

**REUNIÃO DA VIGILÂNCIA DE POPULAÇÕES EXPOSTAS A  
SOLO CONTAMINADO**

**CVE**

**ÁREAS CONTAMINADAS  
CADASTRO, GERENCIAMENTO E  
ÁREAS CRÍTICAS**

**Eng. Alfredo C. C. Rocca**

*Gerente da Divisão de Áreas Contaminadas da Agência Ambiental  
do Estado de São Paulo CETESB*



SECRETARIA DO  
MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO DE  
**SÃO PAULO**  
RESPEITO PELAS PESSOAS

# SOLO

- O SOLO É UM COMPLEXO COMPONENTE DO MEIO AMBIENTE, CONSTITUIDO POR SÓLIDOS, LÍQUIDOS, GASES, MATÉRIA ORGÂNICA E ORGANISMOS BIOLÓGICOS .

- . NELE SE INSEREM AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, RECURSO ESTRATÉGICO PARA O DESENVOLVIMENTO

- . DESEMPENHA UM IMPORTANTE PAPEL NA SUSTENTABILIDADE DOS ECOSISTEMAS TERRESTRES, DA VIDA ANIMAL E DA SOCIEDADE.

- SERVE COMO FONTE DE MATÉRIAS PRIMAS, SUBSTRATO PARA A PRODUÇÃO AGRÍCOLA, BASE PARA AS CONSTRUÇÕES E RECEPTOR DE RESÍDUOS .

- SUA QUALIDADE DEVE PORTANTO SER PRESERVADA.



SECRETARIA DO  
MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO DE  
**SÃO PAULO**  
RESPEITO PELAS PESSOAS

# CONTAMINAÇÃO DO SOLO

- AS ATIVIDADES HUMANAS, NOTADAMENTE A PRODUÇÃO INDUSTRIAL , A PRODUÇÃO AGRÍCOLA E A CRESCENTE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS, IMPULSIONADA PELO CONSUMO, INTRODUZEM POLUENTES AO SOLO .

- UMA ÁREA CONTAMINADA É ENTENDIDA COM UM LOCAL ONDE HÁ COMPROVADAMENTE CONTAMINAÇÃO DE SOLO E ÁGUA SUBTERRÂNEA,

- CAUSADA PELA INTRODUÇÃO DE SUBSTÂNCIAS OU RESÍDUOS QUE NELA TENHAM SIDO DEPOSITADOS, ENTERRADOS OU INFILTRADOS,

- DE FORMA PLANEJADA OU ACIDENTAL



SECRETARIA DO  
MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO DE  
**SÃO PAULO**  
RESPEITO PELAS PESSOAS

# CONSEQUÊNCIAS

**OS CONTAMINANTES PODEM CONCENTRAR-SE NO AR, NO SOLO, NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS :**

- **ALTERANDO SUAS CARACTERÍSTICAS,**
- **PROPAGANDO-SE POR DIFERENTES VIAS E**
- **DETERMINANDO IMPACTOS NEGATIVOS E RISCOS SOBRE A SAÚDE HUMANA, MEIO AMBIENTE, SEGURANÇA E ORDEM PÚBLICA.**

# ÁREA CONTAMINADA

- Como área contaminada, entendemos um local onde há um passivo de contaminação do solo e das águas subterrâneas,
- causada pela introdução de substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, enterrados ou infiltrados,
- de forma planejada ou acidental.

