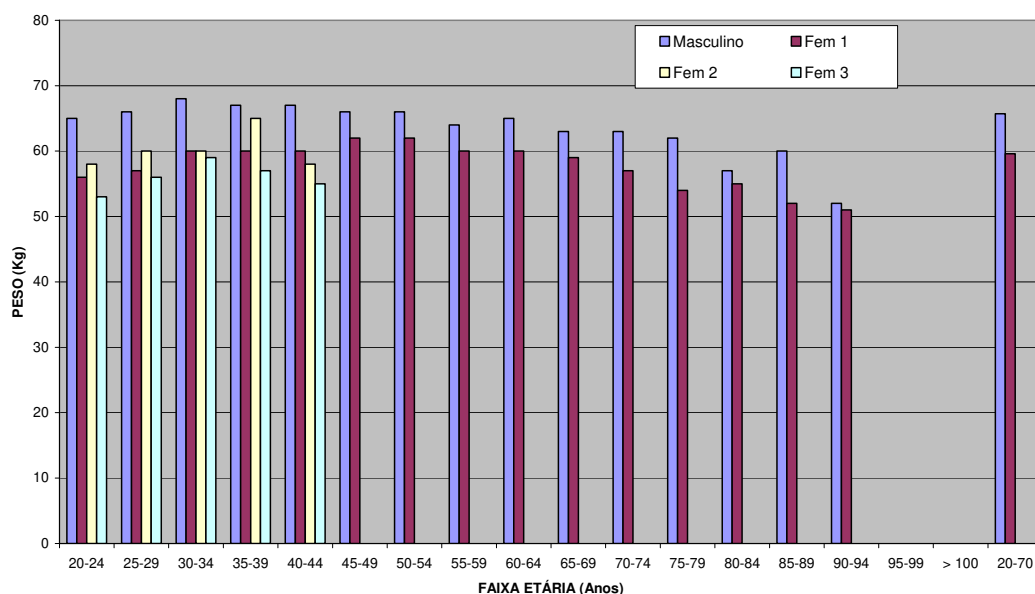
Fem 2 : Mulheres gestantes até 49 anos

Fem 3 : Mulheres lactantes até 49 anos

Figura 8.3: Distribuição do peso corpóreo (kg) da população brasileira urbana por faixa etária e por sexo (IBGE 2004a)

Tem-se a prevalência de maior peso corpóreo para a população masculina, sendo cerca de 15 % superior a feminina na faixa etária entre 20 e 70 anos. A média do peso corpóreo para a população masculina é de 73,2 kg e para a população feminina é de 62,1 kg.

Para a população rural brasileira, o peso corpóreo é relativamente menor, mas também apresenta uma variação em função do sexo, como é mostrado na figura 8.4.



Legenda :

Fem 1 : Mulheres não gestantes e não lactantes

Fem 2 : Mulheres gestantes até 49 anos

Fem 3 : Mulheres lactantes até 49 anos

Figura 8.4: :Distribuição do peso corpóreo (kg) da população brasileira rural por faixa etária e por sexo (IBGE 2004a)

O peso corpóreo médio da população rural masculina não ultrapassa os 70 kg, como é comum na população urbana, ficando com um valor médio de 65,7 kg.

Em relação à população feminina, a diferença entre rural e urbana não é tão acentuada, sendo que o valor médio para a população rural feminina é de 59,6 kg.

Entre a população rural, a população masculina também é mais pesada que as mulheres mas essa diferença é de aproximadamente 9 %, valor inferior quando comparado com a população urbana.

Dessa forma, uma avaliação global mostra que, no Brasil, a população urbana tem peso superior ao da população rural e a população masculina tem o peso superior ao da população feminina, sendo as diferenças significativas em ambas as situações.

8.2.2 População do Estado de São Paulo - Adultos

Conforme colocado anteriormente, IBGE (2004a) não disponibiliza os dados referentes à população paulista da área rural, sendo possível somente a avaliação para a população urbana.

A distribuição do peso corpóreo comparando a população urbana paulista e brasileira, pode ser vista pela figura 8.5.

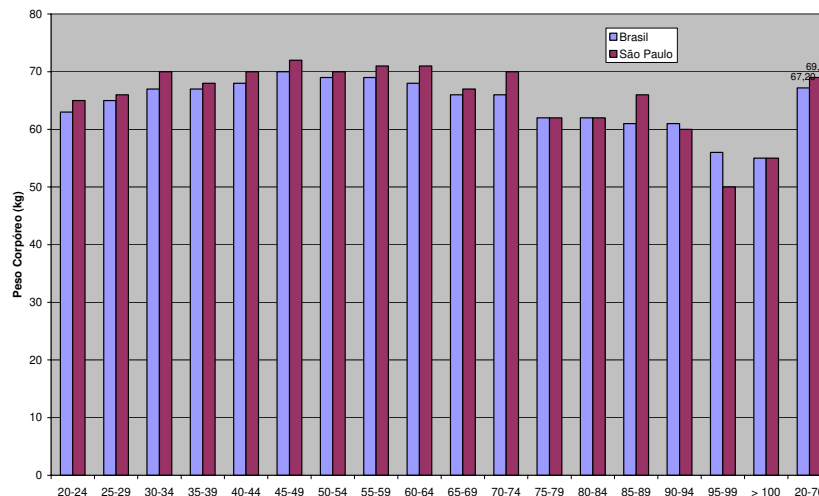
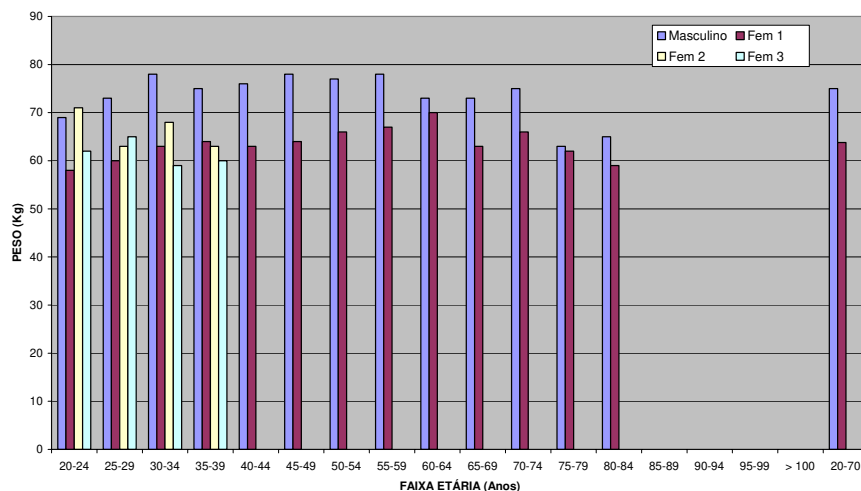


Figura 8.5: Comparação do peso corpóreo (kg) por faixa etária da população urbana brasileira e da população urbana do Estado de São Paulo(2004a)

Evidencia-se que, para a faixa etária de 20 a 70 anos, o peso corpóreo da população urbana paulista, com uma média de 69,4 kg, é superior à média da população brasileira, de 67,2 kg.

Em relação ao sexo, a variação do peso corpóreo da população urbana paulista segue a mesma tendência da população brasileira, mas na faixa etária entre 20 e 60 anos, a diferença entre os homens e mulheres é bastante acentuada, como mostra a figura 8.6.



Legenda :

Fem 1 : Mulheres não gestantes e não lactantes

Fem 2 : Mulheres gestantes até 49 anos

Fem 3 : Mulheres lactantes até 49 anos

Figura 8.6: Distribuição do peso corpóreo (kg) da população paulista urbana por faixa etária (anos) e sexo (IBGE 2004a)

Observando a faixa etária de 20 a 70 anos, considerada como adulta neste estudo, a população masculina tem o peso corpóreo médio de 75 kg, cerca de 15% superior à da população feminina, de 63,8 kg. O perfil paulista segue o do restante do Brasil onde a população masculina tem o peso corpóreo superior ao da população feminina.

A tabela 8.1 mostra o peso corpóreo médio para a população brasileira e paulista em função da condição domiciliar. Resumidamente, esses dados evidenciam as seguintes condições :

- 1 – A população brasileira urbana tem peso corpóreo superior à da população rural independente do sexo;
- 2 – A população paulista tem peso corpóreo superior à média da população brasileira independente da condição domiciliar e do sexo.

Tabela 8.1: Peso corpóreo médio (kg) para a população urbana e rural do Brasil e do Estado de São Paulo, calculado com base em dados de IBGE (2004a)

POPULAÇÃO (*)		MASCULINO	FEMININO (**)	MEDIA
BRASIL	Urbano	73,2	62,1	67,7
	Rural	65,7	59,6	62,7
SÃO PAULO	Urbano	75	63,8	69,4

(*) : População adulta adotando a faixa etária de 20 a 70 anos

(**) : População feminina correspondente as mulheres não gestantes e não lactantes

Fonte: Dados IBGE (2004a)

O peso corpóreo para a população paulista superior à média brasileira pode ser devido às grandes diferenças sócio-econômicas existentes entre os diversos estados da federação que refletem no poder aquisitivo da população e, conseqüentemente, na qualidade de vida das pessoas.

Para comparação das médias nacionais com a população americana, a título ilustrativo, foram incluídos os valores do NCHS (U.S.EPA 1997a) na tabela 8.2, abaixo.

Tabela 8.2: Comparação do peso corpóreo (kg) por faixa etária (anos) entre as populações brasileira, do Estado de São Paulo e americana

FAIXA ETÁRIA (Anos)	PESO (kg)			
	BRASIL(1)		SÃO PAULO(1)	NCHS(2)
	URBANO	RURAL	URBANO	
35 – 44	67,50	63,50	69,50	74,00
45 – 54	69,50	64,00	71,25	75,50
55 – 64	68,50	62,00	72,00	73,40
65 – 74	66,00	60,50	69,25	70,70
20 - 70	67,7	62,70	69,4	- - -
20 - 74	67,09	62,45	69,01	71,80

(1) Fonte (2004a)

(2) Fonte U.S.EPA (1997a)

Os dados acima evidenciam que para a mesma faixa etária, o peso médio da população brasileira adulta é inferior aos dados da população americana, confirmando o que era esperado em função das diferenças sócio-econômicas entre as populações.

8.2.3 Premissas para Peso Corpóreo- Adultos

Para mulheres não foram encontrados dados internacionais distinguindo o peso corpóreo em função das categorias citadas por IBGE (2004a), ou seja, mulheres não gestantes e não lactantes, gestantes e ou lactantes. No modelo de Avaliação do Risco para determinação de valores de referência, CLEA (2002) adota o peso corpóreo da mulher por considerar como um receptor crítico e U.S.EPA (1997a) adota a média do peso corpóreo entre homens e mulheres.

Também não foram encontrados dados internacionais referentes à diferença de peso entre as populações urbana e rural, mesmo entre os países como Reino Unido (CLEA,2002b) e Canadá (CCME,2005) que consideram o cenário de exposição rural em seus modelos de Avaliação do Risco. Esses países adotam um único valor de peso corpóreo independente dos cenários de exposição.

Os dados para peso corpóreo dos brasileiros indicam uma diferença importante entre a população urbana e rural. O modelo de Avaliação do Risco adotado por CETESB (2001) preconiza os cenários residencial, industrial e agrícola, que podem ser influenciados por essa diferença de peso da população.

Assim, considerando que a população industrial no Estado de São Paulo concentra-se em áreas urbanizadas, o peso corpóreo adotado para esse cenário, assim como para o cenário residencial, foi baseado no valor médio da população urbana do Estado, de 69,4 kg.

Para o cenário agrícola, não há dados disponíveis para a população rural paulista. Dessa forma, o presente trabalho optou por adotar o peso corpóreo da população rural brasileira como representativo para o cenário agrícola paulista, assumindo-se um valor de 63 kg. Essa opção pode ser considerada conservadora pois há uma tendência do peso da população paulista ser maior que a média brasileira. Nessa situação espera-se que o peso corpóreo para a população paulista rural também seja superior ao do restante da população rural brasileira.

De forma resumida, este trabalho adota, então, as seguintes premissas para consolidar o peso corpóreo dos adultos:

- ❖ População adulta - faixa de 20 a 70 anos.
- ❖ População feminina - mulheres não gestantes e não lactantes.
- ❖ População urbana - similar à população industrial.
- ❖ População rural paulista - similar à população rural do Brasil.

Com base nessas premissas, estimou-se o peso corpóreo médio para a população brasileira e paulista em função da condição domiciliar, conforme resumido pela tabela.8.1, sugerindo-se, como fator de exposição para aplicação na Avaliação do Risco no Estado de São Paulo, os valores de 69,4 kg para a população urbana e de 63 kg para a população rural.

Os dados gerais compilados do IBGE (2004a) para consolidar as informações acima, estão na tabela 8.3. e foram obtidos através de consulta ao Banco Multidimensional de Estatísticas do IBGE.

Tabela 8.3: Dados gerais de peso corpóreo (kg) por faixa etária (anos) - IBGE (2004a)

Faixa Etária	BRASIL														SÃO PAULO			
	Geral		SEXO				URBANO				RURAL				URBANO			
(Anos)	Urbana	Rural	Masculino	Fem 1	Fem 2	Fem 3	Masculino	Fem 1	Fem 2	Fem 3	Masculino	Fem 1	Fem 2	Fem 3	Masculino	Fem 1	Fem 2	Fem 3
20-24	63,0	61,0	68,0	57,0	61,0	56,0	69,0	57,0	62,0	57,0	65,0	56,0	58,0	53,0	69,0	58,0	71,0	62,0
25-29	65,0	62,0	71,0	58,0	64,0	59,0	72,0	59,0	64,0	59,0	66,0	57,0	60,0	56,0	73,0	60,0	63,0	65,0
30-34	67,0	64,0	73,0	60,0	67,0	60,0	74,0	60,0	68,0	60,0	68,0	60,0	60,0	59,0	78,0	63,0	68,0	59,0
35-39	67,0	63,0	73,0	61,0	64,0	60,0	75,0	61,0	63,0	61,0	67,0	60,0	65,0	57,0	75,0	64,0	63,0	60,0
40-44	68,0	64,0	75,0	62,0	66,0	58,0	75,0	62,0	72,0	62,0	67,0	60,0	58,0	55,0	76,0	63,0	---	93,0
45-49	70,0	64,0	75,0	64,0	67,0	57,0	75,0	64,0	70,0	---	66,0	62,0	49,0	57,0	78,0	64,0	72,0	---
50-54	69,0	64,0	73,0	64,0	58,0	62,0	75,0	65,0	55,0	---	66,0	62,0	58,0	62,0	77,0	66,0	---	---
55-59	69,0	62,0	72,0	65,0	62,0	86,0	75,0	65,0	---	---	64,0	60,0	62,0	86,0	78,0	67,0	---	---
60-64	68,0	62,0	70,0	64,0	79,0	---	72,0	65,0	79,0	---	65,0	60,0	59,0	---	73,0	70,0	---	---
65-69	66,0	61,0	69,0	62,0	70,0	64,0	70,0	63,0	70,0	64,0	63,0	59,0	---	---	73,0	63,0	---	---
70-74	66,0	60,0	69,0	63,0	64,0	64,0	71,0	64,0	64,0	64,0	63,0	57,0	---	---	75,0	66,0	---	---
75-79	62,0	59,0	65,0	60,0	79,0	---	65,0	61,0	79,0	---	62,0	54,0	---	---	63,0	62,0	---	---
80-84	62,0	56,0	63,0	59,0	---	58,0	65,0	60,0	---	---	57,0	55,0	---	---	65,0	59,0	---	---
85-89	61,0	58,0	65,0	56,0	---	62,0	68,0	57,0	---	62,0	60,0	52,0	---	---	---	---	---	---
90-94	61,0	51,0	65,0	55,0	---	---	70,0	55,0	---	---	52,0	51,0	---	---	---	---	---	---
95-99	56,0	46,0	65,0	50,0	---	---	65,0	50,0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
> 100	55,0	43,0	---	55,0	---	---	65,0	55,0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Legenda : Fem 1 Mulheres Não Gestante e Não Lactantes
 Fem 2 Mulheres Gestantes
 Fem 3 Mulheres Lactantes

 Dados Não utilizados neste trabalho
 --- Dado Não Existente

8.2.4 População do Estado de São Paulo – Crianças

Marcondes (1982) publicou, o trabalho denominado *Crescimento e Desenvolvimento Pubertário em Crianças e Adolescentes Brasileiros. Altura e Peso-Perímetro Cefálico e Torácico*, realizado com crianças e adolescentes da cidade de Santo André (Estado de São Paulo). Esse trabalho originou as denominadas “Curvas de Santo André” que foram elaboradas para ambos os sexos e para a faixa etária de 3 meses a 18 anos. Essas curvas são rotineiramente utilizadas pela Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo na rede pública de saúde para o acompanhamento do desenvolvimento infantil. (Anexo 1)

Na falta de dados sistematizados para as crianças no Estado de São Paulo e considerando o levantamento criterioso do estudo de Marcondes *et al* (1982), esse estudo adotou as “Curvas de Santo André” para estimar o peso corpóreo médio das crianças paulistas.

O peso em função da faixa etária levantada por Marcondes (1982) foi comparado com os dados da população infantil do Reino Unido e E.U.A., como mostra a tabela 8.4.

Tabela 8.4: Comparação entre o peso corpóreo (kg) por faixa etária (anos) entre crianças do Estado de São Paulo, Reino Unido e E.U.A.

IDADE	PESO (KG)								
	CLEA(2002b)			NCHS(1)			São Paulo (2)		
(Anos)	Meninos	Meninas	Média	Meninos	Meninas	Média	Meninos	Meninas	Média
1	8,00	7,40	7,70	11,80	10,80	11,30	10,36	9,82	10,09
2	11,30	10,65	10,98	13,60	13,00	13,30	13,28	13,10	13,19
3	14,00	14,00	14,00	15,70	14,90	15,30	15,19	15,50	15,35
4	16,41	15,90	16,16	17,80	17,00	17,40	17,02	17,63	17,33
5	16,55	18,65	17,60	19,80	19,60	19,70	19,19	19,80	19,50
6	20,51	20,31	20,41	23,00	22,10	22,55	21,70	22,10	21,90
7	22,96	22,66	22,81	25,10	24,70	24,90	24,40	24,49	24,45
8	26,17	26,01	26,09	28,20	27,90	28,05	27,07	26,98	27,03
9	29,16	29,18	29,17	31,10	31,90	31,50	29,61	29,64	29,63
10	31,83	33,66	32,75	36,40	36,10	36,25	32,23	32,76	32,50
11	36,76	36,68	36,72	40,30	41,80	41,05	35,59	36,95	36,27
12	40,81	43,56	42,19	44,20	46,40	45,30	38,24	40,48	39,36
13	44,73	48,59	46,66	49,90	50,90	50,40	42,97	45,09	44,03
14	51,41	53,27	53,27	57,10	54,80	55,95	49,25	49,17	49,21
15	56,50	56,41	56,46	61,00	55,10	58,05	55,21	51,69	53,45
16	62,45	59,88	61,17	67,10	58,10	62,60	59,30	52,80	56,05
17	nd	nd	nd	66,70	59,60	63,15	61,29	53,14	57,22
18	nd	nd	nd	71,70	59,00	65,35	61,95	53,21	57,58
1 a 6	14,46	14,49	14,47	16,95	16,23	16,59	16,12	16,33	16,22

(1) Fonte:in U.S.EPA 1997a

(2)Fonte : Marcondes (1982)

nd não disponível

Os dados de CLEA (2002) mostram que o peso corpóreo dos meninos é maior que o das meninas até os 4 anos, sendo similares até os 11 anos, e passando as meninas a ter maior peso que os meninos entre 12 e 14 anos. Os dados do NCHS (U.S.EPA 1997a) indicam que o peso médio dos meninos é maior que das meninas em quase toda faixa etária, excetuando-se a faixa de 9 aos 13 anos.

Para as crianças paulistas o peso médio das meninas é maior que os dos meninos na faixas etária de 3 a 13 anos, sendo que entre 7 e 9 anos os pesos são muito similares. Os meninos mostram-se mais pesados apenas até os 2 anos e depois na adolescência, após os 14 anos.

A variação do peso corpóreo médio, para crianças do Estado de São Paulo, Reino Unido e E.UA. em função da idade é apresentada na figura 8.7.

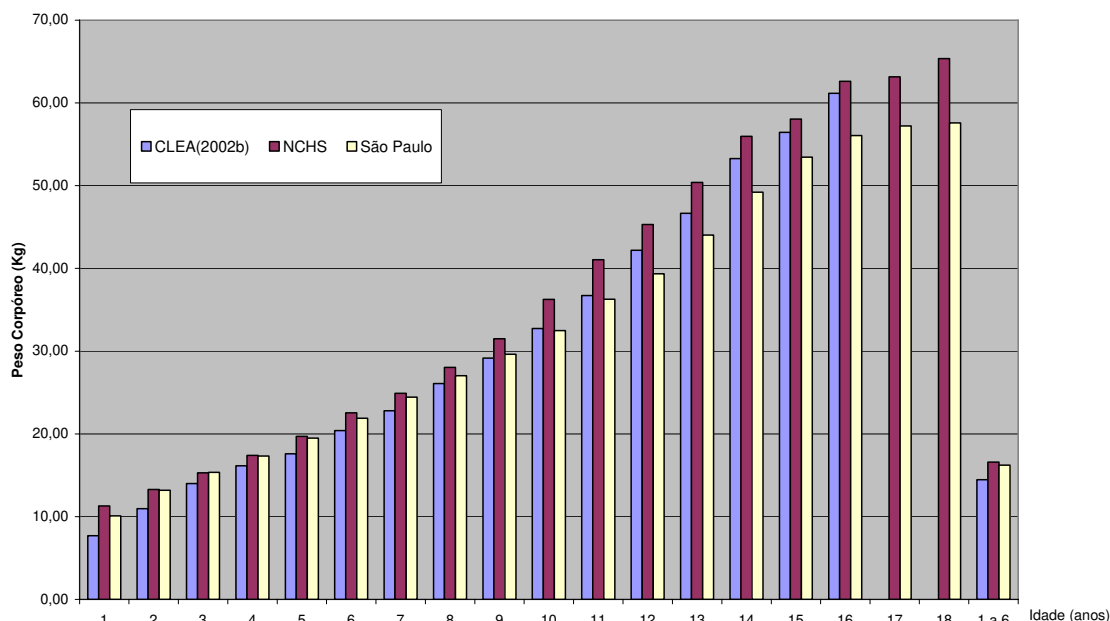


Figura 8.7: Comparação entre o peso corpóreo médio (kg) em função da idade entre crianças inglesas, americanas e paulistas, baseado nos dados disponíveis em CLEA (2002), U.S.EPA (1997a) e IBGE (2004a).

Pode-se verificar que as crianças americanas têm o maior peso corpóreo em todas as faixas etárias em relação às crianças brasileiras e do Reino Unido, como mostra a figura 8.7. Quando comparamos com as crianças do Reino Unido, o peso corpóreo das brasileiras é superior até aos 10 anos. A partir dos 11 anos, o peso médio da criança brasileira fica menor que da criança do Reino Unido, sendo que a diferença aumenta com a idade.

A maior taxa de aumento de peso para a população americana e do Reino Unido é percebida para a faixa etária entre 9 a 14 anos e entre 12 a 15 anos para a população paulista. Esses dados demonstram as diferenças no desenvolvimento das crianças do Reino Unido e americanas em relação às crianças paulistas.

A faixa etária até 6 anos é fundamental para o desenvolvimento físico, pois é o período em que a criança está em formação. É também, é a faixa que diversas instituições internacionais como U.S.EPA (2001d), CLEA (2002) e RIVM (2001b), adotam ao estabelecer os valores de referência para solo e águas subterrâneas via a

metodologia de Avaliação do Risco. Apenas o Canadá adota como crianças, a faixa etária de 5 a 11 anos (CCME 2005).

CETESB (2001) não informa a faixa etária adotada, mas utilizou o peso corpóreo de 15 kg semelhantes ao utilizado pela Holanda e próximo ao do U.S.EPA. Essas instituições internacionais adotam a faixa etária de 1 a 6 anos, portanto pode-se deduzir que CETESB (2001) também adotou essa faixa.

Os dados da tabela 8.4 e a figura 8.7 mostram que não há diferença significativa para o peso na faixa etária de 1 a 6 anos entre as crianças americanas e paulistas, fornecendo uma base razoavelmente segura para extrapolar dados científicos americanos para a população infantil paulista. Esse fato torna-se importante na estimativa da superfície corpórea parcial, discutida posteriormente.

Considerando a média entre meninas e meninos na faixa etária entre 1 a 6 anos, o peso para as crianças paulistas é de 16,22 kg. Adotaremos, para simplificar, o valor de 16 kg.

8.3 Superfície Corpórea Total (SCT)

Esse parâmetro reflete a área total da superfície da pele que cobre o corpo de um indivíduo e é utilizado para avaliar a exposição de um receptor através de contato dérmico. No caso do modelo CSOIL, esse parâmetro influencia apenas o contato dérmico durante o banho.

Segundo CLEA (2002) e U.S.EPA (1997a) existem várias equações matemáticas para estimar a superfície corpórea. Um dos estudos mais relevantes foi desenvolvido pelo *Internacional Commission on Radiological Protection* (ICRP) em 1975, que utiliza a expressão matemática desenvolvida por Costeff (1966, *in* USEPA 1997a) onde a Superfície Corpórea (SC) pode ser estimada pela seguinte equação:

$$SC = \frac{(4PC + 7)}{(PC + 90)}$$

Onde:

SC = Superfície Corpórea (m²)

PC = Peso Corpóreo (kg)

CLEA (2002) observa que essa equação pode ser empregada para o cálculo da superfície corpórea quando o peso corpóreo é inferior a 100 kg.

U.S.EPA (1997a) utilizou a equação desenvolvida por *Dubois and Dubois* que prediz a superfície corpórea total como função da altura e do peso. A instituição *National Center for Environmental Assessment* (NCEA,2003) coloca que os estudos realizados partindo de modelos matemáticos univariáveis (peso corpóreo) produzem resultados mais confiáveis quando comparados aos modelos bivariáveis e sugere a reavaliação da superfície corpórea total como função apenas do peso corpóreo. Seguindo essa sugestão, este trabalho adota a equação acima para predizer a superfície corpórea total para a população brasileira e paulista, utilizando como base os pesos corpóreos discutidos no item anterior.

8.3.1 Superfície Corpórea Total - Adultos

Utilizando os dados da tabela 8.1 e a equação desenvolvida por *Costeff*, (1996 in U.S.EPA 1997a) estimou-se a superfície corpórea total para a população do Brasil e, mais especificamente, para a população urbana do Estado de São Paulo, conforme apresentado na tabela 8.5.

Tabela 8.5: Estimativa da superfície corpórea total (m²) para a população brasileira adulta em função do sexo e da origem domiciliar

POPULAÇÃO (1)	ORIGEM DOMICILIAR	Superfície Corpórea (m ²)		
		HOMEM	MULHER	MÉDIA
BRASIL	URBANA	1,84	1,68	1,76
	RURAL	1,73	1,64	1,69
SÃO PAULO	URBANA	1,86	1,70	1,78

(1) Adotada, por este trabalho, a faixa etária de 20 a 70 anos.

CETESB (2001) adotou o valor de 1,66 m², independente do sexo e origem domiciliar.

CLEA (2002), considerando adultos na faixa etária de 16 a 59 anos, estimou a superfície corpórea para homens em 1,92 m² e, para mulheres, 1,76 m². U.S.EPA (1997a) cita, para homens, a superfície de 1,94 m² e, para mulheres, 1,69 m². Esses dados estão resumidos pela figura 8.8 abaixo, ressaltando que para o Brasil, foram utilizados dados da população urbana.

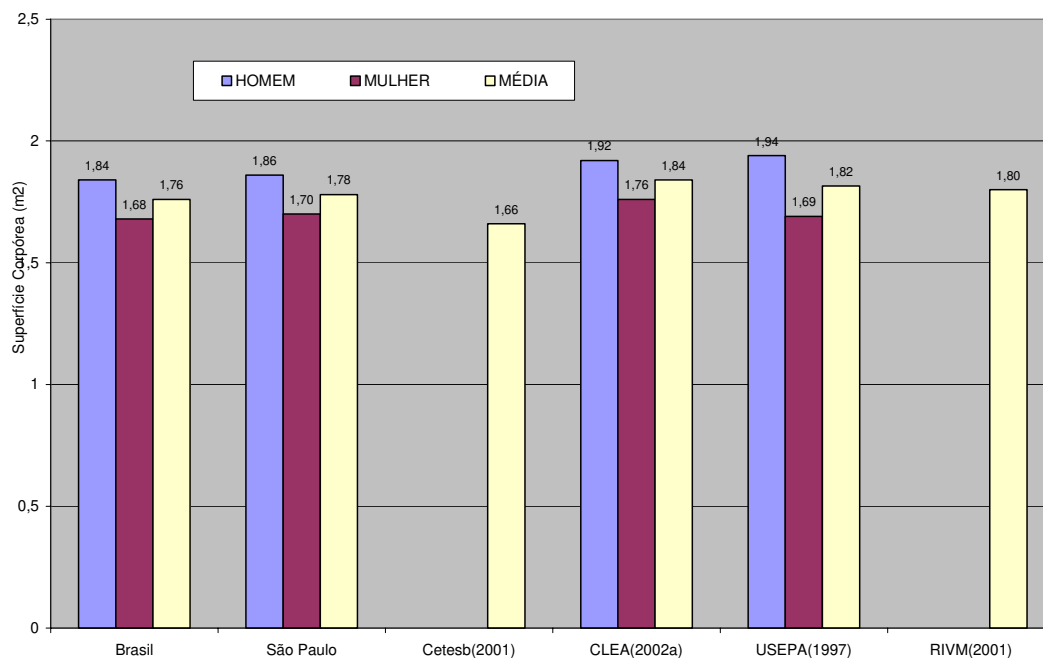


Figura 8.8: Comparação dos valores de superfície corpórea total (m²) estimados para população urbana paulista e brasileira com os dados do Reino Unido, Estados Unidos e Holanda.

Os dados acima evidenciam que a superfície corpórea para a população feminina e masculina calculada neste trabalho para o Estado de São Paulo e para o Brasil aproxima-se dos valores utilizados por CLEA (2002) e por U.S.EPA (1997a). A superfície corpórea total adotada por CETESB (2001) está abaixo dos valores observados em outros países, sendo que aproxima-se do valor para mulheres da população brasileira e americana. Os valores médios de superfície corpórea da população brasileira ou paulista têm maior similaridade com os valores internacionais, diferindo em cerca de 10 % do valor adotado por CETESB (2001).

8.3.2 Superfície Corpórea Total - Crianças

Utilizando a equação desenvolvida por *Costeff* (1966 *in* U.S.EPA 1997a) e o peso corpóreo médio para meninas e meninos obtido por Marcondes (1982), conforme apresentado na tabela 8.4, calculou-se as superfícies corpóreas para as diferentes faixas etárias. A tabela 8.6 mostra uma comparação desses valores calculados com as superfícies corpóreas adotadas por CLEA (2002) e U.S.EPA (1997a).

Tabela 8.6: Comparação dos valores calculados de superfície corpórea total (m²) das crianças paulistas com os dados do Reino Unido e dos Estados Unidos

IDADE	SUPERFÍCIE CORPÓREA (m2)								
	CLEA(2002b)			U.S.EPA(1997)			São Paulo		
(Anos)	Meninos	Meninas	Média	Meninos	Meninas	Média	Meninos	Meninas	Média
1	0,40	0,38	0,39	ND	ND	ND	0,48	0,46	0,47
2	0,51	0,49	0,50	ND	ND	ND	0,58	0,58	0,58
3	0,60	0,61	0,61	0,60	0,58	0,59	0,64	0,65	0,65
4	0,68	0,67	0,68	0,66	0,65	0,66	0,70	0,72	0,71
5	0,75	0,75	0,75	0,73	0,71	0,72	0,77	0,79	0,78
6	0,80	0,80	0,80	0,79	0,78	0,79	0,84	0,85	0,85
7	0,87	0,86	0,87	0,87	0,84	0,85	0,91	0,92	0,92
8	0,96	0,95	0,96	0,94	0,92	0,93	0,98	0,98	0,98
9	1,03	1,03	1,03	1,00	1,00	1,00	1,05	1,05	1,05
10	1,10	1,13	1,12	1,07	1,06	1,07	1,11	1,12	1,12
11	1,20	1,20	1,20	1,18	1,17	1,18	1,19	1,22	1,20
12	1,29	1,34	1,32	1,23	1,30	1,27	1,25	1,29	1,27
13	1,37	1,44	1,41	1,34	1,40	1,37	1,35	1,39	1,37
14	1,49	1,52	1,51	1,47	1,48	1,48	1,46	1,46	1,46
15	1,58	1,58	1,58	1,61	1,55	1,58	1,57	1,51	1,54
16	1,67	1,63	1,65	1,70	1,57	1,64	1,64	1,53	1,58
17	ND	ND	ND	1,76	1,60	1,68	1,67	1,53	1,60
18	ND	ND	ND	1,80	1,63	1,72	1,68	1,54	1,61
1 a 6	0,62	0,62	0,62	0,70	0,68	0,69	0,67	0,68	0,67

ND - Não disponível

Para a faixa etária de 1 a 6 anos, as superfícies corpóreas totais para meninos e meninas são muito semelhantes entre si, tanto para CLEA (2002) e U.S.EPA (1997a), como para as crianças paulistas. Pode ser observado que o valor de superfície corpórea média das crianças paulistas é muito próximo do valor adotado por U.S.EPA (1997a e 2002a), mas é um pouco superior ao valor adotado por CLEA (2002), refletindo a mesma variação observada no peso corpóreo.

CETESB (2001), na ausência de informações disponíveis, adotou a área de 0,95 m², disponibilizada por RIVM (2001a) considerando crianças de 1 a 6 anos, que é cerca de 42 % superior ao valor estimado no presente trabalho. A área adotada por CETESB (2001), quando comparada com os dados de U.S.EPA (1997a e 2002a), CLEA (2002) e das crianças paulistas, corresponde aproximadamente ao valor da faixa etária de 8 anos.

Esse fato mostra que a diferença da superfície corpórea total entre as crianças paulistas e holandesas, e conseqüentemente de CETESB (2001), para a faixa etária de 1 a 6 anos, é significativa.

A área calculada para as crianças paulistas em função do sexo (meninos e meninas) não difere significativamente entre si e assume-se o valor de 0,67 m² como a superfície corpórea total para crianças, o que é representativo para ambos os sexos.

8.4 Superfície Corpórea Parcial

8.4.1 Superfície Corpórea Parcial – Adultos

Em função da via de exposição em cada cenário avaliado, o contato dérmico pode estar associado à superfície corpórea total ou a partes do corpo.

U.S.EPA (1997a) mostra percentuais da superfície corpórea total que permitem a estimativa da superfície corpórea parcial, conforme mostra a tabela 8.7.

Tabela 8.7: Valores médios percentuais da superfície corpórea total para adultos propostos por USEPA para estimativa das superfícies corpóreas parciais

PARTE DO CORPO	HOMENS	MULHERES
	(%)	
Cabeça	7,8	7,1
Tronco	35,9	34,8
- Braços	14,1	14,0
Parte Superior	7,4	- - -
Parte Inferior	5,9	- - -
- Mãos	5,2	5,1
- Pernas	31,2	32,4
Parte Superior	18,4	19,5
Parte Inferior	12,8	12,8
- Pés	7,0	6,5

Fonte U.S.EPA (1997a)

Os dados acima são resultantes de diversos trabalhos realizados em diferentes períodos com a população americana e são utilizados por diversos países, como por exemplo, o Canadá (CCME 2005). Ressaltamos que, observando a tabela 8.7, a somatória das partes dos braços não é igual ao valor total do braço como seria

esperado. Essa diferença pode ser associada ao fato que os valores acima são resultantes de diferentes trabalhos e de números diferentes de observação realizados e que foram compilados por U.S.EPA (1997a) para consolidar essa informação.

Utilizando os percentuais da tabela 8.7 e das superfícies corpóreas totais da tabela 8.5, estimou-se a superfície corpórea parcial para a população adulta brasileira e paulista como apresentado na tabela 8.8.

Tabela 8.8: Estimativa da superfície corpórea parcial (m²) para população adulta brasileira e paulista segundo os valores médios percentuais propostos por USEPA (1997a)

Parte do Corpo	BRASIL			SÃO PAULO			BRASIL (*2)		
	URBANO			URBANO			RURAL		
	Homem	Mulher	Média	Homem	Mulher	Média	Homem	Mulher	Média
Cabeça	0,1435	0,1193	0,1314	0,1451	0,1207	0,1329	0,1349	0,1164	0,1257
Face(*1)	0,0478	0,0398	0,0438	0,0484	0,0402	0,0443	0,0450	0,0388	0,0419
Tronco	0,6606	0,5846	0,6226	0,6677	0,5916	0,6297	0,6211	0,5707	0,5959
Braços		0,2352			0,2380			0,2296	
- Parte Superior	0,1362	- - -	0,1362	0,1376	- - -	0,1376	0,1280	- - -	0,1280
- Parte Inferior	0,1086	- - -	0,1086	0,1097	- - -	0,1097	0,1021	- - -	0,1021
Mãos	0,0957	0,0857	0,0907	0,0967	0,0867	0,0917	0,0900	0,0836	0,0868
Pernas									
- Parte Superior	0,3386	0,3276	0,3331	0,3422	0,3315	0,3369	0,3183	0,3198	0,3183
- Parte Inferior	0,2355	0,2150	0,2253	0,2381	0,2176	0,2278	0,2214	0,2099	0,2157
Pés	0,1288	0,1092	0,1190	0,1302	0,1105	0,1204	0,1211	0,1066	0,1139

(*1) Fonte U.S.EPA (2001a) assumindo que a face corresponde a 1/3 da cabeça

(*2) Adotou-se que os dados de superfície corpórea da população rural brasileira é representativa da população rural paulista

Com os valores acima, pode-se compor a superfície corpórea afetada em cada cenário específico para exposição dérmica, através da somatória de cada parte envolvida. Os critérios utilizados para selecionar quais partes do corpo humano estão mais vulneráveis a uma exposição dérmica variam em função do cenário e das premissas adotadas.

CETESB (2001) adotou os valores de superfície corpórea parcial fornecidos por U.S.EPA (1989b) para braços, mãos e pernas, não correlacionando a superfície corpórea total adotada com os percentuais de cada parte do corpo humano. Esse procedimento resulta em pequenas diferenças quando, usando o valor de superfície

corpórea total adotada por CETESB (2001), faz-se uma ponderação com os percentuais de cada parte do corpo fornecidos por U.S.EPA (1997a), como mostram as colunas 1 e 2 da tabela 8.9.

Tabela 8.9: Comparação dos valores de superfície corpórea parcial (m²) para adulto utilizados por CETESB (2001) e estimados por este trabalho

PARTES DO CORPO	CETESB (2001)		São Paulo	
	Real	Reavaliado	Urbana	Rural
	1	2	3	4
Braços	0,2300	0,2341	0,2474	0,2301
Mãos	0,0820	0,0863	0,0917	0,0868
Pernas	0,5500	0,5179	0,5647	0,5340
Somatória	0,8620	0,8383	0,9038	0,8509

1 – Valor adotado por CETESB (2001)

2 – Valores estimados partindo da superfície corpórea total (1,66 m²) adotada por CETESB (2001) e frações propostas por U.S.EPA (1997a) conforme tabela 8.7.

3 – Valores estimados considerando a superfície corpórea total para a população urbana do Estado de São Paulo conforme tabela 8.5 e frações estimadas conforme tabela 8.8.

4 – Valores estimados considerando a superfície corpórea total para a população rural do Estado de São Paulo conforme tabela 8.5 e frações estimadas conforme tabela 8.8.

A diferença encontrada entre os valores adotados por CETESB (2001) e os valores reavaliados não é significativa, com exceção do valor para as pernas.

Considerando os valores de superfície corpórea total propostos neste estudo, foram calculadas, para fins de comparação, as áreas das partes do corpo consideradas por CETESB (2001), como mostram as colunas 3 e 4 da tabela 8.9. Os valores da superfície corpórea parcial estimada para a população paulista urbana são superiores enquanto que, para a população rural, são muito próximos àqueles adotados por CETESB (2001).

8.4.2 Superfície Corpórea Parcial – Crianças Paulistas

As superfícies corpóreas parciais para crianças, independente do sexo, na faixa etária de 1 a 6 anos, foram estimadas utilizando as frações superficiais fornecidas por U.S.EPA (2001a) e derivadas da superfície total média de 0,67 m² adotada para as crianças paulistas (tabela 8.6), como apresentado na tabela 8.10.

Tabela 8.10: Estimativa da superfície corpórea parcial para crianças paulistas (1 a 6 anos) em função das frações propostas por USEPA (2001a)

	Fração da Superfície Corpórea Total (1)	Superfície por Parte do Corpo (m ²)
Cabeça	0,149	0,0998
Face (2)	0,050	0,0335
Braço		
- Parte Superior	0,133	0,0891
- Parte Inferior	0,069	0,0402
Mãos	0,055	0,0369
Pernas		
- Parte Superior	0,248	0,1662
- Parte Inferior	0,099	0,0663
Pés	0,069	0,0462

(1) Fonte: U.S.EPA (2001a) - percentuais para Crianças de 1 a 6 anos.

(2) Assumindo que a face corresponde a 1/3 da superfície da cabeça (U.S.EPA 2001a)

Similar ao cenário com adultos, estima-se via somatória das partes envolvidas a superfície de contato pertinente ao cenário de exposição.

Para as superfícies corpóreas parciais de crianças, CETESB (2001) adotou valores definidos por U.S.EPA (1989b), que considerou crianças entre 3 e 4 anos, como mostra a coluna 1 da tabela 8.11. Entretanto, conforme apontado anteriormente, a superfície corpórea total para crianças, de 0,95 m², foi adotada por CETESB (2001) com base em RIVM (2001a), que é bastante superior ao valor calculado neste estudo e também por U.S.EPA (1997a) (tabela 8.6).

Fazendo uma ponderação utilizando o valor da superfície corpórea total adotada por CETESB (2001) e as frações das partes do corpo definidas por U.S.EPA (2001a), observa-se que as superfícies parciais recalculadas (coluna 2 da tabela 8.11) são muito superiores às adotadas no cálculo dos valores de intervenção (coluna 1 da tabela 8.11), mostrando um problema de consistência entre os dados.

Tabela 8.11: Comparação dos valores de superfície corpórea parcial (m²) utilizados por CETESB (2001) e os valores estimados por este trabalho para as crianças paulistas.

PARTES DO CORPO	CETESB (2001)		Estado de São Paulo
	Real	Reavaliado	Crianças (1 a 6 anos)
	1	2	3
Braços	0,096	0,19	0,129
Mãos	0,040	0,052	0,037
Pernas	0,180	0,33	0,232

1 – Valores adotados por CETESB (2001)

2 – Valores estimados partindo da superfície corpórea total (0,95 m²) adotada por CETESB (2001) e frações propostas por U.S.EPA (2001a) conforme tabela 8.10.

3 – Valores estimados considerando a superfície parcial para Crianças paulistas conforme tabela 8.10.

A ponderação das superfícies parciais considerando uma superfície corpórea total de 0,67 m² (adotada neste estudo) está ilustrada na coluna 2 da tabela 8.11. Esses valores de braços e pernas são superiores aos adotados por CETESB (2001), cuja origem é a U.S.EPA (1989b), que se baseou em crianças entre 3 e 4 anos, enquanto neste estudo foi adotada a faixa etária entre 1 e 6 anos, justificando a diferença encontrada entre eles. A área correspondente às mãos é maior em CETESB (2001) devido ao fato que, proporcionalmente, essa superfície diminui com o aumento da idade.

Dessa forma, os valores calculados na tabela 8.10, para cada parte do corpo, mostram-se mais coerentes, pois são ponderados em relação à superfície corpórea total adotada para as Crianças e foram utilizados para determinar a superfície corpórea exposta para contato dérmico em cada cenário de exposição.

8.4.3 Superfície Corpórea Parcial para Contato Dérmico

Para a quantificação da dose de ingresso por contato dérmico considera-se o comportamento humano nos diferentes cenários de exposição, identificando as partes do corpo que ficam descobertas em ambientes internos e externos, ou seja, expostas ao meio contaminado. A variação da superfície exposta está associada ao comportamento do indivíduo no meio em que ele se encontra, sendo mais acentuada para crianças em função principalmente da faixa etária.

U.S.EPA (2001a e 2002a) assume que, no cenário residencial para adultos e crianças durante o banho ou natação, toda a superfície corpórea entra em contato com a água contaminada. Para o cenário industrial, não há referências para o contato dérmico com água.

Para exposição ao contato dérmico com solos, U.S.EPA (2001a) assume no cenário residencial que o adulto usa camiseta de mangas curtas, shorts e sapatos, sendo a superfície corpórea exposta, limitada à cabeça, mãos e às partes inferiores dos braços e das pernas. Para crianças, também no cenário residencial, assume o uso de camiseta de mangas curtas, shorts e que estão sem sapatos, sendo as áreas expostas limitadas à cabeça, mãos, às partes inferiores dos braços e das pernas e aos pés. Para o cenário industrial, assume que o adulto usa camisa de mangas curtas, calças compridas e sapatos, ficando a superfície corpórea exposta limitada à face, mãos e parte inferior dos braços. U.S.EPA (2001a) não considera a criança como receptor em cenário industrial.

U.S.EPA (2001a) observa que as condições de exposição acima descritas para adultos e crianças para o contato com solo podem não ser apropriadas para aplicação geral em todas as regiões, em função das variações climáticas. U.S.EPA (2002) considera razoável assumir, em função das estações do ano que, 5 % da pele fica exposta no inverno, 10 % na primavera e outono e 25 % no verão. As condições assumidas por U.S.EPA (2001a) são mais apropriadas para regiões de clima quente e é uma condição bastante restritiva ou conservadora quando aplicada para todas as estações do ano.

CLEA (2002) adota um conceito diferente com relação à área exposta estabelecendo valores fixos independentemente dos cenários residencial, agrícola ou industrial e estima a superfície máxima de exposição pela seguinte equação:

$$A_{Pele} = SC \times \phi_{exp} \times 10^4$$

Onde:

A_{Pele} é a Superfície Máxima de Exposição da Pele (cm²)

SC é a Superfície Corpórea Total (m²)

ϕ_{exp} é a Fração da Pele Exposta

O valor adotado como fração da pele exposta (ϕ_{exp}) foi determinado em função da idade, baseado nas partes do corpo que ficam mais expostas ao contato com o solo durante atividades em ambientes interno e externo. Independente do cenário de exposição assume para crianças até 6 anos de idade, que as partes expostas são as mãos, o antebraço e a parte inferior das pernas. Para adulto assume somente as mãos. Os valores da fração da pele exposta (ϕ_{exp}) variam entre 0,20 a 0,24 até 6 anos, decrescendo para 0,11 para a faixa etária entre 7 e 12 anos e fica constante em 0,05 para as demais idades. A razão do decréscimo dessa fração é devido ao fato de considerar que as crianças são mais expostas do que os adultos em função das atividades desenvolvidas e que essa exposição decresce com a idade em função da mudança de hábitos.

CLEA (2002) também assume uma redução arbitrária para a superfície de exposição, considerando que somente 1/3 da superfície máxima de exposição corresponde à área realmente exposta. Dentro desse conceito, CLEA (2002) assume para contato dérmico com solo a superfície parcial de área exposta sendo de 0,0321 m² para homens, 0,0291 m² para mulheres e de 0,0471 m² para crianças na faixa etária entre 1 e 6 anos.

CETESB (2001) considerou as diferenças do comportamento humano em função dos cenários de exposição avaliados. Para o cenário residencial aplicado a adultos e crianças adotou a superfície corpórea exposta limitada às mãos, braços e pernas, tanto para ambiente interno quanto externo. Ao considerar o cenário industrial, ambiente

interno e externo para adultos, a superfície foi limitada às mãos e parte inferior do braço. Já para crianças a superfície corpórea exposta corresponde todo o braço. Para o cenário agrícola, ambiente interno as superfícies de exposição foram limitadas às mãos, braços e pernas para crianças e adultos. Para o ambiente externo, adotou a superfície das mãos para adultos, e mãos, braços e pernas para crianças. CETESB (2001) não considerou as superfícies correspondentes à face e ao pescoço em função da inexistência de dados.

Avaliando os hábitos e costumes da população brasileira decorrente da exposição em um país de clima quente, algumas diferenças são percebidas em relação às partes do corpo adotadas por CLEA (2002), U.S.EPA (2001a) e CETESB (2001) que podem não representar um cenário conservativo e representativo das nossas condições.

Para o cenário residencial, o adulto veste-se com roupas leves (bermuda e camiseta) e sandálias ou tênis. No ambiente interno, as partes expostas são a cabeça, braços, mãos e as pernas. No ambiente externo, usualmente a cabeça é protegida por um boné, ficando expostas a face, os braços, as mãos e as pernas. Para crianças, considerando também o uso de roupas leves e acrescentando o fato que, freqüentemente, ficam descalças, incluíram-se os pés para ambos os ambientes.

No cenário Industrial, considera-se a possibilidade de contaminação durante o desenvolvimento das atividades rotineiras. No Brasil, a Norma Regulamentadora Número 6, emitida pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) em 2001, estabelece em seu Parágrafo 6.3, que as empresas são obrigadas a fornecer aos empregados, EPI (Equipamento de Proteção Individual) adequado ao risco, cabendo ao empregador orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado do mesmo. (MTE, 2001)

O uso dos EPIs é obrigatório nas áreas de produção e os empregados usam independentemente do ambiente interno ou externo, camisa com mangas compridas, calças compridas, sapatos de segurança e no ambiente externo acrescenta-se o uso do capacete e óculos de segurança. No ambiente interno não são obrigados a utilizar o capacete, mas, eventualmente, permanece o uso de óculos de segurança. Sendo conservativo, as partes potencialmente expostas no ambiente industrial são a face, a parte inferior do braço e as mãos. A presença de crianças no cenário industrial é uma

exceção e não pode ser considerada como regra geral, premissa adotada por U.S.EPA (2001a), CLEA (2002), CCME (2005), ODEQ (1999) e CACDP (2004). CETESB (2001) adota um cenário conservador considerando a presença de crianças no cenário industrial, mas, acredita-se que a avaliação da presença de criança deve ser considerada, quando pertinente, e num cenário real de exposição.

A tabela 8.12 apresenta um resumo comparativo das partes do corpo humano assumidas por U.S.EPA (2001a), CLEA (2002), CETESB (2001) e as sugestões do presente trabalho para um cenário de exposição via contato dérmico.

Tabela 8.12: Comparação entre a proposição para as partes do corpo expostas durante o contato dérmico e as assumidas por U.S.EPA, CLEA, CETESB em função do cenário de exposição e receptor adulto e crianças

Partes do Corpo	U.S.EPA(2001a)		CLEA (2002b)			CETESB(2001)						SUGESTÃO					
	Residencial		Industrial			Residencial		Industrial		Agrícola		Residencial		Industrial		Agrícola	
	Adulto	Criança	Adulto	Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança
Cabeça	Int / Ext	Int / Ext										Int / Ext	Interno			Int / Ext	Interno
Face			Int / Ext										Externo	Int / Ext			Externo
Braços						Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext	Interno	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext			Interno	Int / Ext
Antebraço	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext		Int / Ext									Int / Ext		Externo	
Mãos	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext		Int / Ext	Int / Ext
Pernas						Int / Ext	Int / Ext			Interno	Int / Ext	Int / Ext	Int / Ext			Interno	Int / Ext
Parte Inferior das Pernas	Int / Ext	Int / Ext			Int / Ext											Externo	
Pés		Int / Ext											Int / Ext				Int / Ext

Legenda : Int - Ambiente Interno
Ext - Ambiente Externo

(1) Aplicável para os cenários Residencial / Agrícola e Industrial

Comparando com o cenário brasileiro, consideramos que as premissas adotadas por CLEA (2002) são permissivas e as adotadas por CETESB (2001) são conservativas ao considerar a presença de crianças no cenário industrial.

Utilizando os valores médios das tabelas 8.8 da Tabela 8.10, estimaram-se as superfícies corpóreas parciais disponíveis para o contato dérmico nos diferentes cenários, partindo das premissas sugeridas na tabela 8.12, conforme apresentado na tabela 8.13.

Tabela 8.13: Estimativas para superfície corpórea parcial (m²) durante contato dérmico em função do cenário de exposição e receptor adulto e criança.

Cenário	Brasil		São Paulo			
	Adulto		Adulto		Criança	
	Interno	Externo	Interno	Externo	Interno	Externo
AGRICOLA	0,9913	0,4434	0,9913	0,4434	0,5446	0,4783
RESIDENCIAL	1,0252	1,0252	1,0367	1,0367	0,5446	0,4783
INDUSTRIAL	0,2430	0,2430	0,2457	0,2457	- - -	- - -

Para o adulto no cenário industrial os valores do Estado de São Paulo foram baseados na média para a população urbana considerando que a origem da população industrial seja prioritariamente urbana.

Para o adulto no cenário agrícola, os valores calculados foram baseados na média da população rural brasileira, que na falta de dados específicos foram adotados para a população paulista.