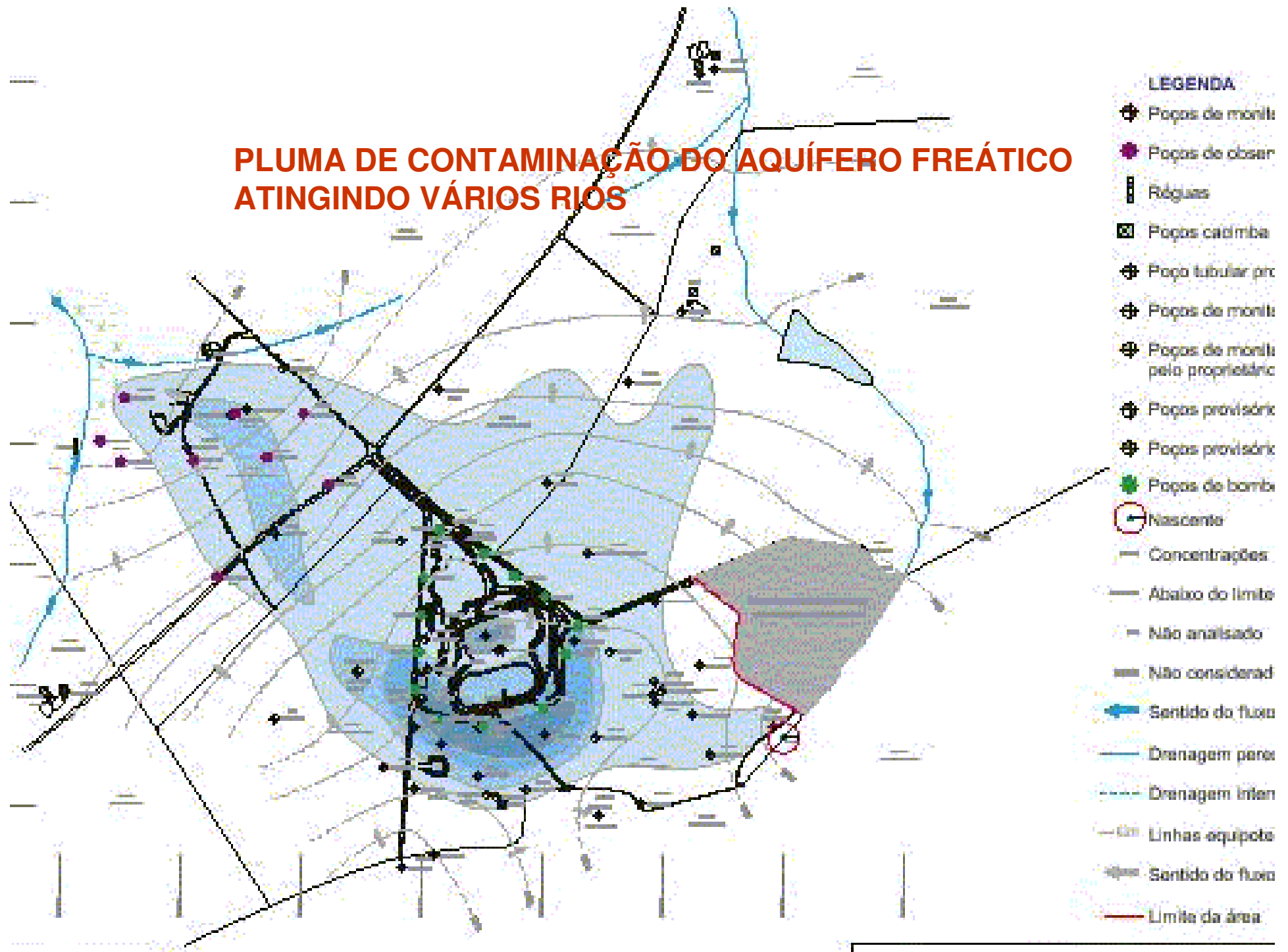
# ATERRO MANTOVANI



## ATERRO MANTOVANI

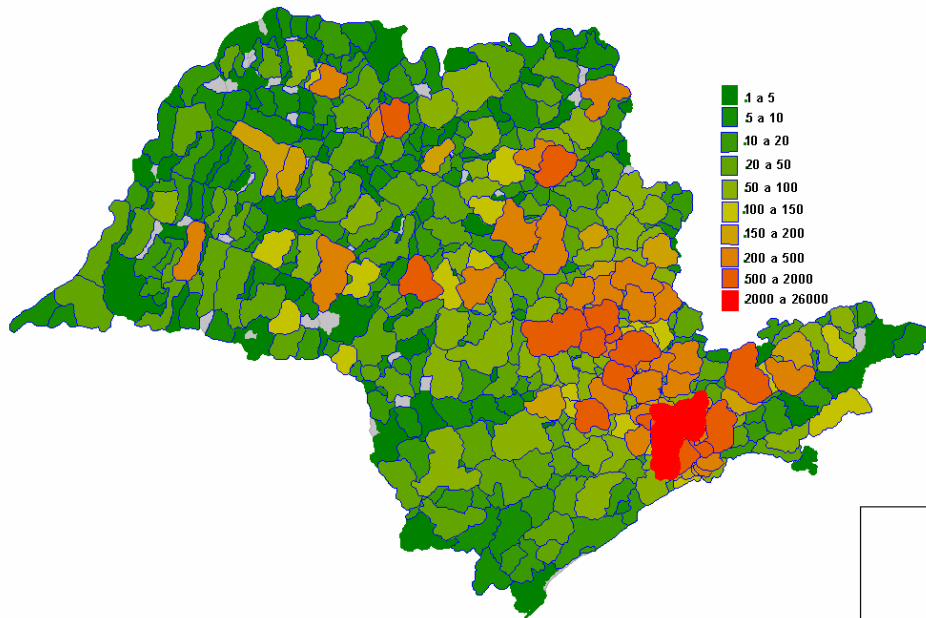


## PLUMA DE CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO FREÁTICO ATINGINDO VÁRIOS RIOS



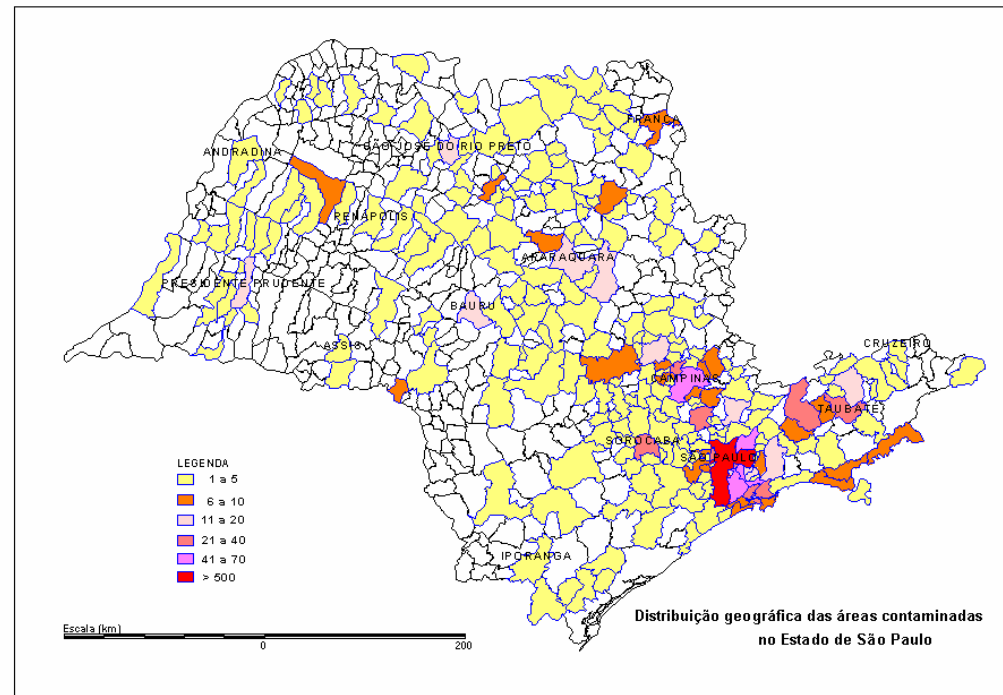


**Atividades Industriais com Potencial de Contaminação dos Solos e das Águas Subterrâneas**



**LOCALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES POTENCIALMENTE POLUIDORAS NO ESTADO**

**LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS CONTAMINADAS NO ESTADO DE SÃO PAULO**



# **CONTROLE DA CONTAMINAÇÃO DE SOLOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

- CONTROLE PREVENTIVO**
- CONTROLE CORRETIVO**

# **INSTRUMENTOS DE PREVENÇÃO E CONTROLE DA CONTAMINAÇÃO DO SOLO E DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

- **PLANEJAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**
- **LICENCIAMENTO AMBIENTAL**
- **PREVENÇÃO À POLUIÇÃO**
- **CONDICIONAMENTO DE FONTES**
- **ESTABELECIMENTO DE PADRÕES AMBIENTAIS**
- **CRIAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE INCENTIVO**

# GERENCIAMENTO DA QUALIDADE DO SOLO E DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

**R**

## REFERÊNCIA DE QUALIDADE

Indica o nível de qualidade de solo limpo e das águas subterrâneas naturais

**P**

## PREVENÇÃO

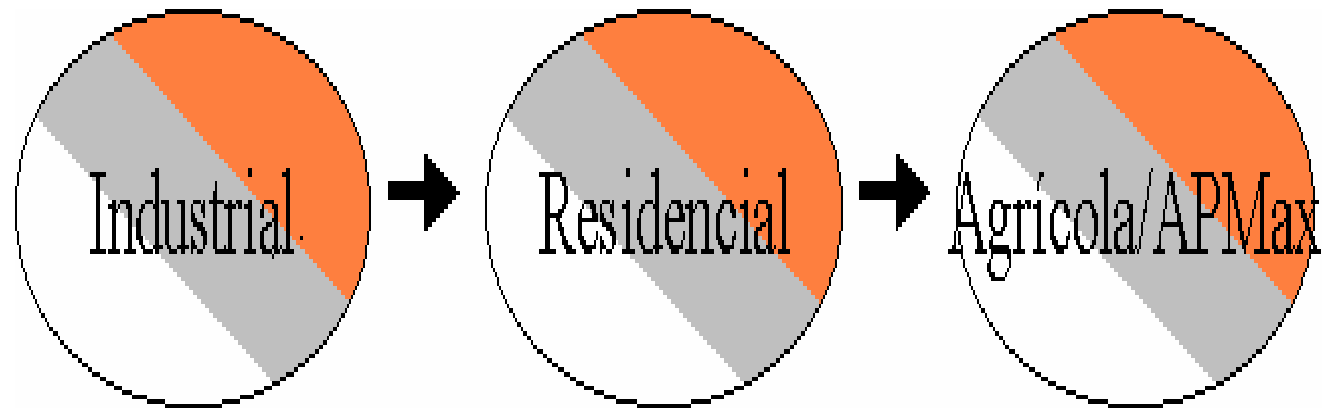
Indica alteração das propriedades funcionais do solo e água subterrânea com perda da multifuncionalidade

**I**

## INTERVENÇÃO

Indica o nível de contaminação acima do qual existe risco à saúde pública, requerendo uma intervenção na área

**OS VALORES DE INTERVENÇÃO SÃO DERIVADOS A PARTIR DE UMA AVALIAÇÃO DE RISCO TOXICOLÓGICO À SAÚDE HUMANA, GENÉRICA E CONSERVATIVA, PARA 3 CENÁRIOS PADRONIZADOS DE EXPOSIÇÃO**



**Cenário de exposição:** conjunto de variáveis sobre o meio físico e o comportamento humano, estabelecido para avaliar os riscos associados à exposição dos indivíduos a determinadas condições e determinado período de tempo.