8.5 Taxa de Inalação

A inalação é uma via importante de exposição humana a contaminantes na forma gasosa ou que estão adsorvidos a partículas em suspensão. U.S.EPA (2002) relata que a taxa de inalação a ser adotada para avaliação da exposição depende da idade da população exposta e do nível de atividade específica nos vários cenários.

ODEQ (1999) adota a taxa de inalação de 15,2 m³/dia para adultos, considerando os cenários de exposição residencial e industrial e de 8,3 m³/dia para crianças no cenário de exposição residencial.

RIVM (2001a) adota para o cenário residencial a taxa de inalação de 20 m³/dia para adultos e de 7,7 m³/dia para crianças.

CCME (2005) adota para todos os cenários de exposição (residencial, industrial e agrícola) uma taxa de inalação única de 15,8 m³/dia para adultos, baseando-se em trabalhos desenvolvidos com a população canadense.

Segundo CLEA (2002), entre as mais relevantes medidas da função pulmonar, destacam-se o “Volume Minuto” (medida do volume de ar inalado em litros por minuto) e a frequência respiratória. O “Volume Minuto” depende das características físicas da pessoa como, por exemplo, a idade, sexo, tamanho, como também o padrão e o nível de atividade física desenvolvida. McKone e Daniels (1991 *in* CLEA 2002b), utilizando os estudos da ICRP, desenvolveram a expressão matemática abaixo para estimar a taxa de respiração (TR) em função do peso corpóreo, considerando a pessoa com padrão de atividade ativa ou passiva.

$$TR = \alpha_{atividade} \times PC$$

Onde:

TR: Taxa de Respiração (m³/h)

$\alpha_{ativ.}$ Constante Respiratória, que varia em função da idade e da categoria de atividade (ativa ou passiva) expressa em (m³ kg⁻¹ h⁻¹).

PC: Peso Corpóreo (kg)

Essa equação é aplicada para adultos e crianças e as constantes respiratórias utilizados por CLEA (2002) são apresentadas na tabela 8.14.

Tabela 8.14: Valores para constantes respiratórias em função do nível de atividade e (ativa e passiva) para adultos propostas por CLEA (2002)

Faixa Etária		$\alpha_{act.}$ Taxa Respiratória (m ³ kg ⁻¹ h ⁻¹).
(Anos)	Ativa	Passiva
16 a 70	0,018	0,006

Fonte: CLEA (2002)

Na ausência de dados consolidados com a população brasileira, utilizaremos a equação matemática adotada por CLEA (2002) para estimar a taxa de inalação.

8.5.1 Taxa de Inalação – Adultos

Utilizando as constantes respiratórias acima citadas e o peso corpóreo da população paulista apresentado na tabela 8.1, estima-se a taxa de inalação em condições ativa e passiva, mostrada na tabela 8.15.

Tabela 8. 15: Estimativas da taxa de inalação (m^3/h) por tipo de atividade para adultos.

Cenário	BRASIL						SAO PAULO					
	Ativa			Passiva			Ativa			Passiva		
	Masculino	Feminino	Média	Masculino	Feminino	Média	Masculino	Feminino	Média	Masculino	Feminino	Média
Urbana	1,318	1,118	1,218	0,439	0,373	0,406	1,350	1,148	1,249	0,450	0,383	0,416
Rural	1,183	1,073	1,128	0,394	0,358	0,376	1,183	1,073	1,128	0,394	0,358	0,376

Considerando que, em média, uma pessoa adulta dorme cerca de 8 horas por dia e faz algum tipo de atividade física durante as 16 horas restantes, estima-se a taxa de inalação diária conforme tabela 8.16.

Tabela 8.16: Estimativa da taxa inalação (m^3/dia) para população adulta brasileira e do Estado de São Paulo em função do sexo e origem domiciliar

Cenário	Brasil			São Paulo		
	Masculino	Feminino	Média	Masculino	Feminino	Média
Urbano	24,60	20,87	22,73	25,20	21,44	23,32
Rural	22,08	20,03	21,05	22,08	20,03	21,05

Os valores acima estão próximos da taxa de inalação recomendada por WHO (1994) e da taxa adotada por Cetesb (2001a), que é de $22 \text{ m}^3/\text{dia}$.

Para o cenário industrial, considerando o valor médio da tabela 8.15 para população urbana e que os empregados permanecem cerca de 10 horas dentro da área industrial, sendo 8 horas em atividades com certo grau de esforço e 2 horas para descanso, a taxa de inalação estimada é de 11 m^3 por dia de trabalho.

8.5.2 Taxa de Inalação – Crianças

Segundo U.S.EPA (2002), crianças e adolescentes têm uma alta taxa metabólica em repouso e uma taxa de consumo de oxigênio por unidade de peso corpóreo maior que dos adultos porque eles têm uma grande superfície de resfriamento por unidade de peso corpóreo e também devido ao crescimento. U.S.EPA (2002) coloca que a taxa de consumo de oxigênio para uma criança em repouso, na faixa etária de 1 semana a 1 ano, é de 7 ml por minuto, enquanto que a mesma taxa para adulto em repouso é de 3 a 5 ml por minuto. Assim, com base no peso corpóreo, o volume que passa através dos pulmões de uma criança em repouso é duas vezes maior do que um adulto na mesma condição.

Para crianças na faixa etária de 1 a 6 anos, CLEA (2002) adota a equação matemática apresentada anteriormente no item 8.4 e as constantes conforme tabela 8.17.

Tabela 8.17: Valores para constantes respiratórias em função do nível de atividade e (ativa e passiva) para crianças propostas por CLEA (2002)

Faixa Etária		$\alpha_{act.}$ Taxa Respiratória ($m^3 \cdot h^{-1}$).	
(Anos)		Ativa	Passiva
0 a 16		0,03	0,011

Fonte: CLEA (2002)

Utilizando as constantes respiratórias acima e o peso corpóreo da tabela 8.4, estimou-se a taxa de inalação em condições ativa e passiva, conforme apresentado na tabela 8.18.

Tabela 8. 18: Estimativas da taxa de inalação (m³/h) para crianças em função da idade do sexo e do tipo de atividade física.

IDADE	Taxa de Inalação (m ³ /h)					
	Ativa			Passiva		
(Anos)	Meninos	Meninas	Média	Meninos	Meninas	Média
1	0,31	0,29	0,30	0,11	0,11	0,11
2	0,40	0,39	0,40	0,15	0,14	0,15
3	0,46	0,47	0,46	0,17	0,17	0,17
4	0,51	0,53	0,52	0,19	0,19	0,19
5	0,58	0,59	0,58	0,21	0,22	0,21
6	0,65	0,66	0,66	0,24	0,24	0,24
7	0,73	0,73	0,73	0,27	0,27	0,27
8	0,81	0,81	0,81	0,30	0,30	0,30
9	0,89	0,89	0,89	0,33	0,33	0,33
10	0,97	0,98	0,97	0,35	0,36	0,36
11	1,07	1,11	1,09	0,39	0,41	0,40
12	1,15	1,21	1,18	0,42	0,45	0,43
13	1,29	1,35	1,32	0,47	0,50	0,48
14	1,48	1,48	1,48	0,54	0,54	0,54
15	1,66	1,55	1,60	0,61	0,57	0,59
16	1,78	1,58	1,68	0,65	0,58	0,62
17	1,84	1,59	1,72	0,67	0,58	0,63
18	1,86	1,60	1,73	0,68	0,59	0,63
1 a 6	0,48	0,49	0,45	0,18	0,18	0,17

U.S.EPA (2002) assume como atividades diárias para crianças como sendo 10 horas dormindo (atividade passiva) e 14 horas de atividades leves. Considerando essas condições de atividade e os valores de taxa de inalação da tabela 8.18 por faixa etária, estimou-se a taxa de inalação diária para as crianças paulistas. Esses valores foram comparados com as taxas recomendadas por U.S.EPA (2002) e por CLEA (2002a) para exposição de longo prazo, conforme mostra a tabela 8.19.

Tabela 8.19: Comparativo entre as taxas de inalação (m^3/dia) por faixa etária para crianças do Estado de São Paulo, EUA e Reino Unido.

Faixa Etária (Anos)	São Paulo			U.S.EPA (2002)			CLEA (2002)		
	Meninos	Meninas	Média	Meninos	Meninas	Geral	Meninos	Meninas	Média
1 – 2	6	6	6	---	---	7	4	4	4
3 – 5	9	9	9	---	---	8	9	9	9
6 – 8	13	13	13	---	---	10	13	13	13
9 - 11	17	18	17	14	13	14	18	19	18
12- 14	23	24	23	15	12	14	25	27	26
15 - 18	32	28	30	17	12	15	---	---	---
1 a 6	9	9	9	---	---	---	7	7	7

Um resumo desses dados é apresentado pela figura 8.9, evidenciando o aumento da taxa de inalação em função da idade.

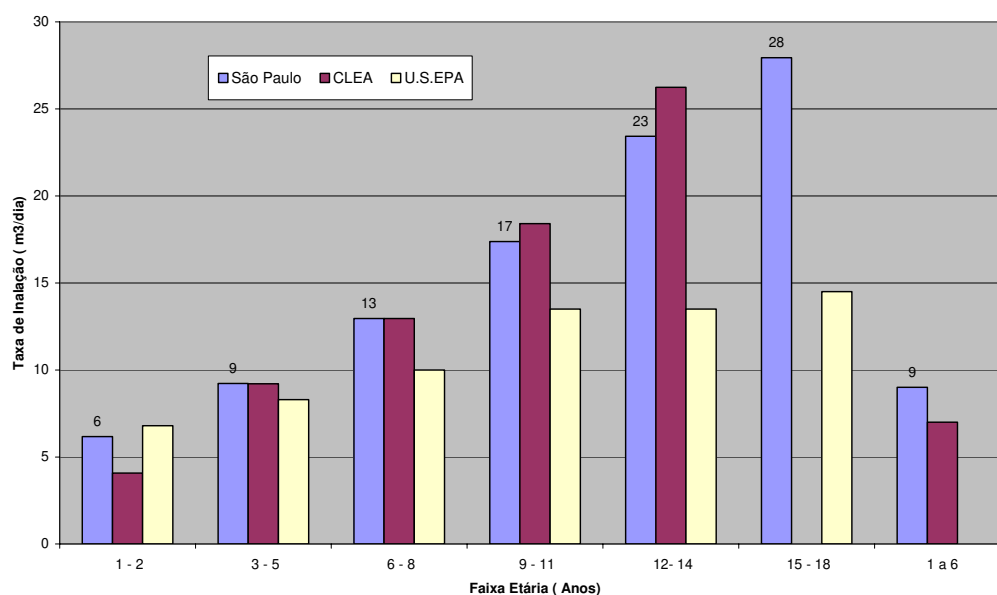


Figura 8.9:: Comparação da taxa de inalação (m^3/dia) por faixa etária de crianças paulistas com os dados de CLEA (2002a) e U.S.EPA (2002)

Os dados acima mostram que as taxas utilizadas por U.S.EPA (2002) são inferiores às taxas estimadas para as crianças paulistas e por CLEA (2002) e que essa diferença torna-se mais significativa com o aumento da idade. CETESB (2001) adotou a taxa de $15 \text{ m}^3/\text{dia}$ que, comparando com os dados da figura 8.9, corresponde à taxa para crianças maiores que 6 anos. U.S.EPA (2002) recomenda a taxa de inalação de

15 m³/dia para meninos na faixa etária entre 12 e 14 anos ou, considerando a média entre os sexos, na faixa etária de 15 a 20 anos. CCME (2005) adota a taxa de inalação de 9,3 m³/dia para crianças menores de 4 anos, 14,5 m³/dia para crianças entre 5 e 11 anos e de 15,8 m³/dia para adolescentes entre 12 e 19 anos.

A equação utilizada para o cálculo da taxa de inalação por CLEA (2002) parece adequada para ser aplicada às crianças paulistas, onde consideramos o valor aproximado de 9 m³/dia como sendo representativo para a faixa etária de 1 a 6 anos.

8.6 Ingestão de Água

A água é uma fonte potencial de exposição humana a substâncias tóxicas principalmente para crianças. Considerando o crescente aumento de utilização de água subterrânea pela sociedade em geral, o parâmetro de ingestão, torna-se importante para a avaliação do risco.

Segundo U.S.EPA (2002), para estimar a magnitude da dose potencial tóxica através da água, são necessárias informações relativas ao consumo, ou seja, da taxa de ingestão.

Dados internacionais (Estados Unidos e Canadá) de ingestão de água foram consolidados com as suas respectivas populações através de pesquisas específicas. Segundo U.S.EPA (1997a), as taxas usualmente utilizadas são de 2 litros/dia para adultos e 1 litro/dia para crianças com peso corpóreo de 10 kg ou menos. Esses são também os valores adotados por ASTM (2000). Ressalta-se que o consumo de água pode variar em função da atividade física e do clima, associado às flutuações da temperatura e umidade.

CCME (2005) propõe para adultos a taxa de ingestão de água de 1,5 litros/dia e para crianças entre 5 a 11 anos, a taxa de 0,8 litro/dia, para quaisquer cenários (residencial, industrial e agrícola).

CLEA (2002), em sua metodologia para determinação de valores de intervenção para solo, não considera a ingestão de água como sendo uma via de exposição potencial para quaisquer cenários acima citados. A adoção dessa premissa deve estar

associada ao fato do fornecimento de água tratada atingir toda a população do Reino Unido, que é um cenário muito diferente do brasileiro.

CETESB (2001) adotou as taxas de ingestão preconizadas por U.S.EPA (1997a) para o cenário agrícola, ou seja, de 2 litros/dia para adultos e de 1 litro/dia para crianças. Para os cenários residencial e industrial, adotou um consumo de 50 % em relação ao consumo do cenário agrícola para adultos, ou seja, de 1 l/dia, considerando que o adulto permanece na área contaminada apenas parte do dia. Para crianças, adotou, para os cenários residencial e agrícola, o consumo de 1 l/dia e para o cenário industrial de 0,5 l/dia.

WHO (1994), baseando-se nos trabalhos realizados por organização, recomenda a taxa de ingestão de 2 litros por dia para adultos, e de 1,4 litros por dia para crianças com 10 anos.

Baseado em estudos com a população infantil americana, U.S.EPA (2002) recomenda as taxas de ingestão de água discriminadas na tabela 8.20.

Tabela 8.20: Taxa de ingestão de água (l/dia) da população infante juvenil americana

Faixa Etária (Anos)	Taxa de Ingestão (Litros/dia) (1)
< 1	1,0
1 – 3	0,94
4 – 6	1,165
7 – 10	1,219
1 – 10	1,1
11 – 19	1,9

(1) Fonte U.S.EPA (2001c e 2002a) considerando 95 percentil

Segundo U.S.EPA (2002), as taxas acima incluem o consumo de água potável direta e indireta, na forma de sucos e outras bebidas.

WHO (2004), no desenvolvimento dos padrões de qualidade para água potável contendo substâncias químicas consideradas potencialmente perigosas, assume um consumo diário per capita de 2 litros para adultos com 60 kg e 0,75 litros para crianças com 10 kg.

Na ausência de dados oficiais brasileiros e considerando as condições tropicais do país, a taxa de ingestão utilizada por CETESB (2001) parece ser adequada e conservativa. Apenas para o cenário residencial, não se aplicou uma redução de 50% na taxa de ingestão como em CETESB (2001). E no cenário industrial, a taxa para crianças não foi considerada.

Na tabela 8.21 tem-se um resumo das taxas de ingestão de água sugeridas em função do cenário de exposição.

Tabela 8.21: Proposição de valores para taxas de ingestão de água (l/dia) em função de cenário de exposição para a população do Estado de São Paulo

Cenário	Adulto	Criança
Agrícola	2	1
Residencial	2	1
Industrial	1	NA

NA: Não Aplicável

8.7 Ingestão de Solo

A ingestão de solo pode ocorrer por seu consumo despercebido através das mãos ou dos alimentos, por levar a boca objetos sujos ou pela ingestão deliberada (geofagia). A ingestão deliberada está presente em todos os setores da sociedade, mas a sua freqüência está correlacionada ao estado nutricional e à qualidade da assistência a crianças. Segundo U.S.EPA (1992) as crianças com maior risco de geofagia estão na faixa etária de 1 a 3 anos de idade, pertencem as famílias de baixo nível sócio-econômico e apresentam deficiências neurológicas.

Segundo CLEA (2002), poucos trabalhos científicos tratam da diferença entre a ingestão inadvertida ou deliberada (geofagia). Considera-se a geofagia como sendo uma condição patológica (de longo prazo) e não é levada em consideração para o estabelecimento de valores genéricos na metodologia para a Avaliação do Risco.

CLEA (2002) cita os estudos realizados por U.S.EPA e por outros pesquisadores ao adotar os valores apresentados da tabela 8.22, em função do cenário de exposição.

Tabela 8.22: Valores de taxa de ingestão de solo (mg/dia) em função do cenário de exposição e faixa etária adotados no Reino Unido (CLEA 2002b)

Faixa Etária (Anos)	Cenário de Exposição		
	Agrícola	Residencial	Industrial
0 – 6	100	100	- - -
6 – 16	100	100	- - -
16 – 59	70	60	40
59 - 70	70	60	- - -

Fonte: CLEA (2002)

Os estudos realizados com o objetivo de determinar a taxa de ingestão de solo, via traçadores ou análises químicas, estão associados a inúmeras incertezas (tamanho da amostragem, reprodutibilidade baixa, seleção da população, etc.) levando à baixa confiabilidade dos resultados.

Baseando-se em estudos com a população americana, U.S.EPA (1997a e 2002a) recomenda, para adultos, a taxa de 50 mg/dia e, para crianças, a taxa de 100 mg/dia, considerando o cenário residencial.

Observando a tabela 7.1, verifica-se que as referências mais recentes das taxas de ingestão originadas de CLEA (2002), CCME (2005), RIVM (2001a) e U.S.EPA (2002) mostram uma redução no valor dessa taxa para o cenário residencial, em relação aos valores adotados por U.S.EPA (1989a) e por CETESB (2001).

Na falta de estudos mais conclusivos, os dados recomendados por CLEA (2002) parecem-nos adequados, conforme apresentados na tabela 8.22 devido ao alinhamento com as taxas internacionais. Assim, os valores assumidos neste estudo foram 100 mg/dia para crianças nos cenários residencial e agrícola. Para adultos, as taxas foram 40 mg/dia, 60 mg/dia e 70 mg/dia para os cenários industrial, residencial e agrícola, respectivamente.

8.8 Ingestão de Alimentos

Segundo U.S.EPA (2002), frutas, vegetais, grãos e outros alimentos podem ser contaminados com produtos tóxicos por diferentes vias. Poluentes no ar podem depositar-se ou serem absorvidos pelas plantas ou mesmo serem dissolvidos pela chuva ou água de irrigação. Poluentes também podem ser absorvidos através das raízes das plantas vindo do solo ou água subterrânea. Carnes e leites podem ser contaminados se os animais estiverem expostos a um meio contaminado como solo, água e outros alimentos.

A taxa de ingestão de alimentos pode ser expressa como “*in natura*”, cozida ou seca. U.S.EPA (1997b e 2002a) expressa a taxa de ingestão de alimentos “*in natura*”, assim como CLEA (2002) e RIVM (2001a). A utilização da taxa de ingestão considerando os alimentos cozidos ou secos deve assumir ou avaliar que o processo de cozimento ou secagem não altere a concentração do contaminante.

Os tipos de alimentos considerados para o estabelecimento dos valores de referência diferem entre os países pesquisados. Esse ponto é importante por estar relacionado ao estilo de vida (condições geográficas, variedade consumida, etc.), tipo de alimentação característico de cada país, mas, sobretudo, por focar o tipo de alimento mais sensível, ou que pode ser mais impactado quando plantado em uma área contaminada, como hortaliças, vegetais e leguminosas.

CLEA (2002a) adota somente o consumo de vegetais originados de hortas particulares e ressalta a importância da determinação da concentração do contaminante na parte comestível do vegetal, e não na planta inteira. Para esse propósito, o modelo de Avaliação do Risco divide os vegetais em dois grupos de interesse. Cenouras, cebolas e batatas são consideradas tubérculos/raízes, estando a sua parte comestível debaixo do solo. Alfaces, repolho, couves e afins são considerados como vegetais folhosos, tendo a sua parte comestível acima do solo. Assim, o modelo estima separadamente o fator de bioconcentração solo / planta (BCF) nas respectivas zonas de acumulação de contaminantes, seja para raízes ou para folhas. O fator de bioconcentração exprime a relação da concentração de metal na parte comestível da planta em relação a quantidade total no solo.

A Holanda, no modelo para derivação de valores de intervenção (CSOIL), considera a ingestão de tubérculos e hortaliças folhosas (RIVM 2001a). O Canadá adota a ingestão de vegetais, frutas, carnes e de leites e derivados (CCME, 2005). CETESB (2001) adotou a ingestão de vegetais, que inclui folhas, frutos e tubérculos, e de frutas.

IBGE (2004 b, c) disponibiliza a aquisição *per capita* para carnes, leite e derivados, frutas, vegetais e legumes, cereais e derivados, etc., para o Brasil em geral, conforme apresentado pela tabela 8.23. Esses dados também estão disponíveis segundo a condição domiciliar, urbana ou rural, sendo que, para as Unidades da Federação, os resultados contemplam a condição geral e Urbana.

Segundo IBGE (2004 b,c), os dados sobre alimentação colhidos pela Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) não fornecem todas as informações necessárias para a avaliação da adequação quantitativa do consumo alimentar das famílias porque se desconhece a fração de alimentos adquiridos, mas não consumidos, e, também, porque as refeições feitas fora do domicílio não foram suficientemente especificadas. A aquisição alimentar fornecida por IBGE (2004 b,c) não faz distinção entre adultos e crianças.

Considerando as ressalvas acima colocadas, os dados do IBGE (2004 b,c) fornecem informações úteis, que podem ser comparadas com os dados internacionais e os dados utilizados por CETESB (2001) referentes aos alimentos básicos que constituem a mesa brasileira, conforme apresentado na tabela 8.23.

Tabela 8.23: Quantidade anual de alimentos adquiridos (kg) *per capita* no Brasil, nas Regiões da Federação e no Estado de São Paulo

ALIMENTOS	REGIÃO					Brasil	São Paulo
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul		
Cereais e Leguminosas	45,830	52,359	57,111	48,133	38,684	48,423	41,889
Cereais	35,597	34,417	46,814	36,663	28,848	36,468	33,126
Leguminosas (*)	10,234	17,943	10,297	11,471	9,836	11,956	8,763
Hortalças	19,730	22,352	23,277	32,425	39,298	27,416	30,084
Folhosas e Florais (**)	1,855	1,384	2,103	2,739	4,451	2,506	2,870
Faltosas (***)	9,346	12,303	11,799	15,188	13,290	12,385	15,157
Tuberosas (****)	8,529	8,665	9,375	14,499	21,557	12,525	12,057
Frutas	17,536	20,032	17,360	27,584	31,005	22,703	28,486
Farinhas, féculas e massas	43,607	31,096	10,729	13,579	28,261	25,454	11,671
Carnes	30,277	21,637	23,628	23,653	34,754	26,790	25,210
Pescados	24,667	4,973	1,360	2,171	1,783	6,991	2,066
Aves e Ovos	19,383	14,419	14,487	13,571	22,086	16,789	12,453
Laticínios	24,388	29,092	57,078	58,784	70,870	48,042	61,924
Açúcares e Doces	19,066	23,335	22,235	24,389	24,187	22,642	21,507
Sais e Condimentos	6,732	5,118	4,895	6,074	7,382	6,040	6,783
Óleos e Gorduras	8,894	7,861	12,540	11,144	11,633	10,414	10,671
Bebidas e Infusões	24,507	34,519	34,777	55,281	52,772	40,371	61,201
Alimentos preparados	1,875	0,031	1,732	3,327	3,991	2,191	3,678
Outros	0,001	0,010	0,005	0,002	0,013	0,006	0,000

Fonte: IBGE (2004 b,c)

(*) Diversos tipos de feijão

(**) Acelga, Alface, Couve, Repolho, etc.

(***) Abóbora, Berinjela, Cebola, Pimentão, etc.

(****) Alho, Batata, Cenoura, etc.

Esses dados evidenciam as diferenças regionais na aquisição alimentar, fato esperado em função da dimensão do Brasil.

Pode-se colocar que, para o Brasil, a base principal de aquisição alimentar, cerca de 80 %, compõe-se em ordem decrescente de: cereais e leguminosas, laticínios, bebidas, hortalças, carnes, farinhas e frutas. Os hábitos de aquisição alimentar da Região Sudeste e do Estado de São Paulo, também em ordem decrescente, compõem-se de: bebidas e laticínios com o mesmo percentual de aquisição, seguido por cereais, hortalças, frutas e carnes. Essa variação é apresentada pela figura 8.10.

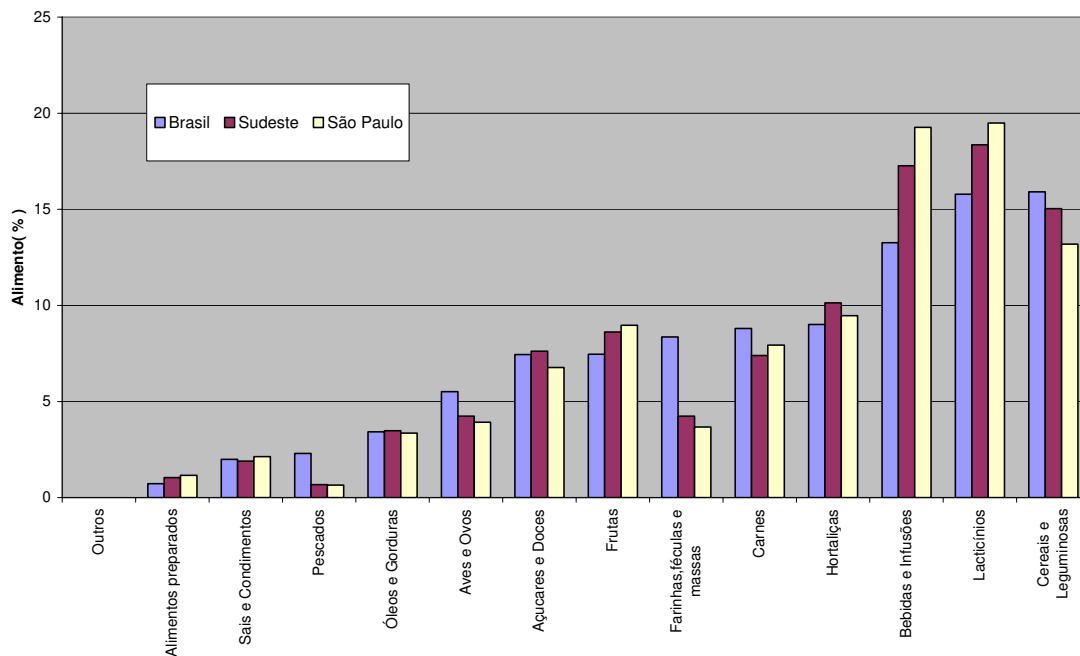


Figura 8.10: Preferência na aquisição alimentar per capita anual (%) no Brasil, na Região Sudeste e no Estado de São Paulo (baseado em dados de IBGE 2004 b,c)

As informações acima permitem identificar que entre os alimentos mais adquiridos pela população paulista estão também os mais susceptíveis de contaminação via solo ou água subterrânea, alimentos estes como leguminosas, hortalças e frutas.

Conforme colocado anteriormente, os dados de aquisição alimentar para o Estado de São Paulo foram consolidados para a condição domiciliar urbana. Comparando os dados da aquisição da Região Sudeste com os do Estado de São Paulo, nas condições domiciliares urbana e rural temos a tabela 8.24.

Tabela 8.24: Quantidade anual de alimentos adquiridos (kg) *per capita* na Região Sudeste e no Estado de São Paulo em função da origem domiciliar

Aquisição Alimentar per capita anual	Região Sudeste			São Paulo
	Geral	Rural	Urbana	Urbano
Cereais e Leguminosas	48,133	106,960	42,465	41,889
Cereais	36,663	78,360	32,645	33,126
Leguminosas (*)	11,471	28,600	9,820	8,763
Hortaliças	32,426	36,563	32,026	30,084
Folhosas e Florais (**)	2,739	2,951	2,718	2,870
Faltosas (***)	15,188	13,084	15,390	15,157
Tuberosas (****)	14,499	20,528	13,918	12,057
Frutas	27,584	19,743	28,340	28,486
Farinhas, féculas e massas.	13,579	31,186	11,882	11,671
Carnes	23,653	21,619	23,849	25,210
Pescados	2,171	2,219	2,166	2,066
Aves e Ovos	13,571	13,589	13,569	12,453
Laticínios	58,784	83,774	57,472	61,924
Açúcares e Doces	24,389	37,497	23,126	21,507
Sais e Condimentos	6,074	7,722	5,915	6,783
Óleos e Gorduras	11,144	14,769	10,794	10,671
Bebidas e Infusões	55,281	28,514	57,860	61,201
Alimentos preparados	3,327	1,215	3,531	3,678
Outros	0,002	0,010	0,001	0,000

Fonte: IBGE (2004 b,c)

(*) Diversos tipos de feijão

(**) Acelga, Alface, Couve, Repolho, etc.

(***) Abóbora, Berinjela, Cebola, Pimentão, etc.

(****) Alho, Batata, Cenoura, etc.

Avaliando a tabela 8.24, verifica-se que os dados de aquisição alimentar entre as populações urbanas da Região Sudeste e do Estado de São Paulo, são bastante próximas, e que entre as populações urbana e rural tem-se diferenças significativas.

Considerando os alimentos mais sensíveis à contaminação em função do solo ou do uso de água subterrânea, que são as leguminosas, hortaliças e frutas, a variação da quantidade adquirida em função da condição domiciliar é mostrada pela figura 8.11.

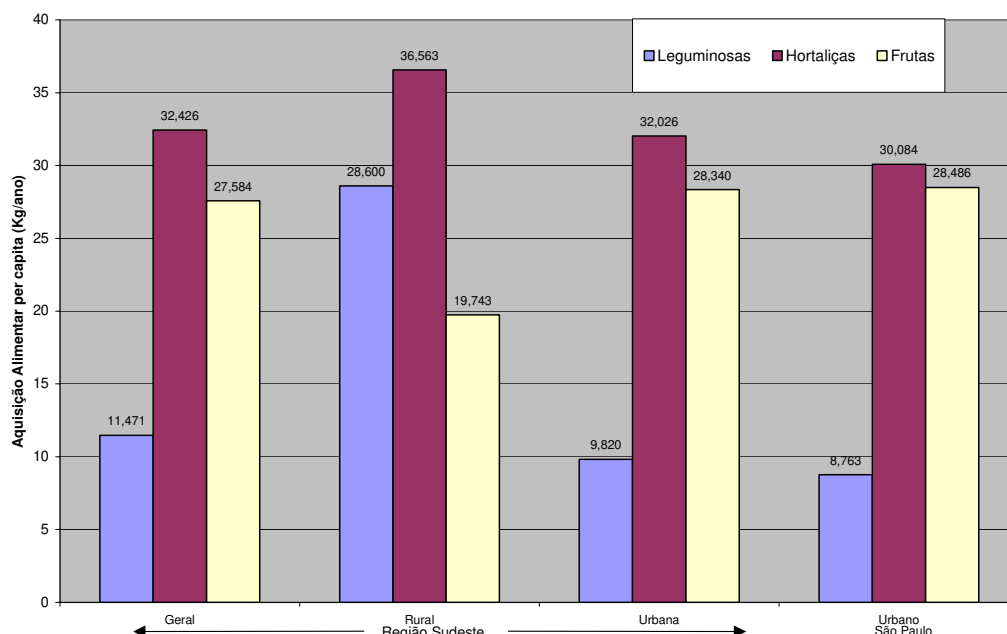


Figura 8.11: Comparação da aquisição de alimentos per capita (kg/ano) da Região Sudeste com o Estado de São Paulo em função da origem domiciliar

Na ausência de dados consolidados de aquisição alimentar para a população rural do Estado de São Paulo, foi analisado como referência os dados equivalentes da Região Sudeste, que estão discriminados na tabela 8.25.

Tabela 8.25: Quantidade de aquisição de alimentos (g/dia) da Região Sudeste e do Estado de São Paulo por origem domiciliar

Aquisição Alimentar per capita (g/dia)	Região Sudeste	São Paulo
	Rural	Urbano
Cereais e Leguminosas	293	115
Cereais	215	91
Leguminosas (*)	78	24
Hortaliças	100	82
Folhosas e Florais (**)	8	8
Faltosas (***)	36	42
Tuberosas (****)	56	33
Frutas	54	78
Farinhas, féculas e massas.	85	32
Carnes	59	69
Pescados	6	6
Aves e Ovos	37	34
Laticínios	230	170
Bebidas e Infusões	78	168

Fonte: IBGE (2004 b,c)

(*) Diversos tipos de feijão

(**) Abóbora, Berinjela, Cebola, Pimentão, etc.

(**) Acelga, Alface, Couve, Repolho, etc.

(****) Alho, Batata, Cenoura, etc.

CETESB (2001), na ausência de dados nacionais para subsidiar a quantificação alimentar, baseou-se nos valores da *USDA's Nationwide Food Consumption Survey*, disponíveis em U.S.EPA (1989b), que fornece um levantamento quantitativo com a população americana sobre o consumo de frutas e vegetais (inclui-se as leguminosas) “*in natura*”. Os valores utilizados por CETESB (2001) correspondem ao consumo, para a população em geral, de frutas e vegetais na forma fresca (“*in natura*”). As informações do IBGE (2004 b,c), acima apresentadas, confirmam que a adoção por CETESB (2001a) de ingestão de vegetais, hortaliças e frutas, em relação à preferência alimentar e a vulnerabilidade de uma possível contaminação, é adequada para o Estado de São Paulo como fonte potencial de ingresso.

Comparando os dados americanos com os valores de aquisição alimentar de frutas e vegetais obtidos em IBGE (2004 b,c), pode-se verificar uma diferença quantitativa significativa entre as diferentes fontes, conforme apresentado na tabela 8.26.

Tabela 8.26: Comparação do consumo americano de alimentos com a aquisição *per capita* (g/dia) estimada para o Estado de São Paulo em função da origem domiciliar.

Alimento	Consumo	Aquisição (**)	
	U.S.EPA (1989c; 1997b)	Rural	Urbano
Frutas	142	54	78
Vegetais (*)	201	178	106

(*) Refere-se a somatória do consumo para hortaliças e leguminosas

(**) Fonte IBGE (2004 b,c)

Os dados de aquisição alimentar, fornecidos pelo IBGE (2004 b,c), são cerca de 50 % inferior ao consumo da população americana, indicando incertezas ao adotar os dados de U.S.EPA (1989b) para estimar o consumo alimentar da população paulista.

Por outro lado, há incertezas com os dados brasileiros, pois não há informação sobre a fração de alimentos adquiridos, mas não consumidos, e, também, sobre as refeições feitas fora do domicílio, dificultando avaliar a consistência dos dados de IBGE (2004 b,c) para uso na Avaliação do Risco.

CETESB (2001) ponderou o consumo alimentar considerando três pontos principais: o cenário de exposição (residencial, agrícola e industrial), o local de produção (produção própria ou aquisição externa) e o receptor (adultos e crianças). Adotou, para o cenário agrícola, que a taxa de alimentos originados de hortas particulares é de 25 % para os vegetais e 20 % para as frutas consumidas. Para o cenário residencial adotou que o fornecimento de hortas particulares seja a metade do valor considerado no cenário agrícola e para o cenário industrial considerou que 2,5 % dos alimentos ingeridos diariamente sejam originados de hortas e pomares localizados na própria indústria. Em relação ao receptor, adotou que as crianças consomem cerca de 75 % do consumo de um adulto.

CLEA (2002), baseando-se em estudos realizados por *The National Food Survey*, coloca que cerca de 85 % dos lares britânicos não consomem produtos originados de hortas particulares. Para estimar a produção caseira de alimentos, foi considerada a diferença entre a quantidade consumida e a adquirida e, dependendo do tipo do produto, foram adotadas frações relativas ao consumo que variam entre 0,12 a 0,39. Com relação à variedade, CLEA (2002) adota somente um número restrito de vegetais como cenoura, alface, batata, repolho e cebola, enquanto que U.S.EPA (1997b) contempla um número muito amplo de vegetais e frutas.

Segundo RIVM (2001a), informações relativas à produção em hortas particulares são limitadas e, tomando por base os dados disponíveis na Holanda, o consumo de produtos caseiros é de, no máximo, 10 %. Observa-se que esse valor não pode ser aplicado uniformemente para toda população, citando que 82 % da população nunca ingerem alimentos produzidos em hortas particulares e que somente cerca de 3 % da população consomem uma fração significativa (maior que 50 %) da sua própria produção.

A exposição para crianças via ingestão de alimentos, quando comparada com a de um adulto, pode ser mais crítica devido às diferenças entre os tipos e quantidade de alimentos ingeridos. Não há dados sobre crianças brasileiras para subsidiar informações relativas à quantidade de alimentos ingeridos. CETESB (2001a) adotou um consumo de 75 % em relação ao consumo de um adulto.

Na falta de dados representativos da população brasileira, a postura de elaboração ou adoção de novas premissas também baseadas em dados internacionais não acrescenta nenhuma informação relevante, sendo os dados adotados por CETESB considerados como a melhor opção no momento. A adoção por CETESB (2001) da fração de alimentos produzidos em hortas localizadas nas áreas industriais em relação às condições paulistas pode ser considerada muito conservadora. Pesquisas específicas devem ser realizadas visando suprir essa lacuna.

Um resumo com as principais variáveis que serão objeto do estudo de sensibilidade é apresentado na tabela 8.27.

Tabela 8.27: Fatores exposicionais propostos neste estudo para a população do Estado de São Paulo

Cenário	Peso Corpóreo	Taxa de Inalação	Superfície Corpórea (m ²)		Taxa de Ingestão		Período de Exposição	
	kg	m ³ /dia	Total	Ambiente		Solo		Água
				Interno	Externo	mg/dia	l/dia	Anos
Agrícola								
Adulto	63	21	1,69	0,9913	0,4434	70		62,4
Criança	16	9	0,67	0,5446	0,4783	100		6
Residencial								
Adulto	69,4	23	1,78	1,0367	1,0367	60	2	
Criança	16	9	0,67	0,5446	0,4783	100	1	
Industrial								
Adulto	69,4	11	1,78	0,2457	0,2457	40	1	35

9 INFLUÊNCIA DA FAIXA ETÁRIA NA AVALIAÇÃO DO RISCO

O foco da Avaliação do Risco é estabelecer concentrações onde a exposição a uma determinada substância tóxica não cause efeito deletério à saúde humana. Torna-se importante a identificação da população alvo, ou seja, as populações consideradas mais sensíveis quando expostas a uma substância tóxica, como crianças, mulheres grávidas, idosos, etc.. Usualmente é tomada como referência para adultos, a faixa etária de 20 a 70 anos e para crianças a faixa etária entre 1 a 6 anos (RIVM 2001a, U.S.EPA 2001d). A razão e a importância do estabelecimento das faixas etárias são explicadas abaixo.

Segundo o Internacional Life Science Institute, uma criança não pode ser considerada como um adulto pequeno, entre outros importantes fatores, devido a (ILSI 1990):

- 1 – Diferenças nas doses de ingresso (através do ar, alimentos e água) por unidade de peso corpóreo;
- 2 – Diferenças no comportamento farmacocinético (absorção, distribuição e excreção) da substância;
- 3 – Diferenças na resposta do organismo para uma mesma dose interna.

Essas diferenças podem resultar em situações ou cenários onde crianças recebam doses efetivas de uma substância química mais elevadas que os adultos quando expostos à mesma concentração.

Considerando essas observações, e tendo como base o peso corpóreo, esse raciocínio será avaliado considerando a população paulista urbana, como discutido abaixo.

Os pesos corpóreos médios para a população paulista urbana considerados são:

- Crianças (1 a 6 anos): 16 kg
- Crianças (10 anos): 32,5 kg
- Adulto masculino (20 a 70 anos): 75 kg
- Adulto feminino (20 a 70 anos): 63,8 kg

9.1 Inalação

Para uma determinada substância presente no ar, a dose de ingresso depende da quantidade da substância química inalada, da quantidade absorvida e do peso corpóreo. A quantidade inalada depende por sua vez da taxa de inalação, que varia em função do tipo de atividade física e do tempo de exposição.

Tomando como referência os valores consolidados neste trabalho tais como, crianças com 10 horas em repouso e 14 horas em atividades e adultos com 8 horas em repouso e 16 horas em atividades, e as taxas de inalação adotadas por CLEA (2002), obtém-se a correlação com o peso corpóreo conforme mostrado na figura 9.1.

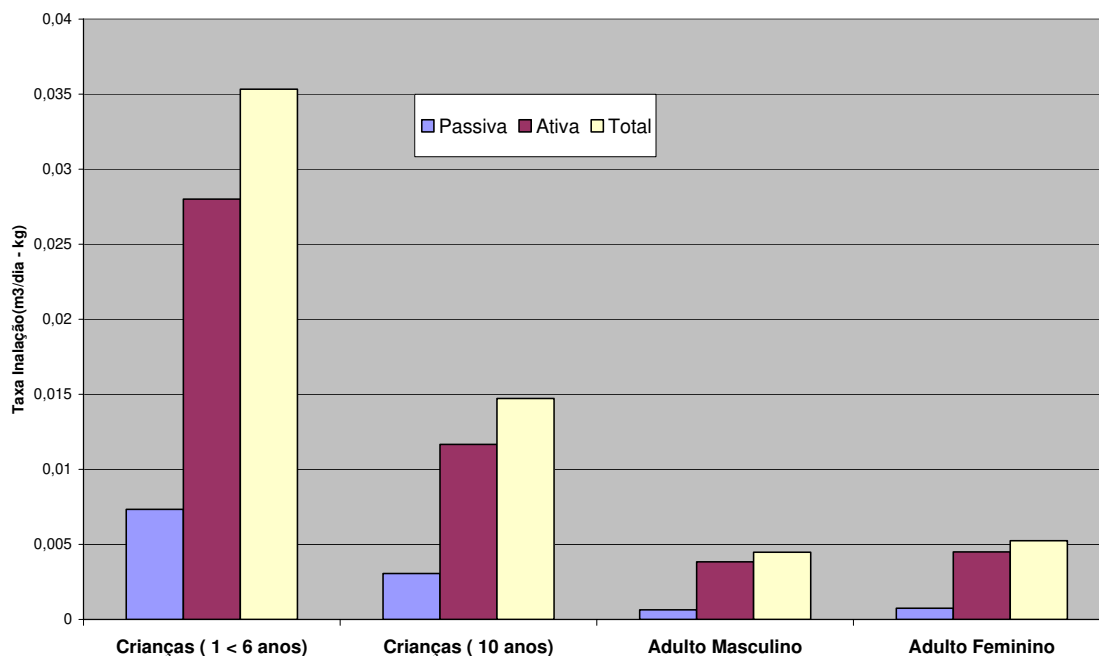


Figura 9.1: Taxa de Inalação ajustada ao peso corpóreo para crianças e adultos do Estado de São Paulo

As taxas de inalação ponderadas pelo peso corpóreo evidenciam a maior sensibilidade para as crianças entre 1 a 6 anos de idade, sendo que os valores são da ordem de sete a três vezes maiores que para os adultos.

Observa-se que crianças com 10 anos já apresentam uma taxa de inalação ponderada bem inferior àquelas entre 1 e 6 anos, evidenciando uma maior sensibilidade dessas últimas.

9.2 Ingestão de Água

Considerando a taxa de ingestão diária de 1 litro para crianças e 2 litros para adultos, o ajuste em função do peso corpóreo resulta na figura 9.2.

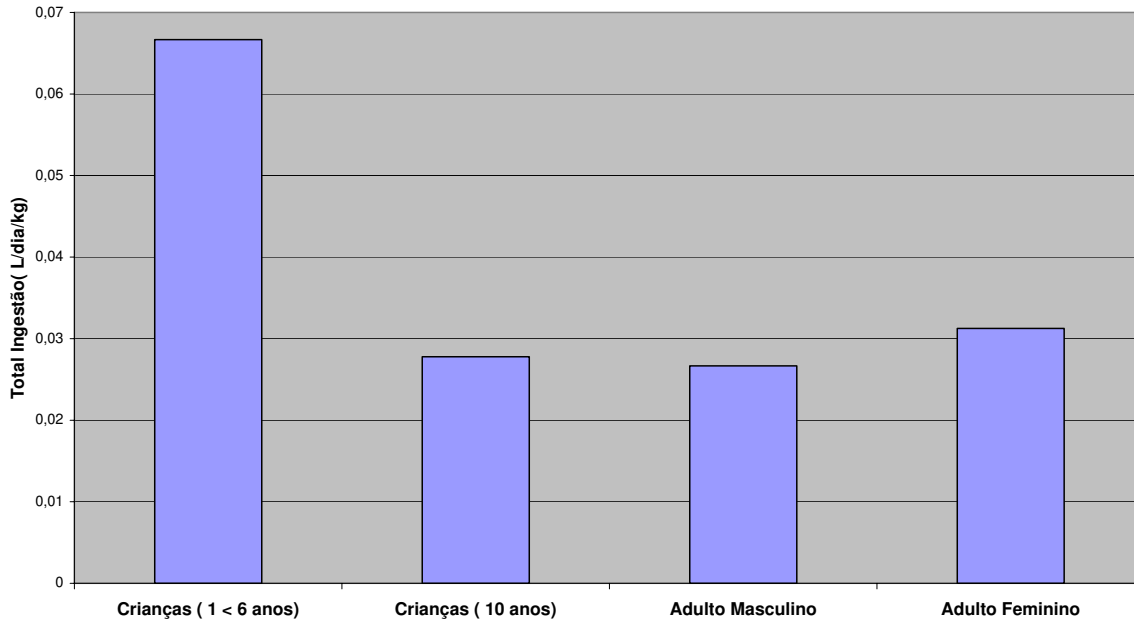


Figura 9.2: Taxa de ingestão de água ajustada ao peso corpóreo para crianças e adultos do Estado de São Paulo

A magnitude do impacto da ingestão de água é cerca de duas vezes maior para crianças na faixa etária entre 1 a 6 anos em relação aos valores para crianças maiores e adultos com base no peso corpóreo. Em relação à taxa de ingestão de água, observa-se que as crianças com 10 anos apresentam um comportamento semelhante a dos adultos.

9.3 Superfície Corpórea Total

A ponderação em função do peso, apresentada na Figura 9.3, foi realizada considerando a superfície corpórea total consolidada neste trabalho onde se obteve os seguintes valores:

- Crianças (1a 6 anos): 0,67 m²
- Crianças (10 anos): 1,12 m²
- Adulto (masculino): 1,86 m²
- Adulto (feminino): 1,70 m²

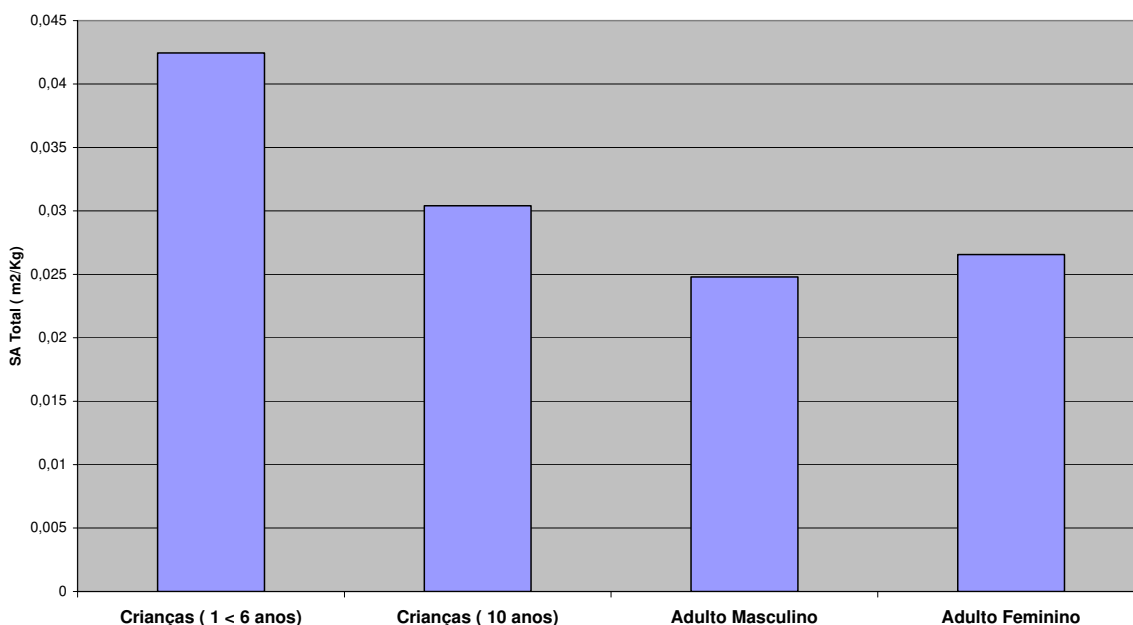


Figura 9.3: Superfície corpórea total ajustada ao peso corpóreo para crianças e adultos do Estado de São Paulo

Novamente observa-se que as crianças de 1 a 6 anos apresentam um valor ponderado maior, evidenciando sua maior susceptibilidade em relação a uma contaminação. A diferença com o adulto é menor em comparação com as taxas ponderadas de inalação e ingestão de água, mas ainda mostra o comportamento diferenciado das crianças em função da idade.

No geral, as figuras (9.1, 9.2 e 9.3) evidenciam maior impacto para as crianças na faixa etária entre 1 e 6 anos, sendo que as crianças com 10 anos já tendem a apresentar comportamento mais semelhante aos adultos. Esse fato mostra a maior susceptibilidade das crianças de menor faixa etária. Observam-se também pequenas diferenças entre adultos em função do sexo, mas em uma escala muito inferior quando comparado com as crianças.

Outro ponto a observar é que, entre as vias de ingresso analisadas, a inalação é a rota mais sensível para as crianças, sendo, portanto muito crítica quando há a presença de substâncias voláteis ou semi voláteis. Portanto, quando o cenário envolver uma substância tóxica, volátil e a presença de crianças como receptor, a inalação poderá ser a rota principal de ingresso.

Esses resultados fornecem uma base segura para que a metodologia de Avaliação do Risco e a determinação dos fatores de exposição adote “crianças” como sendo a faixa etária entre 1 e 6 anos.

10 AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE

Para avaliar a influência dos parâmetros exposicionais nos valores calculados de doses de ingresso e do risco, aplicou-se, como exemplo, na derivação dos Valores de Intervenção definidos por CETESB (2001).

Para isso, foi utilizado o modelo CSOIL, gentilmente fornecido pela CETESB para realização deste estudo.

O enfoque nos valores de intervenção deu-se porque em CETESB (2001) está publicada a memória de cálculo do modelo CSOIL para cada contaminante avaliado, com a discriminação da dose de ingresso para cada via de exposição, assim como, o valor de risco e o quociente de risco atingido. Dessa forma, a comparação com as doses de ingresso calculadas com os fatores de exposição propostos neste estudo foi facilitada.

Seguindo o procedimento de CETESB (2001), calculou-se também a concentração utilizando os fatores de exposição propostos de forma a avaliar qual seria o impacto nos valores de intervenção atuais.

A lista com os novos valores de intervenção foi publicada em 2005, mas não foi utilizada para este estudo, pois o relatório contendo os fatores de exposição adotados e a memória de cálculo ainda não foi publicado e a CETESB já utilizou os dados deste trabalho.

A diferença entre os valores numéricos dos Fatores de Exposição utilizados por CETESB (2001) e os adotados por este trabalho, está resumida na tabela 10.1.

Tabela 10.1: Comparação dos fatores de exposição utilizados por CETESB (2001) e adotados neste estudo para a população do Estado de São Paulo.

FATOR DE EXPOSIÇÃO	Unidade	CETESB (2001)						VALORES ESTUDADOS						PONDERAÇÃO DAS ALTERAÇÕES (%)					
		Agrícola		Residencial		Industrial		Agrícola		Residencial		Industrial		Agrícola		Residencial		Industrial	
		Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança
Peso Corpóreo	kg	60	15	60	15	60	15	63	16	69,4	16	69,4		105	107	116	107	116	
Taxa de Ingestão de Solo	mg	150	300	100	200	50	100	70	100	60	100	40		47	33	60	50	80	
Superfície Corpórea	m2																		
Total		1,66	0,95	1,66	0,95	1,66	0,95	1,69	0,67	1,78	0,67	1,78		102	71	107	71	107	
Ambiente Interno		0,86	0,32	0,86	0,32	0,2	0,14	0,991	0,4434	1,037	0,5446	0,2457		115	139	121	170	123	
Ambiente Externo		0,09	0,32	0,86	0,32	0,2	0,14	0,545	0,4783	1,037	0,4783	0,2457		605	149	121	149	123	
Taxa de Inalação	m3/dia	22	15	22	15	22	15	21	9	23	9	11		95	60	105	60	50	
Taxa Ingestão Água	l/dia	2	1	1	1	1	0,5	2	1	2	1	1		100	100	200	100	100	
Período de Exposição	Anos	58	6	24	6	25	6	62,8	6	24	6	35		108	100	100	100	140	

Legenda:

Este trabalho não adota crianças para o cenário industrial

Considerando os dados de CETESB (2001) como referência, os valores adotados por este trabalho variaram da seguinte maneira:

- Peso corpóreo é superior para todos os cenários de exposição.
- Ingestão de solo é inferior para todos os cenários de exposição.
- Superfície corpórea total aumentou para adultos e reduziu para crianças em todos os cenários de exposição.
- Superfície corpórea para ambiente interno aumentou para todos os cenários de exposição.
- Superfície corpórea para ambiente externo aumentou para todos os cenários de exposição, com maior proporção para adultos no cenário agrícola.
- Taxa de inalação diminuiu para todos os cenários de exposição, exceção para adultos no cenário residencial.
- Taxa de ingestão de água não variou em relação à CETESB (2001), exceção para adultos no cenário residencial.
- Período de exposição não variou para crianças e adultos no cenário residencial, mas aumentou para adultos nos cenários industrial e agrícola.