**“Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo” (CETESB, 2005)**

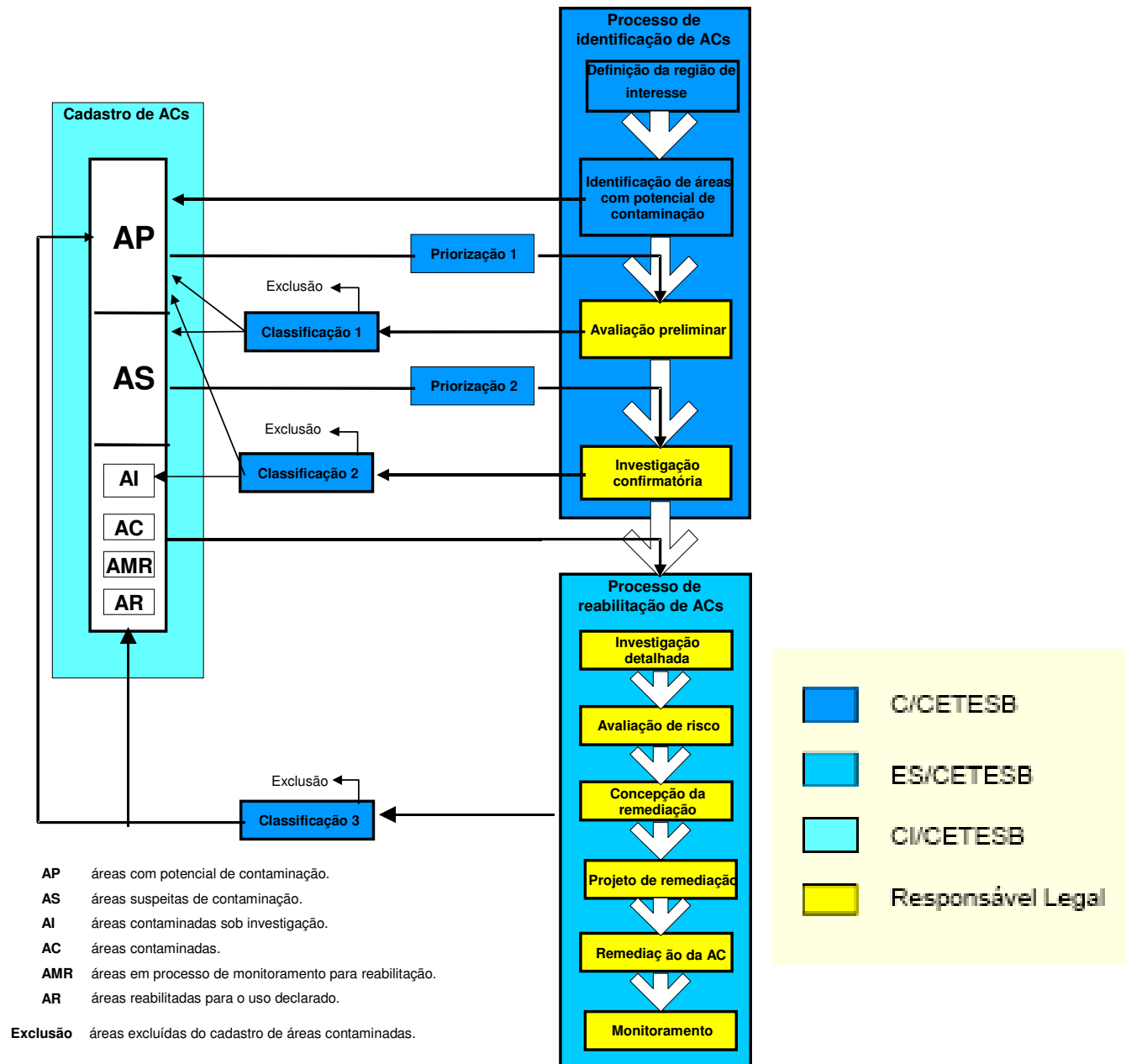
**[www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)**

# ATUAÇÃO CORRETIVA

A partir de 2.000 surgiram ferramentas para auxiliar a atuação em áreas contaminadas, podendo-se destacar :

- estabelecimento de valores de intervenção - níveis de contaminação que requerem um estudo mais detalhado da área;
- definição de procedimentos para atuação em áreas contaminadas DD 103/2007/C/E DE JUNHO DE 2007 e
- divulgação do Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

# SISTEMA DE GESTÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS NO ESTADO DE SÃO PAULO





## **QUANDO UMA ÁREA É CONSIDERADA CONTAMINADA SOB INVESTIGAÇÃO FAZ-SE NECESSÁRIO :**

- **TOMAR TODAS AS MEDIDAS PARA RESGUARDAR OS RECEPTORES DE RISCO**
- **IMPEDIR : ACESSO, USO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA, OBRAS, ESCAVAÇÕES, CONTATO COM O SOLO;**
- **EXIGIR : REMOÇÃO DE RESÍDUOS, REMOÇÃO DE GASES MONITORAMENTO DE EXPLOSIVIDADE, VENTILAÇÃO DE ESPAÇOS CONFINANTES, ETC;**
- **COMUNICAR OS DEMAIS ATORES**
- **POPULAÇÃO AFETADA; SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE; DAEE; EIPE/CETESB; PREFEITURA; MINISTÉRIO PÚBLICO;**
- **REGISTRAR A ÁREA NO CADASTRO DA CETESB;**
- **REGISTRAR A ÁREA NA MATRÍCULA DO IMÓVEL E**
- **EXIGIR DO RESPONSÁVEL LEGAL A REHABILITAÇÃO DA ÁREA PARA UM USO SEGURO.**

**“Manual de Gerenciamento de  
Áreas Contaminadas” (CETESB,  
2001)**

**[www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)**

**“Relação de Áreas Contaminadas  
no Estado de São Paulo” (CETESB,  
2007)**

**[www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)**

**Cadastro** 201 - 584-1 **AUTO POSTO IPIRANGA** Agência CBB  
AV 15 DE NOVENBRO 340 - CENTRO - BARIRI ATIVA

**Atividade**  indústria  comércio  posto de combustível  resíduo  acidentes  agricultura  desconhecida

**Código** 6109001 COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES  Excluir empresa

**Técnico:** HELLEN CECILIA DE JULI RAVACCI **Data atualização ES:**  **Data atualização da agência:** 18/05/2006

**Classificação** contaminada sem proposta de remediação

**Etapas do gerenciamento**

- investigação confirmatória
- investigação detalhada
- avaliação de risco
- concepção/projeto da remediação
- remediação em andamento com monitoramento operacional
- monitoramento para encerramento

**Observações sobre gerenciamento**

**Áreas contaminadas 2006 - [cadastro]**

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Registros Ferramentas Janela Ajuda

**Cadastro** 201 - 584-1 **AUTO POSTO IPIRANGA** Agência CBB ATIVA  
 AV 15 DE NOVEMBRO 340 - CENTRO - BARIRI

**Atividade**  indústria  comércio  posto de combustível  resíduo  acidentes  agricultura  desconhecida  
**Código** 6109001 COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES  Excluir empresa

**Técnico:** HELLEN CECILIA DE JULI RAVACCI **Data atualização ES:**  **Data atualização da agência:** 18/05/2006

Classificação/Gerenciamento Caracterização da contaminação **Intervenções** Coordenadas de Localização Cadastro Relatórios

**Fonte de contaminação**  
 armazenagem  produção  manutenção  emissões atmosféricas  tratamento de efluentes  
 descarte disposição  infiltração  acidentes  desconhecida

**Meios impactados**

Meio impactado	Propriedade	
	Dentro	Fora
solo superficial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
subsolo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
águas superficiais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
águas subterrâneas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sedimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
biota	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

existência de fase livre  
 existência de POPs

**Contaminantes**  
 combustíveis líquidos  fenóis  
 metais  biocidas  
 outros inorgânicos  ftalatos  
 solventes halogenados  dioxinas e furanos  
 solventes aromáticos  anilinas  
 solventes aromáticos halogenados  radionuclídeos  
 PAHs  microbiológicos  
 PCBs  outros  
 metano/outras vapores/gases

**Principais contaminantes** Naftaleno

Menu anterior Saída

Registro: 3 de 29 (Filtrado)

Modo formulário

NUM

Iniciar | Sent I... | banco... | Micros... | **Áreas...** | Micros... | 14:51

**Áreas contaminadas 2006 - [cadastro]**

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Registros Ferramentas Janela Ajuda

**Cadastro** 201 - 584-1 **AUTO POSTO IPIRANGA** Agência CBB ATIVA  
 AV 15 DE NOVEMBRO 340 - CENTRO - BARIRI

**Atividade**  indústria  comércio  posto de combustível  resíduo  acidentes  agricultura  desconhecida  
**Código** 6109001 COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES  Excluir empresa

**Técnico:** HELLEN CECILIA DE JULI RAVACCI **Data atualização ES:**  **Data atualização da agência:** 18/05/2006

**Classificação/Gerenciamento** **Caracterização da contaminação** **Intervenções** **Coordenadas de Localização** **Cadastro** **Relatórios**

**Ações emergenciais e de controle institucional**

Risco Iminente	Risco Crônico			
<input type="checkbox"/> isolamento da área (proibição de acesso à área) <input type="checkbox"/> ventilação/exaustão de espaços confinados <input type="checkbox"/> monitoramento do índice de explosividade <input type="checkbox"/> monitoramento ambiental <input type="checkbox"/> remoção de materiais (produtos, resíduos, etc.) <input type="checkbox"/> fechamento/interdição de poços de abastecimento <input type="checkbox"/> interdição edificações <input type="checkbox"/> proibição de escavações <input type="checkbox"/> proibição de consumo de alimentos	restrição	proposta na avaliação de risco	comunicada ao órgão responsável	implantada
	uso de solo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	uso água subterrânea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	uso água superficial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	consumo alimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	uso de edificações	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Processo de remediação**

<input type="checkbox"/> bombeamento e tratamento	<input type="checkbox"/> oxidação/redução química	<input type="checkbox"/> barreira física
<input type="checkbox"/> extração de vapores do solo (SVE)	<input type="checkbox"/> barreiras reativas	<input type="checkbox"/> barreira hidráulica
<input type="checkbox"/> air sparging	<input type="checkbox"/> lavagem de solo	<input type="checkbox"/> biorremediação
<input type="checkbox"/> biosparging	<input type="checkbox"/> remoção de solo/resíduo	<input type="checkbox"/> fitorremediação
<input type="checkbox"/> bioventing	<input type="checkbox"/> recuperação fase livre	<input type="checkbox"/> biopilha
<input type="checkbox"/> extração multifásica	<input type="checkbox"/> encapsulamento geotécnico	<input type="checkbox"/> atenuação natural monitorada
<input type="checkbox"/> dechlorinação reductiva	<input type="checkbox"/> cobertura de resíduo/solo contaminado	<input type="checkbox"/> outros