Tendo como referência os valores de CETESB (2001) ponderados em 100 %, as variações acima encontradas são visualizadas pelas figuras 10.1 e 10.2.

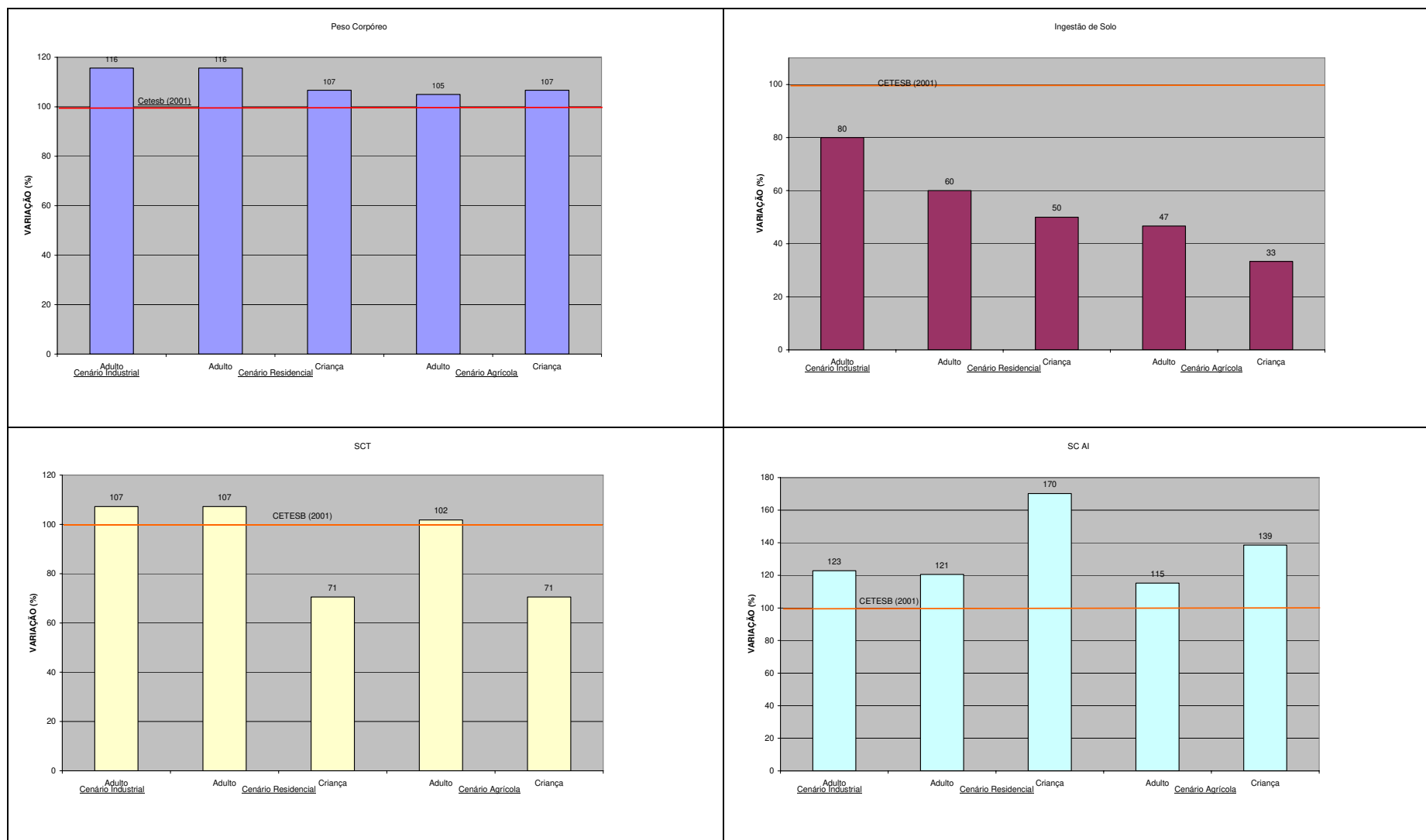


Figura 10.1: Variação percentual dos fatores de exposição (peso corpóreo, ingestão de solo, superfície corpórea total – SCT, superfície corpórea parcial em ambiente interno – SCAi) propostos neste estudo em relação aos adotados por CETESB (2001)

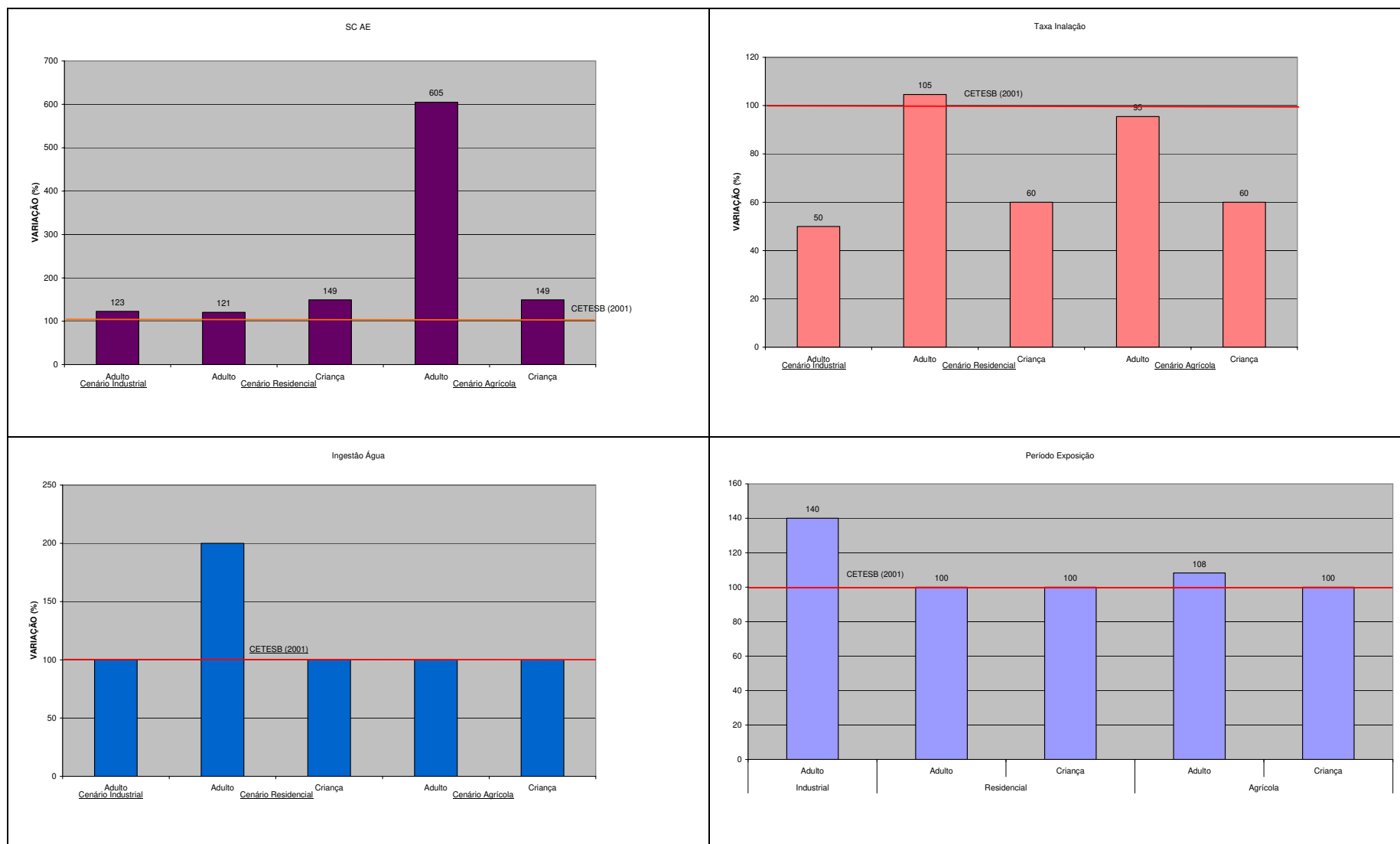


Figura 10.2: Variação percentual dos fatores de exposição (superfície corpórea parcial em ambiente externo – SCAE, taxa de inalação, ingestão de água e período de exposição) propostos neste estudo em relação aos adotados por CETESB (2001)

A origem das variações acima foi discutida nos capítulos anteriores. Pode-se verificar variações importantes em relação a CETESB (2001) para alguns fatores associados aos cenários de exposição. A importância relativa de cada fator de exposição na quantificação do risco foi determinada através de uma análise de sensibilidade dos Valores de Intervenção calculados para alguns compostos.

Para avaliação da influência dos fatores exposicionais em relação ao risco à saúde humana, consideramos as seguintes premissas:

- Seleção de 3 (três) substâncias onde os compartimentos alvos de ação sejam preferencialmente no ar, na água e no solo, respectivamente;
- Utilização das concentrações de risco à saúde humana publicada pela CETESB (2001) e utilizadas como Valores de Intervenção para solo no gerenciamento ambiental;
- Simulações com as variáveis de exposição utilizando o modelo matemático CSOIL adotado por CETESB (2001) para o cálculo dos Valores de intervenção para solo.

10.1 Substâncias Estudadas

CETESB (2001) coloca que a importância relativa de cada uma das vias de exposição está relacionada às características físicas, químicas e toxicológicas da substância envolvida como também às propriedades do solo e ao comportamento dessa substância no solo. O entendimento desses fatores permite predizer ou mesmo definir o compartimento alvo da substância, identificando a via dominante de exposição ao ser humano.

A mobilidade de uma determinada substância, ou seja, a possibilidade de atingir um ou mais compartimentos ambientais (água, ar e solo/sedimentos) está associada às suas propriedades físico-químicas como abordado anteriormente.

Considerando essas propriedades e o objetivo de avaliar a influência dos fatores de exposição nas diferentes vias dominantes de exposição, selecionamos o Benzeno, Endrin e o Níquel para consolidação do estudo. Essas substâncias possuem características físicas e químicas distintas e podem ser encontradas em áreas contaminadas.

As principais propriedades físicas, químicas e toxicológicas dessas substâncias estão na tabela 10.2.

Tabela 10.2: Características físicas, químicas e toxicológicas do Benzeno, Endrin e Níquel

Propriedade	Unidade	Benzeno	Endrin	Níquel
CAS		71-43-2	72-20-8	7440-02-0
Peso Molecular		78,11	380,9	58,69
Estado Físico (*)	- - -	Líquido	Sólido	Sólido
Densidade	g/cm ³	0,8787	- - -	8,91
Solubilidade				
Água	mg/l	188	0,2	1,13
Temperatura	°C	25	25	37
Quocientes de Partição				
Log K _{ow}	- - -	2,13	5,6	NA
Log K _{oc}	- - -	1,8	4,32	NA
Pressão de Vapor	mmHg	75	2,00E-07	1
	°C	20	25	1810
Constante de Henry	atm-m ³ /mol	5,50E-03	4,00E-07	
TDI	mg/kg.dia	4,30E-03	1,00E-04	5,00E-02
Fator de Carcinogenicidade	[mg/kg.dia] ⁻¹	2,9E-02	NA	NA

Fonte: ATSDR (2005 a,b,c)

NA: Não Aplicável

(*) Temperatura Ambiente

10.2 Potencial para Exposição à Saúde Humana

10.2.1 Potencial para Exposição Humana ao Benzeno

As propriedades físico-químicas do benzeno, como alta volatilidade, solubilidade baixa e elevada constante de Henry, indicam que o seu compartimento alvo é o ar. Quando presente na água pode ser facilmente transportado para a atmosfera. Quando presente no solo pode atingir a atmosfera através da volatilização, contaminar as águas superficiais via escoamento e as águas subterrâneas via lixiviação. O valor de K_{oc} indica que o benzeno tem uma mobilidade elevada no solo, lixiviando facilmente para águas subterrâneas. Segundo ATSDR (2005a), há estudos sugerindo que o benzeno não se acumula em organismos marinhos e evidências que se acumula em plantas e folhas. No ar é transformado por fotoxidação, quando em água é biodegradável em

condições aeróbias e pode ser relativamente persistente nas águas subterrâneas. Em relação às plantas, a acumulação do benzeno nos vegetais é resultante do processo de transferência entre o ar e a folha. O translocamento por meio do sistema radicular não é considerado significativo. Segundo Harte et al (1991), o benzeno é muito pouco absorvido pela pele, sendo a inalação a principal via de exposição humana.

Segundo a ATSDR (2005a) o benzeno liberado para o ambiente é oriundo de fontes naturais e industriais, sendo que sem dúvida, as emissões antropogênicas são as mais significativas. ATSDR (2005a) considera também que o benzeno é onipresente tendo sido detectado em ambientes rurais, urbanos e em ambientes internos. No Estado de São Paulo, segundo CETESB (2005), 72 % das áreas contaminadas têm a origem em postos de combustível onde a presença do benzeno é esperada, pois é uma das substâncias que compõe a gasolina.

10.2.2 Potencial para Exposição Humana ao Endrin

O Endrin é um pesticida que foi usado para o controle de pragas na agricultura, sendo que, em 1998, o seu uso foi proibido no Brasil. Restrições severas foram impostas nos EUA e Europa a partir da década de 60, mas continuou a ser utilizado até a década de 80 (Walker 2001).

Pertence à família dos inseticidas organoclorados e está classificado como POP (Poluente Orgânico Prioritário), estando presente na lista de produtos que devem ser banidos segundo a Convenção de Estocolmo, da qual o Brasil é signatário.

Segundo ATSDR (2005b), com base nos altos valores de K_{oc} e K_{ow} , o Endrin é adsorvido fortemente no solo e sedimentos, tendendo a ser imóvel, persistente, bioacumulável e a migração para águas subterrâneas não é esperada. Considerando a Constante de Henry, que é extremamente baixa, e sua forte adsorção nos sedimentos, a partição da água para o ar é muito pequena. Devido a sua baixa pressão de vapor não é esperada a sua volatilização, mas o Endrin pode ser transportado pela atmosfera via partículas do solo.

O compartimento alvo do Endrin é o solo. As principais fontes potenciais para exposição humana ao Endrin são: a ingestão de alimentos originados de áreas onde foi manipulado ou ainda é praticado o seu uso, o contato dérmico e a ingestão de solo

contaminado. No Estado de São Paulo há dois exemplos de áreas contaminadas com Endrin, a Vila Carioca em São Paulo e o Recanto dos Pássaros em Paulínia.

10.2.3 Potencial para Exposição Humana ao Níquel

O Níquel e seus compostos estão naturalmente presentes na crosta terrestre e a emissão para a atmosfera ocorre via erupções vulcânicas e por atividades antropogênicas. O Níquel pode ser encontrado na forma de carbonato, acetato, sulfato, cloreto, cianeto, óxido, nitrato, etc. Os compostos do Níquel têm propriedades físico-químicas bastante específicas variando de, por exemplo, solubilidade zero (cianeto de níquel) a altamente solúvel (acetato de níquel). Em condições aeróbias e de acidez, a mobilidade no solo aumenta, podendo migrar para as águas subterrâneas devido à formação de complexos com hidróxidos, carbonatos, sulfatos e ligantes orgânicos (CETESB, 2001).

Segundo ATSDR (2005c), o Níquel é emitido para a atmosfera na forma de material particulado fortemente adsorvido pelo solo e a magnitude dessa adsorção está correlacionada às propriedades do solo tais como textura, pH e o teor de matéria orgânica.

CETESB (2001) coloca que a via mais importante de exposição ao Níquel é a inalação de material particulado, sendo que o compartimento alvo é o solo.

10.3 Concentrações de Risco à Saúde Humana

CETESB (2001), adotando para substâncias carcinogênicas um risco aceitável de 10^{-4} e quociente de risco igual a 1 para substâncias não carcinogênicas, estabeleceu com o modelo CSOIL, concentrações para serem utilizadas como valores de intervenção para solo, conforme mostra a tabela 10.3.

Tabela 10.3: Valores de intervenção do Benzeno, Endrin e Níquel em solos (mg/kg) para o Estado de São Paulo definidos por CETESB (2001)

Substância	CENÁRIO DE EXPOSIÇÃO		
	AGRÍCOLA	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL
Benzeno	0,6	1,5	3,0
Endrin	0,5	1,0	5,0
Níquel	50	200	300

Fonte: CETESB (2001)

Essas foram as concentrações no solo consideradas para verificação da sensibilidade do cálculo do risco à da variação dos fatores de exposição.

10.4 Simulações com o Modelo CSOIL utilizando as variáveis de exposição

O modelo CSOIL estima o risco à saúde humana quantificando a dose de ingresso em função do cenário de exposição, considerando a exposição em ambiente interno e externo. A quantificação da exposição diária é obtida considerando as seguintes vias de ingresso:

Ambiente Interno

Contato dérmico
Inalação de partículas
Inalação de vapores
Ingestão de água subterrânea
Ingestão de água potável
Banhos

Ambiente Externo

Ingestão de solo
Contato dérmico
Inalação de partículas
Inalação de vapores
Ingestão de vegetais

As variáveis de exposição selecionadas para a avaliação da sensibilidade são: peso corpóreo, taxa de inalação, superfície corpórea total e parcial, taxa de ingestão de água e de solo e o período de exposição, cujos valores numéricos estão na tabela 10.1, associados ao cenário de exposição (residencial, industrial e agrícola) para adultos e crianças.

A metodologia de trabalho adotada para verificação da sensibilidade consistiu na introdução de cada variável no modelo CSOIL, recalculando-se os valores das doses

para cada via de ingresso e do risco à saúde humana, para cada cenário de exposição. Em uma das etapas todas as variáveis adotadas foram introduzidas no modelo simultaneamente. Os valores de doses de ingresso e de risco obtido em cada condição de modelamento foi comparado com aqueles obtidos por CETESB (2001), para avaliação do impacto das variáveis.

Para o cenário industrial, período de exposição para crianças, foi inserido valor zero para anular o risco associado à criança no modelo CSOIL. Para fins de comparação, esse procedimento foi realizado também considerando os fatores de exposição adotados por CETESB (2001), gerando os valores de doses de ingresso e risco onde o receptor é somente o adulto.

Os resultados numéricos das simulações de variação de cada fator de exposição para as diferentes substâncias e cenários de exposição estão compilados nas tabelas 10.4 a 10.12, nas quais estão relacionados também:

- Valores de doses de ingresso e valores de risco calculados por CETESB (2001);
- A contribuição relativa da dose de cada via de ingresso na dose total de ingresso para adultos e crianças, a partir dos valores calculados por CETESB (2001) (Ingresso %);
- A variação relativa (VR %) de cada dose resultante da simulação dos fatores de exposição em relação à dose calculada por CETESB (2001).

Com esses dados foi possível identificar quais são as vias de ingresso significativas por cenário de exposição e o impacto de cada fator de exposição nas doses de ingresso e nos valores de risco.

A memória dos cálculos para todas as condições simuladas encontra-se no Anexo 2.

Para a derivação dos valores de intervenção para Metais, CETESB (2001) selecionou as seguintes vias de ingresso para determinação do risco à exposição ao Níquel:

<u>Ambiente Interno</u>	<u>Ambiente Externo</u>
Inalação de partículas	Ingestão de solo
Ingestão de água subterrânea	Inalação de partículas
	Ingestão de vegetais

Dessa forma, nas simulações com o Níquel não foram calculadas as doses de ingresso para as vias de contato dérmico, inalação de vapores, ingestão de água potável e banhos.

CETESB (2001) coloca que, em função da baixa toxicidade humana, os valores de concentrações de Níquel adotados como valores de intervenção no solo foram derivados do quociente de risco calculado sobre a exposição durante o período de vida de 1 a 6 anos de idade (crianças) e divididos por um fator de segurança de 10, considerando a sua característica de fitotoxicidade. Independente dessa premissa, CETESB (2001) derivou os valores de exposição para adultos, permitindo, dessa maneira, que fosse feita uma avaliação da sensibilidade dos fatores de exposição em estudo, nas vias de ingresso.

Tabela 10.4: Valores de doses de ingresso e de risco de câncer calculados com o modelo CSOIL para o Benzeno no cenário residencial em função da variação dos fatores de exposição

Benzeno Cenário Residencial Concentração: 1,5 mg/kg	CETESB		PESO CORPOREO		TAXA DE INALAÇÃO		SUPERFÍCIE CORPÓREA						TAXA DE INGESTÃO				TODOS FATORES	
	[mg/kg.dia]	Ingresso	[mg/kg.dia]	VR	[mg/kg.dia]	VR	TOTAL		INTERNA		EXTERNA		SOLO		ÁGUA		[mg/kg.dia]	VR
		(%)					(%)	(%)	(%)	(mg/kg.dia)	VR	(mg/kg.dia)	VR	(mg/kg.dia)	VR	(mg/kg.dia)		
ADULTO																		
Ambiente Externo																		
Ingestão de Solo	4,17E-07	0,01	3,60E-07	86	4,17E-07	100	4,17E-07	100	4,17E-07	100	4,17E-07	100	2,50E-07	60	4,17E-07	100	2,16E-07	52
Contato Dérmico	1,21E-06	0,02	1,05E-06	86	1,21E-06	100	1,21E-06	100	1,21E-06	100	1,46E-06	121	1,21E-06	100	1,21E-06	100	1,26E-06	104
Inalação Partículas	1,20E-09	0,00	1,04E-09	86	1,26E-09	105	1,20E-09	100	1,20E-09	100	1,20E-09	100	1,20E-09	100	1,20E-09	100	1,09E-09	90
Inalação Vapores	1,02E-05	0,14	8,83E-06	86	1,07E-05	105	1,02E-05	100	1,02E-05	100	1,02E-05	100	1,02E-05	100	1,02E-05	100	9,23E-06	90
Ingestão Vegetais	1,19E-03	15,76	1,03E-03	86	1,19E-03	100	1,19E-03	100	1,19E-03	100	1,19E-03	100	1,19E-03	100	1,19E-03	100	1,03E-03	86
Ambiente Interno																		
Contato Dérmico	4,33E-08	0,00	3,75E-08	86	4,33E-08	100	4,33E-08	100	5,22E-08	121	4,33E-08	100	4,33E-08	100	4,33E-08	100	4,52E-08	104
Inalação Partículas	1,01E-08	0,00	8,74E-09	86	1,06E-08	105	1,01E-08	100	1,01E-08	100	1,01E-08	100	1,01E-08	100	1,01E-08	100	9,13E-09	90
Inalação Vapores	3,40E-03	45,16	2,94E-03	86	3,55E-03	105	3,40E-03	100	3,40E-03	100	3,40E-03	100	3,40E-03	100	3,40E-03	100	3,07E-03	90
Ingestão Água Subterrânea	2,87E-03	38,06	2,48E-03	86	2,87E-03	100	2,87E-03	100	2,87E-03	100	2,87E-03	100	2,87E-03	100	5,73E-03	200	4,95E-03	173
Ingestão Água potável	2,59E-05	0,34	2,24E-05	86	2,59E-05	100	2,59E-05	100	2,59E-05	100	2,59E-05	100	2,59E-05	100	5,18E-05	200	4,47E-05	173
Banhos	3,88E-05	0,52	3,35E-05	86	4,01E-05	103	3,95E-05	102	3,88E-05	100	3,88E-05	100	3,88E-05	100	3,88E-05	100	3,53E-05	91
Dose Total de Ingresso	7,53E-03	100,00	6,51E-03	86	7,69E-03	102	7,53E-03	100	7,53E-03	100	7,53E-03	100	7,53E-03	100	1,04E-02	138	9,14E-03	121
CRIANÇAS																		
Ambiente Externo																		
Ingestão de Solo	6,67E-06	0,02	6,25E-06	94	6,67E-06	100	6,67E-06	100	6,67E-06	100	6,67E-06	100	3,33E-06	50	6,67E-06	100	3,13E-06	47
Contato Dérmico	9,79E-07	0,00	9,18E-07	94	9,79E-07	100	9,79E-07	100	9,79E-07	100	1,46E-06	149	9,79E-07	100	9,79E-07	100	1,37E-06	140
Inalação Partículas	6,56E-09	0,00	6,15E-09	94	3,94E-09	60	6,56E-09	100	6,56E-09	100	6,56E-09	100	6,56E-09	100	6,56E-09	100	3,69E-09	56
Inalação Vapores	1,12E-04	0,39	1,05E-04	94	6,73E-05	60	1,12E-04	100	1,12E-04	100	1,12E-04	100	1,12E-04	100	1,12E-04	100	6,31E-05	56
Ingestão Vegetais	3,56E-03	12,45	3,34E-03	94	3,56E-03	100	3,56E-03	100	3,56E-03	100	3,56E-03	100	3,56E-03	100	3,56E-03	100	3,34E-03	94
Ambiente Interno																		
Contato Dérmico	1,72E-07	0,00	1,61E-07	94	1,72E-07	100	1,72E-07	100	2,93E-07	170	1,72E-07	100	1,72E-07	100	1,72E-07	100	2,74E-07	160
Inalação Partículas	3,94E-08	0,00	3,69E-08	94	2,36E-08	60	3,94E-08	100	3,94E-08	100	3,94E-08	100	3,94E-08	100	3,94E-08	100	2,21E-08	56
Inalação Vapores	1,32E-02	46,33	1,24E-02	94	7,95E-03	60	1,32E-02	100	1,32E-02	100	1,32E-02	100	1,32E-02	100	1,32E-02	100	7,45E-03	56
Ingestão Água Subterrânea	1,15E-02	40,09	1,07E-02	94	1,15E-02	100	1,15E-02	100	1,15E-02	100	1,15E-02	100	1,15E-02	100	1,15E-02	100	1,07E-02	94
Ingestão Água potável	1,04E-04	0,36	9,70E-05	94	1,04E-04	100	1,04E-04	100	1,04E-04	100	1,04E-04	100	1,04E-04	100	1,04E-04	100	9,70E-05	94
Banhos	1,01E-04	0,35	9,49E-05	94	7,02E-05	69	9,43E-05	93	1,01E-04	100	1,01E-04	100	1,01E-04	100	1,01E-04	100	5,93E-05	59
Dose Total de Ingresso	2,86E-02	100,00	2,68E-02	94	2,32E-02	81	2,86E-02	100	2,86E-02	100	2,86E-02	100	2,86E-02	100	2,86E-02	100	2,18E-02	76
Ingresso no Período	1,17E-02		1,06E-02		1,08E-02		1,17E-02		1,17E-02		1,17E-02		1,17E-02		1,41E-02		1,17E-02	
Fator de Carcinogenicidade									2,90E-02									
Risco de Cancer (*)	3,40E-04		3,06E-04		3,13E-04		3,40E-04		3,40E-04		3,40E-04		3,40E-04		4,08E-04		3,38E-04	

Legenda

INGRESSO (%): Contribuição de cada via de Ingresso na dose total de ingresso

(*)

Adimensional

VR:

Variação Relativa da dose de ingresso estimada, em relação aos valores calculados por CETESB (2001)

Tabela 10.5: Valores de doses de ingresso e de risco de câncer calculados com o modelo CSOIL para o Benzeno no cenário industrial em função da variação dos fatores de exposição

Benzeno Cenário Industrial Concentração: 3,0 mg/kg	CETESB (2001)		CETESB (2001) ADULTO (**)		PESO CORPÓREO		TAXA DE INALAÇÃO		SUPERFÍCIE CORPÓREA						INGESTÃO DE				PERÍODO DE EXPOSIÇÃO		TODOS FATORES			
	[mg/kg.dia]	Ingresso (%)	[mg/kg.dia]	Ingresso (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	TOTAL		INTERNA		EXTERNA		SOLO		ÁGUA		[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)		
									[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)						
ADULTO																								
Ambiente Externo																								
Ingestão de Solo	3,30E-07	0,00	3,30E-07	0	2,85E-07	86	3,30E-07	100	3,30E-07	100	3,30E-07	100	3,30E-07	100	2,64E-07	80	3,30E-07	100	3,30E-07	100	2,28E-07	69		
Contato Dérmico	4,45E-07	0,01	4,45E-07	0	3,85E-07	86	4,45E-07	100	4,45E-07	100	4,45E-07	100	5,47E-07	123	4,45E-07	100	4,45E-07	100	4,45E-07	100	4,73E-07	106		
Inalação Partículas	1,90E-09	0,00	1,90E-09	0	1,65E-09	86	9,52E-10	50	1,90E-09	100	1,90E-09	100	1,90E-09	100	1,90E-09	100	1,90E-09	100	1,90E-09	100	8,23E-10	43		
Inalação Vapores	1,62E-05	0,18	1,62E-05	0	1,40E-05	86	8,08E-06	50	1,62E-05	100	1,62E-05	100	1,62E-05	100	1,62E-05	100	1,62E-05	100	1,62E-05	100	6,98E-06	43		
Ingestão Vegetais	5,35E-04	6,03	5,35E-04	6	4,62E-04	86	5,35E-04	100	5,35E-04	100	5,35E-04	100	5,35E-04	100	5,35E-04	100	5,35E-04	100	5,35E-04	100	4,62E-04	86		
Ambiente Interno																								
Contato Dérmico	2,13E-08	0,00	2,13E-08	0	1,84E-08	86	2,13E-08	100	2,13E-08	100	2,61E-08	123	2,13E-08	100	2,13E-08	100	2,13E-08	100	2,13E-08	100	2,26E-08	106		
Inalação Partículas	9,14E-09	0,00	9,14E-09	0	7,90E-09	86	4,57E-09	50	9,14E-09	100	9,14E-09	100	9,14E-09	100	9,14E-09	100	9,14E-09	100	9,14E-09	100	3,95E-09	43		
Inalação Vapores	2,46E-03	27,72	2,46E-03	28	2,13E-03	86	1,23E-03	50	2,46E-03	100	2,46E-03	100	2,46E-03	100	2,46E-03	100	2,46E-03	100	2,46E-03	100	1,06E-03	43		
Ingestão Água Subterrânea	5,73E-03	64,60	5,73E-03	65	4,95E-03	86	5,73E-03	100	5,73E-03	100	5,73E-03	100	5,73E-03	100	5,73E-03	100	5,73E-03	100	5,73E-03	100	4,95E-03	86		
Ingestão Água potável	5,18E-05	0,58	5,18E-05	1	4,47E-05	86	5,18E-05	100	5,18E-05	100	5,18E-05	100	5,18E-05	100	5,18E-05	100	5,18E-05	100	5,18E-05	100	4,47E-05	86		
Banhos	7,76E-05	0,87	7,76E-05	1	6,71E-05	86	4,91E-05	63	7,90E-05	102	7,76E-05	100	7,76E-05	100	7,76E-05	100	7,76E-05	100	7,76E-05	100	4,37E-05	56		
Dose Total de Ingresso	8,87E-03	100,00	8,87E-03	100	7,67E-03	86	7,61E-03	86	8,87E-03	100	8,87E-03	100	8,87E-03	100	8,87E-03	100	8,87E-03	100	8,87E-03	100	6,58E-03	74		
CRIANÇAS																								
Ambiente Externo																								
Ingestão de Solo	2,29E-08	0,00																						
Contato Dérmico	2,94E-09	0,00																						
Inalação Partículas	4,51E-11	0,00																						
Inalação Vapores	7,70E-07	0,01																						
Ingestão Vegetais	1,63E-03	12,11																						
Ambiente Interno																								
Contato Dérmico	7,75E-10	0,00																						
Inalação Partículas	1,62E-10	0,00																						
Inalação Vapores	4,37E-05	0,32																						
Ingestão Água Subterrânea	1,15E-02	85,28																						
Ingestão Água potável	1,04E-04	0,77																						
Banhos	2,03E-04	1,51																						
Dose Total de Ingresso	1,34E-02	100,00																						
Ingresso no Período	9,76E-03		8,87E-03		7,67E-03		7,61E-03		8,87E-03		8,87E-03		8,87E-03		8,87E-03		8,87E-03		8,87E-03		6,58E-03			
Fator Carcinogenicidade	2,90E-02																							
Risco de Cancer (*)	2,83E-04		2,57E-04		2,22E-04		2,21E-04		2,57E-04		2,57E-04		2,57E-04		2,57E-04		2,57E-04		2,57E-04		1,91E-04			
Legenda:																								
	Este trabalho não adota crianças para o cenário industrial																							
INGRESSO (%):	Contribuição de cada via de Ingresso na dose total de ingresso												(*)	Adimensional										
VR:	Variação Relativa da dose de Ingresso estimada, em relação aos valores caculados por CETESB (2001)																							
(**)	Valores calculados com os dados de CETESB(2001) eliminando a presença de crianças																							

Tabela 10.6: Valores de doses de ingresso e de risco de câncer calculados com o modelo CSOIL para o Benzeno no cenário agrícola em função da variação dos fatores de exposição

Benzeno Cenário Agrícola Concentração: 0,6 mg/kg	CETESB		PESO CORPOREO		TAXA DE INALAÇÃO		SUPERFICIE CORPOREA						INGESTÃO DE SOLO		PERÍODO DE EXPOSIÇÃO		TODOS OS FATORES	
	[mg/kg.dia]	Ingresso (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	TOTAL	VR	INTERNA	VR	EXTERNA	VR	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)
ADULTO																		
Ambiente Externo																		
Ingestão de Solo	1,25E-06	0,03	1,19E-06	95	1,25E-06	100	1,25E-06	100	1,25E-06	100	1,25E-06	100	5,8E-07	47	1,25E-06	100	5,56E-07	44
Contato Dérmico	2,53E-07	0,01	2,41E-07	95	2,53E-07	100	2,53E-07	100	2,53E-07	100	1,53E-06	606	2,5E-07	100	2,53E-07	100	1,46E-06	577
Inalação Partículas	2,41E-09	0,00	2,29E-09	95	2,30E-09	95	2,41E-09	100	2,41E-09	100	2,41E-09	100	2,4E-09	100	2,41E-09	100	2,19E-09	91
Inalação Vapores	2,04E-05	0,44	1,94E-05	95	1,95E-05	95	2,04E-05	100	2,04E-05	100	2,04E-05	100	2,0E-05	100	2,04E-05	100	1,86E-05	91
Ingestão Vegetais	9,50E-04	20,38	9,04E-04	95	9,50E-04	100	9,50E-04	100	9,50E-04	100	9,50E-04	100	9,5E-04	100	9,50E-04	100	9,04E-04	95
Ambiente Interno																		
Contato Dérmico	1,73E-08	0,00	1,65E-08	95	1,73E-08	100	1,73E-08	100	2,00E-08	115	1,73E-08	100	1,7E-08	100	1,73E-08	100	1,90E-08	110
Inalação Partículas	4,04E-09	0,00	3,85E-09	95	3,86E-09	95	4,04E-09	100	4,04E-09	100	4,04E-09	100	4,0E-09	100	4,04E-09	100	3,68E-09	91
Inalação Vapores	1,36E-03	29,18	1,30E-03	95	1,30E-03	95	1,36E-03	100	1,36E-03	100	1,36E-03	100	1,4E-03	100	1,36E-03	100	1,24E-03	91
Ingestão Água Subterrânea	2,29E-03	49,19	2,18E-03	95	2,29E-03	100	2,29E-03	100	2,29E-03	100	2,29E-03	100	2,3E-03	100	2,29E-03	100	2,18E-03	95
Ingestão Água potável	2,07E-05	0,44	1,97E-05	95	2,07E-05	100	2,07E-05	100	2,07E-05	100	2,07E-05	100	2,1E-05	100	2,07E-05	100	1,97E-05	95
Banhos	1,55E-05	0,33	1,48E-05	95	1,50E-05	97	1,56E-05	100	1,55E-05	100	1,55E-05	100	1,6E-05	100	1,55E-05	100	1,44E-05	93
Dose Total de Ingresso	4,66E-03	100,00	4,44E-03	95	4,60E-03	99	4,66E-03	100	4,66E-03	100	4,66E-03	100	4,7E-03	100	4,66E-03	100	4,38E-03	94
CRIANÇAS																		
Ambiente Externo																		
Ingestão de Solo	6,00E-06	0,05	5,63E-06	94	6,00E-06	100	6,00E-06	100	6,00E-06	100	6,00E-06	100	2,0E-06	33	6,00E-06	100	1,88E-06	31
Contato Dérmico	5,88E-07	0,00	5,51E-07	94	5,88E-07	100	5,88E-07	100	5,88E-07	100	8,78E-07	149	5,9E-07	100	5,88E-07	100	8,23E-07	140
Inalação Partículas	3,94E-09	0,00	3,69E-09	94	2,36E-09	60	3,94E-09	100	3,94E-09	100	3,94E-09	100	3,9E-09	100	3,94E-09	100	2,21E-09	56
Inalação Vapores	6,73E-05	0,54	6,31E-05	94	4,04E-05	60	6,73E-05	100	6,73E-05	100	6,73E-05	100	6,7E-05	100	6,73E-05	100	3,78E-05	56
Ingestão Vegetais	2,85E-03	23,05	2,67E-03	94	2,85E-03	100	2,85E-03	100	2,85E-03	100	2,85E-03	100	2,8E-03	100	2,85E-03	100	2,67E-03	94
Ambiente Interno																		
Contato Dérmico	5,16E-08	0,00	4,84E-08	94	5,16E-08	100	5,16E-08	100	7,15E-08	139	5,16E-08	100	5,2E-08	100	5,16E-08	100	6,70E-08	130
Inalação Partículas	1,42E-08	0,00	1,33E-08	94	8,51E-09	60	1,42E-08	100	1,42E-08	100	1,42E-08	100	1,4E-08	100	1,42E-08	100	7,97E-09	56
Inalação Vapores	4,77E-03	38,59	4,47E-03	94	2,86E-03	60	4,77E-03	100	4,77E-03	100	4,77E-03	100	4,8E-03	100	4,77E-03	100	2,68E-03	56
Ingestão Água Subterrânea	4,58E-03	37,10	4,30E-03	94	4,58E-03	100	4,58E-03	100	4,58E-03	100	4,58E-03	100	4,6E-03	100	4,58E-03	100	4,30E-03	94
Ingestão Água potável	4,14E-05	0,34	3,88E-05	94	4,14E-05	100	4,14E-05	100	4,14E-05	100	4,14E-05	100	4,1E-05	100	4,14E-05	100	3,88E-05	94
Banhos	4,05E-05	0,33	3,80E-05	94	2,81E-05	69	3,77E-05	93	4,05E-05	100	4,05E-05	100	4,1E-05	100	4,05E-05	100	2,37E-05	59
Dose Total de Ingresso	1,24E-02	100,00	1,16E-02	94	1,04E-02	84	1,24E-02	100	1,24E-02	100	1,24E-02	100	1,2E-02	100	1,24E-02	100	9,75E-03	79
Ingresso no Período	5,38E-03		5,11E-03		5,14E-03		5,38E-03		5,38E-03		5,38E-03		5,38E-03		5,33E-03		4,85E-03	
Fator de Carcinogenicidade																		
Risco de Câncer (*)	1,56E-04		1,48E-04		1,49E-04		1,56E-04		1,56E-04		1,56E-04		1,56E-04		1,55E-04		1,41E-04	

Legenda

INGRESSO (%):

VR:

Contribuição de cada via de Ingresso na dose total de ingresso

Variação Relativa da dose de ingresso estimada, em relação aos valores calculados por CETESB (2001)

(*)

Adimensional

Tabela 10.7: Valores de doses de ingresso e de quociente de risco calculados com o modelo CSOIL para o Endrin no cenário residencial em função da variação dos fatores de exposição

ENDRIN Cenário Residencial Concentração: 1,0 mg/kg	CETESB (2001)		PESO CORPOREO		TAXA DE INALAÇÃO		SUPERFICIE CORPÓREA						TAXA DE INGESTÃO				TODOS OS FATORES	
	[mg/kg.dia]	Ingresso (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	TOTAL		AMB. INTERNA		AMB. EXTERNA		SOLO		ÁGUA		[mg/kg.dia]	VR (%)
							[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)		
ADULTO																		
Ambiente Externo																		
Ingestão de Solo	2,78E-07	0,23	2,40E-07	86	2,78E-07	100	2,78E-07	100	2,78E-07	100	2,78E-07	100	1,67E-07	60	2,78E-07	100	1,44E-07	52
Contato Dérmico	8,06E-07	0,66	6,97E-07	86	8,06E-07	100	8,06E-07	100	8,06E-07	100	9,72E-07	121	8,06E-07	100	8,06E-07	100	8,40E-07	104
Inalação Partículas	8,02E-10	0,00	6,93E-10	86	8,39E-10	105	8,02E-10	100	8,02E-10	100	8,02E-10	100	8,02E-10	100	8,02E-10	100	7,25E-10	90
Inalação Vapores	5,70E-10	0,00	4,93E-10	86	5,96E-10	105	5,70E-10	100	5,70E-10	100	5,70E-10	100	5,70E-10	100	5,70E-10	100	5,16E-10	90
Ingestão Vegetais	1,17E-04	95,14	1,01E-04	86	1,17E-04	100	1,17E-04	100	1,17E-04	100	1,17E-04	100	1,17E-04	100	1,17E-04	100	1,01E-04	86
Ambiente Interno																		
Contato Dérmico	2,89E-08	0,02	2,50E-08	86	2,89E-08	100	2,89E-08	100	3,48E-08	121	2,89E-08	100	2,89E-08	100	2,89E-08	100	3,01E-08	104
Inalação Partículas	6,74E-09	0,01	5,82E-09	86	7,04E-09	105	6,74E-09	100	6,74E-09	100	6,74E-09	100	6,74E-09	100	6,74E-09	100	6,09E-09	90
Inalação Vapores	3,99E-09	0,00	3,45E-09	86	4,17E-09	105	3,99E-09	100	3,99E-09	100	3,99E-09	100	3,99E-09	100	3,99E-09	100	3,61E-09	90
Ingestão Água Subterrânea	4,81E-06	3,92	4,16E-06	86	4,81E-06	100	4,81E-06	100	4,81E-06	100	4,81E-06	100	4,81E-06	100	9,62E-06	200	8,32E-06	173
Ingestão Água potável	1,55E-08	0,01	1,34E-08	86	1,55E-08	100	1,55E-08	100	1,55E-08	100	1,55E-08	100	1,55E-08	100	3,10E-08	200	2,68E-08	173
Banhos	9,53E-09	0,01	8,24E-09	86	9,54E-09	100	1,02E-08	107	9,53E-09	100	9,53E-09	100	9,53E-09	100	9,53E-09	100	8,83E-09	93
Dose Total de Ingresso	1,23E-04	100,00	1,06E-04	86	1,23E-04	100	1,23E-04	100	1,23E-04	100	1,23E-04	100	1,23E-04	100	1,28E-04	104	1,10E-04	90
CRIANÇAS																		
Ambiente Externo																		
Ingestão de Solo	4,44E-06	1,19	4,17E-06	94	4,44E-06	100	4,44E-06	100	4,44E-06	100	4,44E-06	100	2,22E-06	50	4,44E-06	100	2,08E-06	47
Contato Dérmico	6,53E-07	0,17	6,12E-07	94	6,53E-07	100	6,53E-07	100	6,53E-07	100	9,76E-07	149	6,53E-07	100	6,53E-07	100	9,15E-07	140
Inalação Partículas	4,38E-09	0,00	4,10E-09	94	2,63E-09	60	4,38E-09	100	4,38E-09	100	4,38E-09	100	4,38E-09	100	4,38E-09	100	2,46E-09	56
Inalação Vapores	6,27E-09	0,00	5,87E-09	94	3,76E-09	60	6,27E-09	100	6,27E-09	100	6,27E-09	100	6,27E-09	100	6,27E-09	100	3,52E-09	56
Ingestão Vegetais	3,50E-04	93,44	3,28E-04	94	3,50E-04	100	3,50E-04	100	3,50E-04	100	3,50E-04	100	3,50E-04	100	3,50E-04	100	3,28E-04	94
Ambiente Interno																		
Contato Dérmico	1,15E-07	0,03	1,08E-07	94	1,15E-07	100	1,15E-07	100	1,95E-07	170	1,15E-07	100	1,15E-07	100	1,15E-07	100	1,83E-07	160
Inalação Partículas	2,63E-08	0,01	2,46E-08	94	1,58E-08	60	2,63E-08	100	2,63E-08	100	2,63E-08	100	2,63E-08	100	2,63E-08	100	1,48E-08	56
Inalação Vapores	1,56E-08	0,00	1,46E-08	94	9,33E-09	60	1,56E-08	100	1,56E-08	100	1,56E-08	100	1,56E-08	100	1,56E-08	100	8,75E-09	56
Ingestão Água Subterrânea	1,92E-05	5,13	1,80E-05	94	1,92E-05	100	1,92E-05	100	1,92E-05	100	1,92E-05	100	1,92E-05	100	1,92E-05	100	1,80E-05	94
Ingestão Água potável	6,21E-08	0,02	5,82E-08	94	6,21E-08	100	6,21E-08	100	6,21E-08	100	6,21E-08	100	6,21E-08	100	6,21E-08	100	5,82E-08	94
Banhos	2,19E-08	0,01	2,05E-08	94	2,17E-08	99	1,56E-08	71	2,19E-08	100	2,19E-08	100	2,19E-08	100	2,19E-08	100	1,44E-08	66
Dose Total de Ingresso	3,75E-04	100,00	3,51E-04	94	3,75E-04	100	3,75E-04	100	3,75E-04	100	3,75E-04	100	3,73E-04	99	3,75E-04	100	3,50E-04	93
Ingresso no Período	1,73E-04		1,55E-04		1,73E-04		1,73E-04		1,73E-04		1,73E-04		1,73E-04		1,77E-04		1,58E-04	
TDI	1,00E-04																	
Quociente de Risco (*)	1,73E+00		1,55E+00		1,73E+00		1,73E+00		1,73E+00		1,73E+00		1,73E+00		1,77E+00		1,58E+00	

Legenda

Ingresso (%)

Contribuição de cada via de ingresso na dose total de exposição

VR

Variação Relativa da dose de ingresso estimada, em relação aos valores calculados por CETESB (2001)

(*) Adimensional

Tabela 10.8: Valores de doses de ingresso e de quociente de risco calculados com o modelo CSOIL para o Endrin no cenário industrial em função da variação dos fatores de exposição

Endrin Cenário Industrial Concentração: 5,0 mg/kg	CETESB (2001)		CETESB(2001) Adulto (**)		PESO CORPOREO		TAXA DE INALAÇÃO		SUPERFÍCIE CORPÓREA						INGESTÃO DE				PERÍODO DE EXPOSIÇÃO		TODOS OS FATORES	
	[mg/kg.dia]	Ingresso o (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	TOTAL		INTERNA		EXTERNA		SOLO		ÁGUA		[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)
									[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)				
ADULTO																						
Ambiente Externo																						
Ingestão de Solo	5,49E-07	0,37	5,49E-07	100	4,75E-07	86	5,49E-07	100	5,49E-07	100	5,49E-07	100	5,49E-07	100	4,40E-07	80	5,49E-07	100	5,49E-07	100	3,80E-07	69
Contato Dérmico	7,42E-07	0,50	7,42E-07	100	6,41E-07	86	7,42E-07	100	7,42E-07	100	7,42E-07	100	9,11E-07	123	7,42E-07	100	7,42E-07	100	7,42E-07	100	7,88E-07	106
Inalação Partículas	3,17E-09	0,00	3,17E-09	100	2,74E-09	86	1,59E-09	50	3,17E-09	100	3,17E-09	100	3,17E-09	100	3,17E-09	100	3,17E-09	100	3,17E-09	100	1,37E-09	43
Inalação Vapores	2,26E-09	0,00	2,26E-09	100	1,95E-09	86	1,13E-09	50	2,26E-09	100	2,26E-09	100	2,26E-09	100	2,26E-09	100	2,26E-09	100	2,26E-09	100	9,75E-10	43
Ingestão Vegetais	1,23E-04	82,84	1,23E-04	100	1,07E-04	86	1,23E-04	100	1,23E-04	100	1,23E-04	100	1,23E-04	100	1,23E-04	100	1,23E-04	100	1,23E-04	100	1,07E-04	86
Ambiente Interno																						
Contato Dérmico	3,54E-08	0,02	3,54E-08	100	3,06E-08	86	3,54E-08	100	3,54E-08	100	4,35E-08	123	3,54E-08	100	3,54E-08	100	3,54E-08	100	3,54E-08	100	3,76E-08	106
Inalação Partículas	1,52E-08	0,01	1,52E-08	100	1,32E-08	86	7,62E-09	50	1,52E-08	100	1,52E-08	100	1,52E-08	100	1,52E-08	100	1,52E-08	100	1,52E-08	100	6,58E-09	43
Inalação Vapores	9,03E-09	0,01	9,03E-09	100	7,80E-09	86	4,51E-09	50	9,03E-09	100	9,03E-09	100	9,03E-09	100	9,03E-09	100	9,03E-09	100	9,03E-09	100	3,90E-09	43
Ingestão Água Subterrâneas	2,40E-05	16,16	2,40E-05	100	2,08E-05	86	2,40E-05	100	2,40E-05	100	2,40E-05	100	2,40E-05	100	2,40E-05	100	2,40E-05	100	2,40E-05	100	2,08E-05	86
Ingestão Água potável	7,76E-08	0,05	7,76E-08	100	6,71E-08	86	7,76E-08	100	7,76E-08	100	7,76E-08	100	7,76E-08	100	7,76E-08	100	7,76E-08	100	7,76E-08	100	6,71E-08	86
Banhos	4,77E-08	0,03	4,77E-08	100	4,12E-08	86	4,71E-08	99	5,10E-08	107	4,77E-08	100	4,77E-08	100	4,77E-08	100	4,77E-08	100	4,77E-08	100	4,36E-08	92
Dose Total de Ingresso	1,49E-04	100,00	1,49E-04	100	1,29E-04	86,5	1,49E-04	100	1,49E-04	100	1,49E-04	100	1,49E-04	100	1,49E-04	100	1,49E-04	100	1,49E-04	100	1,29E-04	86,5
CRIANÇAS																						
Ambiente Externo																						
Ingestão de Solo	3,82E-08	0																				
Contato Dérmico	4,90E-09	0																				
Inalação Partículas	7,51E-11	0																				
Inalação Vapores	1,08E-10	0																				
Ingestão Vegetais	3,76E-04	89																				
Ambiente Interno																						
Contato Dérmico	1,29E-09	0																				
Inalação Partículas	2,70E-10	0																				
Inalação Vapores	1,60E-10	0																				
Ingestão Água Subterrâneas	4,81E-05	11																				
Ingestão Água potável	1,55E-07	0																				
Banhos	1,10E-07	0																				
Dose Total de Ingresso	4,24E-04	100																				
Ingresso no Período	2,02E-04		1,49E-04		1,29E-04		1,49E-04		1,49E-04		1,49E-04		1,49E-04		1,49E-04		1,49E-04		1,49E-04		1,29E-04	
TDI	1,00E-04																					
Quociente de Risco (*)	2,02E+00		1,49E+00		1,29E+00		1,49E+00		1,49E+00		1,49E+00		1,49E+00		1,49E+00		1,49E+00		1,49E+00		1,29E+00	
Legenda:																						
	Este trabalho não adota crianças para o cenário industrial																					
VR	Variação Relativa da dose de ingresso estimada, em relação aos valores caculados por CETESB (2001)											Ingresso (% Contribuição de cada via de ingresso na dose total de exposição										
(**)	Valores calculados com os dados CETESB (2001) eliminando a presença de crianças											(*) Adimensional										

Tabela 10.9: Valores de doses de ingresso e de quociente de risco calculados com o modelo CSOIL para o Endrin no cenário agrícola em função da variação dos fatores de exposição