Registro: 3 de 29 (Filtrado) **Menu anterior** **Saída**

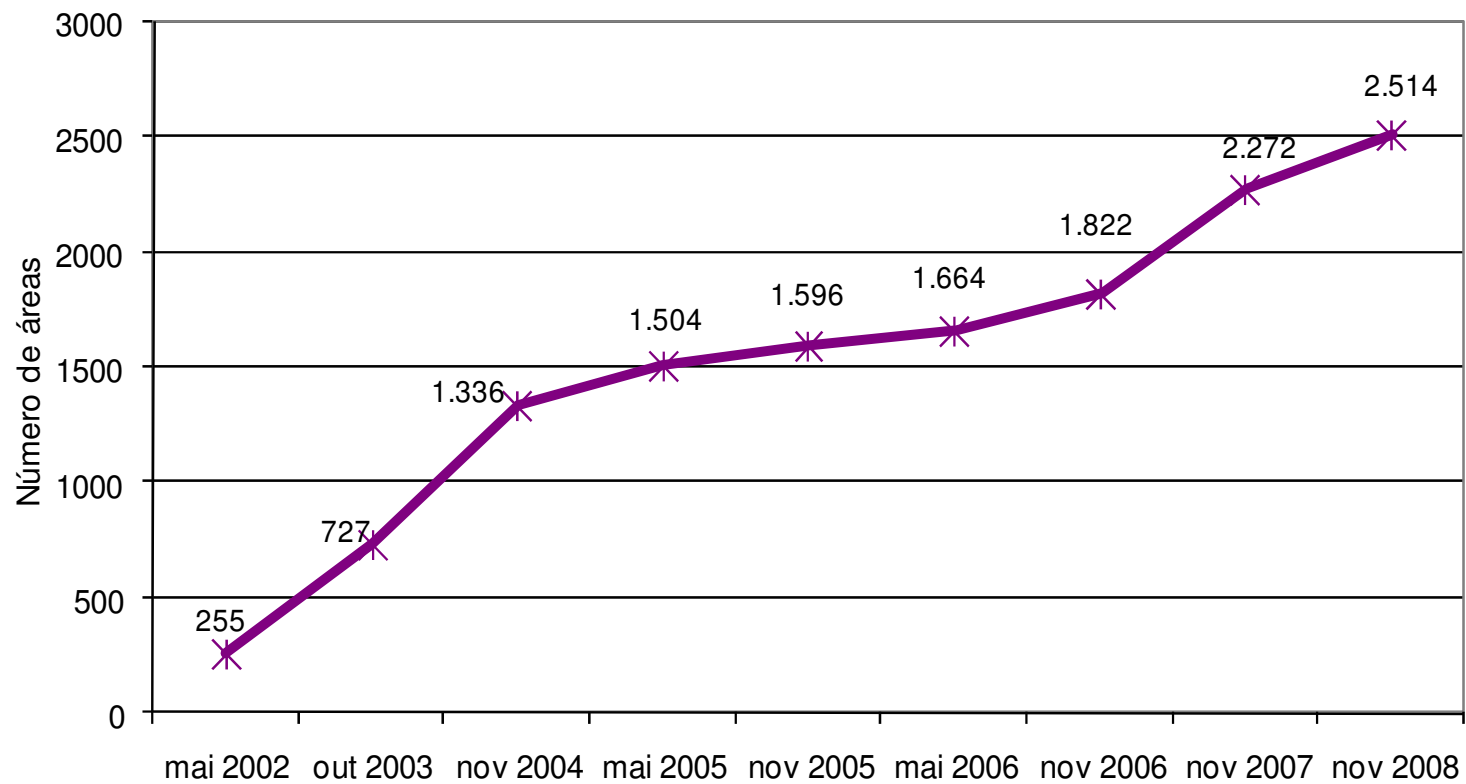
Modo formulário NUM

Iniciar | Sent I... | banco... | Micros... | **Áreas...** | Micros... | 14:52

## EVOLUÇÃO DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

<b>ANO</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008*</b>
<b>ÁREAS CONTAMINADAS</b>	<b>255</b>	<b>727</b>	<b>1336</b>	<b>1504</b>	<b>1882</b>	<b>2272</b>	<b>2514</b>
<b>ÁREAS AVALIADAS</b>	<b>200</b>	<b>429</b>	<b>981</b>	<b>1088</b>	<b>937</b>	<b>1148</b>	<b>1398</b>
<b>ÁREAS COM PROPOSTA DE REMEDIÇÃO OU COM REMEDIÇÃO EM CURSO</b>	<b>145</b>	<b>312</b>	<b>607</b>	<b>647</b>	<b>839</b>	<b>1030</b>	<b>934</b>
<b>ÁREAS REMEDIADAS</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>24</b>	<b>46</b>	<b>94</b>	<b>182</b>