ENDRIN Cenário Agrícola Concentração: 0,5 mg/kg	CETESB		PESO CORPOREO		TAXA DE INALAÇÃO		SUPERFÍCIE CORPÓREA						TAXA DE INGESTÃO		PERÍODO DE EXPOSIÇÃO		TODOS FATORES	
	[mg/kg.dia]	Ingresso (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	TOTAL		AMB. INTERNA		AMB. EXTERNA		SOLO		[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)
							[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)				
ADULTO																		
Ambiente Externo																		
Ingestão de Solo	1,04E-06	0,85	9,92E-07	95	1,04E-06	100	1,04E-06	100	1,04E-06	100	1,04E-06	100	4,86E-07	47	1,04E-06	100	4,63E-07	44
Contato Dérmico	2,11E-07	0,17	2,01E-07	95	2,11E-07	100	2,11E-07	100	2,11E-07	100	1,28E-06	605	2,11E-07	100	2,11E-07	100	1,22E-06	576
Inalação Partículas	2,01E-09	0,00	1,91E-09	95	1,91E-09	95	2,01E-09	100	2,01E-09	100	2,01E-09	100	2,01E-09	100	2,01E-09	100	1,82E-09	91
Inalação Vapores	1,43E-09	0,00	1,36E-09	95	1,36E-09	95	1,43E-09	100	1,43E-09	100	1,43E-09	100	1,43E-09	100	1,43E-09	100	1,30E-09	91
Ingestão Vegetais	1,17E-04	95,03	1,11E-04	95	1,17E-04	100	1,17E-04	100	1,17E-04	100	1,17E-04	100	1,17E-04	100	1,17E-04	100	1,11E-04	95
Ambiente Interno																		
Contato Dérmico	1,44E-08	0,01	1,38E-08	95	1,44E-08	100	1,44E-08	100	1,67E-08	115	1,44E-08	100	1,44E-08	100	1,44E-08	100	1,59E-08	110
Inalação Partículas	3,37E-09	0,00	3,21E-09	95	3,22E-09	95	3,37E-09	100	3,37E-09	100	3,37E-09	100	3,37E-09	100	3,37E-09	100	3,06E-09	91
Inalação Vapores	2,00E-09	0,00	1,90E-09	95	1,91E-09	95	2,00E-09	100	2,00E-09	100	2,00E-09	100	2,00E-09	100	2,00E-09	100	1,81E-09	91
Ingestão Água Subterrânea	4,81E-06	3,91	4,58E-06	95	4,81E-06	100	4,81E-06	100	4,81E-06	100	4,81E-06	100	4,81E-06	100	4,81E-06	100	4,58E-06	95
Ingestão Água potável	1,55E-08	0,01	1,48E-08	95	1,55E-08	100	1,55E-08	100	1,55E-08	100	1,55E-08	100	1,55E-08	100	1,55E-08	100	1,48E-08	95
Banhos	4,77E-09	0,00	4,54E-09	95	4,76E-09	100	4,85E-09	102	4,77E-09	100	4,77E-09	100	4,77E-09	100	4,77E-09	100	4,61E-09	97
Dose Total de Ingresso	1,23E-04	100,00	1,17E-04	95	1,23E-04	100	1,23E-04	100	1,23E-04	100	1,24E-04	101	1,22E-04	100	1,23E-04	100	1,18E-04	96
CRIANÇAS																		
Ambiente Externo																		
Ingestão de Solo	5,00E-06	1,37	4,69E-06	94	5,00E-06	100	5,00E-06	100	5,00E-06	100	5,00E-06	100	1,67E-06	33	5,00E-06	100	1,56E-06	31
Contato Dérmico	4,90E-07	0,13	4,59E-07	94	4,90E-07	100	4,90E-07	100	4,90E-07	100	7,32E-07	149	4,90E-07	100	4,90E-07	100	6,86E-07	140
Inalação Partículas	3,28E-09	0,00	3,08E-09	94	1,97E-09	60	3,28E-09	100	3,28E-09	100	3,28E-09	100	3,28E-09	100	3,28E-09	100	1,85E-09	56
Inalação Vapores	4,70E-09	0,00	4,41E-09	94	2,82E-09	60	4,70E-09	100	4,70E-09	100	4,70E-09	100	4,70E-09	100	4,70E-09	100	2,64E-09	56
Ingestão Vegetais	3,50E-04	95,84	3,28E-04	94	3,50E-04	100	3,50E-04	100	3,50E-04	100	3,50E-04	100	3,50E-04	100	3,50E-04	100	3,28E-04	94
Ambiente Interno																		
Contato Dérmico	4,30E-08	0,01	4,03E-08	94	4,30E-08	100	4,30E-08	100	5,96E-08	139	4,30E-08	100	4,30E-08	100	4,30E-08	100	5,59E-08	130
Inalação Partículas	1,18E-08	0,00	1,11E-08	94	7,09E-09	60	1,18E-08	100	1,18E-08	100	1,18E-08	100	1,18E-08	100	1,18E-08	100	6,64E-09	56
Inalação Vapores	7,00E-09	0,00	6,56E-09	94	4,20E-09	60	7,00E-09	100	7,00E-09	100	7,00E-09	100	7,00E-09	100	7,00E-09	100	3,94E-09	56
Ingestão Água Subterrânea	9,62E-06	2,63	9,02E-06	94	9,62E-06	100	9,62E-06	100	9,62E-06	100	9,62E-06	100	9,62E-06	100	9,62E-06	100	9,02E-06	94
Ingestão Água potável	3,10E-08	0,01	2,91E-08	94	3,10E-08	100	3,10E-08	100	3,10E-08	100	3,10E-08	100	3,10E-08	100	3,10E-08	100	2,91E-08	94
Banhos	1,10E-08	0,00	1,03E-08	94	1,08E-08	99	7,82E-09	71	1,10E-08	100	1,10E-08	100	1,10E-08	100	1,10E-08	100	7,22E-09	66
Dose Total de Ingresso	3,66E-04	100,00	3,43E-04	94	3,66E-04	100	3,66E-04	100	3,66E-04	100	3,66E-04	100	3,62E-04	99	3,66E-04	100	3,40E-04	93
Ingresso no Período	1,46E-04		1,38E-04		1,46E-04		1,46E-04		1,46E-04		1,47E-04		1,45E-04		1,44E-04		1,37E-04	
TDI	1,00E-04																	
Quociente de Risco (*)	1,460		1,380		1,460		1,460		1,460		1,470		1,450		1,440		1,370	

Legenda

VR

INGRESSO (%)

(*)

Variação Relativa da dose de ingresso estimada, em relação aos valores calculados por CETESB (2001)

Contribuição de cada via de ingresso na dose total de exposição

Adimensional

Tabela 10.10: Valores de doses de ingresso e de quociente de risco calculados com o modelo CSOIL para o Níquel no cenário residencial em função da variação dos fatores de exposição

NIQUEL Cenário Residencial Concentração: 200 mg/kg	CETESB (2001)		PESO CORPOREO		TAXA DE INALAÇÃO		SUPERFÍCIE CORPÓREA						TAXA DE INGESTÃO				TODOS OS FATORES	
							TOTAL		AMB. INTERNA		AMB. EXTERNA		SOLO		ÁGUA			
	[mg/kg.dia]	Ingresso (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)
ADULTO																		
Ambiente Externo																		
Ingestão de Solo	5,56E-05	2,34	4,79E-05	86	5,56E-05	100	5,56E-05	100	5,56E-05	100	5,56E-05	100	3,33E-05	60	5,56E-05	100	2,88E-05	52
Contato Dérmico																		
Inalação Partículas	1,60E-07	0,01	1,38E-07	86	1,68E-07	105	1,60E-07	100	1,60E-07	100	1,60E-07	100	1,60E-07	100	1,60E-07	100	1,45E-07	90
Inalação Vapores																		
Ingestão Vegetais	1,72E-03	72,54	1,49E-03	86	1,72E-03	100	1,72E-03	100	1,72E-03	100	1,72E-03	100	1,72E-03	100	1,72E-03	100	1,49E-03	86
Ambiente Interno																		
Contato Dérmico																		
Inalação Partículas	1,35E-06	0,06	1,16E-06	86	1,41E-06	105	1,35E-06	100	1,35E-06	100	1,35E-06	100	1,35E-06	100	1,35E-06	100	1,22E-06	90
Inalação Vapores																		
Ingestão Água Subterrânea	5,95E-04	25,06	5,13E-04	86	5,95E-04	100	5,95E-04	100	5,95E-04	100	5,95E-04	100	5,95E-04	100	1,19E-03	200	1,03E-03	173
Ingestão Água potável																		
Banhos																		
Dose Total de Ingresso	2,37E-03	100,00	2,05E-03	86	2,37E-03	100	2,37E-03	100	2,37E-03	100	2,37E-03	100	2,35E-03	99	2,97E-03	125	2,55E-03	107
CRIANÇAS																		
Ambiente Externo																		
Ingestão de Solo	8,89E-04	10,53	8,33E-04	94	8,89E-04	100	8,89E-04	100	8,89E-04	100	8,89E-04	100	4,44E-04	50	8,89E-04	100	4,17E-04	47
Contato Dérmico																		
Inalação Partículas	8,75E-07	0,01	8,20E-07	94	5,25E-07	60	8,75E-07	100	8,75E-07	100	8,75E-07	100	8,75E-07	100	8,75E-07	100	4,92E-07	56
Inalação Vapores																		
Ingestão Vegetais	5,17E-03	61,21	4,85E-03	94	5,17E-03	100	5,17E-03	100	5,17E-03	100	5,17E-03	100	5,17E-03	100	5,17E-03	100	4,85E-03	94
Ambiente Interno																		
Contato Dérmico																		
Inalação Partículas	5,25E-06	0,06	4,92E-06	94	3,15E-06	60	5,25E-06	100	5,25E-06	100	5,25E-06	100	5,25E-06	100	5,25E-06	100	2,95E-06	56
Inalação Vapores																		
Ingestão Água Subterrânea	2,38E-03	28,19	2,23E-03	94	2,38E-03	100	2,38E-03	100	2,38E-03	100	2,38E-03	100	2,38E-03	100	2,38E-03	100	2,23E-03	94
Ingestão Água potável																		
Banhos																		
Dose Total de Ingresso	8,44E-03	100,00	7,92E-03	94	8,44E-03	100	8,44E-03	100	8,44E-03	100	8,44E-03	100	8,00E-03	95	8,44E-03	100	7,50E-03	89
Ingresso no Período	3,59E-03		3,22E-03		3,59E-03		3,59E-03		3,59E-03		3,59E-03		3,48E-03		4,06E-03		3,54E-03	
TDI									5,00E-02									
Quociente de Risco (*)	0,072		0,064		0,072		0,072		0,072		0,072		0,070		0,081		0,071	

Legenda

Ingresso (%)

VR

Contribuição de cada via de ingresso na Exposição

Variação da Dose de Ingresso calculada em relação a CETESB (2001)

TDI:

(*)

Tolerable Daily Intake

Adimensional

Tabela 10.11: Valores de doses de ingresso e de quociente de risco calculados com o modelo CSOIL para o Níquel no cenário industrial em função da variação dos fatores de exposição

Níquel Cenário Industrial Concentração: 300 mg/kg	CETESB (2001)		CETESB(2001) Adulto (*)		PESO CORPOREO		TAXA DE INALAÇÃO		SUPERFÍCIE CORPÓREA						INGESTÃO DE SOLO		PERÍODO DE EXPOSIÇÃO		TODOS OS FATORES		
	[mg/kg.dia]	Ingresso (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	TOTAL		INTERNA		EXTERNA		[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	
									[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)							
ADULTO																					
Ambiente Externo																					
Ingestão de Solo	3,30E-05	2,17	3,30E-05	100	2,85E-05	86	3,30E-05	100	3,30E-05	100	3,30E-05	100	3,30E-05	100	2,64E-05	80	3,30E-05	100	2,28E-05	69	
Contato Dérmico																					
Inalação Partículas	1,90E-07	0,01	1,90E-07	100	1,65E-07	86	9,52E-08	50	1,90E-07	100	1,90E-07	100	1,90E-07	100	1,90E-07	100	1,90E-07	100	8,23E-08	43	
Inalação Vapores																					
Ingestão Vegetais	5,89E-04	38,88	5,89E-04	100	5,10E-04	86	5,89E-04	100	5,89E-04	100	5,89E-04	100	5,89E-04	100	5,89E-04	100	5,89E-04	100	5,10E-04	86	
Ambiente Interno																					
Contato Dérmico																					
Inalação Partículas	9,14E-07	0,06	9,14E-07	100	7,90E-07	86	4,57E-07	50	9,14E-07	100	9,14E-07	100	9,14E-07	100	9,14E-07	100	9,14E-07	100	3,95E-07	43	
Inalação Vapores																					
Ingestão Água Subterrânea	8,93E-04	58,87	8,93E-04	100	7,72E-04	86	8,93E-04	100	8,93E-04	100	8,93E-04	100	8,93E-04	100	8,93E-04	100	8,93E-04	100	7,72E-04	86	
Ingestão Água potável																					
Banhos																					
Dose Total de Ingresso	1,52E-03	100,00	1,52E-03	100	1,31E-03	86,5	1,52E-03	100	1,52E-03	100	1,52E-03	100	1,52E-03	100	1,51E-03	100	1,52E-03	100	1,30E-03	86,0	
CRIANÇAS																					
Ambiente Externo																					
Ingestão de Solo	2,29E-06	0,06																			
Contato Dérmico																					
Inalação Partículas	4,51E-09	0,00																			
Inalação Vapores																					
Ingestão Vegetais	1,79E-03	50,09																			
Ambiente Interno																					
Contato Dérmico																					
Inalação Partículas	1,62E-08	0,00																			
Inalação Vapores																					
Ingestão Água Subterrânea	1,79E-03	49,84																			
Ingestão Água potável																					
Banhos																					
Dose Total de Ingresso	3,58E-03	100,00																			
Ingresso no Período	1,92E-03		1,52E-03		1,31E-03		1,52E-03		1,52E-03		1,52E-03		1,52E-03		1,51E-03		1,52E-03		1,30E-03		
TDI	5,00E-02																				
Quociente de Risco (**)	0,038		0,030		0,026		0,030		0,030		0,030		0,030		0,030		0,030		0,026		
Legenda:																					
	Este trabalho não adota crianças para o cenário industrial																				
VR	Variação da Dose de Ingresso calculada em relação a CETESB (2001)										TDI:	Tolerable Daily Intake									
Ingresso (%)	Contribuição de cada via de ingresso na Exposição										(**)	Adimensional									
(*)	Valor simulado para CETESB(2001) eliminando a Criança como receptor																				

Tabela 10.12: Valores de doses de ingresso e de quociente de risco calculados com o modelo CSOIL para o Níquel no cenário agrícola em função da variação dos fatores de exposição

Níquel Cenário Agrícola Concentração: 50 mg/kg	CETESB		PESO CORPOREO		TAXA DE INALAÇÃO		SUPERFÍCIE CORPÓREA						INGESTÃO DE		PERÍODO DE		TODOS OS	
							TOTAL		INTERNA		EXTERNA		SOLO		EXPOSIÇÃO		FATORES	
	[mg/kg.dia]	Ingresso (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)	[mg/kg.dia]	VR (%)
ADULTO																		
Ambiente Externo																		
Ingestão de Solo	1,04E-04	8,24	9,92E-05	95	1,04E-04	100	1,04E-04	100	1,04E-04	100	1,04E-04	100	4,86E-05	47	1,04E-04	100	4,63E-05	44
Contato Dérmico																		
Inalação Partículas	2,01E-07	0,02	1,91E-07	95	1,91E-07	95	2,01E-07	100	2,01E-07	100	2,01E-07	100	2,01E-07	100	2,01E-07	100	1,82E-07	91
Inalação Vapores																		
Ingestão Vegetais	8,61E-04	68,17	8,20E-04	95	8,61E-04	100	8,61E-04	100	8,61E-04	100	8,61E-04	100	8,61E-04	100	8,61E-04	100	8,20E-04	95
Ambiente Interno																		
Contato Dérmico																		
Inalação Partículas	3,37E-07	0,03	3,21E-07	95	3,22E-07	95	3,37E-07	100	3,37E-07	100	3,37E-07	100	3,37E-07	100	3,37E-07	100	3,06E-07	91
Inalação Vapores																		
Ingestão Água Subterrânea	2,98E-04	23,55	2,83E-04	95	2,98E-04	100	2,98E-04	100	2,98E-04	100	2,98E-04	100	2,98E-04	100	2,98E-04	100	2,83E-04	95
Ingestão Água potável																		
Banhos																		
Dose Total de Ingresso	1,26E-03	100,00	1,20E-03	95	1,26E-03	100	1,26E-03	100	1,26E-03	100	1,26E-03	100	1,21E-03	96	1,26E-03	100	1,15E-03	91
CRIANÇAS																		
Ambiente Externo																		
Ingestão de Solo	5,0E-04	13,58	4,69E-04	94	5,00E-04	100	5,00E-04	100	5,00E-04	100	5,00E-04	100	1,67E-04	33	5,00E-04	100	1,56E-04	31
Contato Dérmico																		
Inalação Partículas	3,3E-07	0,01	3,08E-07	94	1,97E-07	60	3,28E-07	100	3,28E-07	100	3,28E-07	100	3,28E-07	100	3,28E-07	100	1,85E-07	56
Inalação Vapores																		
Ingestão Vegetais	2,6E-03	70,21	2,42E-03	94	2,58E-03	100	2,58E-03	100	2,58E-03	100	2,58E-03	100	2,58E-03	100	2,58E-03	100	2,42E-03	94
Ambiente Interno																		
Contato Dérmico																		
Inalação Partículas	1,2E-06	0,03	1,11E-06	94	7,09E-07	60	1,18E-06	100	1,18E-06	100	1,18E-06	100	1,18E-06	100	1,18E-06	100	6,64E-07	56
Inalação Vapores																		
Ingestão Água Subterrânea	6,0E-04	16,17	5,58E-04	94	5,95E-04	100	5,95E-04	100	5,95E-04	100	5,95E-04	100	5,95E-04	100	5,95E-04	100	5,58E-04	94
Ingestão Água potável																		
Banhos																		
Dose Total de Ingresso	3,7E-03	100,00	3,45E-03	94	3,68E-03	100	3,68E-03	100	3,68E-03	100	3,68E-03	100	3,35E-03	91	3,68E-03	100	3,14E-03	85
Ingresso no Período	1,49E-03		1,41E-03		1,49E-03		1,49E-03		1,49E-03		1,49E-03		1,41E-03		1,47E-03		1,32E-03	
TDI																		
Quociente de Risco (*)	0,030		0,028		0,030		0,030		0,030		0,030		0,028		0,029		0,026	

Legenda

VR Variação Relativa da dose de ingresso estimada, em relação aos valores calculados por CETESB (2001)
 Ingresso (%) Contribuição de cada via de ingresso na dose total de exposição (*) Adimensional
 TDI Tolerable Daily Intake

A avaliação dessas tabelas mostra que a variação dos fatores de exposição, não altera a ordem exponencial das doses de ingresso e do risco de câncer para Benzeno, quando comparado com os valores calculados por CETESB (2001). O quociente de risco para Endrin e Níquel também não apresenta variações significativas em seus valores quando comparados com CETESB (2001). As alterações são percebidas na fração numérica do valor das doses calculadas para cada via de ingresso, que mostram variações significativas se comparadas aos valores de CETESB (2001), como será demonstrado posteriormente.

Essa influência no valor numérico das doses calculadas é proporcional à diferença entre o valor proposto para o fator de exposição e aquele utilizado por CETESB (2001). Por exemplo, para o Benzeno, cenário residencial, o valor de ingestão de solo para adultos diminuiu 40% (figura 9.1) e a dose calculada para a via de ingresso ingestão de solo teve uma diminuição proporcional também de 40% (tabela 9.4).

Entretanto, a influência que essa alteração tem no valor numérico do risco para câncer e no quociente de risco calculado depende da importância de cada via de ingresso na avaliação da dose total do contaminante que atinge o receptor, como discutido mais adiante. Assim, espera-se que, por exemplo, substâncias voláteis tenham a inalação de vapores como uma via importante de ingresso.

11 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

11.1 Contribuição relativa das Doses de Ingresso nos Valores de Risco Calculados por CETESB (2001)

Considerando as doses de ingresso calculadas por CETESB (2001) na determinação dos valores de intervenção, a avaliação da contribuição relativa de cada uma das vias, permite identificar a importância das mesmas em cada cenário de exposição.

11.1.1 Contribuição Relativa das Doses de Ingresso no Risco para o Benzeno

A figura 11.1 ilustra a contribuição de cada via de ingresso em relação à dose total calculada para adultos e crianças.

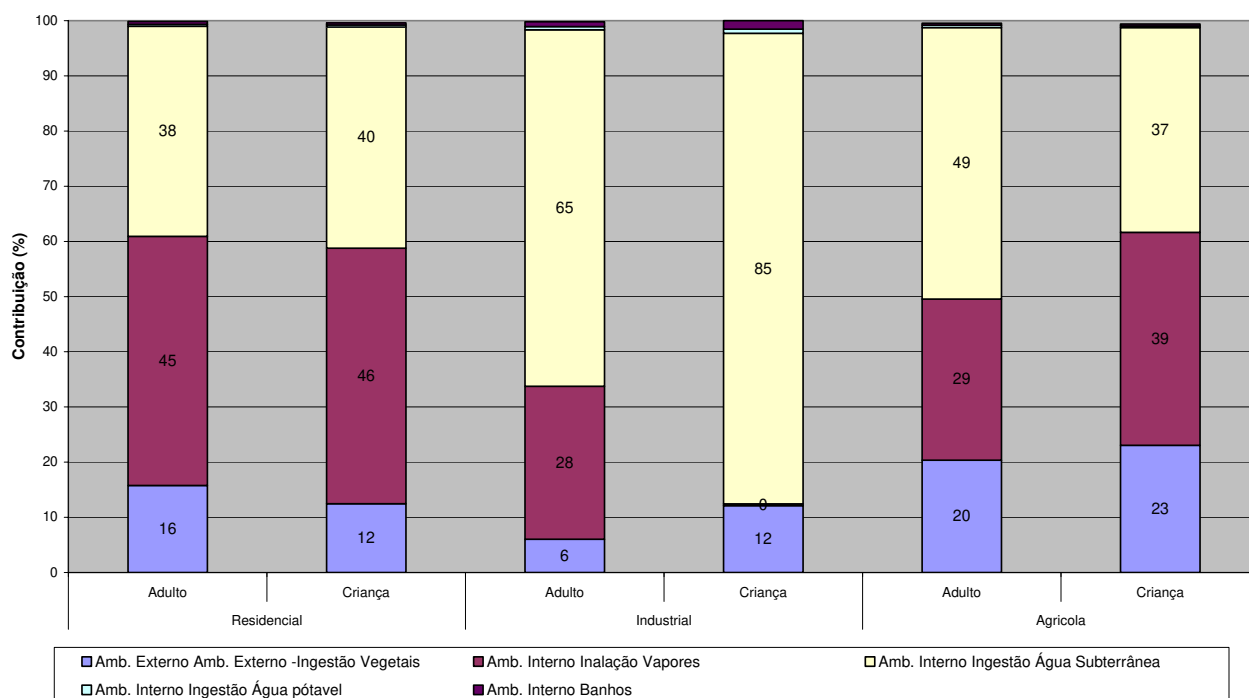


Figura 11.1: Contribuição relativa das vias de ingresso no valor da dose total de ingresso determinado para o benzeno por CETESB (2001) para adultos e crianças em função do cenário de exposição.

A distribuição acima é bastante coerente com a expectativa formada para o cenário de exposição ao Benzeno. O compartimento alvo do Benzeno é o ar, portanto espera-se que a exposição em ambientes internos seja mais significativa do que em ambiente externo.

A figura 11.1 evidencia que, independente do cenário de exposição (residencial, industrial e agrícola) e do tipo de receptor (adulto, crianças), as vias principais e dominantes de ingresso estão vinculadas à exposição em ambiente interno (inalação de vapores e ingestão de águas subterrâneas) enquanto que para o ambiente externo somente a ingestão de vegetais mostra contribuição significativa. Observa-se também que no cenário industrial, quando comparado com os outros cenários (residencial e

agrícola), o ingresso através da inalação de vapores em ambientes internos é relativamente menor para adultos, chegando a valores pouco significativos para crianças. Essa variação pode ser devido à mudança significativa do período de exposição em ambientes internos para os diferentes cenários de exposição.

11.1.2 Contribuição Relativa das Doses de Ingresso no Risco para o Endrin

A figura 11.2 mostra que a via de ingresso dominante para a determinação do risco à saúde humana quando há exposição ao Endrin é a ingestão de vegetais, coerente com os dados bibliográficos que indicam ser essa a via potencial de contaminação. Secundariamente, a ingestão de águas subterrâneas também mostra uma contribuição no valor final do risco calculado. As demais vias de ingresso mostram-se insignificantes frente ao peso relativamente elevado da ingestão de vegetais, a qual contribui com mais de 83 % no valor do risco em todos os cenários de exposição e independente do tipo de receptor. O compartimento alvo do Endrin é o solo e havendo qualquer plantação na área, espera-se a contaminação da mesma.

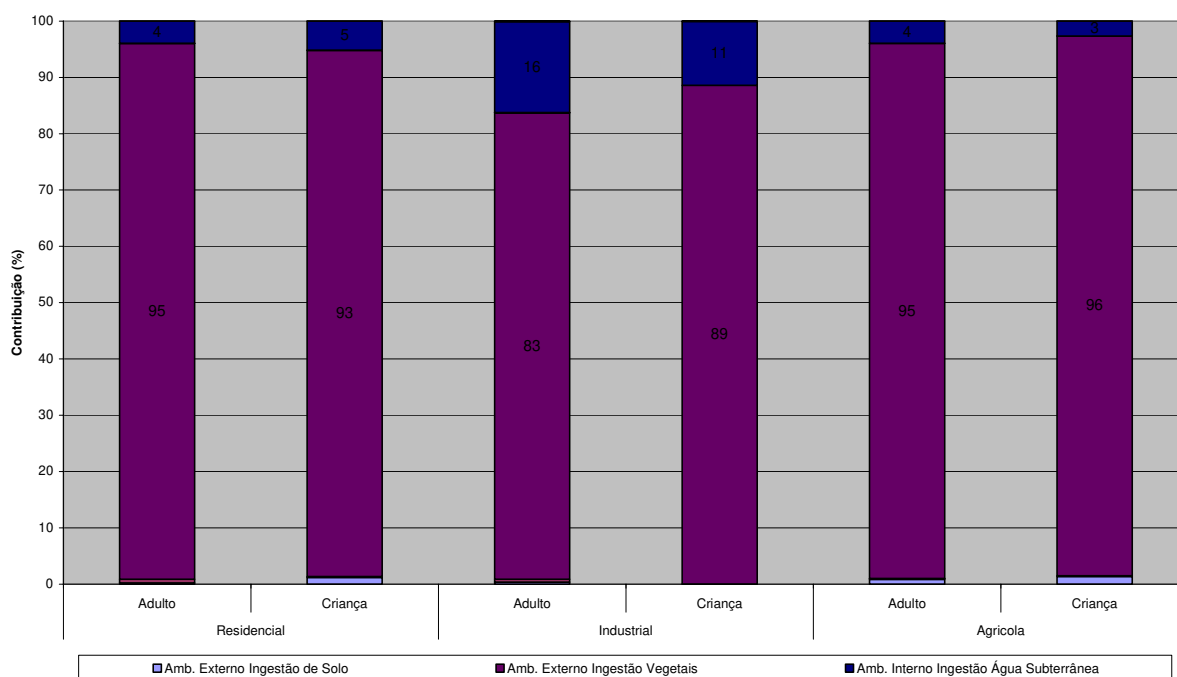


Figura 11.2: Contribuição relativa das vias ingresso no valor da dose total de ingresso determinado para o Endrin por CETESB (2001) para adultos e crianças em função de cenário de exposição.

11.1.3 Contribuição Relativa das Doses de Ingresso no Risco para o Níquel

Na exposição ao Níquel, três vias de ingresso são dominantes na determinação do risco à saúde humana, independente do cenário de exposição e do tipo de receptor (figura 11.3). A ingestão de vegetais predomina nos cenários residencial e agrícola, enquanto que a ingestão de água é mais significativa no cenário industrial. A ingestão de solo tem pequena contribuição relativa, mas é mais significativa para crianças nos cenários residencial e agrícola.

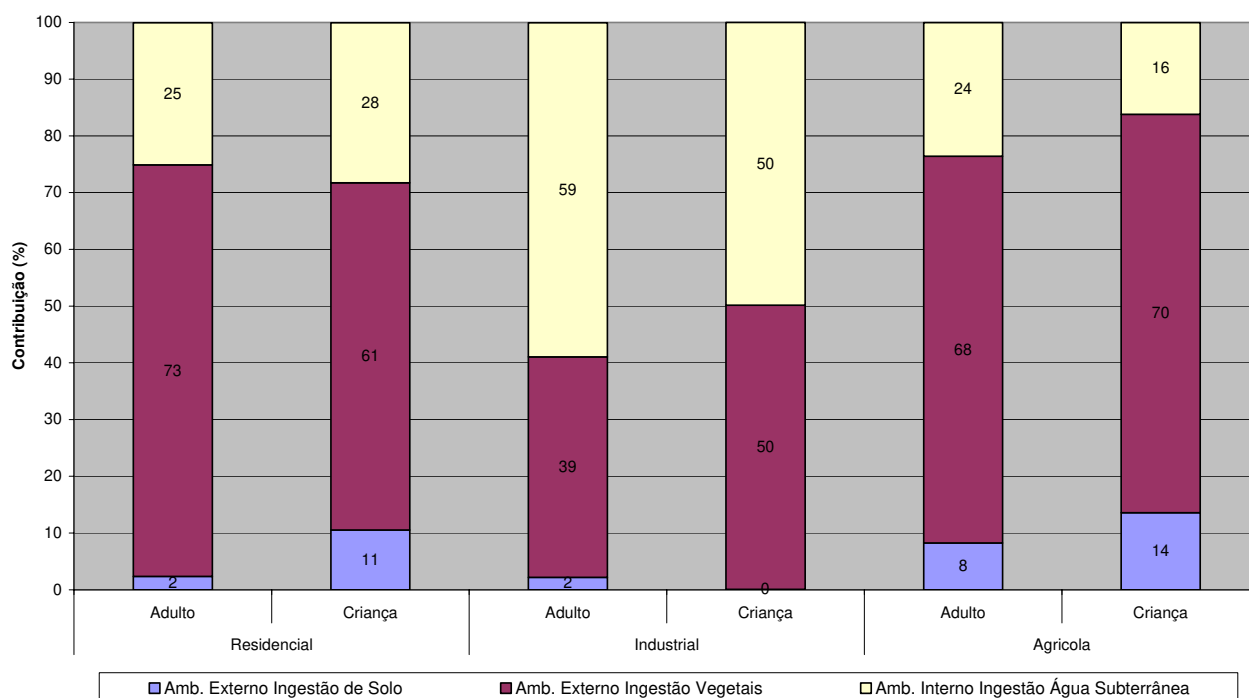


Figura 11.3 Contribuição relativa das vias ingresso no valor da dose total determinado para o Níquel por CETESB (2001) para adultos e crianças em função de cenário de exposição.

CETESB (2001) coloca que para o Níquel a via de exposição mais significativa seria a inalação de particulados, mas no modelo CSOIL essa via tem uma participação muito baixa, de aproximadamente 0,06%.

Observa-se que a Avaliação do Risco para o cálculo dos valores orientadores, utilizando o modelo CSOIL, tem como resultante um peso bastante significativo para as vias de ingestão de vegetais e de águas, independente do comportamento esperado

pela substância. É evidente que realmente essas vias são importantes, mas no contexto deste trabalho o peso que o modelo confere a uma via pode em determinados momentos amenizar o efeito de uma via preferencial de exposição.

11.2 Ponderação da Sensibilidade do Risco Calculado por CETESB (2001) à Variação dos Fatores de Exposição

A avaliação da influência dos fatores de exposição em estudo nas doses de ingresso (adultos e crianças) e conseqüentemente no valor do risco calculado por CETESB (2001) para os diversos cenários é visualizada nas figuras de 11.4 a 11.11.

Para o cenário industrial, este trabalho não adota a presença de crianças, sendo que o risco final de CETESB (2001) foi recalculado considerando somente a exposição dos adultos, para fins de comparação com os valores obtidos com a variação dos fatores de exposição. A adoção dessa premissa permitiu estimar a contribuição da presença de crianças no risco final calculado por CETESB (2001) e constatar que contribuí com pesos bastante diferentes. Para o Benzeno a contribuição é de 9 % (figura 11.5), para o Endrin é de 26 % (figura 11.8) e para o Níquel é de 21 % (figura 11.11).

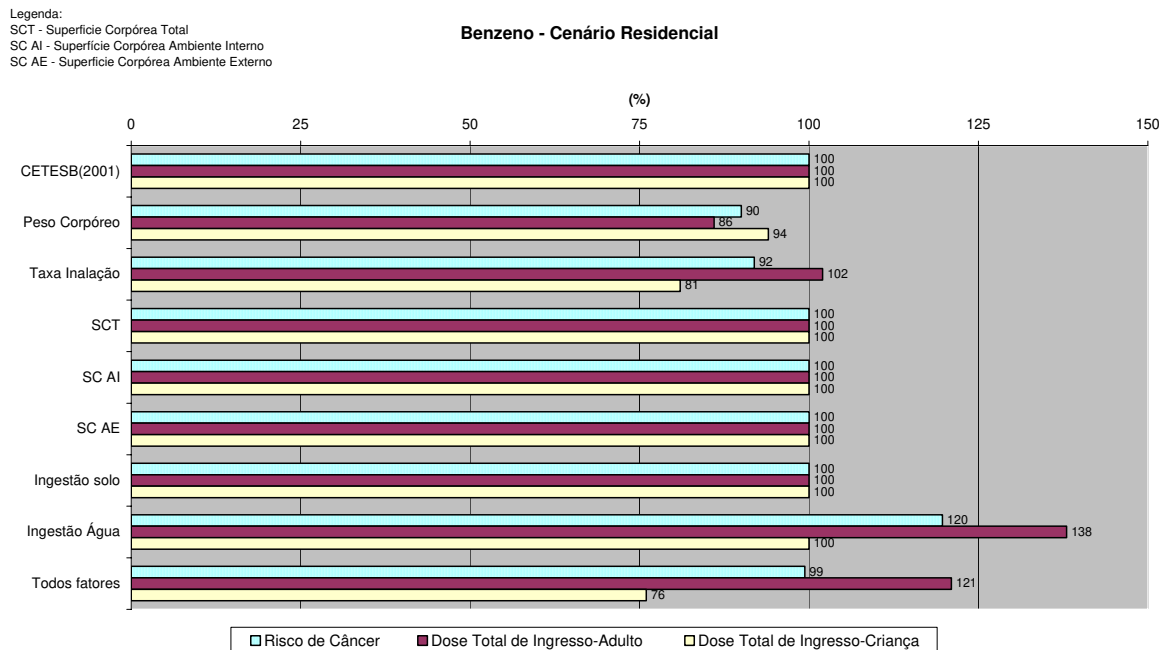


Figura 11. 4: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de risco de câncer para benzeno frente à variação dos fatores de exposição no cenário residencial



Figura 11.5: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de risco de câncer para benzeno frente à variação dos fatores de exposição no cenário industrial

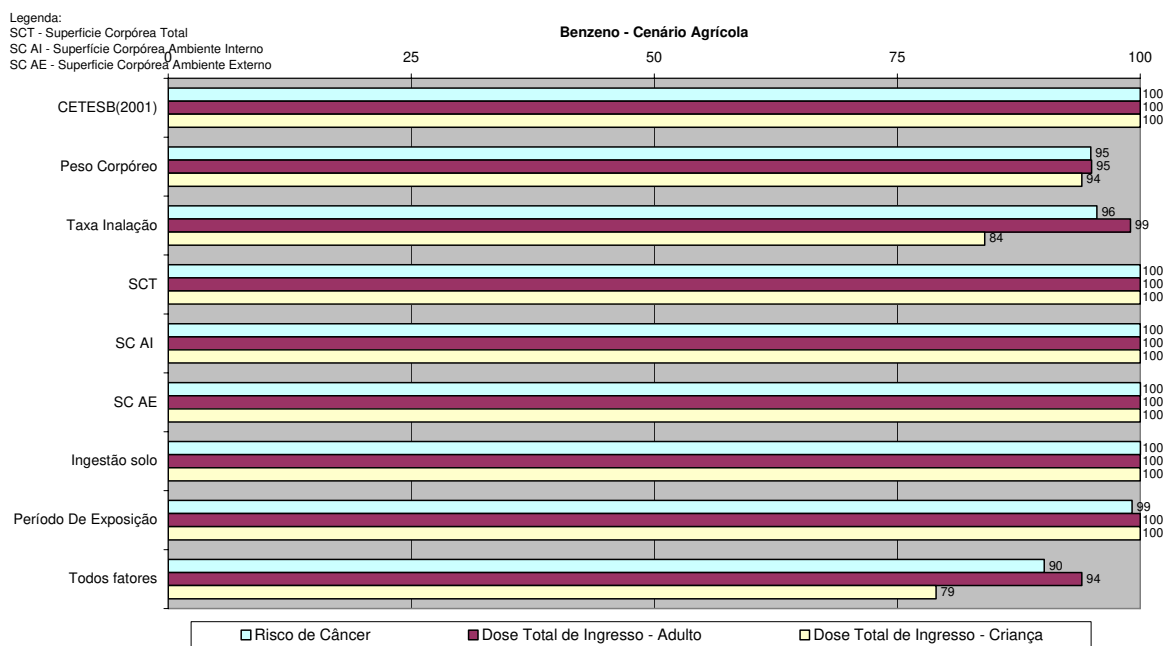


Figura 11.6: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de risco de câncer para benzeno frente à variação dos fatores de exposição no cenário agrícola

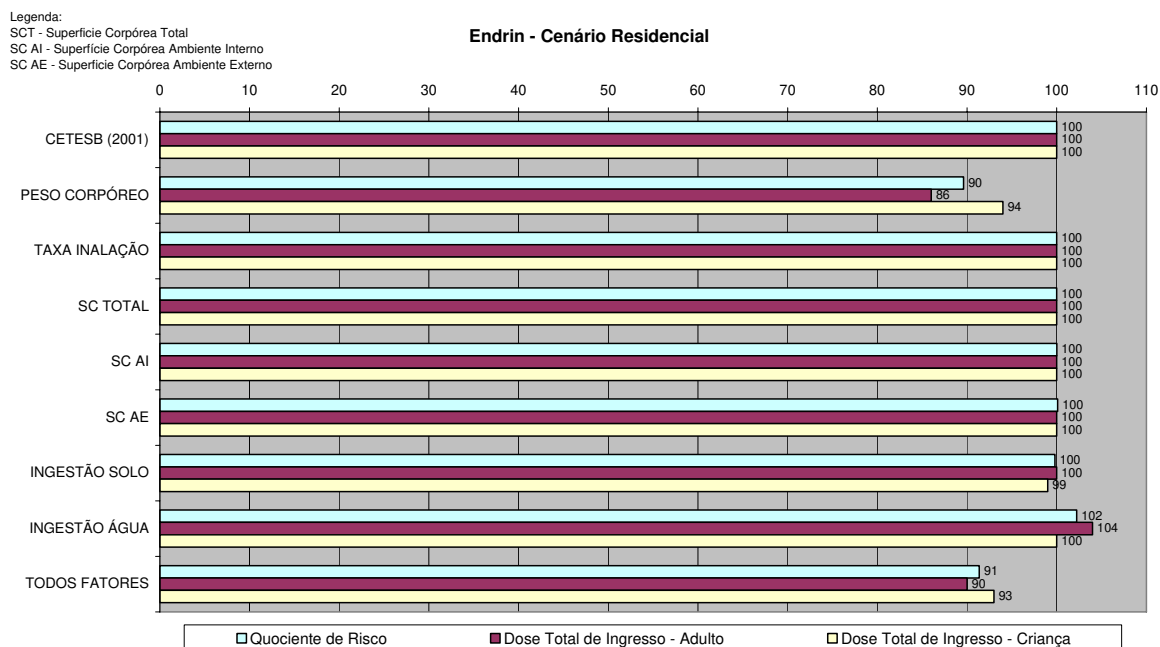


Figura 11.7: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de quociente de risco para endrin frente à variação dos fatores de exposição no cenário residencial

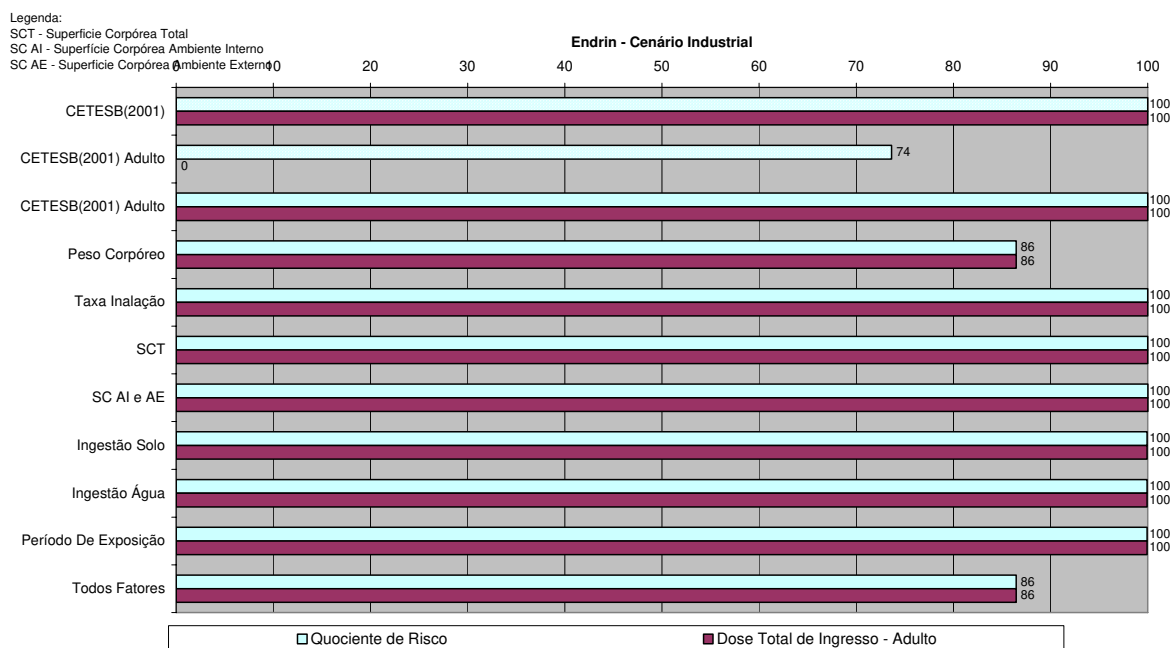


Figura 11.8: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de quociente de risco para endrin frente à variação dos fatores de exposição no cenário industrial

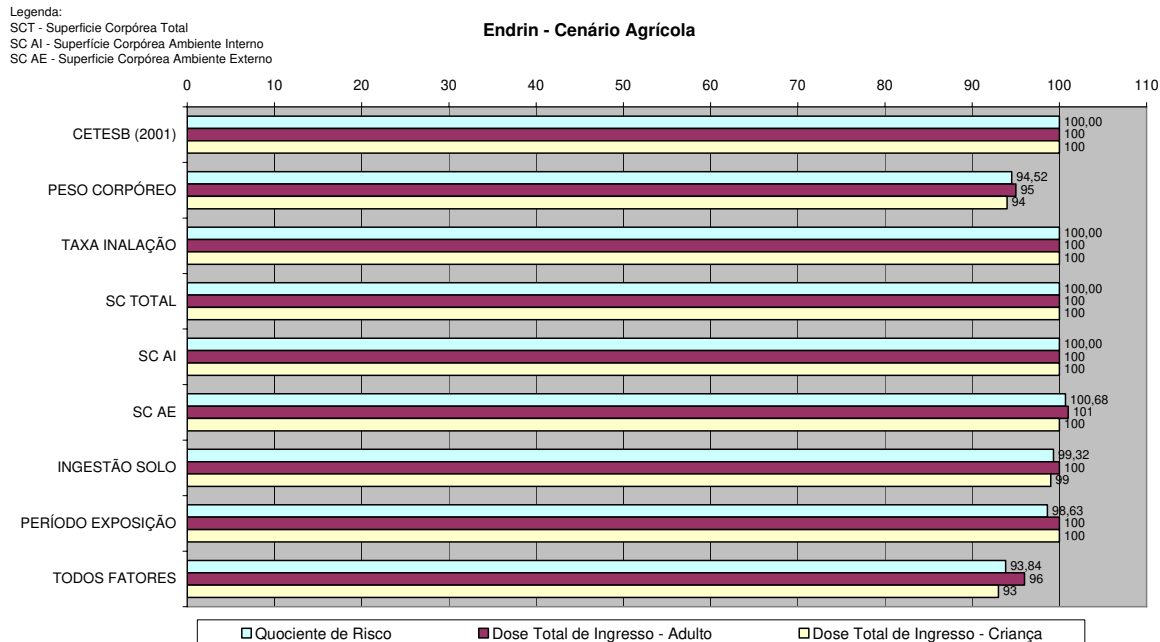


Figura 11.9: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de quociente de risco para endrin frente à variação dos fatores de exposição no cenário agrícola

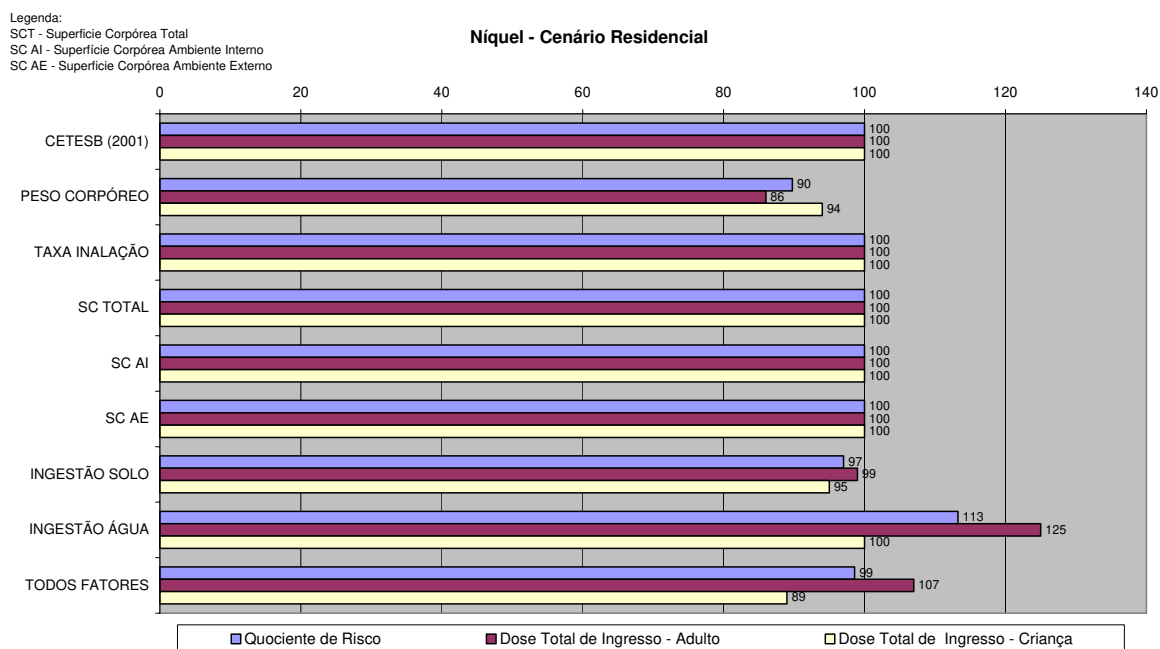


Figura 11.10: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de quociente de risco para níquel frente à variação dos fatores de exposição no cenário residencial

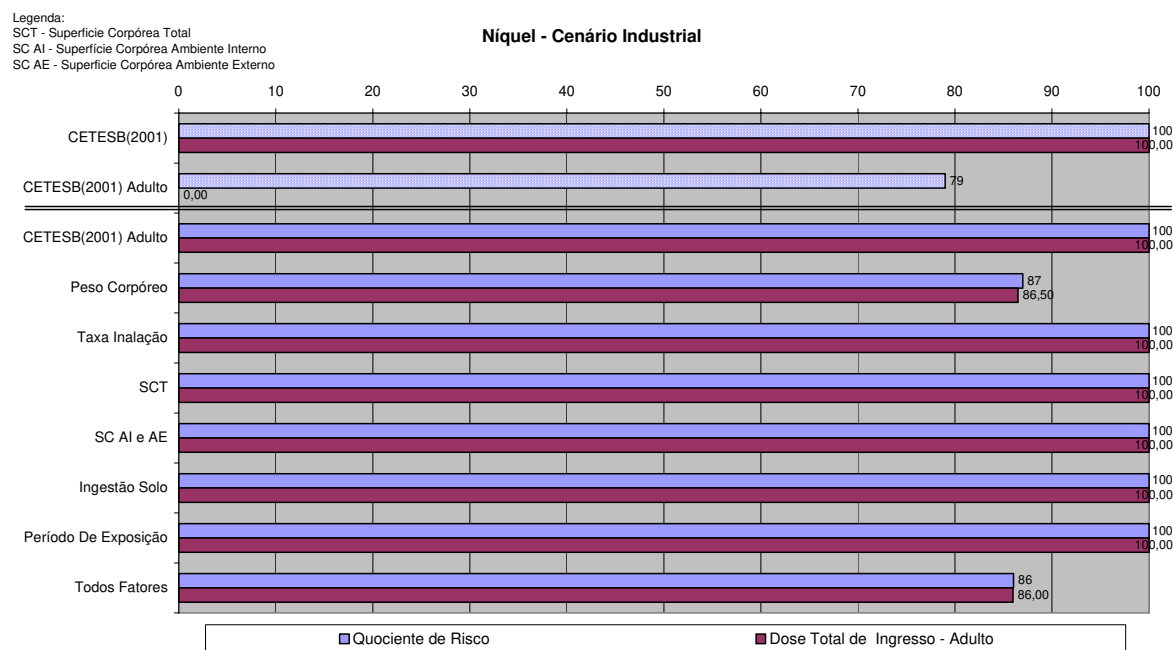


Figura 11.11: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de quociente de risco para níquel frente à variação dos fatores de exposição no cenário industrial

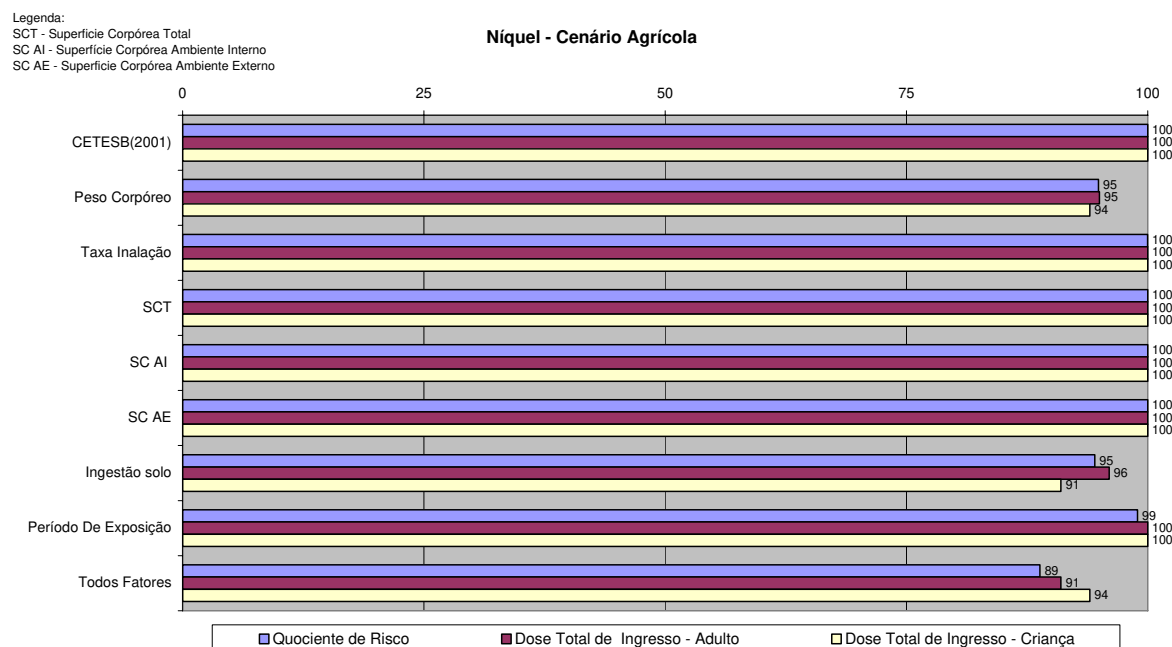


Figura 11.12: Sensibilidade dos valores calculados de dose de ingresso para adulto e criança e de quociente de risco para níquel frente à variação dos fatores de exposição no cenário agrícola

A influência da variação dos fatores de exposição considerados neste estudo não causou, de forma geral, impactos significativos nos valores de risco e de dose total de ingresso, como evidenciam as figuras 11.4 a 11.12.

Como a ingestão de vegetais e de água subterrânea são as vias de ingresso predominantes, com maior contribuição na dose total (figuras 11.1 a 11.3), a influência dos fatores de exposição que não afetam essas vias de exposição acaba sendo minimizada na somatória final.

Esse fato justifica a pequena variação observada, de forma geral, nos valores de risco de câncer e quociente de risco frente à variação dos fatores de exposição. Esse comportamento é observado em relação às superfícies corpóreas totais e parciais para todas as substâncias avaliadas.

A superfície corpórea total afeta a dose de ingresso durante o banho, que é uma via de exposição considerada para o Benzeno e o Endrin. Entretanto a contribuição dessa via de ingresso na formação da dose total é estimada em < 1 %, em todos os cenários de exposição, portanto não tem um peso importante, não afetando o risco, mesmo considerando uma diminuição de 29% na superfície corpórea total das crianças.