### Evolução do número de áreas contaminadas cadastradas

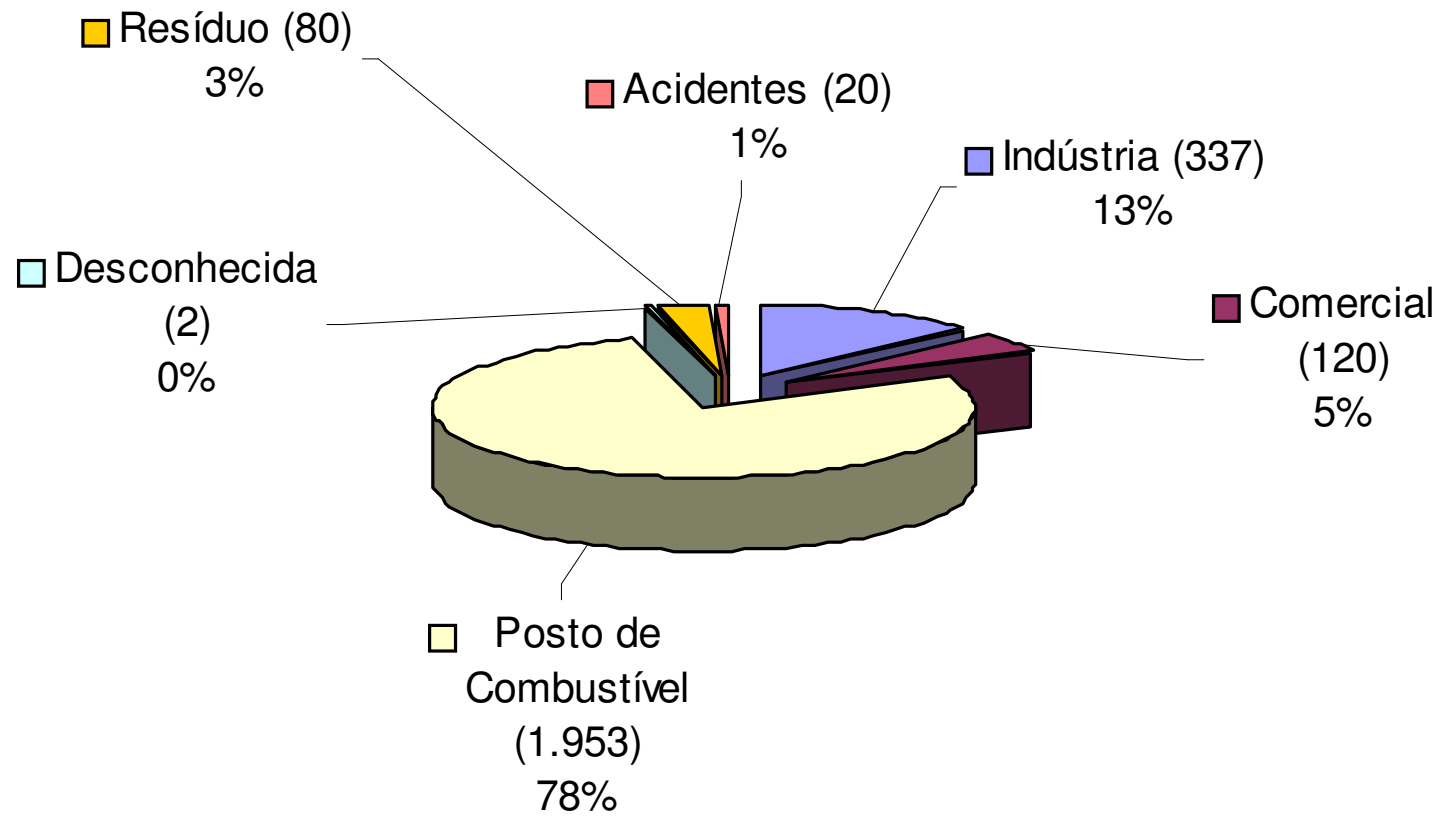




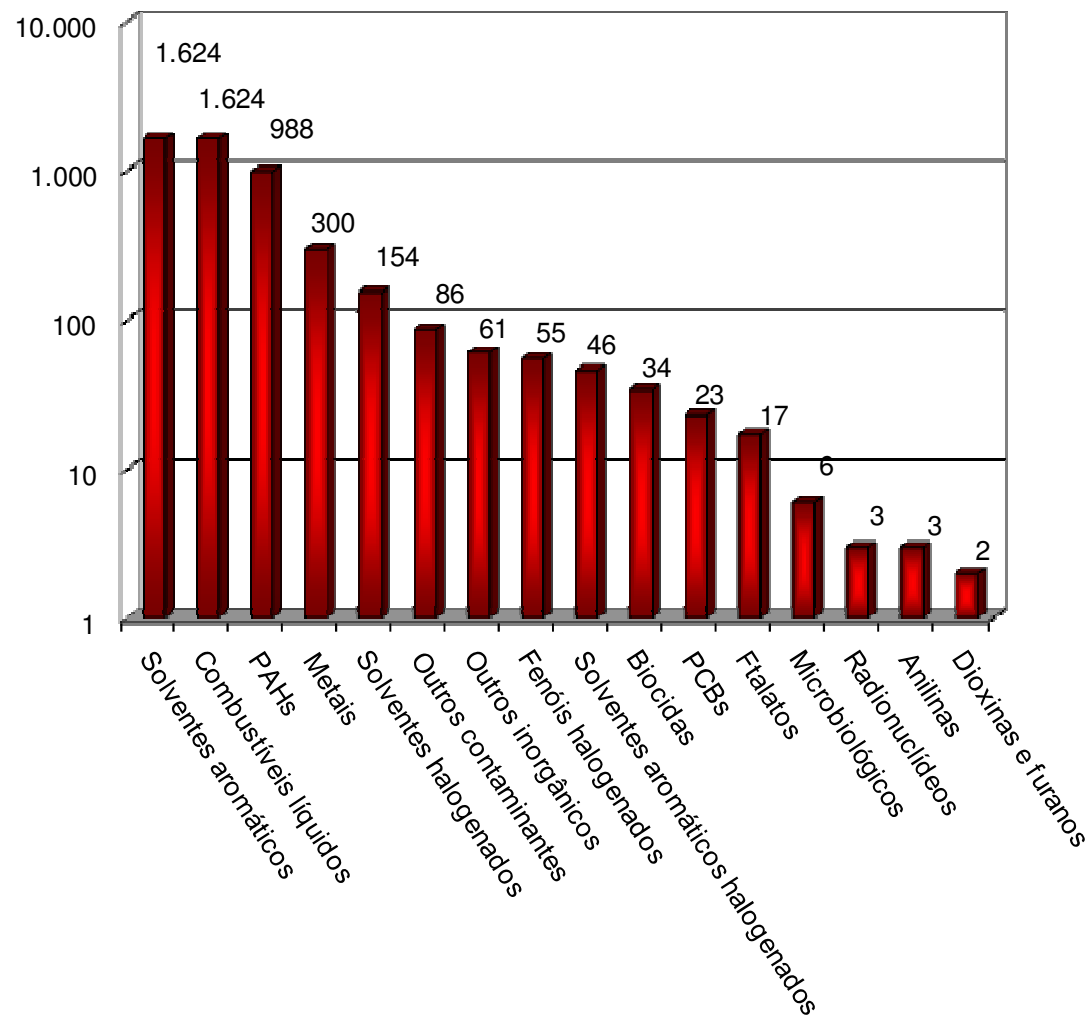
**Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo - novembro de 2008**