Essa mesma situação ocorre com as superfícies corpóreas parciais que, mesmo com aumento significativo para as crianças, seja em ambiente interno (SC-AI) chegando a 70% no cenário residencial, como para ambiente externo (SC-AE), de 49%, não causaram impacto no valor final de risco, com exceção do caso do Endrin, no cenário agrícola, cujo valor de risco aumentou apenas 1% (figura 11.9). Esses fatores afetam a via de ingresso por contato dérmico, que proporcionalmente, teve aumento significativo nas doses de ingresso, mas, com pequena contribuição na somatória da dose total, e consequentemente, no cálculo do risco.

O aumento global do peso corpóreo para adultos e crianças nos diversos cenários de exposição resulta em reduções em todas as taxas de ingresso, proporcionais às variações implementadas. Nos cenários residencial e industrial, as doses totais de Ingresso para adultos tiveram proporcionalmente a maior redução, ficando em torno de 14%, em função do aumento no peso corpóreo em 16%. No cenário agrícola, essa redução foi de apenas 5% uma vez que o peso corpóreo da população rural aumentou na mesma proporção. No caso das doses de ingresso para as crianças, houve uma redução geral de 6% uma vez que foi adotado o mesmo peso corpóreo para todos os cenários de exposição. (figura 10.1 e figuras 11.4 a 11.12).

O período de exposição foi alterado apenas para os adultos nos cenários industrial e agrícola, em função do aumento da expectativa de vida da população e da mudança da legislação trabalhista (figura 10.2). No cenário agrícola, esse aumento de foi 8% causando uma redução de apenas 1 % no valor do risco, enquanto que no cenário industrial o aumento foi de 40 %, mas não afetou os valores finais.

11.2.1 Avaliação Específica

11.2.1.1 *Variação do Risco de Câncer à Exposição ao Benzeno*

Os valores estabelecidos por CETESB (2001) para risco de câncer em relação à exposição ao Benzeno são de $1,56 \times 10^{-4}$ para cenário agrícola, $3,40 \times 10^{-4}$ para cenário residencial e para o cenário industrial de $2,83 \times 10^{-4}$. Recalculando esse valor sem a presença da criança como receptor, o risco de câncer simulado passa a ser de $2,57 \times 10^{-4}$.

A variação dos fatores de exposição estudados, quando simulados isolados ou em conjunto, não altera a ordem exponencial do risco de câncer calculado por CETESB (2001), permanecendo em 10^{-4} (tabelas 9.4 a 9.6). As alterações são percebidas na fração numérica do valor do risco de câncer e das doses calculadas para cada via de ingresso, como por exemplo, o risco de câncer determinado no cenário industrial que, comparativamente, chega a ser 26% menor que o valor calculado por CETESB (2001), mesmo ainda estando próximo a um risco de câncer de 10^{-4} .

As variações dos fatores de exposição resultam nas observações discutidas a seguir.

❖ Taxa de inalação:

As variações da taxa de inalação, aumentando ou diminuindo em função do cenário de exposição e do tipo de receptor, afetaram proporcionalmente as doses de ingresso por inalação de partículas, inalação de vapores e durante o banho.

Por ser o Benzeno uma substância volátil, a via de ingresso de inalação de vapores em ambientes interno tem uma contribuição importante na composição da taxa global de ingresso, enquanto que as doses de inalação durante o banho participam com menos de 1% e a inalação de partículas é desprezível (figura 11.1).

Para os cenários residencial e agrícola, as maiores variações nas doses de ingresso foram para as crianças, cujos valores diminuíram proporcionalmente 40% (figura 10.1), enquanto que a variação para as doses de adultos foi de apenas 5% (tabelas 9.4 e 9.6), causando reduções no risco de câncer de 8 % e 4%, respectivamente (figuras 11.4 e 11.6). A maior redução no risco de câncer, de 14%, foi no cenário industrial (figura 11.5), reflexo da diminuição da taxa de inalação para adultos em 50%.

Observa-se que, para compostos voláteis, esse fator de exposição tem contribuição importante no cálculo do risco de câncer, em especial a taxa de inalação de adultos.

❖ Ingestão de solo

As taxas de ingestão de solo propostas por este estudo foram inferiores àquelas utilizadas por CETESB (2001) para adultos e crianças em todos os cenários de

exposição, chegando a ser mais de 50% menor no cenário agrícola (figura 10.1), impactando proporcionalmente os valores das doses de ingestão de solo (tabela 9.4 a 9.5). Entretanto, a contribuição dessa via de ingresso na composição da dose total de ingresso é inferior a 0,05 %, não causando impacto numérico nos valores de risco de câncer (figura 11.4 a 11.6).

❖ Ingestão de água

A taxa de ingestão de água variou em relação a CETESB (2001) somente para o cenário residencial para o receptor adulto, que foi aumentada em 100 % (figura 10.2), permanecendo inalterada para os outros cenários. Para o Benzeno no cenário residencial a via de ingestão de águas subterrâneas tem uma contribuição muito significativa, de 38% (adultos) e 40 % (crianças), enquanto a água potável tem uma contribuição pequena (0,35 %), na composição da dose global de ingresso e consequentemente no risco de câncer (tabela 9.4).

Essa variação dobrou as doses de ingresso por ingestão de água potável e de águas subterrâneas para adultos, refletindo no aumento da dose total de ingresso em 38 % para adultos e do risco de câncer final em 20 % (figura 11.4).

❖ Todos os fatores simultaneamente

A simulação com todos os fatores de exposição em estudo simultaneamente, implicou na redução do risco de câncer em apenas 1% no cenário residencial. Isso se deve a um aumento significativo na dose total de ingresso para adultos, mas um decréscimo acentuado na dose total para crianças, causando um efeito compensatório e mantendo o valor de risco de câncer praticamente inalterado (figura 11.4).

O decréscimo do risco de câncer em 26 % para o cenário industrial e em 10 % para o cenário industrial deve-se à variação no peso corpóreo e na taxa de inalação de adultos (figuras 11.5 e 11.6).

11.2.1.2 *Variação do Quociente de Risco de Exposição ao Endrin*

Os quocientes de risco por exposição ao Endrin, determinado por CETESB (2001) são de 1,73 para o cenário residencial, de 1,46 para o cenário agrícola e de 2,02 para o cenário industrial. Um valor de quociente de risco que ultrapassa a unidade sugere uma probabilidade maior para o desenvolvimento de efeitos adversos. Os valores calculados por CETESB (2001) parecem-nos conservadores, indicando que as concentrações adotadas podem ser permissivas principalmente para o cenário agrícola. O quociente de risco recalculado eliminando a presença de crianças para o cenário industrial passou para 1.43, o que representa uma redução de 26 % em relação ao valor de CETESB (2001) (figura 11.8).

As variações percebidas nas doses de ingresso e nos quocientes de risco são discutidas a seguir, para cada fator de exposição.

➤Taxa de inalação:

As variações das taxas de inalação (figura 10.2) afetaram os valores das doses por inalação de vapores e de partículas em ambientes interno e externo para ambos os receptores (tabelas 9.7 a 9.9). Também foi afetada a dose de ingresso devido à inalação de vapores durante o banho, principalmente para crianças nos cenários residencial e agrícola e para adultos no cenário industrial. O fato de afetar mais a exposição às crianças é justificado em função da maior variabilidade na taxa de inalação para esse receptor. Por tratar-se de uma substância não volátil, essas vias de ingresso não têm participação significativa na composição da dose total de ingresso (figura 11.2), justificando a razão das variações não impactarem as doses totais de ingresso e consequentemente no quociente de risco.

➤Superfície corpórea parcial – Ambiente interno e externo (SC-AI e SC-AE)

Apesar de variações significativas nos valores de SC-AI e AE (figuras 10.1 e 10.2), que podem impactar o ingresso por contato dérmico, a contribuição dessas doses em relação à dose total de ingresso, é pouco significativa, não sendo suficiente para

impactar o quociente de risco final. Apenas para o cenário agrícola o risco foi aumentado em 1 %.

➤ Ingestão de solo

As taxas de ingestão em estudo impactaram proporcionalmente os valores das doses por ingestão de solo (figura 10.1 e tabelas 9.7 a 9.9).

A contribuição da via ingestão de solo na composição da dose total de ingresso é muito pequena em todos os cenários de exposição (figura 11.2). Apenas no cenário agrícola foi observada uma diminuição de 1% no valor de quociente de risco causado pela redução significativa, acima de 50%, nas taxas de ingestão de solo para adulto e criança nesse cenário de exposição.

➤ Ingestão de água

Apenas no cenário residencial, para adultos, a taxa de ingestão de água aumentou 100% (figura 10.2), causando um acréscimo proporcional nas doses das vias ingestão de água subterrânea e água potável (tabela 9,7).

Diferentemente do Benzeno, a ingestão de água potável e de água subterrânea, para o caso do Endrin, tem contribuição pequena (0,01 % e 3,92 %, respectivamente) na composição da dose total de ingresso (figura 11.2). Esse fato reflete em um menor impacto da taxa de ingestão de água nos valores da dose total de ingresso para adultos (4%) e de quociente de risco (2%) (figura 11.7).

➤ Todos os fatores simultaneamente

A simulação com todos os fatores de exposição em estudo, conjuntamente impactou na redução do risco em 9% para cenário residencial, 14 % para o cenário industrial e em 6 % para o cenário agrícola em relação ao valor calculado por CETESB (2001) (figuras 11.7, 11.8 e 11.9).

11.2.1.3 Variação do Quociente do Risco de Exposição ao Níquel

Os quocientes de risco calculados por CETESB (2001) para o Níquel no cenário residencial é de 0,07, de 0,04 para cenário industrial e de 0,03 para o cenário agrícola,

valores bastante restritivos em função dos fatores de segurança empregados. Como CETESB (2001) considerou o risco para crianças e um fator de segurança de 10 na derivação dos valores de intervenção para níquel, justifica os valores significativamente baixos dos quocientes de risco calculados.

As variações percebidas nas doses de ingresso e no valor do quociente do risco são discutidas a seguir, para cada fator de exposição.

✧Taxa de inalação

As variações das taxas de inalação afetaram os valores das doses de inalação de partículas em ambientes interno e externo, para ambos os receptores na mesma ordem de grandeza. Para crianças, houve uma diminuição significativa da taxa de inalação, mas, semelhantemente ao Endrin, na composição da dose total, essas vias de ingresso não têm participação significativa (figura 11.3), justificando a razão dessas variações não causaram impacto nas doses totais de ingresso e consequentemente no risco.

✧Ingestão de Solo

Os valores das diferentes taxas de ingestão de solo para adultos e crianças causaram um pequeno impacto nos valores dos quocientes de risco para os cenários residencial (3%) (figura 11.10) e agrícola (5%) (figura 11.12). Esse fato deve-se à redução significativa da taxa de ingestão, que no cenário agrícola para criança foi de 67% e para adulto foi de 53% (figura 10.2). Aliado a esse fato, tem a significativa contribuição da via ingestão de solo na somatória da dose total de Níquel para crianças, principalmente nos cenários residencial e agrícola, como mostra a figura 11.3.

No cenário industrial, a diminuição da taxa de ingestão de solo para adulto foi menor que nos demais cenários (20%). Considerando o fato que essa via de ingresso nesse cenário, contribui apenas com 2% na dose total, a variação na taxa de ingestão de solo não foi suficiente para causar uma influência numérica no valor de risco nesse cenário (figura 11.11).

✧Ingestão de água

A via ingestão de águas subterrâneas contribui com 25% na dose total de ingresso para adultos em cenário residencial (figura 11.3). Esse fato, somado a um aumento de 100% na taxa de ingestão de água (figura 10.4), causou um aumento de 25% na dose total de ingresso para adulto e de 13% no valor do risco para esse cenário (figura 11.10).

Como para o Níquel não é considerada a via de ingestão de água potável, a variação na taxa de ingestão afetou apenas a via relacionada à água subterrânea.

✧ Todos os fatores simultaneamente

No cenário residencial, o valor de risco não sofreu grande alteração, pois o aumento de 7% na dose total para adultos foi compensada pela diminuição de 11% na dose para crianças (figura 11.10). No cenário agrícola, a redução do risco ficou em 11%, resultado de uma diminuição nas doses de ingresso de adultos e também de crianças (figura 11.12).

Nesses cenários, os fatores de exposição mais importantes foram: peso corpóreo e ingestão de solo. No cenário residencial existe ainda a influência da taxa de ingestão de água.

No cenário industrial, apenas o peso corpóreo causou uma influência no valor de risco de 14% (figura 11.11). A influência das taxas de inalação e ingestão de solo não foi suficiente para afetar o valor total.

No geral os dados acima discutidos demonstram que a sensibilidade para variação no valor do risco depende da substância avaliada, onde as vias de exposição têm diferentes contribuições nos valores finais de risco, sendo o peso corpóreo um fator de exposição importante para todas as substâncias em todos os cenários de exposição, conforme pode ser observado na tabela 11.1. As superfícies corpóreas totais e parciais propostas neste estudo mostram diferenças significativas em relação aos valores adotados por CETESB (2001), principalmente para crianças, mas, para as substâncias consideradas neste estudo, os valores de risco de câncer e ou quociente de risco não se mostraram sensíveis a esses fatores de exposição.

Tabela 11.1: Sensibilidade do risco de câncer e do quociente de risco aos fatores de exposição para o Benzeno, Endrin, Níquel em função do cenário de exposição.

FATOR DE EXPOSIÇÃO	BENZENO			ENDRIN			NÍQUEL		
	Industrial (*)	Residencial	Agrícola	Industrial (*)	Residencial	Agrícola	Industrial (*)	Residencial	Agrícola
Peso Corpóreo	-14	-10	-5	-14	-10	-5	-13	-10	-5
Taxa Inalação	-14	-8	-4	0	0	0	0	0	0
SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC AI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC AE	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Ingestão de Solo	0	0	-1	0	0	-1	0	-3	-5
Ingestão Água	0	20	(**)	0	2	(**)	(**)	13	(**)
Período Exposição	0	(**)	-1	0	(**)	-1	0	(**)	-1
Todos os Fatores	-26	-1	-10	-14	-9	-6	-14	-1	-1

Legenda:

(*) Sem a presença de Crianças

(**) Não calculado por ser igual a CETESB (2001)

SCT – superfície corpórea total

SC AI – superfície corpórea disponível para contato dérmico em ambiente interno

SC AE – superfície corpórea disponível para contato dérmico em ambiente externo

11.3 Sensibilidade dos Valores de Intervenção

Os dados apresentados anteriormente indicam que os fatores de exposição em estudo induzem a uma redução numérica do risco, em todos os cenários de exposição, indicando que as concentrações estabelecidas por CETESB (2001) como valor de intervenção no solo para as substâncias estudadas, poderiam estar superestimadas no contexto deste trabalho.

A sensibilidade da variação nas concentrações no solo em função dos fatores de exposição em estudo é estabelecida simulando duas alternativas.

Alternativa 1: Inserindo todos os fatores de exposição em estudo e recalculando a concentração no solo que resultasse em um valor de risco igual ou aproximado àquele determinado por CETESB (2001).

Alternativa 2: Inserindo todos os fatores de exposição em estudo e recalculando a concentração no solo que resultasse em um valor de risco de câncer igual ou aproximado a 1×10^{-4} para o Benzeno e quociente de risco igual ou aproximado a 1 para o Endrin e o Níquel.

As concentrações comparativas resultantes das simulações acima citadas estão nas tabelas 11.2 a 11.4.

Tabela 11.2: Ajustes nas concentrações dos valores de intervenção do Benzeno em solo no Estado de São Paulo em função do cenário de exposição e dos fatores de exposição propostos

Cenário de Exposição	CETESB (2001)		ALTERNATIVAS			
			1		2	
	Benzeno (mg/kg)	Risco*	Benzeno (mg/kg)	Risco*	Benzeno (mg/kg)	Risco*
Agrícola	0,6	1,56E-04	0,65	1,52E-04	0,5	1,17E-04
Residencial	1,5	3,40E-04	1,5	3,38E-04	0,5	1,10E-04
Industrial	3	2,83E-04	4,5	2,86E-04	1,8	1,14E-04

* Risco de câncer

Tabela 11.3: Ajustes nas concentrações dos valores de intervenção do Endrin em solo no Estado de São Paulo em função do cenário de exposição e dos fatores de exposição propostos.

Cenário de Exposição	CETESB (2001)		ALTERNATIVAS			
			1		2	
	Endrin (mg/kg)	Risco*	Endrin (mg/kg)	Risco*	Endrin (mg/kg)	Risco*
Agrícola	0,5	1,46	0,54	1,48	0,4	1,10
Residencial	1	1,73	1,1	1,74	0,7	1,10
Industrial	5	2,02	7	1,78	4	1,03

*Quociente de risco

Tabela 11.4: Ajustes nas concentrações dos valores de intervenção do Níquel em solo no Estado de São Paulo em função do cenário de exposição e dos fatores de exposição propostos.

Cenário de Exposição	CETESB (2001)		ALTERNATIVAS			
			1		2	
	Níquel (mg/kg)	Risco*	Níquel (mg/kg)	Risco*	Níquel (mg/kg)	Risco*
Agrícola	50	0,030	55	0,029	2000	1,060
					200	0,106
Residencial	200	0,072	200	0,071	3000	1,060
					300	0,100
Industrial	300	0,038	450	0,039	12000	1,040
					1200	0,104

*Quociente de Risco

 divididos por 10 conforme diretriz adotada por CETESB (2001)

Considerando os resultados da Alternativa 1, ou seja, mantendo os mesmos valores de risco determinados por CETESB (2001), as concentrações no solo para valores de intervenção não alterariam para o Benzeno e o Níquel no cenário residencial, mas aumentaria em 10 % para o Endrin. Para o cenário industrial, para todas as substâncias, as concentrações aumentaram em torno de 50 % e no cenário agrícola, o aumento seria por volta de 10 %.

Tendo por base o risco de câncer de 1×10^{-4} (Alternativa 2), as concentrações no solo para o Benzeno no cenário residencial reduziram em 67 %, em 40 % no cenário industrial e em 17 % para o cenário agrícola, portanto redução das concentrações em todos os cenários de exposição.

Considerando para o Endrin, o valor do quociente de risco igual ou aproximado de 1, as concentrações reduziram em 30 % para o cenário residencial e em 20 % para os cenários industrial e agrícola.

No caso dos metais, onde se inclui o Níquel, a CETESB (2001) adotou um fator de segurança de 10 para a determinação do valor de intervenção. Assim, o valor de concentração calculado considerando um quociente de risco aproximado de 1, foi dividido por 10. Da mesma forma, na avaliação com os fatores de exposição propostos neste estudo, foi adotado o mesmo procedimento, incluindo a correção considerando o risco apenas para crianças, como em CETESB (2001), para avaliação da concentração da substância para um risco aproximado de 1 (tabela 11.4). Os valores recalculados mostram concentrações muito superiores aos valores de intervenção calculados por CETESB (2001), em especial para os cenários agrícola e industrial. No cenário residencial, o aumento foi de 50%. Esse fato revela a necessidade de discussões mais profundas quanto à determinação dos valores orientadores para metais no solo, pois podem ser adotados critérios que deixem esses valores mais ou menos restritivos.

12 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A questão do gerenciamento de áreas contaminadas no Brasil, e particularmente no Estado de São Paulo, é de natureza complexa, exigindo adoção de ferramentas estruturadas de avaliação, para a proteção efetiva e perene da saúde humana. A metodologia de Avaliação do Risco é uma ferramenta reconhecida internacionalmente e que permite identificar e quantificar as principais vias de ingresso em função do cenário de exposição e estabelecer a probabilidade do risco oferecido por uma área contaminada.

Este trabalho, baseado em dados recentes e de fontes reconhecidas no âmbito internacional e nacional propõe novos valores para os fatores de exposição e de faixa etária a serem utilizados no modelo de Avaliação do Risco em áreas contaminadas. Estes fatores em função do cenário de exposição são: peso corpóreo, taxa de inalação

de ar, taxa de ingestão de solo e água, superfície corpórea total e parcial e o período de exposição.

Os dados avaliados mostram que a população brasileira tem aumentado o seu peso corpóreo e a expectativa de vida, mostrando também diferenças significativas entre regiões mais desenvolvidas, como o Estado de São Paulo e o restante do país.

A taxa de ingestão de alimentos, que tem uma contribuição muito significativa na determinação do risco à saúde humana, não foi possível atualizar devido à falta de um banco de dados com informações confiáveis. Os dados de aquisição de alimentos da população brasileira, apesar de serem bastante completo com relação ao tipo de alimento, são quantitativamente muito menores que os valores de ingestão citados por fontes internacionais. Além disso, a falta de informação sobre a quantidade de alimentos adquiridos e realmente consumidos e daqueles consumidos fora da residência impede a tentativa de realizar estimativas para a população brasileira.

A faixa etária onde as crianças são mais sensíveis aos efeitos deletérios devido à exposição a uma substância química é entre 1 e 6 anos, como foi observada pela ponderação de alguns fatores de exposição em função do peso corpóreo, e deve ser adotada no modelo de Avaliação do Risco para determinação dos valores de Intervenção para solo, ou mesmo na aplicação em casos de contaminação específicos.

Espelhando em procedimentos internacionais, este trabalho propõe não considerar a criança como receptor na determinação do risco para cenário industrial. A presença de crianças deve ser tratada como um caso excepcional.

As superfícies corpóreas, seja total ou parcial, foram avaliadas e ponderadas com o percentual de cada parte que compõe o corpo humano. Esse procedimento não havia sido feito por CETESB (2001), sendo que havia incompatibilidade nas superfícies corpóreas parciais e totais para crianças. Com os dados avaliados neste estudo, foram ponderados valores de superfície corpórea parcial para crianças mais plausíveis para a realidade paulista e, proporcionalmente, mais coerentes com a superfície corpórea total.

As superfícies corpóreas parciais calculadas também permitiram acrescentar os dados de cabeça e pés na determinação de superfície exposta de pele, que não foram considerados por CETESB (2001) por falta de dados na época.

A taxa de ingestão de solo foi avaliada frente às novas informações internacionais gerando valores inferiores àqueles adotados por CETESB (2001). O mesmo aconteceu com a taxa de inalação, com diminuição dos valores em todos os cenários, com exceção para adultos no cenário residencial.

Quanto à ingestão de água, houve aumento apenas para adultos no cenário residencial.

Aplicando o modelo CSOIL foi possível avaliar a sensibilidade das doses de ingresso, do risco de câncer à exposição ao Benzeno e do quociente do risco para Endrin e Níquel, frente aos fatores de exposição propostos neste estudo.

As vias de ingresso por ingestão de água e de vegetais têm uma contribuição muito significativa na composição do risco, independente do cenário de exposição ou da substância. Isto faz com que as variações nas doses calculadas para outras vias de ingresso tornem-se proporcionalmente insignificantes na contabilização final do risco.

Dentre os parâmetros de exposição avaliados, o peso corpóreo, a taxa de inalação e as taxas de ingestão de solo e água mostraram maior influência nos valores de dose de ingresso e de risco final calculado. A magnitude da influência de cada fator depende das características físico-químicas e o compartimento alvo do contaminante. Dentre as substâncias elencadas neste estudo, o contato dérmico não foi uma via importante de exposição, não sendo possível observar o impacto das diferenças de superfície corpórea calculadas neste estudo. Entretanto, para substâncias onde essa via tenha um peso importante na exposição do receptor, esse fator pode influenciar o cálculo de risco final, pois, proporcionalmente, os valores sugeridos de superfície corpórea parcial são bastante distintos daqueles utilizados por CETESB (2001).

A avaliação do impacto desses fatores de exposição nos valores de intervenção mostra que não haveria alteração para o Benzeno e para o Níquel no cenário residencial. Nesse cenário, apenas a concentração do Endrin aumentaria 10%. No cenário agrícola também haveria um aumento de aproximadamente 10% nas concentrações definidas por CETESB (2001). O maior impacto é no cenário industrial, cujas concentrações aumentariam cerca de 50%, causado principalmente pela exclusão da criança como receptor.

A adoção dos fatores de exposição propostos por este trabalho, considerando o Risco de Câncer de 1×10^{-4} para o benzeno e o Quociente de Risco igual a ou aproximado de 1, para níquel e endrin, indicam que as concentrações no solo, utilizadas como Valores de Intervenção no solo, poderiam estar permissivas para o benzeno e para o endrin. Para o níquel, os valores estariam mais restritivos, mas deve ser ressaltado que há a necessidade de maiores discussões para a determinação dos Valores de Intervenção para metais no solo.

Esses fatos mostram que, apesar de não haver um impacto numérico nos valores de risco calculado, a variação dos fatores de exposição pode afetar de forma significativa nos valores de intervenção, que foi o exemplo usado neste estudo, mas também nos estudos caso a caso e na determinação dos valores de NABR estabelecidos pela Câmara Ambiental do Comércio e Derivados de Petróleo e utilizados no gerenciamento de áreas contaminadas.

Dessa forma, há a necessidade de reavaliação constante dos fatores de exposição sempre que forem publicados novas informações e levantamentos. Há a necessidade de levantar dados específicos da população brasileira, mais especificamente da população paulista, que possui comportamentos e características distintas do restante do país.

Um estudo bastante necessário é uma avaliação crítica dos hábitos alimentares da população brasileira, em especial a paulista, com o objetivo de identificar a necessidade de incluir outras vias de ingresso, além da ingestão de vegetais.

Informações sobre as crianças, um receptor sensível que causa grande influência no cálculo do risco, devem ser levantadas com maior precisão para a população paulista.

A Avaliação do Risco deve ser considerada como uma ciência complexa e em evolução, devendo ser realizada por uma equipe multidisciplinar lembrando que o fundamental não é o valor numérico gerado pelo modelo e sim a interpretação dos possíveis efeitos na saúde humana.

13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie) *Etude sur la conjoncture: les marchés des activités liées aux déchets*. França – 2003. 10 p.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry)-*Toxicological Profile for Benzene*: 2005a. [www..cdc.gov/toxprofiles/tp3.html](http://www.cdc.gov/toxprofiles/tp3.html). Acesso em Novembro/2005.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry)-*Toxicological Profile for Endrin*: 2005b. [www..cdc.gov/toxprofiles/tp89.html](http://www.cdc.gov/toxprofiles/tp89.html). Acesso em Novembro/2005.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry)-*Toxicological Profile for Nickel*: 2005c. [www..cdc.gov/toxprofiles/tp15.html](http://www.cdc.gov/toxprofiles/tp15.html). Acesso em Novembro/2005.

ASTM (American Society for Testing and Materials) – *Standard Guide for Risk- Based Corrective Action* – E-2081-00, EUA, 2000. 95 p.

Brown L. *A Economia e a Terra - Eco-economia* – Copyrights ©, EPI- Earth Policy Institute / UMA – Universidade Livre da Mata Atlântica. 2003.

Câmara Ambiental do Comércio e Derivados de Petróleo. *Ações Corretivas Baseadas em Risco (ACBR) Aplicadas a Áreas Contaminadas com Hidrocarbonetos Derivados de Petróleo e Outros Combustíveis Líquidos – Procedimentos*. Câmara Ambiental do Comércio e Derivados de Petróleo, Grupo de Avaliação do Risco, São Paulo, 2004. 80 p.

Casarini,D.C.P. *As Águas Subterrâneas e a Indústria X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*, ABAS,São Paulo, SP.1998. 14p.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) *A Protocol for the Derivation of Environmental and Human Health – Soil Quality Guidelines* DRAFT Canadá. 2005.181p.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental).- *Uso das águas subterrâneas para abastecimento público no Estado de São Paulo*: São Paulo: CETESB, 1997, 48 p.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) - *Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas – Projeto CETESB, GTZ – CETESB, 1999. 385 p.*

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) - *Relatório de estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo: CETESB. 2001. 247 p.*

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental)– *Relação de Áreas Contaminadas – CETESB, 2002. 128 p.*

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) – *Avaliação do Risco à Saúde Humana- Proposição para o Capítulo 9000 para o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas– CETESB, 2003.*

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) – *Relação de Áreas Contaminadas – CETESB, 2004a.*

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental)– *Relatório da Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo 2002 – 2003. São Paulo. 2004b. 211 p.*

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) – *Relação de Áreas Contaminadas – CETESB, 2005. Acesso internet em maio de 2005.*

CLEA (Contaminated Land Exposure Assessment) Reino Unido – *The Contaminated Land Exposure Assessment(CLEA) model: Technical Basis and Algorithmims. 2002. 129 p*

CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) Resolução 273 de Novembro de 2000. *Dispõe sobre a prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços. 2000. 10 p*

Cunha, R. *Avaliação do Risco em Áreas Contaminadas por Fontes Industriais Desativadas – Estudo de Caso. Tese de Doutorado - Instituto de Geociência , Universidade de São Paulo, São Paulo. 1997.152 p.*

Deschamps, E. “*Área Contaminadas: Avaliação, Controle e Remediação – Panorama Atual da Contaminação / Remediação por Metais em Minas Gerais*” FEAM, 2004.6 p.

Fetter, C. W. *Contaminant Hydrogeology*. 2^a ed., Prentice Hall, New Jersey, 1999. 500 p.

Foster, K.R. – *O Princípio da Precaução: Bom Senso ou Extremismo Ambiental?* Tradução de Moss, H. 2003. 7 p

Freeze, R. A. & Cherry, J. A. *Groundwater*. Prentice Hall, Inc., New Jersey, 1979. 604 p.

Gloeden, E. *Procedimentos para Atuação da CETESB no Gerenciamento de áreas Contaminadas*. Palestra proferida na UNICAMP. 2003. 60 p.

Harte, J.; Holdren, C.; Schneider, R.; Shirley, C. *Toxics A to Z. A guide to everyday pollution hazards*. University of Califórnia Press, EUA, 1991. 479 p.

IBGE .*Indicadores Sociais Mínimos*. Acesso ao endereço eletrônico: http://www.ibge.gov.Br/home/estatística/população/condicaodevida/indicadores_minimos, em Setembro/2004a. 3 p.

IBGE .*Pesquisa de Orçamentos Familiares . 2002-2003 . Aquisição Alimentar domiciliar Per Capita . Brasil e Grandes Regiões*. 2004b. 260 p.

IBGE. *Pesquisa de Orçamentos Familiares. 2002-2003. Análise da Disponibilidade Domiciliar de Alimentos e do Estado Nutricional no Brasil*. 2004c. 80 p.

ILSI (Internacional Life Sciences Institute) *Similarities and Differences Between Children and Adults: Implications for Risk Assessment*. 1990. 283 p.

INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques) *Gestion des Sites Pollués – Diagnostic Approfondi / Évaluations détaillées des Risques – BRGM Editions-juin 2000*. 2000. 210 p.

Koolesnikovas, C. *Análise do Risco: Conceitos Básicos, Metodologia e Aplicações* 2001. Hidroplan . 45 p.

Lagrega, M.D., Buckingham, P.L. Evans, J.C. *Hazardous Waste Management*. McGraw-Hill, New York. 1994. 1146 p.

Lakatus, E. M. *Metodologia de Trabalho Científico: Procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos*, 4^a edição, São Paulo : Atlas, 1992. 279p.

Marcondes. *Estudo antropométrico de crianças brasileiras de zero a doze anos de idade*. Serie Anais Nestlé Fascículo 84. {1972}. 200 p.

Marcondes. *Crescimento e desenvolvimento pubertário em crianças e adolescentes brasileiros. Volume I – Metodologia: Volume II – Altura e Peso*. São Paulo, Editora Brasileira de Ciências, 1982. 206 e 117 p.

Maximiliano, A. M. S. *Determinação dos Níveis Aceitáveis no Ambiente para Hidrocarbonetos Utilizando o Procedimento de Ações Corretivas Baseadas no Risco (RBCA). Aplicação para a Cidade de São Paulo*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. Dissertação de Mestrado. 2001.121p.

MEDR (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable - France) *Pollution des Sols: Basol – Tableaux de Bord*. 2005.

MTE (Ministério do Trabalho e do Emprego) *Norma Regulamentadora número 6 – Equipamento de Proteção Individual* 2001. 13 p.

NCEA (National Center for Environmental Assessment) *Recent Surface Studies 2003*. Acesso a internet em Agosto de 2005. 6 p.

NICOLE (Network for Industrially Contaminated Land in Europe) Executive Summary Report Risk Assessment Comparison Study. 2004. 36 p.

ODEQ (Oregon Department of Environmental Quality). *Risk-Based Decision Making for The Remediation of Petroleum – Contaminated Area*. 1999. 116 p.

ODEQ (Oregon Department of Environmental Quality). *Guidance for Conduct of Deterministic Human Health Risk Assessments*. 2000. 21 p.

Rikken M.G.J.; LIJZEN J.P.A. *Update of Risk Assessment Models for the Indirect Human Exposure*. RIVM. Report 601516011/2004. 2004. 53 p.

RIVM (National Institute of Public Health and the Environment -- Netherlands) *Assessment Factors for Human Health Risk Assessment: a discussion paper*. RIVM Report nº. 620110007, TNO Report nº. V97880. 1998. 69 p.

RIVM (National Institute of Public Health and the Environment -- Netherlands) *Evaluation of Model Concepts on Human Exposure Proposals for updating the most relevant exposure routes for CSOIL* Report nº. 711791022. 1999. 138 p.

RIVM (National Institute of Public Health and the Environment -- Netherlands) *Evaluation and Revision of the CSOIL Parameter Set . Proposed parameter set for human exposure modeling and deriving Intervention Values for the first series of compounds.* Report nº. 711791021. 2001a. 125 p.

RIVM (National Institute of Public Health and the Environment -- Netherlands) *Evaluation of Model Concepts on Human Exposure Proposals for updating the most relevant exposure routes for CSOIL* Report nº. 711701022. 2001b. 138 p.

RIVM-(National Institute of Public Health and the Environment -- Netherlands) *Update of risk assessment models for indirect human exposure* Report nº 601516011 2004. 53 p.

RPC (Rhone Poulenc Chimie) *Guide d'Élaboartion des Fiches de Donnés de Sécurité.* 1995. 234 p.

Rodrigues Jr – *Proposta Metodológica para Gerenciamento de Áreas Contaminadas : uma Aplicação no Estado do Rio de Janeiro. Programa de Planejamento Energético,* COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. 2003. 269 p.

São Paulo. 2000. *Relatório de situação dos recursos hídricos do Estado de São Paulo.* Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos. São Paulo, 128 p.

Sánchez, L.E. *A Desativação de Empreendimentos Industriais: Um Estudo sobre o Passivo Ambiental.* Departamento de Engenharia da Universidade de São Paulo. Tese para obtenção do título de Professor Livre-Docente, 1998.178 p.

SVS (Secretaria de Vigilância em Saúde – Ministério da Saúde) *Diagnóstico Nacional de Áreas Potenciais e Efetivas de Contaminação de Solo e População sob Risco de Exposição* , 2005. 28p <http://dtr2001.saude.gov.br/svs/> Acesso em 04/03/2005

UBA (The Federal Environmental Agency da Alemanha) *Flow-chart of contaminated land management in Germany*. Acesso em 08/03/2005. 2 p. (2005a). http://www.umweltbundesamt.de/atlast/web1/englisch/1_1.htm.

UBA (The Federal Environmental Agency da Alemanha). *Status of remediation and clean up in Germany*. http://www.umweltbundesamt.de/atlast/web1/englisch/1_8.htm. (2005b) Acesso em 08/03/2005. 2 p.

UNICAMP (Universidade de Campinas) *Orientações aos Colegas da Disciplina CA 128*. 2004 . 4 p.

USACE (U.S.Army Corps of Engineers, St Louis)- *Formerly Utilized Area Remedial Action Program*. 2003. 6 p.

U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency). *Risk Assessment – Guidance for Superfund – Volume I – Human Health Evaluation Manual (Part A)* Interim Final. EPA/540/1-89/002.1989a, 279 p.

U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency). *Exposure Factors Handbook*. EPA/600/8-89/043. 1989c
U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency). *Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I – Human Health Evaluation Manual Supplemental Guidance “Standard Default Exposure Factors” Interim Final* 1991a. 21 p.

U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency) *Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Part B, Development of Risk-based Preliminary Remediation Goals*. 1991b. 61 p.

U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency). *Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I – Human Health Evaluation Manual (Part C, Risk Evaluation of Remedial Alternatives Interim. Publication 9285.7-01C*. 1991c. 62 p.

U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency). *Guidelines for Exposure Assessment*. EPA/600/Z-92/001. 1992. 126 p.

U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency). *Soil Screening Guidance: Technical Background Document*. EPA/540/R-95/128 . 1996. 470 p.

U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency). *Exposure Factors Handbook – Volume I – General Factors*. EPA/600/Z-95/002Fa. 1997a. 208 p.

U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency). *Exposure Factors Handbook – Volume II – Food Ingestion Factors*. EPA/600/Z-95/002Fa. 1997b. 57 p.

U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency) *Supplement to Part A: Community Involvement in Superfund Risk Assessments*. EPA 540-R-98-042. 1999. 24 p.

U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency). *Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment Interim – Final*. EPA/540/R/99/005. 2001a. 245 p.

U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency) *Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Part D, Standardized Planning, Reporting and Review of Superfund Risk Assessment) Final December 2001b*. 103 p.

U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency). *Age Group Recommendations for Assessing Childhood Exposure and the Adequacy of Existing Exposure Factors Data for Children – Technical Issue Paper*. EPA/630/R-03/005. 2001c. 91 p.

U.S.EPA(U.S. Environmental Protection Agency). *Supplemental Guidance for Developing Soil Screening Levels for Superfund Area. Peer Review Draft OSWER 9355.4-24*. 2001d.167 p.

U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency). *Child-Specific Exposure Factors Handbook* .EPA-600-P-00-002B. 2002. 422 p.

WALKER, C. H. Organic pollutants. An ecotoxicological perspective. Taylor & Francis, New York, 2001. 282 p.

WHO (World Health Organization) *Principles for Safety Assessment of Food Additives and Contaminants in Food* . 1987. 83 p.

WHO (World Health Organization) *Assessing Human Health Risks of Chemicals: Derivation of Guidance Values for Health-Based Exposure Limits*. EHC 170 1994. 44 p.

WHO (World Health Organization) *Health Impact Assessment as part of Strategic Environmental Assessment*. 2001. 29 p.

WHO (World Health Organization) *WHO Guidelines for Drinking-Water Quality*. 3a Edição. 2004. 494p.

14 BIBLIOGRAFIA

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry)- *Evaluación de Riesgos en Salud por la exposición a Residuos Peligrosos*. 1992. 140 p.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry)-*Public Health Assessment Guidance Manual*. 2001. 89 p.

Capeleti, A. *Avaliação do Risco em uma Área Contaminada Utilizando o Modelo C-Soil – Um Estudo de Caso*. Dissertação de Mestrado - Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. 116 p.

Capeleti, A, Lemos, .M, Dias, C, Casarini, D. *Quantificação das Variáveis para Cálculo da Exposição Populacional utilizando o Modelo de Avaliação do Risco C-SOIL para Gerenciamento de Qualidade de Solos e Águas Subterrâneas*. X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, ABAS, São Paulo, SP. 1998 13 p.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) *Cadre de Gestion des Risques pour les lieux contaminés* - Document du Travail. Canadá. 1997.19p.

CLEA (Contaminated Land Exposure Assessment) Reino Unido – *Contaminated in Soil: Collation Toxicological Data and Intake Values for Human*. 2002. 42 p

DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs and The Environment Agency) *Contaminant in Soil: Collation of Toxicological Data and Intake Values for Humans*. 2002. 42 p.

Goldemberg,J., Barbosa,L.M . A Legislação Ambiental no Brasil e em São Paulo Revista ECO 21 , Ano XIV, Edição 96. Novembro 2004. 6 p.

Guerra, Filho. *O Principio da Proporcionalidade em Direito Constitucional e em Direito Privado no Brasil*. Acesso em 20/03/2005. 22 pag.

<http://www.mundojuridico.adv.br/html/artigos/documentos/texto347.htm>.

NCEA (National Center for Environmental Assessment) *CSFII Analysis of Food Intake Distributions*. EPA/600/R-03/029. 2003. 173 p.

RIVM (National Institute of Public Health and the Environment -- Netherlands) *Inventory of revisions in the EC Technical Guidance Documents (TGDs) on risk assessment of Chemicals*. Report nº. 601200001.2003. 64 p.

UBA (The Federal Environmental Agency da Alemanha). *Federal Soil Protection and Contaminated Area Ordinance(BbodSchV)*. 1999. 63 p.

UBA (The Federal Environmental Agency da Alemanha). *Environmental health risks* 2004. 28 p.

U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency). *Risk Assessment – Guidance for Superfund – Volume II – Environmental Evaluation Manual . Interim Final .* EPA/540/1-89/001,1989.56 p.

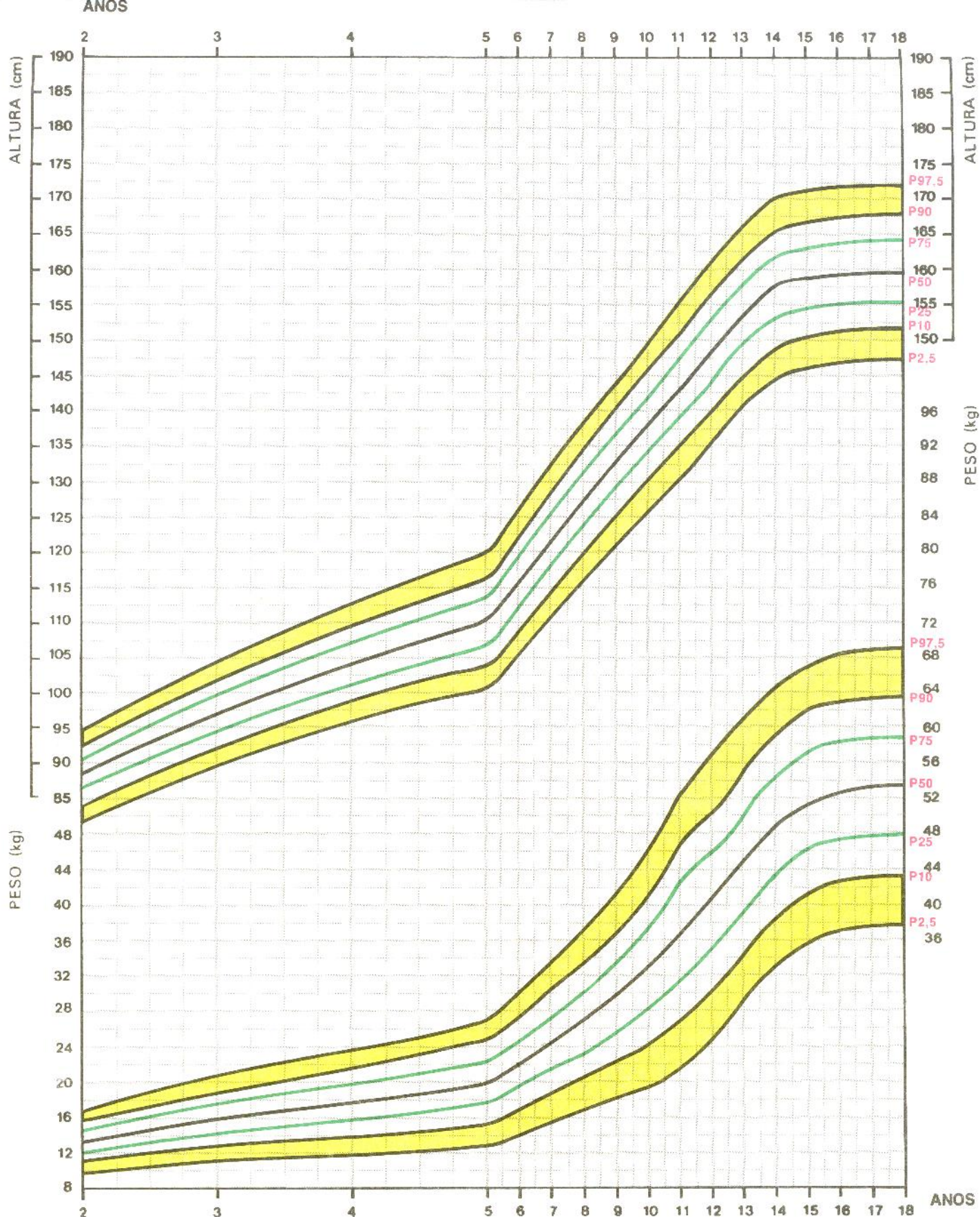
U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency). *Region 9 PRGs Table 2002 Update*, 2002 , 29 p.

U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency). *Guidelines for Carcinogen Risk Assessment*. 2005. 166 p.

Valle,C.E, Lage.H *Meio Ambiente: Acidentes, Lições, Soluções* – SENAC. São Paulo 2003. 254 p.

ANEXO 1

CURVAS DE SANTO ANDRÉ



Fontes:

1 - MARQUES R. M.; MARCONDES, E.; BERQUO, E.; PRANDI, R. & YUNES, J. - Crescimento e Desenvolvimento Pubertário em Crianças e Adolescentes Brasileiros. II. Altura e Peso. São Paulo, Editora Brasileira de Ciências, 1982.

2 - MARCONDES, Eduardo & MARQUES, Rubens Murillo - Crescimento e Desenvolvimento Pubertário em Crianças e Adolescentes Brasileiros. III - Perímetro Cefálico e Torácico. São Paulo, Edt. Brasileira de Ciências, 1982.

Perímetro Cefálico

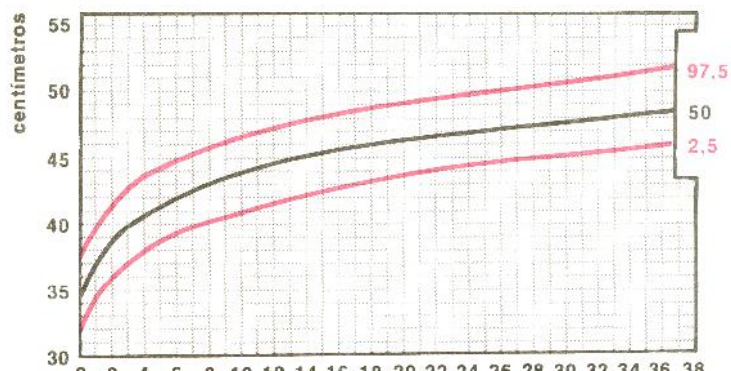
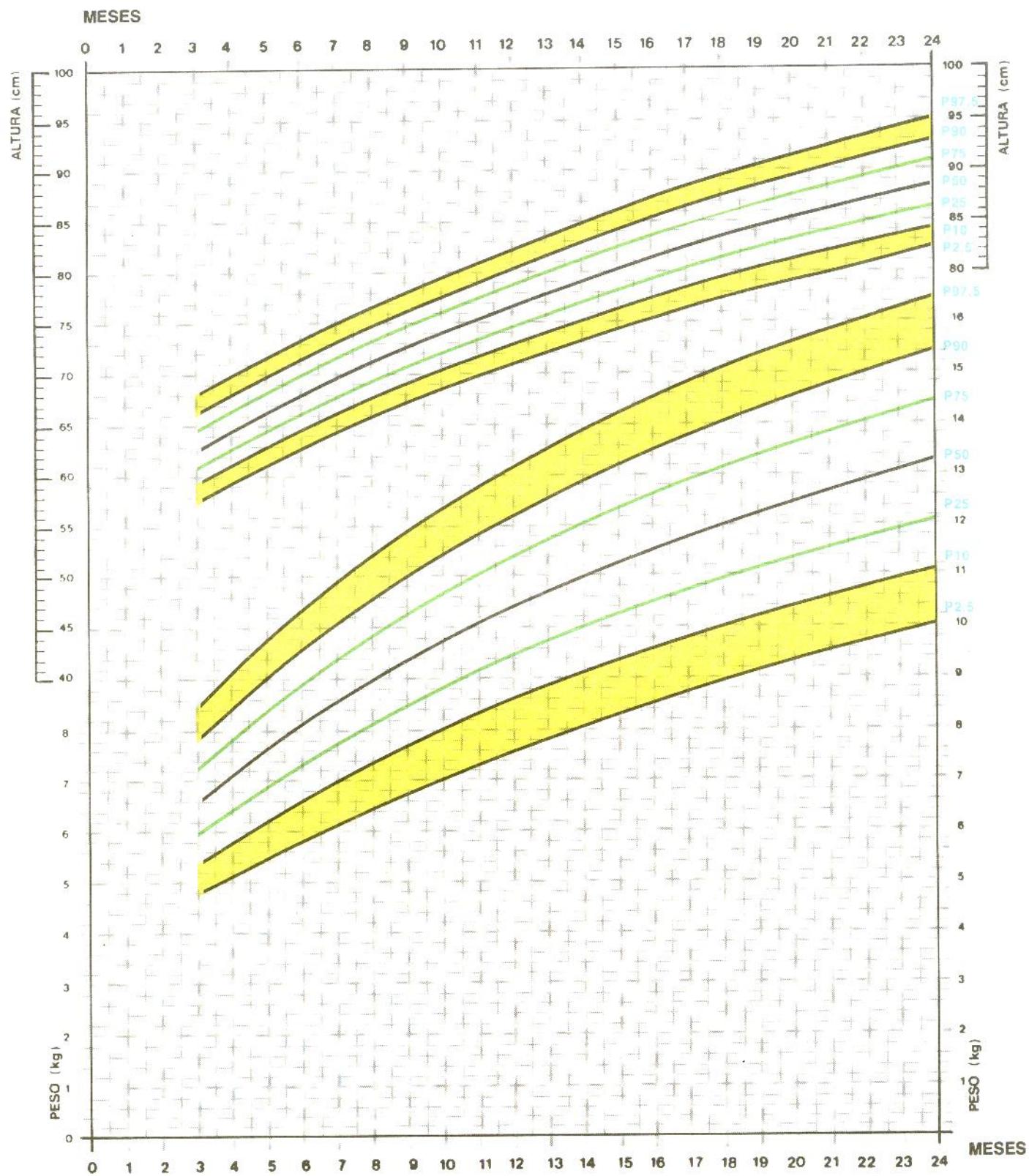


Gráfico para acompanhamento de crescimento

Nome

Data de nascimento

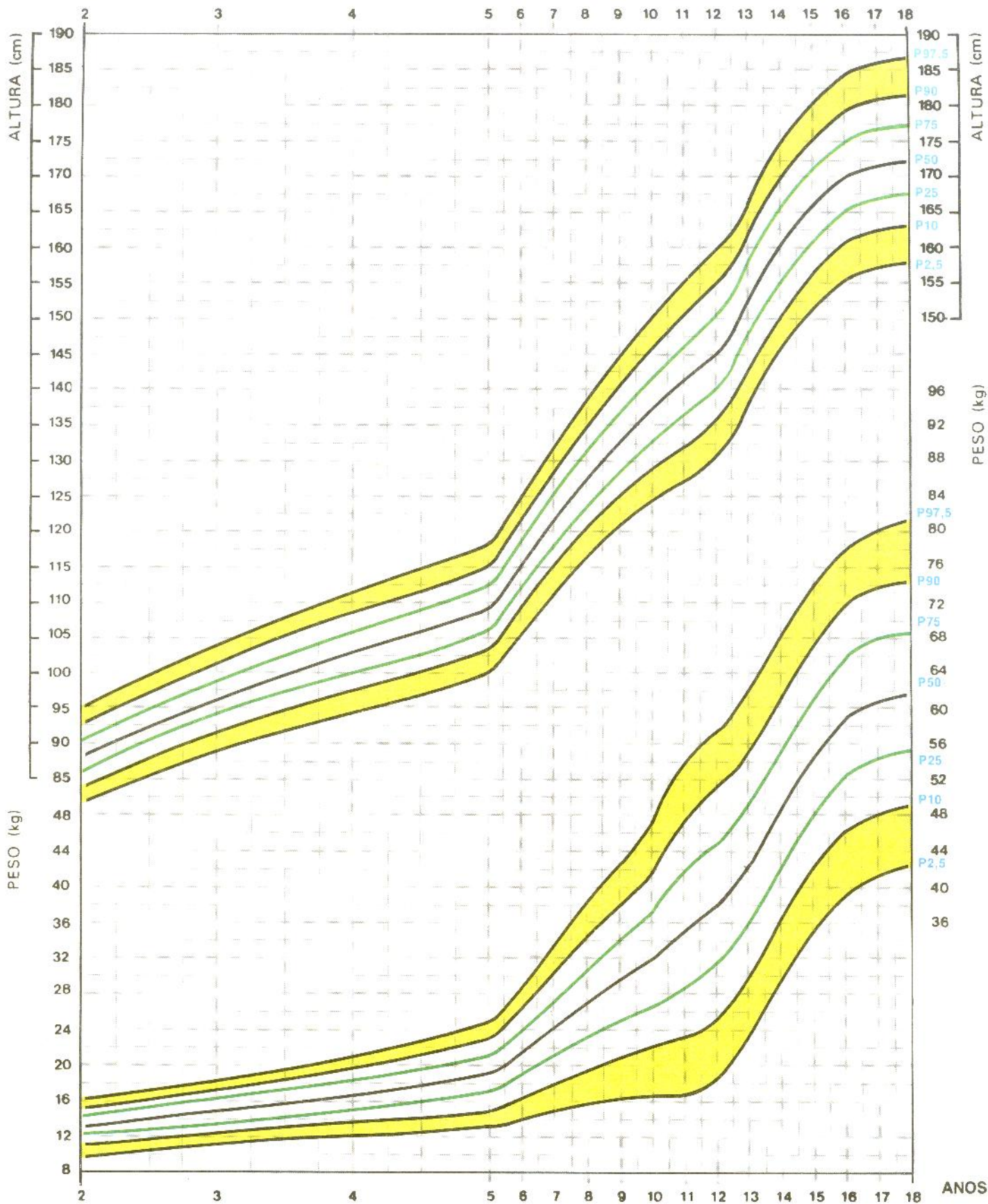
— / — / —



0 a 3 meses: avaliar o crescimento pelo ganho de peso e estatura

ATENDIMENTOS

[illegible]

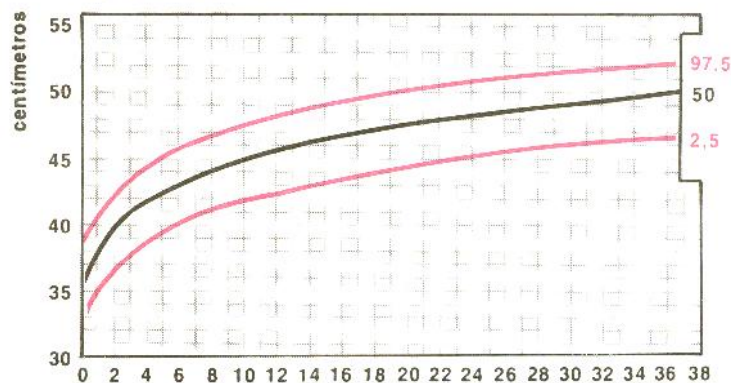


Fontes:

1 - MARQUES R. M.; MARCONDES, E.; BERQUÓ, E.; PRANDI, R. & YUNES, J. - Crescimento e Desenvolvimento Pubertário em Crianças e Adolescentes Brasileiros. II. Altura e Peso. São Paulo, Editora Brasileira de Ciências, 1982.

2 - MARCONDES, Eduardo & MARQUES, Rubens Murillo - Crescimento e Desenvolvimento Pubertário em Crianças e Adolescentes Brasileiros. III - Perímetro Cefálico e Torácico. São Paulo, Edit. Brasileira de Ciências, 1982.

Perímetro Cefálico



=====

ENDRIN
AGRICOLA

1 - DADOS GERAIS

SOIL

Humus 1.5 [%]
Clay 40 [%]

CHEMICAL

Endrin

CONTAMINATION

Soil 0.5 [mg/kg dm]
Ground water/pore water [µg/L]
Pore air [µg/m3]

SIZE

Length 10 [m]
Width 10 [m]
Depth 1.5 [m -gl]

EXPOSURE SCENARIO

Agricola

CRAWLING SPACE

Crawling space FALSO [1=yes/0=no]
Heigth 0.5 [m]
Surface area 50 [m2]

FLOOR

Concrete or wooden VERDADEIRO [1=concrete/0=wooden]
Thickness 0.10 [m]
Heigth above floor 2 [m]
Surface area floor 50 [m2]

VENTILATION

Ventilation rate 1.25 [/hour]

OTHER

Conduit pipes VERDADEIRO [1=plastic/0=metal]

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Crawling space or cellar [µg/m3]
Inside air [µg/m3]
Outside air [µg/m3]
Tubers [mg/kg fresh]
Leafy vegetables [mg/kg fresh]
Drinking water from conduit pipes [µg/L]

ENDRIN
AGRICOLA

2 - CETESB (2001)

EXPOSURE AT THE SITE		0,5000 mg Endrin /kg dm			
Soil use		Agricola			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	1.04E-06	1	5.00E-06	1
Dermal application	1	2.11E-07	0	4.90E-07	0
Inhalation of particles	1	2.01E-09	0	3.28E-09	0
inhalation vapours	1	1.43E-09	0	4.70E-09	0
Ingestion of vegetables	1	1.17E-04	95	3.50E-04	96
INSIDE					
Dermal application	1	1.44E-08	0	4.30E-08	0
Inhalation of particles	1	3.37E-09	0	1.18E-08	0
Inhalation of vapours	1	2.00E-09	0	7.00E-09	0
Ingestion of ground water	1	4.81E-06	4	9.62E-06	3
Ingestion of drinking water	1	1.55E-08	0	3.10E-08	0
Showers and bathing from pipes	1	4.77E-09	0	1.10E-08	0
Exposure		1.23E-04	1	3.66E-04	4
Lifetime exposure		1.46E-04	1.456		
TDI		1.00E-04			
Oral slope factor		#N/D			
Cancer risk		#N/D			
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA					
Soil		0.5 [mg/kg dm]			
Ground water		1.442971804 [µg/L]			
Pore air		0.000305555 [mg/m3]			
IN AIR					
Vapours in the crawling space		0.009952995 [µg/m3]			
Vapours in inside air		9.33402E-06 [µg/m3]			
Vapours in outside air		1.87956E-05 [µg/m3]			
Dust in inside air		0.000021 [µg/m3]			
Dust in outside air		0.0000175 [µg/m3]			
EXPOSURE LIMITS FOR AIR					
TCA		1114 [µg/m3]			
MAC	#N/D	[µg/m3]			
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]			
Inhalation slope factor	#N/D	1 / [µg/m3]			
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in outside air	#N/D	[-]			
OTHER					
Contaminated tubers		0.170097797 [mg/kg fresh]			
Contaminated leafy vegetables		0.005048022 [mg/kg fresh]			
Drinking water (permeation)		0.000465388 [µg/L]			

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	150	300
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.09	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	58	6

ENDRIN
AGRICOLA

3 - PESO CORPÓREO

EXPOSURE AT THE SITE	0,5000 mg Endrin /kg dm				
Soil use	Agrícola				
	ADULTS		CHILDREN		
OUTSIDE		[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
Soil ingestion	1	9.92E-07	1	4.69E-06	1
Dermal application	1	2.01E-07	0	4.59E-07	0
Inhalation of particles	1	1.91E-09	0	3.08E-09	0
inhalation vapours	1	1.36E-09	0	4.41E-09	0
Ingestion of vegetables	1	1.11E-04	95	3.28E-04	96
INSIDE					
Dermal application	1	1.38E-08	0	4.03E-08	0
Inhalation of particles	1	3.21E-09	0	1.11E-08	0
Inhalation of vapours	1	1.90E-09	0	6.56E-09	0
Ingestion of ground water	1	4.58E-06	4	9.02E-06	3
Ingestion of drinking water	1	1.48E-08	0	2.91E-08	0
Showers and bathing from pipes	1	4.54E-09	0	1.03E-08	0
Exposure		1.17E-04	1	3.43E-04	3
Lifetime exposure		1.38E-04	1.382		
TDI		1.00E-04			
Oral slope factor		#N/D			
Cancer risk		#N/D			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	0.5 [mg/kg dm]
Ground water	1.442971804 [µg/L]
Pore air	0.000305555 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	0.009952995 [µg/m3]
Vapours in inside air	9.33402E-06 [µg/m3]
Vapours in outside air	1.87956E-05 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000021 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0000175 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	#N/D 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in outside air	#N/D [-]

OTHER

Contaminated tubers	0.170097797 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.005048022 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.000465388 [µg/L]

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	63	16
soil ingestion	[mg soil]	150	300
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.09	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	58	6

ENDRIN
AGRICOLA

4 - TAXA DE INALAÇÃO

EXPOSURE AT THE SITE		0,5000 mg Endrin /kg dm			
Soil use		Agricola			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	1.04E-06		5.00E-06	1
Dermal application	1	2.11E-07		4.90E-07	0
Inhalation of particles	1	1.91E-09		1.97E-09	0
inhalation vapours	1	1.36E-09		2.82E-09	0
Ingestion of vegetables	1	1.17E-04		3.50E-04	96
INSIDE					
Dermal application	1	1.44E-08		4.30E-08	0
Inhalation of particles	1	3.22E-09		7.09E-09	0
Inhalation of vapours	1	1.91E-09		4.20E-09	0
Ingestion of ground water	1	4.81E-06		9.62E-06	3
Ingestion of drinking water	1	1.55E-08		3.10E-08	0
Showers and bathing from pipes	1	4.76E-09		1.08E-08	0
Exposure		1.23E-04		3.66E-04	4
Lifetime exposure		1.46E-04	1.456		
TDI		1.00E-04			
Oral slope factor		#N/D			
Cancer risk		#N/D			
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA					
Soil		0.5 [mg/kg dm]			
Ground water		1.442971804 [µg/L]			
Pore air		0.000305555 [mg/m3]			
IN AIR					
Vapours in the crawling space		0.009952995 [µg/m3]			
Vapours in inside air		9.33402E-06 [µg/m3]			
Vapours in outside air		1.87956E-05 [µg/m3]			
Dust in inside air		0.000021 [µg/m3]			
Dust in outside air		0.0000175 [µg/m3]			
EXPOSURE LIMITS FOR AIR					
TCA		1114 [µg/m3]			
MAC	#N/D	[µg/m3]			
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]			
Inhalation slope factor	#N/D	1 / [ug/m3]			
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in outside air	#N/D	[-]			
OTHER					
Contaminated tubers		0.170097797 [mg/kg fresh]			
Contaminated leafy vegetables		0.005048022 [mg/kg fresh]			
Drinking water (permeation)		0.000465388 [µg/L]			

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	150	300
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.09	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	21	9
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	58	6

ENDRIN
AGRICOLA

5 - SUPERFICIE CORPÓREA TOTAL

EXPOSURE AT THE SITE	0,5000 mg Endrin /kg dm				
Soil use	Agrícola				
	ADULTS		CHILDREN		
		[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	1.04E-06	1	5.00E-06	1
Dermal application	1	2.11E-07	0	4.90E-07	0
Inhalation of particles	1	2.01E-09	0	3.28E-09	0
inhalation vapours	1	1.43E-09	0	4.70E-09	0
Ingestion of vegetables	1	1.17E-04	95	3.50E-04	96
INSIDE					
Dermal application	1	1.44E-08	0	4.30E-08	0
Inhalation of particles	1	3.37E-09	0	1.18E-08	0
Inhalation of vapours	1	2.00E-09	0	7.00E-09	0
Ingestion of ground water	1	4.81E-06	4	9.62E-06	3
Ingestion of drinking water	1	1.55E-08	0	3.10E-08	0
Showers and bathing from pipes	1	4.85E-09	0	7.82E-09	0
Exposure		1.23E-04	1	3.66E-04	4
Lifetime exposure		1.46E-04	1.456		
TDI		1.00E-04			
Oral slope factor		#N/D			
Cancer risk		#N/D			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	0.5 [mg/kg dm]
Ground water	1.442971804 [µg/L]
Pore air	0.000305555 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	0.009952995 [µg/m3]
Vapours in inside air	9.33402E-06 [µg/m3]
Vapours in outside air	1.87956E-05 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000021 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0000175 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	#N/D 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in outside air	#N/D [-]

OTHER

Contaminated tubers	0.170097797 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.005048022 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.000465388 [µg/L]

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	150	300
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.09	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.69	0.67
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	58	6

ENDRIN
AGRICOLA

6 - SUPERFICIE CORPÓREA AMBIENTE INTERNO

EXPOSURE AT THE SITE	0,5000 mg Endrin /kg dm				
Soil use	Agrícola				
	ADULTS		CHILDREN		
		[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	1.04E-06	1	5.00E-06	1
Dermal application	1	2.11E-07	0	4.90E-07	0
Inhalation of particles	1	2.01E-09	0	3.28E-09	0
inhalation vapours	1	1.43E-09	0	4.70E-09	0
Ingestion of vegetables	1	1.17E-04	95	3.50E-04	96
INSIDE					
Dermal application	1	1.67E-08	0	5.96E-08	0
Inhalation of particles	1	3.37E-09	0	1.18E-08	0
Inhalation of vapours	1	2.00E-09	0	7.00E-09	0
Ingestion of ground water	1	4.81E-06	4	9.62E-06	3
Ingestion of drinking water	1	1.55E-08	0	3.10E-08	0
Showers and bathing from pipes	1	4.77E-09	0	1.10E-08	0
Exposure		1.23E-04	1	3.66E-04	4
Lifetime exposure		1.46E-04	1.456		
TDI		1.00E-04			
Oral slope factor		#N/D			
Cancer risk		#N/D			
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA					
Soil		0.5 [mg/kg dm]			
Ground water	1.442971804	[µg/L]			
Pore air	0.000305555	[mg/m3]			
IN AIR					
Vapours in the crawling space	0.009952995	[µg/m3]			
Vapours in inside air	9.33402E-06	[µg/m3]			
Vapours in outside air	1.87956E-05	[µg/m3]			
Dust in inside air	0.000021	[µg/m3]			
Dust in outside air	0.0000175	[µg/m3]			
EXPOSURE LIMITS FOR AIR					
TCA		1114 [µg/m3]			
MAC	#N/D	[µg/m3]			
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]			
Inhalation slope factor	#N/D	1 / [ug/m3]			
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in outside air	#N/D	[-]			
OTHER					
Contaminated tubers	0.170097797	[mg/kg fresh]			
Contaminated leafy vegetables	0.005048022	[mg/kg fresh]			
Drinking water (permeation)	0.000465388	[µg/L]			

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	150	300
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.9913	0.4434
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.09	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	58	6

ENDRIN
AGRICOLA

7 - SUPERFICIE CORPÓREA AMBIENTE EXTERNO

EXPOSURE AT THE SITE	0,5000 mg Endrin /kg dm				
Soil use	Agrícola				
	ADULTS		CHILDREN		
		[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	1.04E-06	1	5.00E-06	1
Dermal application	1	1.28E-06	1	7.32E-07	0
Inhalation of particles	1	2.01E-09	0	3.28E-09	0
inhalation vapours	1	1.43E-09	0	4.70E-09	0
Ingestion of vegetables	1	1.17E-04	94	3.50E-04	96
INSIDE					
Dermal application	1	1.44E-08	0	4.30E-08	0
Inhalation of particles	1	3.37E-09	0	1.18E-08	0
Inhalation of vapours	1	2.00E-09	0	7.00E-09	0
Ingestion of ground water	1	4.81E-06	4	9.62E-06	3
Ingestion of drinking water	1	1.55E-08	0	3.10E-08	0
Showers and bathing from pipes	1	4.77E-09	0	1.10E-08	0
Exposure		1.24E-04	1	3.66E-04	4
Lifetime exposure		1.47E-04	1.466		
TDI		1.00E-04			
Oral slope factor		#N/D			
Cancer risk		#N/D			
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA					
Soil		0.5 [mg/kg dm]			
Ground water	1.442971804	[µg/L]			
Pore air	0.000305555	[mg/m3]			
IN AIR					
Vapours in the crawling space	0.009952995	[µg/m3]			
Vapours in inside air	9.33402E-06	[µg/m3]			
Vapours in outside air	1.87956E-05	[µg/m3]			
Dust in inside air	0.000021	[µg/m3]			
Dust in outside air	0.0000175	[µg/m3]			
EXPOSURE LIMITS FOR AIR					
TCA		1114 [µg/m3]			
MAC	#N/D	[µg/m3]			
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]			
Inhalation slope factor	#N/D	1 / [ug/m3]			
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in outside air	#N/D	[-]			
OTHER					
Contaminated tubers	0.170097797	[mg/kg fresh]			
Contaminated leafy vegetables	0.005048022	[mg/kg fresh]			
Drinking water (permeation)	0.000465388	[µg/L]			

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	150	300
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.5446	0.4783
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	58	6

ENDRIN
AGRICOLA

8 - TAXA DE INGESTÃO SOLO

EXPOSURE AT THE SITE		0,5000 mg Endrin /kg dm			
Soil use		Agricola			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	4.86E-07	0	1.67E-06	0
Dermal application	1	2.11E-07	0	4.90E-07	0
Inhalation of particles	1	2.01E-09	0	3.28E-09	0
inhalation vapours	1	1.43E-09	0	4.70E-09	0
Ingestion of vegetables	1	1.17E-04	95	3.50E-04	97
INSIDE					
Dermal application	1	1.44E-08	0	4.30E-08	0
Inhalation of particles	1	3.37E-09	0	1.18E-08	0
Inhalation of vapours	1	2.00E-09	0	7.00E-09	0
Ingestion of ground water	1	4.81E-06	4	9.62E-06	3
Ingestion of drinking water	1	1.55E-08	0	3.10E-08	0
Showers and bathing from pipes	1	4.77E-09	0	1.10E-08	0
Exposure		1.22E-04	1	3.62E-04	4
Lifetime exposure		1.45E-04	1.448		
TDI		1.00E-04			
Oral slope factor		#N/D			
Cancer risk		#N/D			
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA					
Soil		0.5 [mg/kg dm]			
Ground water		1.442971804 [µg/L]			
Pore air		0.000305555 [mg/m3]			
IN AIR					
Vapours in the crawling space		0.009952995 [µg/m3]			
Vapours in inside air		9.33402E-06 [µg/m3]			
Vapours in outside air		1.87956E-05 [µg/m3]			
Dust in inside air		0.000021 [µg/m3]			
Dust in outside air		0.0000175 [µg/m3]			
EXPOSURE LIMITS FOR AIR					
TCA		1114 [µg/m3]			
MAC	#N/D	[µg/m3]			
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]			
Inhalation slope factor	#N/D	1 / [ug/m3]			
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in outside air	#N/D	[-]			
OTHER					
Contaminated tubers		0.170097797 [mg/kg fresh]			
Contaminated leafy vegetables		0.005048022 [mg/kg fresh]			
Drinking water (permeation)		0.000465388 [µg/L]			

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	70	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.09	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	58	6

ENDRIN
AGRICOLA

9 - PERIODO DE EXPOSIÇÃO

EXPOSURE AT THE SITE		0,5000 mg Endrin /kg dm			
Soil use		Agricola			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	1.04E-06		5.00E-06	1
Dermal application	1	2.11E-07		4.90E-07	0
Inhalation of particles	1	2.01E-09		3.28E-09	0
inhalation vapours	1	1.43E-09		4.70E-09	0
Ingestion of vegetables	1	1.17E-04		3.50E-04	96
INSIDE					
Dermal application	1	1.44E-08		4.30E-08	0
Inhalation of particles	1	3.37E-09		1.18E-08	0
Inhalation of vapours	1	2.00E-09		7.00E-09	0
Ingestion of ground water	1	4.81E-06		9.62E-06	3
Ingestion of drinking water	1	1.55E-08		3.10E-08	0
Showers and bathing from pipes	1	4.77E-09		1.10E-08	0
Exposure		1.23E-04		3.66E-04	4
Lifetime exposure		1.44E-04	1.440		
TDI		1.00E-04			
Oral slope factor		#N/D			
Cancer risk		#N/D			
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA					
Soil		0.5 [mg/kg dm]			
Ground water		1.442971804 [µg/L]			
Pore air		0.000305555 [mg/m3]			
IN AIR					
Vapours in the crawling space		0.009952995 [µg/m3]			
Vapours in inside air		9.33402E-06 [µg/m3]			
Vapours in outside air		1.87956E-05 [µg/m3]			
Dust in inside air		0.000021 [µg/m3]			
Dust in outside air		0.0000175 [µg/m3]			
EXPOSURE LIMITS FOR AIR					
TCA		1114 [µg/m3]			
MAC		#N/D [µg/m3]			
Odour threshold		#N/D [µg/m3]			
Inhalation slope factor		#N/D 1 / [ug/m3]			
Cancer risk of vapours in inside air		#N/D [-]			
Cancer risk of vapours outside air		#N/D [-]			
Cancer risk of dust in inside air		#N/D [-]			
Cancer risk of dust in outside air		#N/D [-]			
OTHER					
Contaminated tubers		0.170097797 [mg/kg fresh]			
Contaminated leafy vegetables		0.005048022 [mg/kg fresh]			
Drinking water (permeation)		0.000465388 [µg/L]			

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	150	300
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.09	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	62.8	6

ENDRIN
AGRICOLA

10 - TODOS OS FATORES

EXPOSURE AT THE SITE	0,5000 mg Endrin /kg dm				
Soil use	Agrícola				
	ADULTS		CHILDREN		
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day]	[%]	
Soil ingestion	1 4.63E-07		0 1.56E-06		0
Dermal application	1 1.22E-06		1 6.86E-07		0
Inhalation of particles	1 1.82E-09		0 1.85E-09		0
inhalation vapours	1 1.30E-09		0 2.64E-09		0
Ingestion of vegetables	1 1.11E-04		95 3.28E-04		97
INSIDE					
Dermal application	1 1.59E-08		0 5.59E-08		0
Inhalation of particles	1 3.06E-09		0 6.64E-09		0
Inhalation of vapours	1 1.81E-09		0 3.94E-09		0
Ingestion of ground water	1 4.58E-06		4 9.02E-06		3
Ingestion of drinking water	1 1.48E-08		0 2.91E-08		0
Showers and bathing from pipes	1 4.61E-09		0 7.22E-09		0
Exposure	1.18E-04		1 3.40E-04		3
Lifetime exposure	1.37E-04		1.369		
TDI	1.00E-04				
Oral slope factor	#N/D				
Cancer risk	#N/D				
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA					
Soil	0.5 [mg/kg dm]				
Ground water	1.442971804 [µg/L]				
Pore air	0.000305555 [mg/m3]				
IN AIR					
Vapours in the crawling space	0.009952995 [µg/m3]				
Vapours in inside air	9.33402E-06 [µg/m3]				
Vapours in outside air	1.87956E-05 [µg/m3]				
Dust in inside air	0.000021 [µg/m3]				
Dust in outside air	0.0000175 [µg/m3]				
EXPOSURE LIMITS FOR AIR					
TCA	1114 [µg/m3]				
MAC	#N/D [µg/m3]				
Odour threshold	#N/D [µg/m3]				
Inhalation slope factor	#N/D 1 / [ug/m3]				
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]				
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]				
Cancer risk of dust in inside air	#N/D [-]				
Cancer risk of dust in outside air	#N/D [-]				
OTHER					
Contaminated tubers	0.170097797 [mg/kg fresh]				
Contaminated leafy vegetables	0.005048022 [mg/kg fresh]				
Drinking water (permeation)	0.000465388 [µg/L]				

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	63	16
soil ingestion	[mg soil]	70	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.9913	0.4434
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.5446	0.4783
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	21	9
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.69	0.67
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	62.8	6

ENDRIN
INDUSTRIAL

1-DADOS GERAIS

SOIL		
Humus		1.5 [%]
Clay		40 [%]
CHEMICAL CONTAMINATION		
	Endrin	
Soil		5 [mg/kg dm]
Ground water/pore water		[µg/L]
Pore air		[µg/m3]
SIZE		
Length		10 [m]
Width		10 [m]
Depth		1.5 [m -gl]
EXPOSURE SCENARIO		
	Industrial	
CRAWLING SPACE		
Crawling space	FALSO	[1=yes/0=no]
Heigth		0.5 [m]
Surface area		50 [m2]
FLOOR		
Concrete or wooden	VERDADEIRO	[1=concrete/0=wooden]
Thickness		0.100000001 [m]
Heigth above floor		2.5 [m]
Surface area floor		200 [m2]
VENTILATION		
Ventilation rate		1.25 [/hour]
OTHER		
Conduit pipes	VERDADEIRO	[1=plastic/0=matal]

ENDRIN
INDUSTRIAL

2 - CETESB (2001)

EXPOSURE AT THE SITE	5,0000 mg Endrin /kg dm			
Soil use	Industrial			
	ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
Soil ingestion	1 5.49E-07	0	3.82E-08	0
Dermal application	1 7.42E-07	0	4.90E-09	0
Inhalation of particles	1 3.17E-09	0	7.51E-11	0
inhalation vapours	1 2.26E-09	0	1.08E-10	0
Ingestion of vegetables	1 1.23E-04	83	3.76E-04	89
INSIDE				
Dermal application	1 3.54E-08	0	1.29E-09	0
Inhalation of particles	1 1.52E-08	0	2.70E-10	0
Inhalation of vapours	1 9.03E-09	0	1.60E-10	0
Ingestion of ground water	1 2.40E-05	16	4.81E-05	11
Ingestion of drinking water	1 7.76E-08	0	1.55E-07	0
Showers and bathing from pipes	1 4.77E-08	0	1.10E-07	0
Exposure	1.49E-04	100	4.24E-04	100
Lifetime exposure	2.02E-04	2.02E+00		
TDI	1.00E-04			
Oral slope factor	#N/D			
Cancer risk	#N/D			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	5 [mg/kg dm]
Ground water	14.42971804 [µg/L]
Pore air	0.003055552 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	0.099529952 [µg/m3]
Vapours in inside air	9.33402E-05 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.000187956 [µg/m3]
Dust in inside air	0.00021 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000175 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	#N/D 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in outside air	#N/D [-]

OTHER

Contaminated tubers	1.700977969 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.050480222 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.004653878 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA	ADULT	CHILD
body weight [kg]	60	15
soil ingestion [mg soil]	50	100
surface area inside house of bare sk [m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare sk [m2]	0.2	0.14
dermal application inside [mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside [mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate [/hour]	0.005	0.01
breathing volume [m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated [kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruit [kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water [L/d]	1	0.5
surface area body [m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year [weeks/year]	48	5
days of school or work period per week [days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site [hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated site [hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminated site [hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
years at contaminated site [year]	25	6

ENDRIN
INDUSTRIAL

3 - PESO CORPÓREO

EXPOSURE AT THE SITE	5,0000 mg Endrin /kg dm			
Soil use	Industrial			
	ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
Soil ingestion	1 4.75E-07	0	3.82E-08	0
Dermal application	1 6.41E-07	0	4.90E-09	0
Inhalation of particles	1 2.74E-09	0	7.51E-11	0
inhalation vapours	1 1.95E-09	0	1.08E-10	0
Ingestion of vegetables	1 1.07E-04	83	3.76E-04	89
INSIDE				
Dermal application	1 3.06E-08	0	1.29E-09	0
Inhalation of particles	1 1.32E-08	0	2.70E-10	0
Inhalation of vapours	1 7.80E-09	0	1.60E-10	0
Ingestion of ground water	1 2.08E-05	16	4.81E-05	11
Ingestion of drinking water	1 6.71E-08	0	1.55E-07	0
Showers and bathing from pipes	1 4.12E-08	0	1.10E-07	0
Exposure	1.29E-04	100	4.24E-04	100
Lifetime exposure	1.29E-04	1.29E+00		
TDI	1.00E-04			

Oral slope factor #N/D
Cancer risk #N/D

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	5 [mg/kg dm]
Ground water	14.42971804 [µg/L]
Pore air	0.003055552 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	0.099529952 [µg/m3]
Vapours in inside air	9.33402E-05 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.000187956 [µg/m3]
Dust in inside air	0.00021 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000175 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	#N/D 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in outside air	#N/D [-]

OTHER

Contaminated tubers	1.700977969 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.050480222 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.004653878 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA	ADULT	CHILD
body weight [kg]	69.4	15
soil ingestion [mg soil]	50	100
surface area inside house of bare sk [m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare sk [m2]	0.2	0.14
dermal application inside [mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside [mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate [/hour]	0.005	0.01
breathing volume [m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated [kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruit [kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water [L/d]	1	0.5
surface area body [m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year [weeks/year]	48	5
days of school or work period per week [days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site [hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated site [hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminated site [hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
years at contaminated site [year]	25	0

ENDRIN
INDUSTRIAL

4 - TAXA DE INALAÇÃO

EXPOSURE AT THE SITE	5,0000 mg Endrin /kg dm			
Soil use	Industrial			
	ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
Soil ingestion	1 5.49E-07	0	3.82E-08	0
Dermal application	1 7.42E-07	0	4.90E-09	0
Inhalation of particles	1 1.59E-09	0	7.51E-11	0
inhalation vapours	1 1.13E-09	0	1.08E-10	0
Ingestion of vegetables	1 1.23E-04	83	3.76E-04	89
INSIDE				
Dermal application	1 3.54E-08	0	1.29E-09	0
Inhalation of particles	1 7.62E-09	0	2.70E-10	0
Inhalation of vapours	1 4.51E-09	0	1.60E-10	0
Ingestion of ground water	1 2.40E-05	16	4.81E-05	11
Ingestion of drinking water	1 7.76E-08	0	1.55E-07	0
Showers and bathing from pipes	1 4.71E-08	0	1.10E-07	0
Exposure	1.49E-04	100	4.24E-04	100
Lifetime exposure	1.49E-04	1.49E+00		
TDI	1.00E-04			

Oral slope factor #N/D
Cancer risk #N/D

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	5 [mg/kg dm]
Ground water	14.42971804 [µg/L]
Pore air	0.003055552 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	0.099529952 [µg/m3]
Vapours in inside air	9.33402E-05 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.000187956 [µg/m3]
Dust in inside air	0.00021 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000175 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	#N/D 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in outside air	#N/D [-]

OTHER

Contaminated tubers	1.700977969 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.050480222 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.004653878 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

	ADULT	CHILD
body weight [kg]	60	15
soil ingestion [mg soil]	50	100
surface area inside house of bare sk [m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare sk [m2]	0.2	0.14
dermal application inside [mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside [mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate [/hour]	0.005	0.01
breathing volume [m3/d]	11	15
consumption tubers from contaminated [kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruit [kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water [L/d]	1	0.5
surface area body [m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year [weeks/year]	48	5
days of school or work period per week [days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site [hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated site [hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminated site [hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
years at contaminated site [year]	25	0

ENDRIN
INDUSTRIAL

5 - SUPERFICIE CORPÓREA TOTAL

EXPOSURE AT THE SITE	5,0000 mg Endrin /kg dm			
Soil use	Industrial			
	ADULTS		CHILDREN	
	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
OUTSIDE				
Soil ingestion	1	5.49E-07	0	3.82E-08 0
Dermal application	1	7.42E-07	0	4.90E-09 0
Inhalation of particles	1	3.17E-09	0	7.51E-11 0
inhalation vapours	1	2.26E-09	0	1.08E-10 0
Ingestion of vegetables	1	1.23E-04	83	3.76E-04 89
INSIDE				
Dermal application	1	3.54E-08	0	1.29E-09 0
Inhalation of particles	1	1.52E-08	0	2.70E-10 0
Inhalation of vapours	1	9.03E-09	0	1.60E-10 0
Ingestion of ground water	1	2.40E-05	16	4.81E-05 11
Ingestion of drinking water	1	7.76E-08	0	1.55E-07 0
Showers and bathing from pipes	1	5.10E-08	0	1.10E-07 0
Exposure		1.49E-04	100	4.24E-04 100
Lifetime exposure		1.49E-04	1.49E+00	
TDI		1.00E-04		

Oral slope factor #N/D
Cancer risk #N/D

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	5 [mg/kg dm]
Ground water	14.42971804 [µg/L]
Pore air	0.003055552 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	0.099529952 [µg/m3]
Vapours in inside air	9.33402E-05 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.000187956 [µg/m3]
Dust in inside air	0.00021 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000175 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	#N/D 1 / [µg/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in outside air	#N/D [-]

OTHER

Contaminated tubers	1.700977969 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.050480222 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.004653878 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare sk	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare sk	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruit	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.78	0.95

weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	5
days of school or work period per week	[days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated site	[hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminated site	[hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated site	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated site	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	0

ENDRIN
INDUSTRIAL

6 - SUPERFICIE CORPÓREA AMBIENTE INTERNO

EXPOSURE AT THE SITE 5,0000 mg Endrin /kg dm
Soil use Industrial

	ADULTS		CHILDREN	
	[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE				
Soil ingestion	1	5.49E-07	0	3.82E-08 0
Dermal application	1	7.42E-07	0	4.90E-09 0
Inhalation of particles	1	3.17E-09	0	7.51E-11 0
inhalation vapours	1	2.26E-09	0	1.08E-10 0
Ingestion of vegetables	1	1.23E-04	83	3.76E-04 89
INSIDE				
Dermal application	1	4.35E-08	0	1.29E-09 0
Inhalation of particles	1	1.52E-08	0	2.70E-10 0
Inhalation of vapours	1	9.03E-09	0	1.60E-10 0
Ingestion of ground water	1	2.40E-05	16	4.81E-05 11
Ingestion of drinking water	1	7.76E-08	0	1.55E-07 0
Showers and bathing from pipes	1	4.77E-08	0	1.10E-07 0
Exposure		1.49E-04	100	4.24E-04 100
Lifetime exposure		1.49E-04	1.49E+00	
TDI		1.00E-04		

Oral slope factor #N/D
Cancer risk #N/D

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	5 [mg/kg dm]
Ground water	14.42971804 [µg/L]
Pore air	0.003055552 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	0.099529952 [µg/m3]
Vapours in inside air	9.33402E-05 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.000187956 [µg/m3]
Dust in inside air	0.00021 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000175 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	#N/D 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in outside air	#N/D [-]

OTHER

Contaminated tubers	1.700977969 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.050480222 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.004653878 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

	ADULT	CHILD
body weight [kg]	60	15
soil ingestion [mg soil]	50	100
surface area inside house of bare sk [m2]	0.2457	0.14
surface area outside house of bare sk [m2]	0.2	0.14
dermal application inside [mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside [mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate [/hour]	0.005	0.01
breathing volume [m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated [kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruit [kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water [L/d]	1	0.5
surface area body [m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year [weeks/year]	48	5
days of school or work period per week [days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site [hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated site [hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminated site [hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
years at contaminated site [year]	25	0

ENDRIN
INDUSTRIAL

7 - TAXA INGESTÃO SOLO

EXPOSURE AT THE SITE 5,0000 mg Endrin /kg dm
Soil use Industrial

	ADULTS		CHILDREN	
	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
OUTSIDE				
Soil ingestion	1	4.40E-07	0	3.82E-08 0
Dermal application	1	7.42E-07	0	4.90E-09 0
Inhalation of particles	1	3.17E-09	0	7.51E-11 0
inhalation vapours	1	2.26E-09	0	1.08E-10 0
Ingestion of vegetables	1	1.23E-04	83	3.76E-04 89
INSIDE				
Dermal application	1	3.54E-08	0	1.29E-09 0
Inhalation of particles	1	1.52E-08	0	2.70E-10 0
Inhalation of vapours	1	9.03E-09	0	1.60E-10 0
Ingestion of ground water	1	2.40E-05	16	4.81E-05 11
Ingestion of drinking water	1	7.76E-08	0	1.55E-07 0
Showers and bathing from pipes	1	4.77E-08	0	1.10E-07 0
Exposure		1.49E-04	100	4.24E-04 100
Lifetime exposure		1.49E-04	1.49E+00	
TDI		1.00E-04		

Oral slope factor #N/D
Cancer risk #N/D

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	5 [mg/kg dm]
Ground water	14.42971804 [µg/L]
Pore air	0.003055552 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	0.099529952 [µg/m3]
Vapours in inside air	9.33402E-05 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.000187956 [µg/m3]
Dust in inside air	0.00021 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000175 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	#N/D 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in outside air	#N/D [-]

OTHER

Contaminated tubers	1.700977969 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.050480222 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.004653878 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

	ADULT	CHILD
body weight [kg]	60	15
soil ingestion [mg soil]	40	100
surface area inside house of bare sk [m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare sk [m2]	0.2	0.14
dermal application inside [mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside [mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate [/hour]	0.005	0.01
breathing volume [m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminat [kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fr [kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water [L/d]	1	0.5
surface area body [m2]	1.66	0.95

weeks at contaminated site per year [weeks/year]	48	5
days of school or work period per week [days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site [hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated site [hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminated site [hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
years at contaminated site [year]	25	0

ENDRIN
INDUSTRIAL

8 - PERÍODO EXPOSIÇÃO

EXPOSURE AT THE SITE	5,0000 mg Endrin /kg dm			
Soil use	Industrial			
	ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
Soil ingestion	1 5.49E-07	0	3.82E-08	0
Dermal application	1 7.42E-07	0	4.90E-09	0
Inhalation of particles	1 3.17E-09	0	7.51E-11	0
inhalation vapours	1 2.26E-09	0	1.08E-10	0
Ingestion of vegetables	1 1.23E-04	83	3.76E-04	89
INSIDE				
Dermal application	1 3.54E-08	0	1.29E-09	0
Inhalation of particles	1 1.52E-08	0	2.70E-10	0
Inhalation of vapours	1 9.03E-09	0	1.60E-10	0
Ingestion of ground water	1 2.40E-05	16	4.81E-05	11
Ingestion of drinking water	1 7.76E-08	0	1.55E-07	0
Showers and bathing from pipes	1 4.77E-08	0	1.10E-07	0
Exposure	1.49E-04	100	4.24E-04	100
Lifetime exposure	1.49E-04	1.49E+00		
TDI	1.00E-04			

Oral slope factor #N/D
Cancer risk #N/D

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	5 [mg/kg dm]
Ground water	14.42971804 [µg/L]
Pore air	0.003055552 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	0.099529952 [µg/m3]
Vapours in inside air	9.33402E-05 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.000187956 [µg/m3]
Dust in inside air	0.00021 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000175 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	#N/D 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in outside air	#N/D [-]

OTHER

Contaminated tubers	1.700977969 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.050480222 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.004653878 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

	ADULT	CHILD
body weight [kg]	60	15
soil ingestion [mg soil]	50	100
surface area inside house of bare sk [m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare sk [m2]	0.2	0.14
dermal application inside [mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside [mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate [/hour]	0.005	0.01
breathing volume [m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated [kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruit [kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water [L/d]	1	0.5
surface area body [m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year [weeks/year]	48	5
days of school or work period per week [days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site [hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated site [hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminated site [hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
years at contaminated site [year]	35	0

ENDRIN
INDUSTRIAL

9 - TODOS OS FATORES

EXPOSURE AT THE SITE	5,0000 mg Endrin /kg dm			
Soil use	Industrial			
	ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
Soil ingestion	1 3.80E-07	0	3.82E-08	0
Dermal application	1 7.88E-07	1	4.90E-09	0
Inhalation of particles	1 1.37E-09	0	7.51E-11	0
inhalation vapours	1 9.75E-10	0	1.08E-10	0
Ingestion of vegetables	1 1.07E-04	83	3.76E-04	89
INSIDE				
Dermal application	1 3.76E-08	0	1.29E-09	0
Inhalation of particles	1 6.58E-09	0	2.70E-10	0
Inhalation of vapours	1 3.90E-09	0	1.60E-10	0
Ingestion of ground water	1 2.08E-05	16	4.81E-05	11
Ingestion of drinking water	1 6.71E-08	0	1.55E-07	0
Showers and bathing from pipes	1 4.36E-08	0	1.10E-07	0
Exposure	1.29E-04	100	4.24E-04	100
Lifetime exposure	1.29E-04	1.29E+00		
TDI	1.00E-04			
Oral slope factor	#N/D			
Cancer risk	#N/D			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	5 [mg/kg dm]
Ground water	14.42971804 [µg/L]
Pore air	0.003055552 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	0.099529952 [µg/m3]
Vapours in inside air	9.33402E-05 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.000187956 [µg/m3]
Dust in inside air	0.00021 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000175 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	#N/D 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in outside air	#N/D [-]

OTHER

Contaminated tubers	1.700977969 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.050480222 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.004653878 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

	ADULT	CHILD
body weight [kg]	69.4	15
soil ingestion [mg soil]	40	100
surface area inside house of bare sk [m2]	0.2457	0.14
surface area outside house of bare sk [m2]	0.2457	0.14
dermal application inside [mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside [mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate [/hour]	0.005	0.01
breathing volume [m3/d]	11	15
consumption tubers from contaminated [kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruit [kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water [L/d]	1	0.5
surface area body [m2]	1.78	0.95
weeks at contaminated site per year [weeks/year]	48	5
days of school or work period per week [days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site [hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated site [hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminated site [hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
years at contaminated site [year]	35	0

ENDRIN
INDUSTRIAL

10 - TAXA INGESTÃO AGUA = CETESB (2001)

EXPOSURE AT THE SITE	5,0000 mg Endrin /kg dm			
Soil use	Industrial			
	ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day]	[%]
Soil ingestion	1 5.49E-07	0 0		0.01
Dermal application	1 7.42E-07	0 0		0
Inhalation of particles	1 3.17E-09	0 0		0
inhalation vapours	1 2.26E-09	0 0		0
Ingestion of vegetables	1 1.23E-04	83 0		88.6
INSIDE				
Dermal application	1 3.54E-08	0 0		0
Inhalation of particles	1 1.52E-08	0 0		0
Inhalation of vapours	1 9.03E-09	0 0		0
Ingestion of ground water	1 2.40E-05	16 0		11.3
Ingestion of drinking water	1 7.76E-08	0 0		0.04
Showers and bathing from pipes	1 4.77E-08	0 0		0.03
Exposure	1.49E-04	1 0		4.24
Lifetime exposure	1.49E-04	1.49E+00 [x TDI]		
TDI	1.00E-04			

Oral slope factor #N/D
Cancer risk #N/D

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	5 [mg/kg dm]
Ground water	14.42971804 [µg/L]
Pore air	0.003055552 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	0.099529952 [µg/m3]
Vapours in inside air	9.33402E-05 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.000187956 [µg/m3]
Dust in inside air	0.00021 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000175 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	#N/D 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in outside air	#N/D [-]

OTHER

Contaminated tubers	1.700977969 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.050480222 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.004653878 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

	ADULT	CHILD
body weight [kg]	60	15
soil ingestion [mg soil]	50	100
surface area inside house of bare sk [m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare sk [m2]	0.2	0.14
dermal application inside [mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside [mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate [/hour]	0.005	0.01
breathing volume [m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated [kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruit [kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water [L/d]	1	0.5
surface area body [m2]	1.66	0.95

weeks at contaminated site per year [weeks/year]	48	5
days of school or work period per week [days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site [hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated site [hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminated site [hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
years at contaminated site [year]	25	0

ENDRIN
INDUSTRIAL

11 -SUPERFICIE CORPOREA - AMBIENTE EXTERNO

EXPOSURE AT THE SITE 5,0000 mg Endrin /kg dm
Soil use Industrial

	ADULTS	CHILDREN	
	[mg/kg.day] [%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE			
Soil ingestion	1 5.49E-07	0 0	0
Dermal application	1 9.11E-07	1 0	0
Inhalation of particles	1 3.17E-09	0 0	0
inhalation vapours	1 2.26E-09	0 0	0
Ingestion of vegetables	1 1.23E-04	83 0	88.6
INSIDE			
Dermal application	1 3.54E-08	0 0	0
Inhalation of particles	1 1.52E-08	0 0	0
Inhalation of vapours	1 9.03E-09	0 0	0
Ingestion of ground water	1 2.40E-05	16 0	11.3
Ingestion of drinking water	1 7.76E-08	0 0	0.04
Showers and bathing from pipes	1 4.77E-08	0 0	0.03
Exposure	1.49E-04	1 0	4.24
Lifetime exposure	1.49E-04	1 [x TDI]	
TDI	1.00E-04		

Oral slope factor #N/D
Cancer risk #N/D

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil 5 [mg/kg dm]
Ground water 14.42971804 [µg/L]
Pore air 0.003055552 [mg/m3]
IN AIR
Vapours in the crawling space 0.099529952 [µg/m3]
Vapours in inside air 9.33402E-05 [µg/m3]
Vapours in outside air 0.000187956 [µg/m3]
Dust in inside air 0.00021 [µg/m3]
Dust in outside air 0.000175 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA 1114 [µg/m3]
MAC #N/D [µg/m3]
Odour threshold #N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor #N/D 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air #N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air #N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air #N/D [-]
Cancer risk of dust in outside air #N/D [-]

OTHER

Contaminated tubers 1.700977969 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables 0.050480222 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation) 0.004653878 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

	ADULT	CHILD
body weight [kg]	60	15
soil ingestion [mg soil]	50	100
surface area inside house of bare sk [m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare sk [m2]	0.2457	0.14
dermal application inside [mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside [mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate [/hour]	0.005	0.01
breathing volume [m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminat [kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fr [kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water [L/d]	1	0.5
surface area body [m2]	1.66	0.95

weeks at contaminated site per year [weeks/year]	48	0
days of school or work period per week [days/week]	6	0
sleeping inside house at contaminated site [hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated site [hours/day]	8	0
outside house per working day at contaminated site [hours/day]	2	0
inside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated site [hours/day]	0	0
years at contaminated site [year]	25	0

ENDRIN
CENÁRIO RESIDENCIAL

1 - DADOS GERAIS

SOIL

Humus 1.5 [%]
Clay 40 [%]

CHEMICAL

Endrin

CONTAMINATION

Soil [mg/kg dm]
Ground water/pore water [µg/L]
Pore air [µg/m3]

SIZE

Length 10 [m]
Width 10 [m]
Depth 1.5 [m -gl]

EXPOSURE SCENARIO

Residencial

CRAWLING SPACE

Crawling space FALSO [1=yes/0=no]
Height 0.5 [m]
Surface area 50 [m2]

FLOOR

Concrete or wooden VERDADEIRO [1=concrete/0=wooden]
Thickness 0.10 [m]
Height above floor 2 [m]
Surface area floor 50 [m2]

VENTILATION

Ventilation rate 1.25 [/hour]

OTHER

Conduit pipes VERDADEIRO [1=plastic/0=metal]

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Crawling space or cellar [µg/m3]
Inside air [µg/m3]
Outside air [µg/m3]
Tubers [mg/kg fresh]
Leafy vegetables [mg/kg fresh]
Drinking water from conduit pipes [µg/L]

ENDRIN
CENÁRIO RESIDENCIAL

2 - DADOS CETESB

EXPOSURE AT THE SITE	1,0000 mg Endrin /kg dm				
Soil use	Residencial				
	ADULTS		CHILDREN		
	[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]	
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	2.78E-07	0	4.44E-06	1
Dermal application	1	8.06E-07	1	6.53E-07	0
Inhalation of particles	1	8.02E-10	0	4.38E-09	0
inhalation vapours	1	5.70E-10	0	6.27E-09	0
Ingestion of vegetables	1	1.17E-04	95	3.50E-04	93
INSIDE					
Dermal application	1	2.89E-08	0	1.15E-07	0
Inhalation of particles	1	6.74E-09	0	2.63E-08	0
Inhalation of vapours	1	3.99E-09	0	1.56E-08	0
Ingestion of ground water	1	4.81E-06	4	1.92E-05	5
Ingestion of drinking water	1	1.55E-08	0	6.21E-08	0
Showers and bathing from pipes	1	9.53E-09	0	2.19E-08	0
Exposure		1.23E-04	1	3.75E-04	4
Lifetime exposure		1.73E-04			
TDI		1.00E-04			
Oral slope factor	#N/D				
Cancer risk	#N/D				
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA					
Soil	1 [mg/kg dm]				
Ground water	2.885943609	[µg/L]			
Pore air	0.00061111	[mg/m3]			
IN AIR					
Vapours in the crawling space	0.01990599	[µg/m3]			
Vapours in inside air	1.8668E-05	[µg/m3]			
Vapours in outside air	3.75911E-05	[µg/m3]			
Dust in inside air	0.000042	[µg/m3]			
Dust in outside air	0.000035	[µg/m3]			
EXPOSURE LIMITS FOR AIR					
TCA	1114	[µg/m3]			
MAC	#N/D	[µg/m3]			
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]			
Inhalation slope factor	#N/D	1 / [ug/m3]			
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in outside air	#N/D	[-]			
OTHER					
Contaminated tubers	0.340195594	[mg/kg fresh]			
Contaminated leafy vegetables	0.010096044	[mg/kg fresh]			
Drinking water (permeation)	0.000930776	[µg/L]			

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminated site	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated site	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

ENDRIN
CENÁRIO RESIDENCIAL

3 - PESO CORPÓREO					
EXPOSURE AT THE SITE		1,0000 mg Endrin /kg dm			
Soil use		Residencial			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	2.40E-07	0	4.17E-06	1
Dermal application	1	6.97E-07	1	6.12E-07	0
Inhalation of particles	1	6.93E-10	0	4.10E-09	0
inhalation vapours	1	4.93E-10	0	5.87E-09	0
Ingestion of vegetables	1	1.01E-04	95	3.28E-04	93
INSIDE					
Dermal application	1	2.50E-08	0	1.08E-07	0
Inhalation of particles	1	5.82E-09	0	2.46E-08	0
Inhalation of vapours	1	3.45E-09	0	1.46E-08	0
Ingestion of ground water	1	4.16E-06	4	1.80E-05	5
Ingestion of drinking water	1	1.34E-08	0	5.82E-08	0
Showers and bathing from pipes	1	8.24E-09	0	2.05E-08	0
Exposure		1.06E-04	1	3.51E-04	4
Lifetime exposure		1.55E-04	2		
TDI		1.00E-04			
Oral slope factor		#N/D			
Cancer risk		#N/D			
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA					
Soil		1 [mg/kg dm]			
Ground water	2.885943609	[µg/L]			
Pore air	0.00061111	[mg/m3]			
IN AIR					
Vapours in the crawling space	0.01990599	[µg/m3]			
Vapours in inside air	1.8668E-05	[µg/m3]			
Vapours in outside air	3.75911E-05	[µg/m3]			
Dust in inside air	0.000042	[µg/m3]			
Dust in outside air	0.000035	[µg/m3]			
EXPOSURE LIMITS FOR AIR					
TCA	1114	[µg/m3]			
MAC	#N/D	[µg/m3]			
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]			
Inhalation slope factor	#N/D	1 / [µg/m3]			
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in outside air	#N/D	[-]			
OTHER					
Contaminated tubers	0.340195594	[mg/kg fresh]			
Contaminated leafy vegetables	0.010096044	[mg/kg fresh]			
Drinking water (permeation)	0.000930776	[µg/L]			

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	69.4	16
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from contaminated g	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminated site	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated site	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

ENDRIN
CENÁRIO RESIDENCIAL

4 - TAXA DE INALAÇÃO

EXPOSURE AT THE SITE		1,0000 mg Endrin /kg dm			
Soil use		Residencial			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	2.78E-07	0	4.44E-06	1
Dermal application	1	8.06E-07	1	6.53E-07	0
Inhalation of particles	1	8.39E-10	0	2.63E-09	0
inhalation vapours	1	5.96E-10	0	3.76E-09	0
Ingestion of vegetables	1	1.17E-04	95	3.50E-04	93
INSIDE					
Dermal application	1	2.89E-08	0	1.15E-07	0
Inhalation of particles	1	7.04E-09	0	1.58E-08	0
Inhalation of vapours	1	4.17E-09	0	9.33E-09	0
Ingestion of ground water	1	4.81E-06	4	1.92E-05	5
Ingestion of drinking water	1	1.55E-08	0	6.21E-08	0
Showers and bathing from pipes	1	9.54E-09	0	2.17E-08	0
Exposure		1.23E-04	1	3.75E-04	4
Lifetime exposure		1.73E-04	2		
TDI		1.00E-04			
Oral slope factor		#N/D			
Cancer risk		#N/D			
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA					
Soil		1 [mg/kg dm]			
Ground water	2.885943609	[µg/L]			
Pore air	0.00061111	[mg/m3]			
IN AIR					
Vapours in the crawling space	0.01990599	[µg/m3]			
Vapours in inside air	1.8668E-05	[µg/m3]			
Vapours in outside air	3.75911E-05	[µg/m3]			
Dust in inside air	0.000042	[µg/m3]			
Dust in outside air	0.000035	[µg/m3]			
EXPOSURE LIMITS FOR AIR					
TCA	1114	[µg/m3]			
MAC	#N/D	[µg/m3]			
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]			
Inhalation slope factor	#N/D	1 / [µg/m3]			
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in outside air	#N/D	[-]			
OTHER					
Contaminated tubers	0.340195594	[mg/kg fresh]			
Contaminated leafy vegetables	0.010096044	[mg/kg fresh]			
Drinking water (permeation)	0.000930776	[µg/L]			

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	23	9
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from contaminated g	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year		52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminated site	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated site	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

ENDRIN
CENÁRIO RESIDENCIAL

5 - SUPERFÍCIE CORPÓREA TOTAL

EXPOSURE AT THE SITE	1,0000 mg Endrin /kg dm			
Soil use	Residencial			
	ADULTS		CHILDREN	
	[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE				
Soil ingestion	1	2.78E-07	0	4.44E-06
Dermal application	1	8.06E-07	1	6.53E-07
Inhalation of particles	1	8.02E-10	0	4.38E-09
inhalation vapours	1	5.70E-10	0	6.27E-09
Ingestion of vegetables	1	1.17E-04	95	3.50E-04
INSIDE				
Dermal application	1	2.89E-08	0	1.15E-07
Inhalation of particles	1	6.74E-09	0	2.63E-08
Inhalation of vapours	1	3.99E-09	0	1.56E-08
Ingestion of ground water	1	4.81E-06	4	1.92E-05
Ingestion of drinking water	1	1.55E-08	0	6.21E-08
Showers and bathing from pipes	1	1.02E-08	0	1.56E-08
Exposure		1.23E-04	1	3.75E-04
Lifetime exposure		1.73E-04	2	
TDI		1.00E-04		
Oral slope factor	#N/D			
Cancer risk	#N/D			
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA				
Soil	1 [mg/kg dm]			
Ground water	2.885943609	[µg/L]		
Pore air	0.00061111	[mg/m3]		
IN AIR				
Vapours in the crawling space	0.01990599	[µg/m3]		
Vapours in inside air	1.8668E-05	[µg/m3]		
Vapours in outside air	3.75911E-05	[µg/m3]		
Dust in inside air	0.000042	[µg/m3]		
Dust in outside air	0.000035	[µg/m3]		
EXPOSURE LIMITS FOR AIR				
TCA	1114	[µg/m3]		
MAC	#N/D	[µg/m3]		
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]		
Inhalation slope factor	#N/D	1 / [ug/m3]		
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of dust in inside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of dust in outside air	#N/D	[-]		
OTHER				
Contaminated tubers	0.340195594	[mg/kg fresh]		
Contaminated leafy vegetables	0.010096044	[mg/kg fresh]		
Drinking water (permeation)	0.000930776	[µg/L]		

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from contaminated g	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.78	0.67
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminated site	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated site	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

ENDRIN
CENÁRIO RESIDENCIAL

6 - SUPERFÍCIE CORPÓREA AMBIENTE INTERNO

EXPOSURE AT THE SITE		1,0000 mg Endrin /kg dm			
Soil use		Residencial			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	2.78E-07	0	4.44E-06	1
Dermal application	1	8.06E-07	1	6.53E-07	0
Inhalation of particles	1	8.02E-10	0	4.38E-09	0
inhalation vapours	1	5.70E-10	0	6.27E-09	0
Ingestion of vegetables	1	1.17E-04	95	3.50E-04	93
INSIDE					
Dermal application	1	3.48E-08	0	1.95E-07	0
Inhalation of particles	1	6.74E-09	0	2.63E-08	0
Inhalation of vapours	1	3.99E-09	0	1.56E-08	0
Ingestion of ground water	1	4.81E-06	4	1.92E-05	5
Ingestion of drinking water	1	1.55E-08	0	6.21E-08	0
Showers and bathing from pipes	1	9.53E-09	0	2.19E-08	0
Exposure		1.23E-04	1	3.75E-04	4
Lifetime exposure		1.73E-04	2		
TDI		1.00E-04			
Oral slope factor		#N/D			
Cancer risk		#N/D			
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA					
Soil		1 [mg/kg dm]			
Ground water	2.885943609	[µg/L]			
Pore air	0.00061111	[mg/m3]			
IN AIR					
Vapours in the crawling space	0.01990599	[µg/m3]			
Vapours in inside air	1.8668E-05	[µg/m3]			
Vapours in outside air	3.75911E-05	[µg/m3]			
Dust in inside air	0.000042	[µg/m3]			
Dust in outside air	0.000035	[µg/m3]			
EXPOSURE LIMITS FOR AIR					
TCA		1114 [µg/m3]			
MAC	#N/D	[µg/m3]			
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]			
Inhalation slope factor	#N/D	1 / [ug/m3]			
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in outside air	#N/D	[-]			
OTHER					
Contaminated tubers	0.340195594	[mg/kg fresh]			
Contaminated leafy vegetables	0.010096044	[mg/kg fresh]			
Drinking water (permeation)	0.000930776	[µg/L]			
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]			
Inhalation slope factor	#N/D	1 / [ug/m3]			
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in outside air	#N/D	[-]			

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	1.0367	0.545
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from contaminated g	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminated site	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated site	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

ENDRIN
CENÁRIO RESIDENCIAL

7 - SUPERFÍCIE CORPÓREA AMBIENTE EXTERNO

EXPOSURE AT THE SITE	1,0000 mg Endrin /kg dm				
Soil use	Residencial				
	ADULTS		CHILDREN		
	[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]	
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	2.78E-07	0	4.44E-06	1
Dermal application	1	9.72E-07	1	9.76E-07	0
Inhalation of particles	1	8.02E-10	0	4.38E-09	0
inhalation vapours	1	5.70E-10	0	6.27E-09	0
Ingestion of vegetables	1	1.17E-04	95	3.50E-04	93
INSIDE					
Dermal application	1	2.89E-08	0	1.15E-07	0
Inhalation of particles	1	6.74E-09	0	2.63E-08	0
Inhalation of vapours	1	3.99E-09	0	1.56E-08	0
Ingestion of ground water	1	4.81E-06	4	1.92E-05	5
Ingestion of drinking water	1	1.55E-08	0	6.21E-08	0
Showers and bathing from pipes	1	9.53E-09	0	2.19E-08	0
Exposure		1.23E-04	1	3.75E-04	4
Lifetime exposure		1.73E-04	2		
TDI		1.00E-04			
Oral slope factor	#N/D				
Cancer risk	#N/D				
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA					
Soil	1 [mg/kg dm]				
Ground water	2.885943609	[µg/L]			
Pore air	0.00061111	[mg/m3]			
IN AIR					
Vapours in the crawling space	0.01990599	[µg/m3]			
Vapours in inside air	1.8668E-05	[µg/m3]			
Vapours in outside air	3.75911E-05	[µg/m3]			
Dust in inside air	0.000042	[µg/m3]			
Dust in outside air	0.000035	[µg/m3]			
EXPOSURE LIMITS FOR AIR					
TCA	1114	[µg/m3]			
MAC	#N/D	[µg/m3]			
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]			
Inhalation slope factor	#N/D	1 / [µg/m3]			
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in outside air	#N/D	[-]			
OTHER					
Contaminated tubers	0.340195594	[mg/kg fresh]			
Contaminated leafy vegetables	0.010096044	[mg/kg fresh]			
Drinking water (permeation)	0.000930776	[µg/L]			

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	1.0367	0.478
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from contaminated g	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminated site	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated site	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

ENDRIN
CENÁRIO RESIDENCIAL

8 - TAXA INGESTÃO SOLO

EXPOSURE AT THE SITE		1,0000 mg Endrin /kg dm	
Soil use		Residencial	
		ADULTS	CHILDREN
		[mg/kg.day]	[mg/kg.day]
		[%]	[%]
OUTSIDE			
Soil ingestion	1	1.67E-07	0
Dermal application	1	8.06E-07	1
Inhalation of particles	1	8.02E-10	0
inhalation vapours	1	5.70E-10	0
Ingestion of vegetables	1	1.17E-04	95
INSIDE			
Dermal application	1	2.89E-08	0
Inhalation of particles	1	6.74E-09	0
Inhalation of vapours	1	3.99E-09	0
Ingestion of ground water	1	4.81E-06	4
Ingestion of drinking water	1	1.55E-08	0
Showers and bathing from pipes	1	9.53E-09	0
Exposure		1.23E-04	1
Lifetime exposure		1.71E-04	2 [x TDI]
TDI		1.00E-04	
Oral slope factor		#N/D	
Cancer risk		#N/D	
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA			
Soil		1 [mg/kg dm]	
Ground water	2.885943609	[µg/L]	
Pore air	0.00061111	[mg/m3]	
IN AIR			
Vapours in the crawling space	0.01990599	[µg/m3]	
Vapours in inside air	1.8668E-05	[µg/m3]	
Vapours in outside air	3.75911E-05	[µg/m3]	
Dust in inside air	0.000042	[µg/m3]	
Dust in outside air	0.000035	[µg/m3]	
EXPOSURE LIMITS FOR AIR			
TCA	1114	[µg/m3]	
MAC	#N/D	[µg/m3]	
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]	
Inhalation slope factor	#N/D	1 / [µg/m3]	
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]	
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]	
Cancer risk of dust in inside air	#N/D	[-]	
Cancer risk of dust in outside air	#N/D	[-]	
OTHER			
Contaminated tubers	0.340195594	[mg/kg fresh]	
Contaminated leafy vegetables	0.010096044	[mg/kg fresh]	
Drinking water (permeation)	0.000930776	[µg/L]	

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	60	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated site, excl. sleeping	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminated site	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated site, excl. sleeping	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated site	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	25	6

ENDRIN
CENÁRIO RESIDENCIAL

9 - TAXA INGESTÃO DE AGUA

EXPOSURE AT THE SITE	1,0000 mg Endrin /kg dm			
Soil use	Residencial			
	ADULTS		CHILDREN	
	[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE				
Soil ingestion	1	2.78E-07	0	4.44E-06
Dermal application	1	8.06E-07	1	6.53E-07
Inhalation of particles	1	8.02E-10	0	4.38E-09
inhalation vapours	1	5.70E-10	0	6.27E-09
Ingestion of vegetables	1	1.17E-04	92	3.50E-04
INSIDE				
Dermal application	1	2.89E-08	0	1.15E-07
Inhalation of particles	1	6.74E-09	0	2.63E-08
Inhalation of vapours	1	3.99E-09	0	1.56E-08
Ingestion of ground water	1	9.62E-06	8	1.92E-05
Ingestion of drinking water	1	3.10E-08	0	6.21E-08
Showers and bathing from pipes	1	9.53E-09	0	2.19E-08
Exposure		1.28E-04	1	3.75E-04
Lifetime exposure		1.77E-04	2	
TDI		1.00E-04		
Oral slope factor	#N/D			
Cancer risk	#N/D			
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA				
Soil	1 [mg/kg dm]			
Ground water	2.885943609	[µg/L]		
Pore air	0.00061111	[mg/m3]		
IN AIR				
Vapours in the crawling space	0.01990599	[µg/m3]		
Vapours in inside air	1.8668E-05	[µg/m3]		
Vapours in outside air	3.75911E-05	[µg/m3]		
Dust in inside air	0.000042	[µg/m3]		
Dust in outside air	0.000035	[µg/m3]		
EXPOSURE LIMITS FOR AIR				
TCA	1114	[µg/m3]		
MAC	#N/D	[µg/m3]		
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]		
Inhalation slope factor	#N/D	1 / [ug/m3]		
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of dust in inside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of dust in outside air	#N/D	[-]		
OTHER				
Contaminated tubers	0.340195594	[mg/kg fresh]		
Contaminated leafy vegetables	0.010096044	[mg/kg fresh]		
Drinking water (permeation)	0.000930776	[µg/L]		

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from contaminated g	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminated site	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated site	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

ENDRIN
CENÁRIO RESIDENCIAL

10 - TODOS OS FATORES

EXPOSURE AT THE SITE		1,0000 mg Endrin /kg dm			
Soil use		Residencial			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	1.44E-07	0	2.08E-06	1
Dermal application	1	8.40E-07	1	9.15E-07	0
Inhalation of particles	1	7.25E-10	0	2.46E-09	0
inhalation vapours	1	5.16E-10	0	3.52E-09	0
Ingestion of vegetables	1	1.01E-04	91	3.28E-04	94
INSIDE					
Dermal application	1	3.01E-08	0	1.83E-07	0
Inhalation of particles	1	6.09E-09	0	1.48E-08	0
Inhalation of vapours	1	3.61E-09	0	8.75E-09	0
Ingestion of ground water	1	8.32E-06	8	1.80E-05	5
Ingestion of drinking water	1	2.68E-08	0	5.82E-08	0
Showers and bathing from pipes	1	8.83E-09	0	1.44E-08	0
Exposure		1.10E-04	1	3.50E-04	3
Lifetime exposure		1.58E-04	2		
TDI		1.00E-04			
Oral slope factor		#N/D			
Cancer risk		#N/D			
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA					
Soil		1 [mg/kg dm]			
Ground water	2.885943609	[µg/L]			
Pore air	0.00061111	[mg/m3]			
IN AIR					
Vapours in the crawling space	0.01990599	[µg/m3]			
Vapours in inside air	1.8668E-05	[µg/m3]			
Vapours in outside air	3.75911E-05	[µg/m3]			
Dust in inside air	0.000042	[µg/m3]			
Dust in outside air	0.000035	[µg/m3]			
EXPOSURE LIMITS FOR AIR					
TCA		1114 [µg/m3]			
MAC	#N/D	[µg/m3]			
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]			
Inhalation slope factor	#N/D	1 / [µg/m3]			
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in outside air	#N/D	[-]			
OTHER					
Contaminated tubers	0.340195594	[mg/kg fresh]			
Contaminated leafy vegetables	0.010096044	[mg/kg fresh]			
Drinking water (permeation)	0.000930776	[µg/L]			
Residencial		[Scenario title]			

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	69.4	16
soil ingestion	[mg soil]	60	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	1.0367	0.545
surface area outside house of bare skin	[m2]	1.0367	0.478
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	23	9
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from contaminated g	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.78	0.67
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminated site	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated site, excl. sleep	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminated site	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

NIQUEL
CENÁRIO INDUSTRIAL

1 - DADOS GERAIS

SOIL		
Humus		1.5 [%]
Clay		40 [%]
CHEMICAL		
	Nickel	
CONTAMINATION		
Soil		300 [mg/kg dm]
Ground water/pore water		[µg/L]
Pore air		[µg/m3]
SIZE		
Length		10 [m]
Width		10 [m]
Depth		1.5 [m -gl]
EXPOSURE SCENARIO		
	Industrial	
CRAWLING SPACE		
Crawling space	FALSO	[1=yes/0=no]
Height		0.5 [m]
Surface area		50 [m2]
FLOOR		
Concrete or wooden	VERDADEIRO	[1=concrete/0=wooden]
Thickness		0.100000001 [m]
Height above floor		2.5 [m]
Surface area floor		200 [m2]
VENTILATION		
Ventilation rate		1.25 [/hour]
OTHER		
Conduit pipes	VERDADEIRO	[1=plastic/0=metal]
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA		
Crawling space or cellar		[µg/m3]
Inside air		[µg/m3]
Outside air		[µg/m3]
Tubers		[mg/kg fresh]
Leafy vegetables		[mg/kg fresh]
Drinking water from conduit pipes		[µg/L]

NIQUEL
CENÁRIO INDUSTRIAL

2 - DADOS DA CETESB

EXPOSURE AT THE SITE	300,0000 mg Nickel /kg dm		DAF=10	
Soil use	Industrial			
	ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
Soil ingestion	1	3.30E-05 2.17443	2.29E-06	0.063919
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.90E-07 0.012557	4.51E-09	0.000126
inhalation vapours				
Ingestion of vegetables	1	5.89E-04 38.87811	1.79E-03	50.0925
INSIDE				
Dermal application				
Inhalation of particles	1	9.14E-07 0.060275	1.62E-08	0.000453
Inhalation of vapours				
Ingestion of ground water	1	8.93E-04 58.87463	1.79E-03	49.843
Ingestion of drinking water				
Showers and bathing from pipes				
Exposure		1.52E-03 0.030322 [x TDI]	3.58E-03	0.071634 [x TDI]
Lifetime exposure		1.92E-03 0.038318 [x TDI]		
TDI		5.00E-02		
Oral slope factor	#N/D			
Cancer risk	#N/D			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	300 [mg/kg dm]
Ground water	535.5671519 [µg/L]
Pore air	0 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	#N/D [µg/m3]
Vapours in inside air	#N/D [µg/m3]
Vapours in outside air	#N/D [µg/m3]
Dust in inside air	0.0126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0105 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.00024 1 / [µg/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	3.024E-06 [-]
Cancer risk of dust in outside air	2.52E-06 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	4.242 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	3.51 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	#N/D [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	5
days of school or work period per week	[days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	6

NIQUEL
CENÁRIO INDUSTRIAL

3 - CETESB SEM CRIANÇA

EXPOSURE AT THE SITE	300,0000 mg Nickel /kg dm		DAF=10	
Soil use	Industrial			
	ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
Soil ingestion	1	3.30E-05 2.17443	2.29E-06	0.063919
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.90E-07 0.012557	4.51E-09	0.000126
inhalation vapours				
Ingestion of vegetables	1	5.89E-04 38.87811	1.79E-03	50.0925
INSIDE				
Dermal application				
Inhalation of particles	1	9.14E-07 0.060275	1.62E-08	0.000453
Inhalation of vapours				
Ingestion of ground water	1	8.93E-04 58.87463	1.79E-03	49.843
Ingestion of drinking water				
Showers and bathing from pipes				
Exposure		1.52E-03 0.030322 [x TDI]	3.58E-03	0.071634 [x TDI]
Lifetime exposure		1.52E-03 0.030322 [x TDI]		
TDI		5.00E-02		
Oral slope factor	#N/D			
Cancer risk	#N/D			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	300 [mg/kg dm]
Ground water	535.5671519 [µg/L]
Pore air	0 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	#N/D [µg/m3]
Vapours in inside air	#N/D [µg/m3]
Vapours in outside air	#N/D [µg/m3]
Dust in inside air	0.0126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0105 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.00024 1 / [µg/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	3.024E-06 [-]
Cancer risk of dust in outside air	2.52E-06 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	4.242 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	3.51 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	#N/D [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	5
days of school or work period per week	[days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	0

NIQUEL
CENÁRIO INDUSTRIAL

4 - PESO CORPÓREO

EXPOSURE AT THE SITE	300,0000 mg Nickel /kg dm		DAF=10	
Soil use	Industrial			
	ADULTS		CHILDREN	
	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
OUTSIDE	1	2.85E-05	2.17443	2.29E-06 0.063919
Soil ingestion				
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.65E-07	0.012557	4.51E-09 0.000126
inhalation vapours				
Ingestion of vegetables	1	5.10E-04	38.87811	1.79E-03 50.0925
INSIDE				
Dermal application				
Inhalation of particles	1	7.90E-07	0.060275	1.62E-08 0.000453
Inhalation of vapours				
Ingestion of ground water	1	7.72E-04	58.87463	1.79E-03 49.843
Ingestion of drinking water				
Showers and bathing from pipes				
Exposure		1.31E-03	0.026215 [x TDI]	3.58E-03 0.071634 [x TDI]
Lifetime exposure		1.31E-03	0.026215 [x TDI]	
TDI		5.00E-02		
Oral slope factor	#N/D			
Cancer risk	#N/D			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	300 [mg/kg dm]
Ground water	535.5671519 [µg/L]
Pore air	0 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	#N/D [µg/m3]
Vapours in inside air	#N/D [µg/m3]
Vapours in outside air	#N/D [µg/m3]
Dust in inside air	0.0126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0105 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.00024 1 / [µg/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	3.024E-06 [-]
Cancer risk of dust in outside air	2.52E-06 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	4.242 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	3.51 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	#N/D [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	69.4	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	5
days of school or work period per week	[days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	0

NIQUEL
CENÁRIO INDUSTRIAL

5 - TAXA DE INALAÇÃO

EXPOSURE AT THE SITE	300,0000 mg Nickel /kg dm		DAF=10	
Soil use	Industrial			
	ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
Soil ingestion	1	3.30E-05 2.175222	2.29E-06	0.063919
Dermal application				
Inhalation of particles	1	9.52E-08 0.006281	4.51E-09	0.000126
inhalation vapours				
Ingestion of vegetables	1	5.89E-04 38.89227	1.79E-03	50.0925
INSIDE				
Dermal application				
Inhalation of particles	1	4.57E-07 0.030149	1.62E-08	0.000453
Inhalation of vapours				
Ingestion of ground water	1	8.93E-04 58.89608	1.79E-03	49.843
Ingestion of drinking water				
Showers and bathing from pipes				
Exposure		1.52E-03 0.030311 [x TDI]	3.58E-03	0.071634 [x TDI]
Lifetime exposure		1.52E-03 0.030311 [x TDI]		
TDI		5.00E-02		
Oral slope factor	#N/D			
Cancer risk	#N/D			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	300 [mg/kg dm]
Ground water	535.5671519 [µg/L]
Pore air	0 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	#N/D [µg/m3]
Vapours in inside air	#N/D [µg/m3]
Vapours in outside air	#N/D [µg/m3]
Dust in inside air	0.0126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0105 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.00024 1 / [µg/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	3.024E-06 [-]
Cancer risk of dust in outside air	2.52E-06 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	4.242 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	3.51 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	#N/D [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	11	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	5
days of school or work period per week	[days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	0

NIQUEL
CENÁRIO INDUSTRIAL

6 - SUPERFÍCIE CORPÓREA TOTAL

EXPOSURE AT THE SITE 300,000 mg Nickel /kg dm DAF=10
Soil use Industrial

	ADULTS		CHILDREN	
	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
OUTSIDE				
Soil ingestion	1	3.30E-05 2.17443	2.29E-06 0.063919	
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.90E-07 0.012557	4.51E-09 0.000126	
inhalation vapours				
Ingestion of vegetables	1	5.89E-04 38.87811	1.79E-03 50.0925	
INSIDE				
Dermal application				
Inhalation of particles	1	9.14E-07 0.060275	1.62E-08 0.000453	
Inhalation of vapours				
Ingestion of ground water	1	8.93E-04 58.87463	1.79E-03 49.843	
Ingestion of drinking water				
Showers and bathing from pipes				
Exposure		1.52E-03 0.030322 [x TDI]	3.58E-03 0.071634 [x TDI]	
Lifetime exposure		1.52E-03 0.030322 [x TDI]		
TDI		5.00E-02		
Oral slope factor		#N/D		
Cancer risk		#N/D		

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	300 [mg/kg dm]
Ground water	535.5671519 [µg/L]
Pore air	0 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	#N/D [µg/m3]
Vapours in inside air	#N/D [µg/m3]
Vapours in outside air	#N/D [µg/m3]
Dust in inside air	0.0126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0105 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.00024 1 / [µg/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	3.024E-06 [-]
Cancer risk of dust in outside air	2.52E-06 [-]

OTHER

Contaminated tubers	4.242 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	3.51 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	#N/D [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.78	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	5
days of school or work period per week	[days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated	[hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	0

NIQUEL
CENÁRIO INDUSTRIAL

7 - SUPERFÍCIE CORPÓREA AMBIENTE INTERNO

EXPOSURE AT THE SITE	300,000 mg Nickel /kg dm				DAF=10	
Soil use	Industrial					
	ADULTS		CHILDREN			
	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]			
OUTSIDE	1	3.30E-05	2.17443	2.29E-06	0.063919	
Soil ingestion						
Dermal application						
Inhalation of particles	1	1.90E-07	0.012557	4.51E-09	0.000126	
inhalation vapours						
Ingestion of vegetables	1	5.89E-04	38.87811	1.79E-03	50.0925	
INSIDE						
Dermal application						
Inhalation of particles	1	9.14E-07	0.060275	1.62E-08	0.000453	
Inhalation of vapours						
Ingestion of ground water	1	8.93E-04	58.87463	1.79E-03	49.843	
Ingestion of drinking water						
Showers and bathing from pipes						
Exposure		1.52E-03	0.030322 [x TDI]	3.58E-03	0.071634 [x TDI]	
Lifetime exposure		1.52E-03	0.030322 [x TDI]			
TDI		5.00E-02				
Oral slope factor	#N/D					
Cancer risk	#N/D					

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	300 [mg/kg dm]
Ground water	535.5671519 [µg/L]
Pore air	0 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	#N/D [µg/m3]
Vapours in inside air	#N/D [µg/m3]
Vapours in outside air	#N/D [µg/m3]
Dust in inside air	0.0126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0105 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.00024 1 / [µg/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	3.024E-06 [-]
Cancer risk of dust in outside air	2.52E-06 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	4.242 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	3.51 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	#N/D [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2457	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	5
days of school or work period per week	[days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	0

NIQUEL
CENÁRIO INDUSTRIAL

8 - SUPERFÍCIE CORPÓREA AMBIENTE EXTERNO

EXPOSURE AT THE SITE	300,000 mg Nickel /kg dm				DAF=10	
Soil use	Industrial					
	ADULTS			CHILDREN		
		[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]		
OUTSIDE						
Soil ingestion	1	3.30E-05	2.17443	2.29E-06	0.063919	
Dermal application						
Inhalation of particles	1	1.90E-07	0.012557	4.51E-09	0.000126	
inhalation vapours						
Ingestion of vegetables	1	5.89E-04	38.87811	1.79E-03	50.0925	
INSIDE						
Dermal application						
Inhalation of particles	1	9.14E-07	0.060275	1.62E-08	0.000453	
Inhalation of vapours						
Ingestion of ground water	1	8.93E-04	58.87463	1.79E-03	49.843	
Ingestion of drinking water						
Showers and bathing from pipes						
Exposure		1.52E-03	0.030322 [x TDI]	3.58E-03	0.071634 [x TDI]	
Lifetime exposure		1.52E-03	0.030322 [x TDI]			
TDI		5.00E-02				
Oral slope factor		#N/D				
Cancer risk		#N/D				
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA						
Soil		300 [mg/kg dm]				
Ground water	535.5671519	[µg/L]				
Pore air		0 [mg/m3]				
IN AIR						
Vapours in the crawling space	#N/D	[µg/m3]				
Vapours in inside air	#N/D	[µg/m3]				
Vapours in outside air	#N/D	[µg/m3]				
Dust in inside air		0.0126	[µg/m3]			
Dust in outside air		0.0105	[µg/m3]			
EXPOSURE LIMITS FOR AIR						
TCA		1114 [µg/m3]				
MAC	#N/D	[µg/m3]				
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]				
Inhalation slope factor		0.00024 1 / [ug/m3]				
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]				
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]				
Cancer risk of dust in inside air		3.024E-06	[-]			
Cancer risk of dust in outside air		2.52E-06	[-]			
OTHER						
Contaminated tubers		4.242 [mg/kg fresh]				
Contaminated leafy vegetables		3.51 [mg/kg fresh]				
Drinking water (permeation)	#N/D	[µg/L]				

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2457	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	5
days of school or work period per week	[days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminat	[hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	0

NIQUEL
CENÁRIO INDUSTRIAL

9 - TAXA DE INGESTÃO DE SOLO

EXPOSURE AT THE SITE	300,0000 mg Nickel /kg dm				DAF=10	
Soil use	Industrial					
	ADULTS		CHILDREN			
	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]			
OUTSIDE	1	2.64E-05	1.747142	2.29E-06	0.063919	
Soil ingestion						
Dermal application						
Inhalation of particles	1	1.90E-07	0.012612	4.51E-09	0.000126	
inhalation vapours						
Ingestion of vegetables	1	5.89E-04	39.04792	1.79E-03	50.0925	
INSIDE						
Dermal application						
Inhalation of particles	1	9.14E-07	0.060538	1.62E-08	0.000453	
Inhalation of vapours						
Ingestion of ground water	1	8.93E-04	59.13179	1.79E-03	49.843	
Ingestion of drinking water						
Showers and bathing from pipes						
Exposure		1.51E-03	0.030191 [x TDI]	3.58E-03	0.071634 [x TDI]	
Lifetime exposure		1.51E-03	0.030191 [x TDI]			
TDI		5.00E-02				
Oral slope factor	#N/D					
Cancer risk	#N/D					

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	300 [mg/kg dm]
Ground water	535.5671519 [µg/L]
Pore air	0 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	#N/D [µg/m3]
Vapours in inside air	#N/D [µg/m3]
Vapours in outside air	#N/D [µg/m3]
Dust in inside air	0.0126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0105 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.00024 1 / [µg/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	3.024E-06 [-]
Cancer risk of dust in outside air	2.52E-06 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	4.242 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	3.51 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	#N/D [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	40	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	5
days of school or work period per week	[days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	0

NIQUEL
CENÁRIO INDUSTRIAL

10 - PERÍODO DE EXPOSIÇÃO

EXPOSURE AT THE SITE	300,0000 mg Nickel /kg dm				DAF=10
Soil use	Industrial				
	ADULTS		CHILDREN		
		[mg/kg.day] [%]	[mg/kg.day]	[%]	
OUTSIDE	1	3.30E-05 2.17443	2.29E-06	0.063919	
Soil ingestion					
Dermal application					
Inhalation of particles	1	1.90E-07 0.012557	4.51E-09	0.000126	
inhalation vapours					
Ingestion of vegetables	1	5.89E-04 38.87811	1.79E-03	50.0925	
INSIDE					
Dermal application					
Inhalation of particles	1	9.14E-07 0.060275	1.62E-08	0.000453	
Inhalation of vapours					
Ingestion of ground water	1	8.93E-04 58.87463	1.79E-03	49.843	
Ingestion of drinking water					
Showers and bathing from pipes					
Exposure		1.52E-03 0.030322 [x TDI]	3.58E-03	0.071634 [x TDI]	
Lifetime exposure		1.52E-03 0.030322 [x TDI]			
TDI		5.00E-02			
Oral slope factor	#N/D				
Cancer risk	#N/D				
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA					
Soil	300 [mg/kg dm]				
Ground water	535.5671519	[µg/L]			
Pore air	0 [mg/m3]				
IN AIR					
Vapours in the crawling space	#N/D	[µg/m3]			
Vapours in inside air	#N/D	[µg/m3]			
Vapours in outside air	#N/D	[µg/m3]			
Dust in inside air	0.0126	[µg/m3]			
Dust in outside air	0.0105	[µg/m3]			
EXPOSURE LIMITS FOR AIR					
TCA	1114	[µg/m3]			
MAC	#N/D	[µg/m3]			
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]			
Inhalation slope factor	0.00024	1 / [ug/m3]			
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]			
Cancer risk of dust in inside air	3.024E-06	[-]			
Cancer risk of dust in outside air	2.52E-06	[-]			
OTHER					
Contaminated tubers	4.242	[mg/kg fresh]			
Contaminated leafy vegetables	3.51	[mg/kg fresh]			
Drinking water (permeation)	#N/D	[µg/L]			

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year		48	5
days of school or work period per week	[days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	35	0

NIQUEL
CENÁRIO INDUSTRIAL

11 - TODOS OS FATORES

EXPOSURE AT THE SITE	300,000 mg Nickel /kg dm		DAF=10	
Soil use	Industrial			
	ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
Soil ingestion	1	2.28E-05 1.747781	2.29E-06	0.063919
Dermal application				
Inhalation of particles	1	8.23E-08 0.006308	4.51E-09	0.000126
inhalation vapours				
Ingestion of vegetables	1	5.10E-04 39.06221	1.79E-03	50.0925
INSIDE				
Dermal application				
Inhalation of particles	1	3.95E-07 0.03028	1.62E-08	0.000453
Inhalation of vapours				
Ingestion of ground water	1	7.72E-04 59.15342	1.79E-03	49.843
Ingestion of drinking water				
Showers and bathing from pipes				
Exposure		1.30E-03 0.026092 [x TDI]	3.58E-03	0.071634 [x TDI]
Lifetime exposure		1.30E-03 0.026092 [x TDI]		
TDI		5.00E-02		
Oral slope factor	#N/D			
Cancer risk	#N/D			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	300 [mg/kg dm]
Ground water	535.5671519 [µg/L]
Pore air	0 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	#N/D [µg/m3]
Vapours in inside air	#N/D [µg/m3]
Vapours in outside air	#N/D [µg/m3]
Dust in inside air	0.0126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0105 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.00024 1 / [µg/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	3.024E-06 [-]
Cancer risk of dust in outside air	2.52E-06 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	4.242 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	3.51 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	#N/D [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	69.4	15
soil ingestion	[mg soil]	40	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2457	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2457	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	11	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.78	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	5
days of school or work period per week	[days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	35	0

NÍQUEL
CENÁRIO RESIDENCIAL

1 - DADOS GERAIS

SOIL		
Humus		1.5 [%]
Clay		40 [%]
CHEMICAL		
		Nickel
CONTAMINATION		
Soil		200 [mg/kg dm]
Ground water/pore water		[µg/L]
Pore air		[µg/m3]
SIZE		
Length		10 [m]
Width		10 [m]
Depth		1.5 [m -gl]
EXPOSURE SCENARIO		
		Residencial
CRAWLING SPACE		
Crawling space	FALSO	[1=yes/0=no]
Height		0.5 [m]
Surface area		50 [m2]
FLOOR		
Concrete or wooden	VERDADEIRO	[1=concrete/0=wooden]
Thickness	0.100000001	[m]
Height above floor		2 [m]
Surface area floor		50 [m2]
VENTILATION		
Ventilation rate		1.25 [/hour]
OTHER		
Conduit pipes	VERDADEIRO	[1=plastic/0=metal]
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA		
Crawling space or cellar		[µg/m3]
Inside air		[µg/m3]
Outside air		[µg/m3]
Tubers		[mg/kg fresh]
Leafy vegetables		[mg/kg fresh]
Drinking water from conduit pipes		[µg/L]

NÍQUEL
CENÁRIO RESIDENCIAL

2 - DADOS CETESB

EXPOSURE AT THE SITE	200,000 mg Nickel /kg dm			
Soil use	Residencial			
	ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
Soil ingestion	1	5.56E-05	2.339374	8.89E-04 10.52773
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.60E-07	0.006755	8.75E-07 0.010363
inhalation vapours				
Ingestion of vegetables	1	1.72E-03	72.5393	5.17E-03 61.20821
INSIDE				
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.35E-06	0.056742	5.25E-06 0.062179
Inhalation of vapours				
Ingestion of ground water	1	5.95E-04	25.05783	2.38E-03 28.19152
Ingestion of drinking water				
Showers and bathing from pipes				
Exposure		2.37E-03	0.047496 [x TDI]	8.44E-03 0.168866 [x TDI]
Lifetime exposure		3.59E-03	0.07177 [x TDI]	
TDI		5.00E-02		
Oral slope factor		#N/D		1.08E-02
Cancer risk		#N/D		78.05
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA				
Soil		200 [mg/kg dm]		
Ground water	357.0447679	[µg/L]		
Pore air		0 [mg/m3]		
IN AIR				
Vapours in the crawling space	#N/D	[µg/m3]		
Vapours in inside air	#N/D	[µg/m3]		
Vapours in outside air	#N/D	[µg/m3]		
Dust in inside air	0.0084	[µg/m3]		
Dust in outside air	0.007	[µg/m3]		
EXPOSURE LIMITS FOR AIR				
TCA		1114 [µg/m3]		
MAC	#N/D	[µg/m3]		
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]		
Inhalation slope factor		0.00024 1 / [ug/m3]		
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of dust in inside air		2.016E-06 [-]		
Cancer risk of dust in outside air		1.68E-06 [-]		
OTHER				
Contaminated tubers		2.828 [mg/kg fresh]		
Contaminated leafy vegetables		2.34 [mg/kg fresh]		
Drinking water (permeation)	#N/D	[µg/L]		

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminatex	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

NÍQUEL
CENÁRIO RESIDENCIAL

3 - PESO CORPOREO

EXPOSURE AT THE SITE

Soil use	200,000 mg Nickel /kg dm Residencial				
	ADULTS		CHILDREN		
OUTSIDE	[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]	
Soil ingestion	1	4.79E-05	2	8.33E-04	11
Dermal application					
Inhalation of particles	1	1.38E-07	0	8.20E-07	0
inhalation vapours					
Ingestion of vegetables	1	1.49E-03	73	4.85E-03	61
INSIDE					
Dermal application					
Inhalation of particles	1	1.16E-06	0	4.92E-06	0
Inhalation of vapours					
Ingestion of ground water	1	5.13E-04	25	2.23E-03	28
Ingestion of drinking water					
Showers and bathing from pipes					
Exposure		2.05E-03	0.04 [x TDI]	7.92E-03	0.16 [x TDI]
Lifetime exposure		3.22E-03	0.06 [x TDI]		
TDI		5.00E-02			
Oral slope factor		#N/D			
Cancer risk		#N/D			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	200.0000 [mg/kg dm]
Ground water	357.04 [µg/L]
Pore air	0.0 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	#N/D [µg/m3]
Vapours in inside air	#N/D [µg/m3]
Vapours in outside air	#N/D [µg/m3]
Dust in inside air	8.4E-03 [µg/m3]
Dust in outside air	7.0E-03 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	2.4E-04 1 / [µg/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	2E-06 [-]
Cancer risk of dust in outside air	2E-06 [-]

OTHER

Contaminated tubers	2.83E+00 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	2.34E+00 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	#N/D [µg/L]

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	69.6	16
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminatex	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminatex	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

NÍQUEL
CENÁRIO RESIDENCIAL

4 - TAXA DE INALAÇÃO

EXPOSURE AT THE SITE	200,0000 mg Nickel /kg dm			
Soil use	Residencial			
	ADULTS		CHILDREN	
	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
OUTSIDE				
Soil ingestion	1	5.56E-05	2.339306	8.89E-04 10.53078
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.68E-07	0.007062	5.25E-07 0.00622
inhalation vapours				
Ingestion of vegetables	1	1.72E-03	72.5372	5.17E-03 61.22597
INSIDE				
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.41E-06	0.059319	3.15E-06 0.037318
Inhalation of vapours				
Ingestion of ground water	1	5.95E-04	25.05711	2.38E-03 28.19971
Ingestion of drinking water				
Showers and bathing from pipes				
Exposure		2.37E-03	0.047497 [x TDI]	8.44E-03 0.168817 [x TDI]
Lifetime exposure		3.59E-03	0.071761 [x TDI]	
TDI		5.00E-02		
Oral slope factor		#N/D		
Cancer risk		#N/D		

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	200 [mg/kg dm]
Ground water	357.0447679 [µg/L]
Pore air	0 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	#N/D [µg/m3]
Vapours in inside air	#N/D [µg/m3]
Vapours in outside air	#N/D [µg/m3]
Dust in inside air	0.0084 [µg/m3]
Dust in outside air	0.007 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.00024 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	2.016E-06 [-]
Cancer risk of dust in outside air	1.68E-06 [-]

OTHER

Contaminated tubers	2.828 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	2.34 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	#N/D [µg/L]

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	23	9
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminater	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminatinal	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

NÍQUEL
CENÁRIO RESIDENCIAL

5 - SUPERFÍCIE CORPÓREA TOTAL

EXPOSURE AT THE SITE	200,000 mg Nickel /kg dm			
Soil use	Residencial			
	ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
Soil ingestion	1	5.56E-05	2.339374	8.89E-04 10.52773
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.60E-07	0.006755	8.75E-07 0.010363
inhalation vapours				
Ingestion of vegetables	1	1.72E-03	72.5393	5.17E-03 61.20821
INSIDE				
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.35E-06	0.056742	5.25E-06 0.062179
Inhalation of vapours				
Ingestion of ground water	1	5.95E-04	25.05783	2.38E-03 28.19152
Ingestion of drinking water				
Showers and bathing from pipes				
Exposure		2.37E-03	0.047496 [x TDI]	8.44E-03 0.168866 [x TDI]
Lifetime exposure		3.59E-03	0.07177 [x TDI]	
TDI		5.00E-02		
Oral slope factor		#N/D		
Cancer risk		#N/D		
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA				
Soil		200 [mg/kg dm]		
Ground water	357.0447679	[µg/L]		
Pore air		0 [mg/m3]		
IN AIR				
Vapours in the crawling space	#N/D	[µg/m3]		
Vapours in inside air	#N/D	[µg/m3]		
Vapours in outside air	#N/D	[µg/m3]		
Dust in inside air	0.0084	[µg/m3]		
Dust in outside air	0.007	[µg/m3]		
EXPOSURE LIMITS FOR AIR				
TCA		1114 [µg/m3]		
MAC	#N/D	[µg/m3]		
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]		
Inhalation slope factor		0.00024 1 / [ug/m3]		
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of dust in inside air		2.016E-06 [-]		
Cancer risk of dust in outside air		1.68E-06 [-]		
OTHER				
Contaminated tubers		2.828 [mg/kg fresh]		
Contaminated leafy vegetables		2.34 [mg/kg fresh]		
Drinking water (permeation)	#N/D	[µg/L]		

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.78	0.67
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminate	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

NÍQUEL
CENÁRIO RESIDENCIAL

6 - SUPERFÍCIE CORPÓREA ÁREA INTERNA

EXPOSURE AT THE SITE		200,0000 mg Nickel /kg dm			
Soil use		Residencial			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
OUTSIDE		1	5.56E-05	2.339374	8.89E-04 10.52773
Soil ingestion					
Dermal application					
Inhalation of particles		1	1.60E-07	0.006755	8.75E-07 0.010363
inhalation vapours					
Ingestion of vegetables		1	1.72E-03	72.5393	5.17E-03 61.20821
INSIDE					
Dermal application					
Inhalation of particles		1	1.35E-06	0.056742	5.25E-06 0.062179
Inhalation of vapours					
Ingestion of ground water		1	5.95E-04	25.05783	2.38E-03 28.19152
Ingestion of drinking water					
Showers and bathing from pipes					
Exposure			2.37E-03	0.047496 [x TDI]	8.44E-03 0.168866 [x TDI]
Lifetime exposure			3.59E-03	0.07177 [x TDI]	
TDI			5.00E-02		
Oral slope factor		#N/D			
Cancer risk		#N/D			
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA					
Soil		200 [mg/kg dm]			
Ground water		357.0447679 [µg/L]			
Pore air		0 [mg/m3]			
IN AIR					
Vapours in the crawling space		#N/D	[µg/m3]		
Vapours in inside air		#N/D	[µg/m3]		
Vapours in outside air		#N/D	[µg/m3]		
Dust in inside air		0.0084	[µg/m3]		
Dust in outside air		0.007	[µg/m3]		
EXPOSURE LIMITS FOR AIR					
TCA		1114 [µg/m3]			
MAC		#N/D	[µg/m3]		
Odour threshold		#N/D	[µg/m3]		
Inhalation slope factor		0.00024	1 / [ug/m3]		
Cancer risk of vapours in inside air		#N/D	[-]		
Cancer risk of vapours outside air		#N/D	[-]		
Cancer risk of dust in inside air		2.016E-06	[-]		
Cancer risk of dust in outside air		1.68E-06	[-]		
OTHER					
Contaminated tubers		2.828 [mg/kg fresh]			
Contaminated leafy vegetables		2.34 [mg/kg fresh]			
Drinking water (permeation)		#N/D	[µg/L]		

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	1.0367	0.5446
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminate	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

NÍQUEL
CENÁRIO RESIDENCIAL

7 - SUPERFÍCIE CORPÓREA ÁREA EXTERNA

EXPOSURE AT THE SITE

Soil use	200,0000 mg Nickel /kg dm Residencial			
	ADULTS		CHILDREN	
	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
OUTSIDE	1	5.56E-05	2.339374	8.89E-04 10.52773
Soil ingestion				
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.60E-07	0.006755	8.75E-07 0.010363
inhalation vapours				
Ingestion of vegetables	1	1.72E-03	72.5393	5.17E-03 61.20821
INSIDE				
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.35E-06	0.056742	5.25E-06 0.062179
Inhalation of vapours				
Ingestion of ground water	1	5.95E-04	25.05783	2.38E-03 28.19152
Ingestion of drinking water				
Showers and bathing from pipes				
Exposure		2.37E-03	0.047496 [x TDI]	8.44E-03 0.168866 [x TDI]
Lifetime exposure		3.59E-03	0.07177 [x TDI]	
TDI		5.00E-02		
Oral slope factor		#N/D		
Cancer risk		#N/D		

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	200 [mg/kg dm]
Ground water	357.0447679 [µg/L]
Pore air	0 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	#N/D [µg/m3]
Vapours in inside air	#N/D [µg/m3]
Vapours in outside air	#N/D [µg/m3]
Dust in inside air	0.0084 [µg/m3]
Dust in outside air	0.007 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	#N/D [µg/m3]
Odour threshold	#N/D [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.00024 1 / [µg/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D [-]
Cancer risk of vapours outside air	#N/D [-]
Cancer risk of dust in inside air	2.016E-06 [-]
Cancer risk of dust in outside air	1.68E-06 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	2.828 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	2.34 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	#N/D [µg/L]

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	1.0367	0.4783
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminater	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminatinal	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated t	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminat	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

NÍQUEL
CENÁRIO RESIDENCIAL

8 - TAXA INGESTÃO SOLO

EXPOSURE AT THE SITE	200,000 mg Nickel /kg dm			
Soil use	Residencial			
	ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
Soil ingestion	1	3.33E-05 1.416883	4.44E-04	5.556342
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.60E-07 0.006819	8.75E-07	0.010939
inhalation vapours				
Ingestion of vegetables	1	1.72E-03 73.22449	5.17E-03	64.60914
INSIDE				
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.35E-06 0.057277	5.25E-06	0.065634
Inhalation of vapours				
Ingestion of ground water	1	5.95E-04 25.29453	2.38E-03	29.75794
Ingestion of drinking water				
Showers and bathing from pipes				
Exposure		2.35E-03 0.047052 [x TDI]	8.00E-03	0.159977 [x TDI]
Lifetime exposure		3.48E-03 0.069637 [x TDI]		
TDI		5.00E-02		
Oral slope factor		#N/D		
Cancer risk		#N/D		
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA				
Soil		200 [mg/kg dm]		
Ground water	357.0447679	[µg/L]		
Pore air		0 [mg/m3]		
IN AIR				
Vapours in the crawling space	#N/D	[µg/m3]		
Vapours in inside air	#N/D	[µg/m3]		
Vapours in outside air	#N/D	[µg/m3]		
Dust in inside air	0.0084	[µg/m3]		
Dust in outside air	0.007	[µg/m3]		
EXPOSURE LIMITS FOR AIR				
TCA		1114 [µg/m3]		
MAC	#N/D	[µg/m3]		
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]		
Inhalation slope factor		0.00024 1 / [ug/m3]		
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of dust in inside air		2.016E-06 [-]		
Cancer risk of dust in outside air		1.68E-06 [-]		
OTHER				
Contaminated tubers		2.828 [mg/kg fresh]		
Contaminated leafy vegetables		2.34 [mg/kg fresh]		
Drinking water (permeation)	#N/D	[µg/L]		

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	60	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminate	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

NÍQUEL
CENÁRIO RESIDENCIAL

9 - TAXA DE INGESTÃO DE ÁGUA

EXPOSURE AT THE SITE	200,000 mg Nickel /kg dm			
Soil use	Residencial			
	ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
Soil ingestion	1	5.56E-05	1.870633	8.89E-04 10.52773
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.60E-07	0.005401	8.75E-07 0.010363
inhalation vapours				
Ingestion of vegetables	1	1.72E-03	58.0046	5.17E-03 61.20821
INSIDE				
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.35E-06	0.045372	5.25E-06 0.062179
Inhalation of vapours				
Ingestion of ground water	1	1.19E-03	40.07399	2.38E-03 28.19152
Ingestion of drinking water				
Showers and bathing from pipes				
Exposure		2.97E-03	0.059398 [x TDI]	8.44E-03 0.168866 [x TDI]
Lifetime exposure		4.06E-03	0.081291 [x TDI]	
TDI		5.00E-02		
Oral slope factor		#N/D		
Cancer risk		#N/D		
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA				
Soil		200 [mg/kg dm]		
Ground water	357.0447679	[µg/L]		
Pore air		0 [mg/m3]		
IN AIR				
Vapours in the crawling space	#N/D	[µg/m3]		
Vapours in inside air	#N/D	[µg/m3]		
Vapours in outside air	#N/D	[µg/m3]		
Dust in inside air	0.0084	[µg/m3]		
Dust in outside air	0.007	[µg/m3]		
EXPOSURE LIMITS FOR AIR				
TCA		1114 [µg/m3]		
MAC	#N/D	[µg/m3]		
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]		
Inhalation slope factor	0.00024	1 / [ug/m3]		
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of dust in inside air	2.016E-06	[-]		
Cancer risk of dust in outside air	1.68E-06	[-]		
OTHER				
Contaminated tubers		2.828 [mg/kg fresh]		
Contaminated leafy vegetables		2.34 [mg/kg fresh]		
Drinking water (permeation)	#N/D	[µg/L]		

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminatex	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

NÍQUEL
CENÁRIO RESIDENCIAL

10 - TODOS OS FATORES

EXPOSURE AT THE SITE	200,000 mg Nickel /kg dm			
Soil use	Residencial			
	ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
Soil ingestion	1	2.88E-05	1.130815	4.17E-04 5.558044
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.45E-07	0.005689	4.92E-07 0.006565
inhalation vapours				
Ingestion of vegetables	1	1.49E-03	58.44054	4.85E-03 64.62894
INSIDE				
Dermal application				
Inhalation of particles	1	1.22E-06	0.047791	2.95E-06 0.039393
Inhalation of vapours				
Ingestion of ground water	1	1.03E-03	40.37517	2.23E-03 29.76706
Ingestion of drinking water				
Showers and bathing from pipes				
Exposure		2.55E-03	0.050969 [x TDI]	7.50E-03 0.149933 [x TDI]
Lifetime exposure		3.54E-03	0.070762 [x TDI]	
TDI		5.00E-02		
Oral slope factor		#N/D		
Cancer risk		#N/D		
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA				
Soil		200 [mg/kg dm]		
Ground water	357.0447679	[µg/L]		
Pore air		0 [mg/m3]		
IN AIR				
Vapours in the crawling space	#N/D	[µg/m3]		
Vapours in inside air	#N/D	[µg/m3]		
Vapours in outside air	#N/D	[µg/m3]		
Dust in inside air	0.0084	[µg/m3]		
Dust in outside air	0.007	[µg/m3]		
EXPOSURE LIMITS FOR AIR				
TCA		1114 [µg/m3]		
MAC	#N/D	[µg/m3]		
Odour threshold	#N/D	[µg/m3]		
Inhalation slope factor	0.00024	1 / [ug/m3]		
Cancer risk of vapours in inside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of vapours outside air	#N/D	[-]		
Cancer risk of dust in inside air	2.016E-06	[-]		
Cancer risk of dust in outside air	1.68E-06	[-]		
OTHER				
Contaminated tubers		2.828 [mg/kg fresh]		
Contaminated leafy vegetables		2.34 [mg/kg fresh]		
Drinking water (permeation)	#N/D	[µg/L]		

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	69.4	16
soil ingestion	[mg soil]	60	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	1.0367	0.5446
surface area outside house of bare skin	[m2]	1.0367	0.4783
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	23	9
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.78	0.67
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminatex	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

1 - CONDIÇÕES GERAIS

SOIL	
Humus	1.5 [%]
Clay	40 [%]
CHEMICAL	
CONTAMINATION	
Soil	0.600000024 [mg/kg dm]
Ground water/pore water	[µg/L]
Pore air	[µg/m3]
SIZE	
Length	10 [m]
Width	10 [m]
Depth	1.5 [m -gl]
EXPOSURE SCENARIO	Agrícola
CRAWLING SPACE	
Crawling space	FALSO [1=yes/0=no]
Height	0.5 [m]
Surface area	50 [m2]
FLOOR	
Concrete or wooden	VERDADEIRO [1=concrete/0=wooden]
Thickness	0.100000001 [m]
Height above floor	2 [m]
Surface area floor	50 [m2]
VENTILATION	
Ventilation rate	1.25 [/hour]
OTHER	
Conduit pipes	VERDADEIRO [1=plastic/0=metal]
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA	
Crawling space or cellar	[µg/m3]
Inside air	[µg/m3]
Outside air	[µg/m3]
Tubers	[mg/kg fresh]
Leafy vegetables	[mg/kg fresh]
Drinking water from conduit pipes	[µg/L]

Benzeno
Cenário Agrícola

2- CONDIÇÕES CETESB

EXPOSURE AT THE SITE	0,6000 mg Benzene /kg dm				
Soil use	Agrícola				
	ADULTS		CHILDREN		
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]		
Soil ingestion	1 1.25E-06	0	6.00E-06	0	
Dermal application	1 2.53E-07	0	5.88E-07	0	
Inhalation of particles	1 2.41E-09	0	3.94E-09	0	
inhalation vapours	1 2.04E-05	0	6.73E-05	1	
Ingestion of vegetables	1 9.50E-04	20	2.85E-03	23	
INSIDE					
Dermal application	1 1.73E-08	0	5.16E-08	0	
Inhalation of particles	1 4.04E-09	0	1.42E-08	0	
Inhalation of vapours	1 1.36E-03	29	4.77E-03	39	
Ingestion of ground water	1 2.29E-03	49	4.58E-03	37	
Ingestion of drinking water	1 2.07E-05	0	4.14E-05	0	
Showers and bathing from pipes	1 1.55E-05	0	4.05E-05	0	
Exposure	4.66E-03	1 [x TDI]	1.24E-02	3 [x TDI]	
Lifetime exposure	5.38E-03	1 [x TDI]			
TDI	4.30E-03				
Oral slope factor	2.90E-02				
Cancer risk	1.56E-04				

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	0.600000024 [mg/kg dm]
Ground water	687.7354967 [µg/L]
Pore air	123.0075847 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	209.0684658 [µg/m3]
Vapours in inside air	6.358449234 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.269096618 [µg/m3]
Dust in inside air	2.52E-05 [µg/m3]
Dust in outside air	2.1E-05 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	5.27737E-05 [-]
Cancer risk of vapours outside air	2.2335E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	2.0916E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	1.743E-10 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	0.882456373 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.541840709 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.62106442 [µg/L]

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	150	300
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.09	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	58	6

Benzeno
Cenário Agrícola

3 - PESO CORPÓREO

EXPOSURE AT THE SITE	0,6000 mg Benzene /kg dm				
Soil use	Agrícola				
	ADULTS		CHILDREN		
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]		
Soil ingestion	1 1.19E-06	0	5.63E-06	0	
Dermal application	1 2.41E-07	0	5.51E-07	0	
Inhalation of particles	1 2.29E-09	0	3.69E-09	0	
inhalation vapours	1 1.94E-05	0	6.31E-05	1	
Ingestion of vegetables	1 9.04E-04	20	2.67E-03	23	
INSIDE					
Dermal application	1 1.65E-08	0	4.84E-08	0	
Inhalation of particles	1 3.85E-09	0	1.33E-08	0	
Inhalation of vapours	1 1.30E-03	29	4.47E-03	39	
Ingestion of ground water	1 2.18E-03	49	4.30E-03	37	
Ingestion of drinking water	1 1.97E-05	0	3.88E-05	0	
Showers and bathing from pipes	1 1.48E-05	0	3.80E-05	0	
Exposure	4.44E-03	1 [x TDI]	1.16E-02	3 [x TDI]	
Lifetime exposure	5.11E-03	1 [x TDI]			
TDI	4.30E-03				
Oral slope factor	2.90E-02				
Cancer risk	1.48E-04				

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	0.600000024 [mg/kg dm]
Ground water	687.7354967 [µg/L]
Pore air	123.0075847 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	209.0684658 [µg/m3]
Vapours in inside air	6.358449234 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.269096618 [µg/m3]
Dust in inside air	2.52E-05 [µg/m3]
Dust in outside air	2.1E-05 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	5.27737E-05 [-]
Cancer risk of vapours outside air	2.2335E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	2.0916E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	1.743E-10 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	0.882456373 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.541840709 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.62106442 [µg/L]

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	63	16
soil ingestion	[mg soil]	150	300
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.09	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	58	6

Benzeno
Cenário Agrícola

4 - TAXA DE INALAÇÃO

EXPOSURE AT THE SITE	0,6000 mg Benzene /kg dm				
Soil use	Agrícola				
	ADULTS		CHILDREN		
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]		
Soil ingestion	1 1.25E-06	0	6.00E-06	0	
Dermal application	1 2.53E-07	0	5.88E-07	0	
Inhalation of particles	1 2.30E-09	0	2.36E-09	0	
inhalation vapours	1 1.95E-05	0	4.04E-05	0	
Ingestion of vegetables	1 9.50E-04	21	2.85E-03	27	
INSIDE					
Dermal application	1 1.73E-08	0	5.16E-08	0	
Inhalation of particles	1 3.86E-09	0	8.51E-09	0	
Inhalation of vapours	1 1.30E-03	28	2.86E-03	27	
Ingestion of ground water	1 2.29E-03	50	4.58E-03	44	
Ingestion of drinking water	1 2.07E-05	0	4.14E-05	0	
Showers and bathing from pipes	1 1.50E-05	0	2.81E-05	0	
Exposure	4.60E-03	1 [x TDI]	1.04E-02	2 [x TDI]	
Lifetime exposure	5.14E-03	1 [x TDI]			
TDI	4.30E-03				
Oral slope factor	2.90E-02				
Cancer risk	1.49E-04				

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	0.600000024 [mg/kg dm]
Ground water	687.7354967 [µg/L]
Pore air	123.0075847 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	209.0684658 [µg/m3]
Vapours in inside air	6.358449234 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.269096618 [µg/m3]
Dust in inside air	2.52E-05 [µg/m3]
Dust in outside air	2.1E-05 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	5.27737E-05 [-]
Cancer risk of vapours outside air	2.2335E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	2.0916E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	1.743E-10 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	0.882456373 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.541840709 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.62106442 [µg/L]

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	150	300
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.09	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	21	9
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	58	6

Benzeno
Cenário Agrícola

5 - SUPERFÍCIE CORPÓREA TOTAL

EXPOSURE AT THE SITE	0,6000 mg Benzene /kg dm				
Soil use	Agrícola				
	ADULTS		CHILDREN		
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]		
Soil ingestion	1 1.25E-06	0	6.00E-06	0	
Dermal application	1 2.53E-07	0	5.88E-07	0	
Inhalation of particles	1 2.41E-09	0	3.94E-09	0	
inhalation vapours	1 2.04E-05	0	6.73E-05	1	
Ingestion of vegetables	1 9.50E-04	20	2.85E-03	23	
INSIDE					
Dermal application	1 1.73E-08	0	5.16E-08	0	
Inhalation of particles	1 4.04E-09	0	1.42E-08	0	
Inhalation of vapours	1 1.36E-03	29	4.77E-03	39	
Ingestion of ground water	1 2.29E-03	49	4.58E-03	37	
Ingestion of drinking water	1 2.07E-05	0	4.14E-05	0	
Showers and bathing from pipes	1 1.56E-05	0	3.77E-05	0	
Exposure	4.66E-03	1 [x TDI]	1.24E-02	3	
Lifetime exposure	5.38E-03	1 [x TDI]			
TDI	4.30E-03				
Oral slope factor	2.90E-02				
Cancer risk	1.56E-04				

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	0.600000024 [mg/kg dm]
Ground water	687.7354967 [µg/L]
Pore air	123.0075847 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	209.0684658 [µg/m3]
Vapours in inside air	6.358449234 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.269096618 [µg/m3]
Dust in inside air	2.52E-05 [µg/m3]
Dust in outside air	2.1E-05 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	5.27737E-05 [-]
Cancer risk of vapours outside air	2.2335E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	2.0916E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	1.743E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	0.882456373 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.541840709 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.62106442 [µg/L]

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	150	300
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.09	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.69	0.67
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	58	6

Benzeno
Cenário Agrícola

6- SUPERFÍCIE CORPÓREA AINTERNO

EXPOSURE AT THE SITE	0,6000 mg Benzene /kg dm				
Soil use	Agrícola				
	ADULTS		CHILDREN		
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]		
Soil ingestion	1 1.25E-06	0	6.00E-06	0	
Dermal application	1 2.53E-07	0	5.88E-07	0	
Inhalation of particles	1 2.41E-09	0	3.94E-09	0	
inhalation vapours	1 2.04E-05	0	6.73E-05	1	
Ingestion of vegetables	1 9.50E-04	20	2.85E-03	23	
INSIDE					
Dermal application	1 2.00E-08	0	7.15E-08	0	
Inhalation of particles	1 4.04E-09	0	1.42E-08	0	
Inhalation of vapours	1 1.36E-03	29	4.77E-03	39	
Ingestion of ground water	1 2.29E-03	49	4.58E-03	37	
Ingestion of drinking water	1 2.07E-05	0	4.14E-05	0	
Showers and bathing from pipes	1 1.55E-05	0	4.05E-05	0	
Exposure	4.66E-03	1 [x TDI]	1.24E-02	3	
Lifetime exposure	5.38E-03	1 [x TDI]			
TDI	4.30E-03				
Oral slope factor	2.90E-02				
Cancer risk	1.56E-04				

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	0.600000024 [mg/kg dm]
Ground water	687.7354967 [µg/L]
Pore air	123.0075847 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	209.0684658 [µg/m3]
Vapours in inside air	6.358449234 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.269096618 [µg/m3]
Dust in inside air	2.52E-05 [µg/m3]
Dust in outside air	2.1E-05 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	5.27737E-05 [-]
Cancer risk of vapours outside air	2.2335E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	2.0916E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	1.743E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	0.882456373 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.541840709 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.62106442 [µg/L]

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	150	300
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.991	0.4434
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.09	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	58	6

Benzeno
Cenário Agrícola

7 - SUPERFÍCIE CORPÓREA AMB EXTERNO

EXPOSURE AT THE SITE	0,6000 mg Benzene /kg dm				
Soil use	Agrícola				
	ADULTS		CHILDREN		
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]		
Soil ingestion	1 1.25E-06	0	6.00E-06	0	
Dermal application	1 1.53E-06	0	8.78E-07	0	
Inhalation of particles	1 2.41E-09	0	3.94E-09	0	
inhalation vapours	1 2.04E-05	0	6.73E-05	1	
Ingestion of vegetables	1 9.50E-04	20	2.85E-03	23	
INSIDE					
Dermal application	1 1.73E-08	0	5.16E-08	0	
Inhalation of particles	1 4.04E-09	0	1.42E-08	0	
Inhalation of vapours	1 1.36E-03	29	4.77E-03	39	
Ingestion of ground water	1 2.29E-03	49	4.58E-03	37	
Ingestion of drinking water	1 2.07E-05	0	4.14E-05	0	
Showers and bathing from pipes	1 1.55E-05	0	4.05E-05	0	
Exposure	4.66E-03	1 [x TDI]	1.24E-02	3	
Lifetime exposure	5.38E-03	1 [x TDI]			
TDI	4.30E-03				
Oral slope factor	2.90E-02				
Cancer risk	1.56E-04				

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	0.600000024 [mg/kg dm]
Ground water	687.7354967 [µg/L]
Pore air	123.0075847 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	209.0684658 [µg/m3]
Vapours in inside air	6.358449234 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.269096618 [µg/m3]
Dust in inside air	2.52E-05 [µg/m3]
Dust in outside air	2.1E-05 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	5.27737E-05 [-]
Cancer risk of vapours outside air	2.2335E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	2.0916E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	1.743E-10 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	0.882456373 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.541840709 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.62106442 [µg/L]

[Agrícola](#) [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	150	300
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.545	0.4783
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	58	6

Benzeno
Cenário Agrícola

8 - TAXA INGESTÃO DE SOLO

EXPOSURE AT THE SITE

		0,6000 mg Benzene /kg dm			
Soil use		Agrícola			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	5.8E-07	0	2.0E-06	0
Dermal application	1	2.5E-07	0	5.9E-07	0
Inhalation of particles	1	2.4E-09	0	3.9E-09	0
inhalation vapours	1	2.0E-05	0	6.7E-05	1
Ingestion of vegetables	1	9.5E-04	20	2.8E-03	23
INSIDE					
Dermal application	1	1.7E-08	0	5.2E-08	0
Inhalation of particles	1	4.0E-09	0	1.4E-08	0
Inhalation of vapours	1	1.4E-03	29	4.8E-03	39
Ingestion of ground water	1	2.3E-03	49	4.6E-03	37
Ingestion of drinking water	1	2.1E-05	0	4.1E-05	0
Showers and bathing from pipes	1	1.6E-05	0	4.1E-05	0
Exposure		4.7E-03	1.08 [x TDI]	1.2E-02	2.87
Lifetime exposure		5.4E-03	1.25 [x TDI]		
TDI		4.3E-03			
Oral slope factor		2.9E-02			
Cancer risk		1.56E-04			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	0.6000 [mg/kg dm]
Ground water	687.74 [µg/L]
Pore air	123.0 [mg/m3]
<u>IN AIR</u>	
Vapours in the crawling space	209 [µg/m3]
Vapours in inside air	6 [µg/m3]
Vapours in outside air	0 [µg/m3]
Dust in inside air	2.5E-05 [µg/m3]
Dust in outside air	2.1E-05 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	8.3E-06 1 / [µg/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	5E-05 [-]
Cancer risk of vapours outside air	2E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	2E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	2E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	8.82E-01 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	5.42E-01 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	1 [µg/L]

Agrícola

[Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	70	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.09	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	58	6

Benzeno
Cenário Agrícola

9 - PERÍODO DE EXPOSIÇÃO

EXPOSURE AT THE SITE	0,6000 mg Benzene /kg dm				
Soil use	Agrícola				
	ADULTS		CHILDREN		
OUTSIDE	[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]		
Soil ingestion	1 1.25E-06	0	6.00E-06	0	
Dermal application	1 2.53E-07	0	5.88E-07	0	
Inhalation of particles	1 2.41E-09	0	3.94E-09	0	
inhalation vapours	1 2.04E-05	0	6.73E-05	1	
Ingestion of vegetables	1 9.50E-04	20	2.85E-03	23	
INSIDE					
Dermal application	1 1.73E-08	0	5.16E-08	0	
Inhalation of particles	1 4.04E-09	0	1.42E-08	0	
Inhalation of vapours	1 1.36E-03	29	4.77E-03	39	
Ingestion of ground water	1 2.29E-03	49	4.58E-03	37	
Ingestion of drinking water	1 2.07E-05	0	4.14E-05	0	
Showers and bathing from pipes	1 1.55E-05	0	4.05E-05	0	
Exposure	4.66E-03	1 [x TDI]	1.24E-02	3	
Lifetime exposure	5.33E-03	1 [x TDI]			
TDI	4.30E-03				
Oral slope factor	2.90E-02				
Cancer risk	1.55E-04				

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	0.600000024 [mg/kg dm]
Ground water	687.7354967 [µg/L]
Pore air	123.0075847 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	209.0684658 [µg/m3]
Vapours in inside air	6.358449234 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.269096618 [µg/m3]
Dust in inside air	2.52E-05 [µg/m3]
Dust in outside air	2.1E-05 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	5.27737E-05 [-]
Cancer risk of vapours outside air	2.2335E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	2.0916E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	1.743E-10 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	0.882456373 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.541840709 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.62106442 [µg/L]

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	150	300
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.09	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	62.8	6

Benzeno
Cenário Agrícola

10 - TODOS OS FATORES JUNTOS

EXPOSURE AT THE SITE		0,6000 mg Benzene /kg dm			
Soil use		Agrícola			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day] [%]		[mg/kg.day] [%]	
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	5.56E-07	0	1.88E-06	0
Dermal application	1	1.46E-06	0	8.23E-07	0
Inhalation of particles	1	2.19E-09	0	2.21E-09	0
inhalation vapours	1	1.86E-05	0	3.78E-05	0
Ingestion of vegetables	1	9.04E-04	21	2.67E-03	27
INSIDE					
Dermal application	1	1.90E-08	0	6.70E-08	0
Inhalation of particles	1	3.68E-09	0	7.97E-09	0
Inhalation of vapours	1	1.24E-03	28	2.68E-03	27
Ingestion of ground water	1	2.18E-03	50	4.30E-03	44
Ingestion of drinking water	1	1.97E-05	0	3.88E-05	0
Showers and bathing from pipes	1	1.44E-05	0	2.37E-05	0
Exposure		4.38E-03	1 [x TDI]	9.75E-03	2
Lifetime exposure		4.85E-03	1 [x TDI]		
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		1.41E-04			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	0.600000024 [mg/kg dm]
Ground water	687.7354967 [µg/L]
Pore air	123.0075847 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	209.0684658 [µg/m3]
Vapours in inside air	6.358449234 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.269096618 [µg/m3]
Dust in inside air	2.52E-05 [µg/m3]
Dust in outside air	2.1E-05 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [µg/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	5.27737E-05 [-]
Cancer risk of vapours outside air	2.2335E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	2.0916E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	1.743E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	0.882456373 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	0.541840709 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	0.62106442 [µg/L]

Agrícola [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	63	16
soil ingestion	[mg soil]	70	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.991	0.4434
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.545	0.4783
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	21	9
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.04	0.03
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.69	0.67
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	6	6
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	10	6
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	62.8	6

BENZENO
CENÁRIO RESIDENCIAL

1 - DADOS GERAIS

SOIL	
Humus	1.5 [%]
Clay	40 [%]
CHEMICAL	Benzene
CONTAMINATION	
Soil	1.5 [mg/kg dm]
Ground water/pore water	[µg/L]
Pore air	[µg/m3]
SIZE	
Length	10 [m]
Width	10 [m]
Depth	1.5 [m -gl]
EXPOSURE SCENARIO	Residencial
CRAWLING SPACE	
Crawling space	FALSO [1=yes/0=no]
Height	0.5 [m]
Surface area	50 [m2]
FLOOR	
Concrete or wooden	VERDADEIRO [1=concrete/0=wooden]
Thickness	0.10000001 [m]
Height above floor	2 [m]
Surface area floor	50 [m2]
VENTILATION	
Ventilation rate	1.25 [/hour]
OTHER	
Conduit pipes	VERDADEIRO [1=plastic/0=metal]
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA	
Crawling space or cellar	[µg/m3]
Inside air	[µg/m3]
Outside air	[µg/m3]
Tubers	[mg/kg fresh]
Leafy vegetables	[mg/kg fresh]
Drinking water from conduit pipes	[µg/L]

BENZENO
CENÁRIO RESIDENCIAL

2 - DADOS CETESB

EXPOSURE AT THE SITE		1,5000 mg Benzene /kg dm		
Soil use		Residencial		
		ADULTS		CHILDREN
		[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day] [%]
OUTSIDE				
Soil ingestion	1	4.17E-07	0	6.67E-06 0
Dermal application	1	1.21E-06	0	9.79E-07 0
Inhalation of particles	1	1.20E-09	0	6.56E-09 0
inhalation vapours	1	1.02E-05	0	1.12E-04 0
Ingestion of vegetables	1	1.19E-03	16	3.56E-03 12
INSIDE				
Dermal application	1	4.33E-08	0	1.72E-07 0
Inhalation of particles	1	1.01E-08	0	3.94E-08 0
Inhalation of vapours	1	3.40E-03	45	1.32E-02 46
Ingestion of ground water	1	2.87E-03	38	1.15E-02 40
Ingestion of drinking water	1	2.59E-05	0	1.04E-04 0
Showers and bathing from pipes	1	3.88E-05	1	1.01E-04 0
Exposure		7.53E-03	2 [x TDI]	2.86E-02 7 [x TDI]
Lifetime exposure		1.17E-02	3 [x TDI]	
TDI		4.30E-03		
Oral slope factor		2.90E-02		
Cancer risk		3.40E-04		
				3.41E-04
CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA				
Soil		1.5 [mg/kg dm]		
Ground water	1719.338673	[µg/L]		
Pore air	307.5189495	[mg/m3]		
IN AIR				
Vapours in the crawling space	522.6711436	[µg/m3]		
Vapours in inside air	15.89612245	[µg/m3]		
Vapours in outside air	0.672741519	[µg/m3]		
Dust in inside air	0.000063	[µg/m3]		
Dust in outside air	0.0000525	[µg/m3]		
EXPOSURE LIMITS FOR AIR				
TCA	1114	[µg/m3]		
MAC	30000	[µg/m3]		
Odour threshold	500	[µg/m3]		
Inhalation slope factor	0.0000083	1 / [ug/m3]		
Cancer risk of vapours in inside air	0.000131929	[-]		
Cancer risk of vapours outside air	5.58374E-06	[-]		
Cancer risk of dust in inside air	5.229E-10	[-]		
Cancer risk of dust in outside air	4.3575E-10	[-]		
OTHER				
Contaminated tubers	2.206140845	[mg/kg fresh]		
Contaminated leafy vegetables	1.35460172	[mg/kg fresh]		
Drinking water (permeation)	1.552660988	[µg/L]		
Residencial	[Scenario title]			
EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD	
body weight	[kg]	60	15	
soil ingestion	[mg soil]	100	200	
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32	
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32	
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056	
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51	
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01	
breathing volume	[m3/d]	22	15	
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015	
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015	
consumption of water	[L/d]	1	1	
surface area body	[m2]	1.66	0.95	
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52	
days of school or work period per week	[days/week]	7	7	
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12	
inside house per working day at contaminatec	[hours/day]	6	8	
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	4	
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4	
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4	
years at contaminated site	[year]	24	6	

BENZENO
CENÁRIO RESIDENCIAL

3 - PESO CORPÓREO

EXPOSURE AT THE SITE	1,5000 mg Benzene /kg dm				
Soil use	Residencial				
	ADULTS			CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day]	[%]		[mg/kg.day]	[%]
Soil ingestion	1	3.60E-07	0	6.25E-06	0
Dermal application	1	1.05E-06	0	9.18E-07	0
Inhalation of particles	1	1.04E-09	0	6.15E-09	0
inhalation vapours	1	8.83E-06	0	1.05E-04	0
Ingestion of vegetables	1	1.03E-03	16	3.34E-03	12
INSIDE					
Dermal application	1	3.75E-08	0	1.61E-07	0
Inhalation of particles	1	8.74E-09	0	3.69E-08	0
Inhalation of vapours	1	2.94E-03	45	1.24E-02	46
Ingestion of ground water	1	2.48E-03	38	1.07E-02	40
Ingestion of drinking water	1	2.24E-05	0	9.70E-05	0
Showers and bathing from pipes	1	3.35E-05	1	9.49E-05	0
Exposure		6.51E-03	2 [x TDI]	2.68E-02	6 [x TDI]
Lifetime exposure		1.06E-02	2 [x TDI]		
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		3.06E-04		3.06E-04	

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	1.5 [mg/kg dm]
Ground water	1719.338673 [µg/L]
Pore air	307.5189495 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	522.6711436 [µg/m3]
Vapours in inside air	15.89612245 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.672741519 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000063 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0000525 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000131929 [-]
Cancer risk of vapours outside air	5.58374E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	5.229E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	4.3575E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	2.206140845 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	1.35460172 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	1.552660988 [µg/L]

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	69.4	16
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

BENZENO
CENÁRIO RESIDENCIAL

4 - TAXA DE INALAÇÃO

EXPOSURE AT THE SITE		1,5000 mg Benzene /kg dm			
Soil use		Residencial			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	4.17E-07	0	6.67E-06	0
Dermal application	1	1.21E-06	0	9.79E-07	0
Inhalation of particles	1	1.26E-09	0	3.94E-09	0
inhalation vapours	1	1.07E-05	0	6.73E-05	0
Ingestion of vegetables	1	1.19E-03	15	3.56E-03	15
INSIDE					
Dermal application	1	4.33E-08	0	1.72E-07	0
Inhalation of particles	1	1.06E-08	0	2.36E-08	0
Inhalation of vapours	1	3.55E-03	46	7.95E-03	34
Ingestion of ground water	1	2.87E-03	37	1.15E-02	49
Ingestion of drinking water	1	2.59E-05	0	1.04E-04	0
Showers and bathing from pipes	1	4.01E-05	1	7.02E-05	0
Exposure		7.69E-03	2 [x TDI]	2.32E-02	5 [x TDI]
Lifetime exposure		1.08E-02	3 [x TDI]		
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		3.13E-04		3.13E-04	

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	1.5 [mg/kg dm]
Ground water	1719.338673 [µg/L]
Pore air	307.5189495 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	522.6711436 [µg/m3]
Vapours in inside air	15.89612245 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.672741519 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000063 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0000525 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000131929 [-]
Cancer risk of vapours outside air	5.58374E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	5.229E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	4.3575E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	2.206140845 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	1.35460172 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	1.552660988 [µg/L]

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	23	9
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year		52	52
days of school or work period per week		7	7
sleeping inside house at contaminated site		8	12
inside house per working day at contaminated		6	8
outside house per working day at contaminat		2	4
inside house on a weekend at contaminated s		8	4
outside house on a weekend at contaminate		4	4
years at contaminated site		24	6

BENZENO
CENÁRIO RESIDENCIAL

5 - SUPERFÍCIE CORPÓREA TOTAL

EXPOSURE AT THE SITE		1,5000 mg Benzene /kg dm			
Soil use		Residencial			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	4.17E-07	0	6.67E-06	0
Dermal application	1	1.21E-06	0	9.79E-07	0
Inhalation of particles	1	1.20E-09	0	6.56E-09	0
inhalation vapours	1	1.02E-05	0	1.12E-04	0
Ingestion of vegetables	1	1.19E-03	16	3.56E-03	12
INSIDE					
Dermal application	1	4.33E-08	0	1.72E-07	0
Inhalation of particles	1	1.01E-08	0	3.94E-08	0
Inhalation of vapours	1	3.40E-03	45	1.32E-02	46
Ingestion of ground water	1	2.87E-03	38	1.15E-02	40
Ingestion of drinking water	1	2.59E-05	0	1.04E-04	0
Showers and bathing from pipes	1	3.95E-05	1	9.43E-05	0
Exposure		7.53E-03	2 [x TDI]	2.86E-02	7 [x TDI]
Lifetime exposure		1.17E-02	3 [x TDI]		
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		3.40E-04		3.40E-04	

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	1.5 [mg/kg dm]
Ground water	1719.338673 [µg/L]
Pore air	307.5189495 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	522.6711436 [µg/m3]
Vapours in inside air	15.89612245 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.672741519 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000063 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0000525 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000131929 [-]
Cancer risk of vapours outside air	5.58374E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	5.229E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	4.3575E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	2.206140845 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	1.35460172 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	1.552660988 [µg/L]

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.78	0.67
weeks at contaminated site per year		52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

BENZENO
CENÁRIO RESIDENCIAL

6 - SUPERFÍCIE CORPÓREA - AMBIENTE INTERNO

EXPOSURE AT THE SITE	1,5000 mg Benzene /kg dm				
Soil use	Residencial				
	ADULTS			CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day]	[%]		[mg/kg.day]	[%]
Soil ingestion	1	4.17E-07	0	6.67E-06	0
Dermal application	1	1.21E-06	0	9.79E-07	0
Inhalation of particles	1	1.20E-09	0	6.56E-09	0
inhalation vapours	1	1.02E-05	0	1.12E-04	0
Ingestion of vegetables	1	1.19E-03	16	3.56E-03	12
INSIDE					
Dermal application	1	5.22E-08	0	2.93E-07	0
Inhalation of particles	1	1.01E-08	0	3.94E-08	0
Inhalation of vapours	1	3.40E-03	45	1.32E-02	46
Ingestion of ground water	1	2.87E-03	38	1.15E-02	40
Ingestion of drinking water	1	2.59E-05	0	1.04E-04	0
Showers and bathing from pipes	1	3.88E-05	1	1.01E-04	0
Exposure		7.53E-03	2 [x TDI]	2.86E-02	7 [x TDI]
Lifetime exposure		1.17E-02	3 [x TDI]		
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		3.40E-04		3.41E-04	

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	1.5 [mg/kg dm]
Ground water	1719.338673 [µg/L]
Pore air	307.5189495 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	522.6711436 [µg/m3]
Vapours in inside air	15.89612245 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.672741519 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000063 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0000525 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000131929 [-]
Cancer risk of vapours outside air	5.58374E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	5.229E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	4.3575E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	2.206140845 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	1.35460172 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	1.552660988 [µg/L]

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	1.0367	0.5446
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

BENZENO
CENÁRIO RESIDENCIAL

7 - SUPERFÍCIE CORPÓREA - AMBIENTE EXTERNO

EXPOSURE AT THE SITE
Soil use

1,5000 mg Benzene /kg dm
Residencial

	ADULTS			CHILDREN		
	[mg/kg.day]	[%]		[mg/kg.day]	[%]	
OUTSIDE						
Soil ingestion	1	4.17E-07	0	6.67E-06		0
Dermal application	1	1.46E-06	0	1.46E-06		0
Inhalation of particles	1	1.20E-09	0	6.56E-09		0
inhalation vapours	1	1.02E-05	0	1.12E-04		0
Ingestion of vegetables	1	1.19E-03	16	3.56E-03		12
INSIDE						
Dermal application	1	4.33E-08	0	1.72E-07		0
Inhalation of particles	1	1.01E-08	0	3.94E-08		0
Inhalation of vapours	1	3.40E-03	45	1.32E-02		46
Ingestion of ground water	1	2.87E-03	38	1.15E-02		40
Ingestion of drinking water	1	2.59E-05	0	1.04E-04		0
Showers and bathing from pipes	1	3.88E-05	1	1.01E-04		0
Exposure		7.53E-03	2 [x TDI]	2.86E-02		7 [x TDI]
Lifetime exposure		1.17E-02	3 [x TDI]			
TDI		4.30E-03				
Oral slope factor		2.90E-02				
Cancer risk		3.40E-04		3.41E-04		

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	1.5 [mg/kg dm]
Ground water	1719.338673 [µg/L]
Pore air	307.5189495 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	522.6711436 [µg/m3]
Vapours in inside air	15.89612245 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.672741519 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000063 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0000525 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000131929 [-]
Cancer risk of vapours outside air	5.58374E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	5.229E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	4.3575E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	2.206140845 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	1.35460172 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	1.552660988 [µg/L]

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	1.0367	0.4783
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

BENZENO
CENÁRIO RESIDENCIAL

8 - TAXA DE INGESTÃO DE SOLO

EXPOSURE AT THE SITE		1,5000 mg Benzene /kg dm			
Soil use		Residencial			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	2.50E-07	0	3.33E-06	0
Dermal application	1	1.21E-06	0	9.79E-07	0
Inhalation of particles	1	1.20E-09	0	6.56E-09	0
inhalation vapours	1	1.02E-05	0	1.12E-04	0
Ingestion of vegetables	1	1.19E-03	16	3.56E-03	12
INSIDE					
Dermal application	1	4.33E-08	0	1.72E-07	0
Inhalation of particles	1	1.01E-08	0	3.94E-08	0
Inhalation of vapours	1	3.40E-03	45	1.32E-02	46
Ingestion of ground water	1	2.87E-03	38	1.15E-02	40
Ingestion of drinking water	1	2.59E-05	0	1.04E-04	0
Showers and bathing from pipes	1	3.88E-05	1	1.01E-04	0
Exposure		7.53E-03	2 [x TDI]	2.86E-02	7 [x TDI]
Lifetime exposure		1.17E-02	3 [x TDI]		
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		3.40E-04		3.40E-04	

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	1.5 [mg/kg dm]
Ground water	1719.338673 [µg/L]
Pore air	307.5189495 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	522.6711436 [µg/m3]
Vapours in inside air	15.89612245 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.672741519 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000063 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0000525 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000131929 [-]
Cancer risk of vapours outside air	5.58374E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	5.229E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	4.3575E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	2.206140845 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	1.35460172 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	1.552660988 [µg/L]

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	60	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	1	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year		52	52
days of school or work period per week		7	7
sleeping inside house at contaminated site		8	12
inside house per working day at contaminated		6	8
outside house per working day at contaminat		2	4
inside house on a weekend at contaminated s		8	4
outside house on a weekend at contaminate		4	4
years at contaminated site		24	6

BENZENO
CENÁRIO RESIDENCIAL

9 - TAXA INGESTÃO DE AGUA

EXPOSURE AT THE SITE	1,5000 mg Benzene /kg dm				
Soil use	Residencial				
	ADULTS			CHILDREN	
OUTSIDE	[mg/kg.day]	[%]		[mg/kg.day]	[%]
Soil ingestion	1	4.17E-07	0	6.67E-06	0
Dermal application	1	1.21E-06	0	9.79E-07	0
Inhalation of particles	1	1.20E-09	0	6.56E-09	0
inhalation vapours	1	1.02E-05	0	1.12E-04	0
Ingestion of vegetables	1	1.19E-03	11	3.56E-03	12
INSIDE					
Dermal application	1	4.33E-08	0	1.72E-07	0
Inhalation of particles	1	1.01E-08	0	3.94E-08	0
Inhalation of vapours	1	3.40E-03	33	1.32E-02	46
Ingestion of ground water	1	5.73E-03	55	1.15E-02	40
Ingestion of drinking water	1	5.18E-05	0	1.04E-04	0
Showers and bathing from pipes	1	3.88E-05	0	1.01E-04	0
Exposure		1.04E-02	2 [x TDI]	2.86E-02	7 [x TDI]
Lifetime exposure		1.41E-02	3 [x TDI]		
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		4.08E-04		4.08E-04	

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	1.5 [mg/kg dm]
Ground water	1719.338673 [µg/L]
Pore air	307.5189495 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	522.6711436 [µg/m3]
Vapours in inside air	15.89612245 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.672741519 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000063 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0000525 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000131929 [-]
Cancer risk of vapours outside air	5.58374E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	5.229E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	4.3575E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	2.206140845 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	1.35460172 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	1.552660988 [µg/L]

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	100	200
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.86	0.32
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

10 - PERÍODO DE EXPOSIÇÃO

IGUAL A CETESB (2001)

BENZENO
CENÁRIO RESIDENCIAL

11 - TODOS OS FATORES

EXPOSURE AT THE SITE		1,5000 mg Benzene /kg dm			
Soil use		Residencial			
		ADULTS		CHILDREN	
OUTSIDE		[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
Soil ingestion	1	2.16E-07	0	3.13E-06	0
Dermal application	1	1.26E-06	0	1.37E-06	0
Inhalation of particles	1	1.09E-09	0	3.69E-09	0
inhalation vapours	1	9.23E-06	0	6.31E-05	0
Ingestion of vegetables	1	1.03E-03	11	3.34E-03	15
INSIDE					
Dermal application	1	4.52E-08	0	2.74E-07	0
Inhalation of particles	1	9.13E-09	0	2.21E-08	0
Inhalation of vapours	1	3.07E-03	34	7.45E-03	34
Ingestion of ground water	1	4.95E-03	54	1.07E-02	49
Ingestion of drinking water	1	4.47E-05	0	9.70E-05	0
Showers and bathing from pipes	1	3.53E-05	0	5.93E-05	0
Exposure		9.14E-03	2 [x TDI]	2.18E-02	5 [x TDI]
Lifetime exposure		1.17E-02	3 [x TDI]		
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		3.38E-04		3.38E-04	

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	1.5 [mg/kg dm]
Ground water	1719.338673 [µg/L]
Pore air	307.5189495 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	522.6711436 [µg/m3]
Vapours in inside air	15.89612245 [µg/m3]
Vapours in outside air	0.672741519 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000063 [µg/m3]
Dust in outside air	0.0000525 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000131929 [-]
Cancer risk of vapours outside air	5.58374E-06 [-]
Cancer risk of dust in inside air	5.229E-10 [-]
Cancer risk of dust in outside air	4.3575E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	2.206140845 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	1.35460172 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	1.552660988 [µg/L]

Residencial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	69.4	16
soil ingestion	[mg soil]	60	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	1.0367	0.5446
surface area outside house of bare skin	[m2]	1.0367	0.4783
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	23	9
consumption tubers from contaminated garde	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption leafy vegetables and fruits from	[kg fresh/d]	0.02	0.015
consumption of water	[L/d]	2	1
surface area body	[m2]	1.78	0.67
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	52	52
days of school or work period per week	[days/week]	7	7
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	8	12
inside house per working day at contaminated	[hours/day]	6	8
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	4
inside house on a weekend at contaminated s	[hours/day]	8	4
outside house on a weekend at contaminate	[hours/day]	4	4
years at contaminated site	[year]	24	6

BENZENO
CENÁRIO INDUSTRIAL

1 - DADOS GERAIS

SOIL

Humus 1.5 [%]
Clay 40 [%]

CHEMICAL

Benzene

CONTAMINATION

Soil 3 [mg/kg dm]
Ground water/pore water [µg/L]
Pore air [µg/m3]

SIZE

Length 10 [m]
Width 10 [m]
Depth 1.5 [m -gl]

EXPOSURE SCENARIO

Industrial

CRAWLING SPACE

Crawling space FALSO [1=yes/0=no]
Heigth 0.5 [m]
Surface area 50 [m2]

FLOOR

Concrete or wooden VERDADEIRO [1=concrete/0=wooden]
Thickness 0.10 [m]
Heigth above floor 2.5 [m]
Surface area floor 200 [m2]

VENTILATION

Ventilation rate 1.25 [/hour]

OTHER

Conduit pipes VERDADEIRO [1=plastic/0=metal]

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Crawling space or cellar [µg/m3]
Inside air [µg/m3]
Outside air [µg/m3]
Tubers [mg/kg fresh]
Leafy vegetables [mg/kg fresh]
Drinking water from conduit pipes [µg/L]

BENZENO
CENÁRIO INDUSTRIAL

3 - PESO CORPÓREO

EXPOSURE AT THE SITE	3,0000 mg Benzene /kg dm				
Soil use	Industrial				
	ADULTS		CHILDREN		
	[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]	
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	2.85E-07	0	0.00E+00	0
Dermal application	1	3.85E-07	0	0.00E+00	0
Inhalation of particles	1	1.65E-09	0	0.00E+00	0
inhalation vapours	1	1.40E-05	0	0.00E+00	0
Ingestion of vegetables	1	4.62E-04	6	1.63E-03	12
INSIDE					
Dermal application	1	1.84E-08	0	0.00E+00	0
Inhalation of particles	1	7.90E-09	0	0.00E+00	0
Inhalation of vapours	1	2.13E-03	28	0.00E+00	0
Ingestion of ground water	1	4.95E-03	65	1.15E-02	86
Ingestion of drinking water	1	4.47E-05	1	1.04E-04	1
Showers and bathing from pipes	1	6.71E-05	1	2.03E-04	2
Exposure		7.67E-03	2	1.34E-02	3
Lifetime exposure		7.67E-03	2		
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		2.22E-04			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	3 [mg/kg dm]
Ground water	3438.677347 [µg/L]
Pore air	615.0378989 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	1045.342287 [µg/m3]
Vapours in inside air	25.43379593 [µg/m3]
Vapours in outside air	1.345483039 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000105 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000211078 [-]
Cancer risk of vapours outside air	1.11674E-05 [-]
Cancer risk of dust in inside air	1.0458E-09 [-]
Cancer risk of dust in outside air	8.715E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	4.41228169 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	2.709203439 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	3.105321975 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	69.4	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	0
days of school or work period per week	[days/week]	6	0
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	8	0
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	0
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	0

BENZENO
CENÁRIO INDUSTRIAL

4 - TAXA DE INALAÇÃO

EXPOSURE AT THE SITE		3,0000 mg Benzene /kg dm			
Soil use		Industrial			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	3.30E-07		0	0.00E+00
Dermal application	1	4.45E-07		0	0.00E+00
Inhalation of particles	1	9.52E-10		0	0.00E+00
inhalation vapours	1	8.08E-06		0	0.00E+00
Ingestion of vegetables	1	5.35E-04		7	1.63E-03
INSIDE					
Dermal application	1	2.13E-08		0	0.00E+00
Inhalation of particles	1	4.57E-09		0	0.00E+00
Inhalation of vapours	1	1.23E-03		16	0.00E+00
Ingestion of ground water	1	5.73E-03		75	1.15E-02
Ingestion of drinking water	1	5.18E-05		1	1.04E-04
Showers and bathing from pipes	1	4.91E-05		1	2.03E-04
Exposure		7.61E-03		2	1.34E-02
Lifetime exposure		7.61E-03		2	
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		2.21E-04			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	3 [mg/kg dm]
Ground water	3438.677347 [µg/L]
Pore air	615.0378989 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	1045.342287 [µg/m3]
Vapours in inside air	25.43379593 [µg/m3]
Vapours in outside air	1.345483039 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000105 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000211078 [-]
Cancer risk of vapours outside air	1.11674E-05 [-]
Cancer risk of dust in inside air	1.0458E-09 [-]
Cancer risk of dust in outside air	8.715E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	4.41228169 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	2.709203439 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	3.105321975 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	11	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	0
days of school or work period per week	[days/week]	6	0
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	8	0
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	0
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	0

BENZENO
CENÁRIO INDUSTRIAL

5 - SUPERFÍCIE CORPÓREA TOTAL

EXPOSURE AT THE SITE		3,0000 mg Benzene /kg dm			
Soil use		Industrial			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	3.30E-07	0	0.00E+00	0
Dermal application	1	4.45E-07	0	0.00E+00	0
Inhalation of particles	1	1.90E-09	0	0.00E+00	0
inhalation vapours	1	1.62E-05	0	0.00E+00	0
Ingestion of vegetables	1	5.35E-04	6	1.63E-03	12
INSIDE					
Dermal application	1	2.13E-08	0	0.00E+00	0
Inhalation of particles	1	9.14E-09	0	0.00E+00	0
Inhalation of vapours	1	2.46E-03	28	0.00E+00	0
Ingestion of ground water	1	5.73E-03	65	1.15E-02	86
Ingestion of drinking water	1	5.18E-05	1	1.04E-04	1
Showers and bathing from pipes	1	7.90E-05	1	2.03E-04	2
Exposure		8.87E-03	2	1.34E-02	3
Lifetime exposure		8.87E-03	2		
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		2.57E-04			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	3 [mg/kg dm]
Ground water	3438.677347 [µg/L]
Pore air	615.0378989 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	1045.342287 [µg/m3]
Vapours in inside air	25.43379593 [µg/m3]
Vapours in outside air	1.345483039 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000105 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000211078 [-]
Cancer risk of vapours outside air	1.11674E-05 [-]
Cancer risk of dust in inside air	1.0458E-09 [-]
Cancer risk of dust in outside air	8.715E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	4.41228169 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	2.709203439 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	3.105321975 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.78	0.95

weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	0
days of school or work period per week	[days/week]	6	0
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	8	0
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	0
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	0

BENZENO
CENÁRIO INDUSTRIAL

6 - SUPERFÍCIE CORPÓREA - AMBIENTE INTERNO

EXPOSURE AT THE SITE	3,0000 mg Benzene /kg dm			
Soil use	Industrial			
	ADULTS		CHILDREN	
	[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE				
Soil ingestion	1	3.30E-07	0.00	0 0
Dermal application	1	4.45E-07	0.01	0 0
Inhalation of particles	1	1.90E-09	0.00	0 0
inhalation vapours	1	1.62E-05	0.18	0 0
Ingestion of vegetables	1	5.35E-04	6.03	0 12.1500988
INSIDE				
Dermal application	1	2.61E-08	0.00	0 0
Inhalation of particles	1	9.14E-09	0.00	0 0
Inhalation of vapours	1	2.46E-03	27.72	0 0
Ingestion of ground water	1	5.73E-03	64.60	0 85.56524903
Ingestion of drinking water	1	5.18E-05	0.58	0 0.772703052
Showers and bathing from pipes	1	7.76E-05	0.87	0 1.511949116
Exposure		8.87E-03	2	0 3.115331731
Lifetime exposure		8.87E-03	2	
TDI		4.30E-03		
Oral slope factor		2.90E-02		
Cancer risk		2.57E-04		

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	3 [mg/kg dm]
Ground water	3438.677347 [µg/L]
Pore air	615.0378989 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	1045.342287 [µg/m3]
Vapours in inside air	25.43379593 [µg/m3]
Vapours in outside air	1.345483039 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000105 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000211078 [-]
Cancer risk of vapours outside air	1.11674E-05 [-]
Cancer risk of dust in inside air	1.0458E-09 [-]
Cancer risk of dust in outside air	8.715E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	4.41228169 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	2.709203439 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	3.105321975 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2457	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	0
days of school or work period per week	[days/week]	6	0
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	8	0
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	0
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	0

BENZENO
CENÁRIO INDUSTRIAL

7 - TAXA DE INGESTÃO DE SOLO

EXPOSURE AT THE SITE	3,0000 mg Benzene /kg dm				
Soil use	Industrial				
	ADULTS		CHILDREN		
	[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]	
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	2.64E-07	0	0.00E+00	0
Dermal application	1	4.45E-07	0	0.00E+00	0
Inhalation of particles	1	1.90E-09	0	0.00E+00	0
inhalation vapours	1	1.62E-05	0	0.00E+00	0
Ingestion of vegetables	1	5.35E-04	6	1.63E-03	12
INSIDE					
Dermal application	1	2.13E-08	0	0.00E+00	0
Inhalation of particles	1	9.14E-09	0	0.00E+00	0
Inhalation of vapours	1	2.46E-03	28	0.00E+00	0
Ingestion of ground water	1	5.73E-03	65	1.15E-02	86
Ingestion of drinking water	1	5.18E-05	1	1.04E-04	1
Showers and bathing from pipes	1	7.76E-05	1	2.03E-04	2
Exposure		8.87E-03	2	1.34E-02	3
Lifetime exposure		8.87E-03	2		
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		2.57E-04			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	3 [mg/kg dm]
Ground water	3438.677347 [µg/L]
Pore air	615.0378989 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	1045.342287 [µg/m3]
Vapours in inside air	25.43379593 [µg/m3]
Vapours in outside air	1.345483039 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000105 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000211078 [-]
Cancer risk of vapours outside air	1.11674E-05 [-]
Cancer risk of dust in inside air	1.0458E-09 [-]
Cancer risk of dust in outside air	8.715E-10 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	4.41228169 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	2.709203439 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	3.105321975 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	40	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	0
days of school or work period per week	[days/week]	6	0
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	8	0
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	0
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	0

BENZENO
CENÁRIO INDUSTRIAL

8 - PERÍODO EXPOSIÇÃO

EXPOSURE AT THE SITE	3,0000 mg Benzene /kg dm			
Soil use	Industrial			
	ADULTS		CHILDREN	
	[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE				
Soil ingestion	1	3.30E-07	0	0 0
Dermal application	1	4.45E-07	0	0 0
Inhalation of particles	1	1.90E-09	0	0 0
inhalation vapours	1	1.62E-05	0	0 0
Ingestion of vegetables	1	5.35E-04	6	0 12
INSIDE				
Dermal application	1	2.13E-08	0	0 0
Inhalation of particles	1	9.14E-09	0	0 0
Inhalation of vapours	1	2.46E-03	28	0 0
Ingestion of ground water	1	5.73E-03	65	0 85
Ingestion of drinking water	1	5.18E-05	1	0
Showers and bathing from pipes	1	7.76E-05	1	0 2
Exposure		8.87E-03	2	0 3.125673025
Lifetime exposure		8.87E-03	2 [x TDI]	
TDI		4.30E-03		
Oral slope factor		2.90E-02		
Cancer risk		2.57E-04		

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	3 [mg/kg dm]
Ground water	3438.677347 [µg/L]
Pore air	615.0378989 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	1045.342287 [µg/m3]
Vapours in inside air	25.43379593 [µg/m3]
Vapours in outside air	1.345483039 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000105 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000211078 [-]
Cancer risk of vapours outside air	1.11674E-05 [-]
Cancer risk of dust in inside air	1.0458E-09 [-]
Cancer risk of dust in outside air	8.715E-10 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	4.41228169 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	2.709203439 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	3.105321975 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	5
days of school or work period per week	[days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	35	0

BENZENO
CENÁRIO INDUSTRIAL

9 - TODOS OS FATORES

EXPOSURE AT THE SITE		3,0000 mg Benzene /kg dm			
Soil use		Industrial			
		ADULTS		CHILDREN	
		[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	2.28E-07		0	0.00E+00
Dermal application	1	4.73E-07		0	0.00E+00
Inhalation of particles	1	8.23E-10		0	0.00E+00
inhalation vapours	1	6.98E-06		0	0.00E+00
Ingestion of vegetables	1	4.62E-04		7	1.63E-03
INSIDE					
Dermal application	1	2.26E-08		0	0.00E+00
Inhalation of particles	1	3.95E-09		0	0.00E+00
Inhalation of vapours	1	1.06E-03		16	0.00E+00
Ingestion of ground water	1	4.95E-03		75	1.15E-02
Ingestion of drinking water	1	4.47E-05		1	1.04E-04
Showers and bathing from pipes	1	4.37E-05		1	2.03E-04
Exposure		6.58E-03		2	1.34E-02
Lifetime exposure		6.58E-03		2	
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		1.91E-04			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	3 [mg/kg dm]
Ground water	3438.677347 [µg/L]
Pore air	615.0378989 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	1045.342287 [µg/m3]
Vapours in inside air	25.43379593 [µg/m3]
Vapours in outside air	1.345483039 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000105 [µg/m3]

EXPOSURE LIMITS FOR AIR

TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000211078 [-]
Cancer risk of vapours outside air	1.11674E-05 [-]
Cancer risk of dust in inside air	1.0458E-09 [-]
Cancer risk of dust in outside air	8.715E-10 [-]

OTHER

Contaminated tubers	4.41228169 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	2.709203439 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	3.105321975 [µg/L]

EXPOSURE DATA

		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	69.4	15
soil ingestion	[mg soil]	40	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2457	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2457	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	11	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.78	0.95

weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	0
days of school or work period per week	[days/week]	6	0
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	8	0
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	0
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	35	0

BENZENO
CENÁRIO INDUSTRIAL

10 - TAXA INGESTÃO ÁGUA = CETESB

EXPOSURE AT THE SITE 3,0000 mg Benzene /kg dm DAF=10
Soil use Industrial

	ADULTS			CHILDREN	
	[mg/kg.day]	[%]		[mg/kg.day]	[%]
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	3.30E-07	0	0	0
Dermal application	1	4.45E-07	0	0	0
Inhalation of particles	1	1.90E-09	0	0	0
inhalation vapours	1	1.62E-05	0	0	0
Ingestion of vegetables	1	5.35E-04	6	0.001627618	12.1501
INSIDE					
Dermal application	1	2.13E-08	0	0	0
Inhalation of particles	1	9.14E-09	0	0	0
Inhalation of vapours	1	2.46E-03	28	0	0
Ingestion of ground water	1	5.73E-03	65	0.011462258	85.5652
Ingestion of drinking water	1	5.18E-05	1	0.000103511	0.7727
Showers and bathing from pipes	1	7.76E-05	1	0.00020254	1.511949
Exposure		8.87E-03	2 [x TDI]	0.013395926	3.115332 [x TDI]
Lifetime exposure		8.87E-03	2 [x TDI]		
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		2.57E-04			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	3 [mg/kg dm]
Ground water	3438.677347 [µg/L]
Pore air	615.0378989 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	1045.342287 [µg/m3]
Vapours in inside air	25.43379593 [µg/m3]
Vapours in outside air	1.345483039 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000105 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000211078 [-]
Cancer risk of vapours outside air	1.11674E-05 [-]
Cancer risk of dust in inside air	1.0458E-09 [-]
Cancer risk of dust in outside air	8.715E-10 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	4.41228169 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	2.709203439 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	3.105321975 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	0
days of school or work period per week	[days/week]	6	0
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	8	0
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	0
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	0

BENZENO
CENÁRIO INDUSTRIAL

2 - CETESB (2001)

Soil use	Industrial				
	ADULTS		CHILDREN		
	[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]	
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	3.30E-07	0	2.29E-08	0
Dermal application	1	4.45E-07	0	2.94E-09	0
Inhalation of particles	1	1.90E-09	0	4.51E-11	0
inhalation vapours	1	1.62E-05	0	7.70E-07	0
Ingestion of vegetables	1	5.35E-04	6	1.63E-03	12
INSIDE					
Dermal application	1	2.13E-08	0	7.75E-10	0
Inhalation of particles	1	9.14E-09	0	1.62E-10	0
Inhalation of vapours	1	2.46E-03	28	4.37E-05	0
Ingestion of ground water	1	5.73E-03	65	1.15E-02	85
Ingestion of drinking water	1	5.18E-05	1	1.04E-04	1
Showers and bathing from pipes	1	7.76E-05	1	2.03E-04	2
Exposure		8.87E-03	2	1.34E-02	100
Lifetime exposure		9.76E-03	2		
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		2.83E-04			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	3 [mg/kg dm]
Ground water	3438.677347 [µg/L]
Pore air	615.0378989 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	1045.342287 [µg/m3]
Vapours in inside air	25.43379593 [µg/m3]
Vapours in outside air	1.345483039 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000105 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000211078 [-]
Cancer risk of vapours outside air	1.11674E-05 [-]
Cancer risk of dust in inside air	1.0458E-09 [-]
Cancer risk of dust in outside air	8.715E-10 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	4.41228169 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	2.709203439 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	3.105321975 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	5
days of school or work period per week	[days/week]	6	1
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	8	3
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	1
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	6

BENZENO
CENÁRIO INDUSTRIAL

11 - SUPERFÍCIE CORPÓREA - AMBIENTE EXTERNO

EXPOSURE AT THE SITE	3,0000 mg Benzene /kg dm				
Soil use	Industrial				
	ADULTS		CHILDREN		
	[mg/kg.day]	[%]	[mg/kg.day]	[%]	
OUTSIDE					
Soil ingestion	1	3.30E-07	0.00	0	0.00E+00
Dermal application	1	5.47E-07	0.01	0	0.00E+00
Inhalation of particles	1	1.90E-09	0.00	0	0.00E+00
inhalation vapours	1	1.62E-05	0.18	0	0.00E+00
Ingestion of vegetables	1	5.35E-04	6.03	0	1.22E+01
INSIDE					
Dermal application	1	2.13E-08	0.00	0	0.00E+00
Inhalation of particles	1	9.14E-09	0.00	0	0.00E+00
Inhalation of vapours	1	2.46E-03	27.72	0	0.00E+00
Ingestion of ground water	1	5.73E-03	64.60	0	8.56E+01
Ingestion of drinking water	1	5.18E-05	0.58	0	7.73E-01
Showers and bathing from pipes	1	7.76E-05	0.87	0	1.51E+00
Exposure		8.87E-03	2	0	3.12E+00
Lifetime exposure		8.87E-03	2		
TDI		4.30E-03			
Oral slope factor		2.90E-02			
Cancer risk		2.57E-04			

CONCENTRATIONS IN CONTACT MEDIA

Soil	3 [mg/kg dm]
Ground water	3438.677347 [µg/L]
Pore air	615.0378989 [mg/m3]
IN AIR	
Vapours in the crawling space	1045.342287 [µg/m3]
Vapours in inside air	25.43379593 [µg/m3]
Vapours in outside air	1.345483039 [µg/m3]
Dust in inside air	0.000126 [µg/m3]
Dust in outside air	0.000105 [µg/m3]
EXPOSURE LIMITS FOR AIR	
TCA	1114 [µg/m3]
MAC	30000 [µg/m3]
Odour threshold	500 [µg/m3]
Inhalation slope factor	0.0000083 1 / [ug/m3]
Cancer risk of vapours in inside air	0.000211078 [-]
Cancer risk of vapours outside air	1.11674E-05 [-]
Cancer risk of dust in inside air	1.0458E-09 [-]
Cancer risk of dust in outside air	8.715E-10 [-]
OTHER	
Contaminated tubers	4.41228169 [mg/kg fresh]
Contaminated leafy vegetables	2.709203439 [mg/kg fresh]
Drinking water (permeation)	3.105321975 [µg/L]

Industrial [Scenario title]

EXPOSURE DATA		ADULT	CHILD
body weight	[kg]	60	15
soil ingestion	[mg soil]	50	100
surface area inside house of bare skin	[m2]	0.2	0.14
surface area outside house of bare skin	[m2]	0.2457	0.14
dermal application inside	[mg soil/cm2]	0.056	0.056
dermal application outside	[mg soil/cm2]	3.75	0.51
dermal absorption rate	[/hour]	0.005	0.01
breathing volume	[m3/d]	22	15
consumption tubers from contaminated garden	[kg fresh/d]	0.0042	0.0032
consumption leafy vegetables and fruits from co	[kg fresh/d]	0.005	0.0038
consumption of water	[L/d]	1	0.5
surface area body	[m2]	1.66	0.95
weeks at contaminated site per year	[weeks/year]	48	0
days of school or work period per week	[days/week]	6	0
sleeping inside house at contaminated site	[hours/day]	0	0
inside house per working day at contaminated s	[hours/day]	8	0
outside house per working day at contaminat	[hours/day]	2	0
inside house on a weekend at contaminated sit	[hours/day]	0	0
outside house on a weekend at contaminated :	[hours/day]	0	0
years at contaminated site	[year]	25	0