<b>Região</b>	<b>Atividade</b>					
	<b>Comerci</b>	<b>Industri</b>	<b>Resíduos</b>	<b>Postos combustí</b>	<b>Acidentes/ outras</b>	<b>Total</b>
São Paulo	32	69	21	657	2	781
RMSP - outros	21	92	14	359	5	491
Interior	52	117	28	707	13	917
Litoral	13	32	17	111	3	176
Vale do Paraíba	2	27	0	119	1	149
<b>Total</b>	120	337	80	1.953	24	2.514

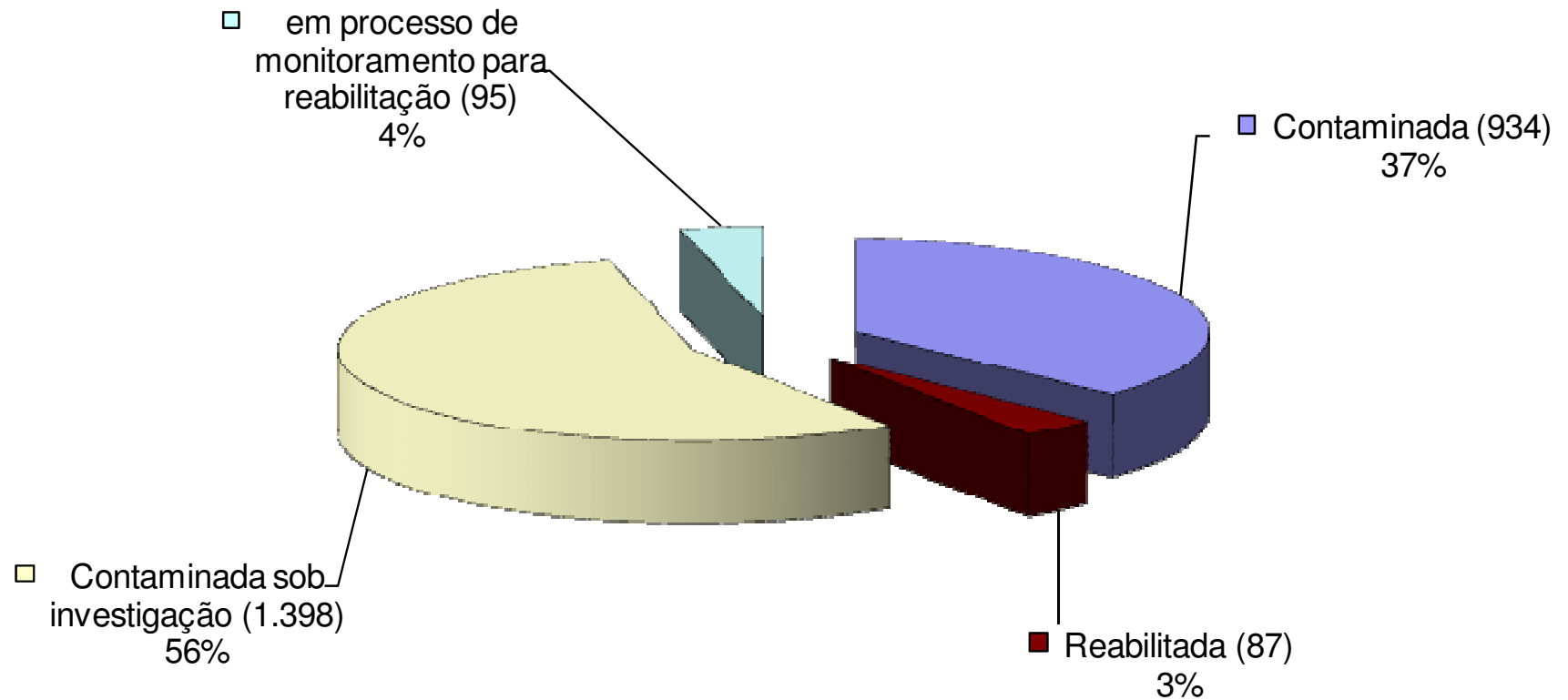
## Distribuição por atividade - novembro de 2008



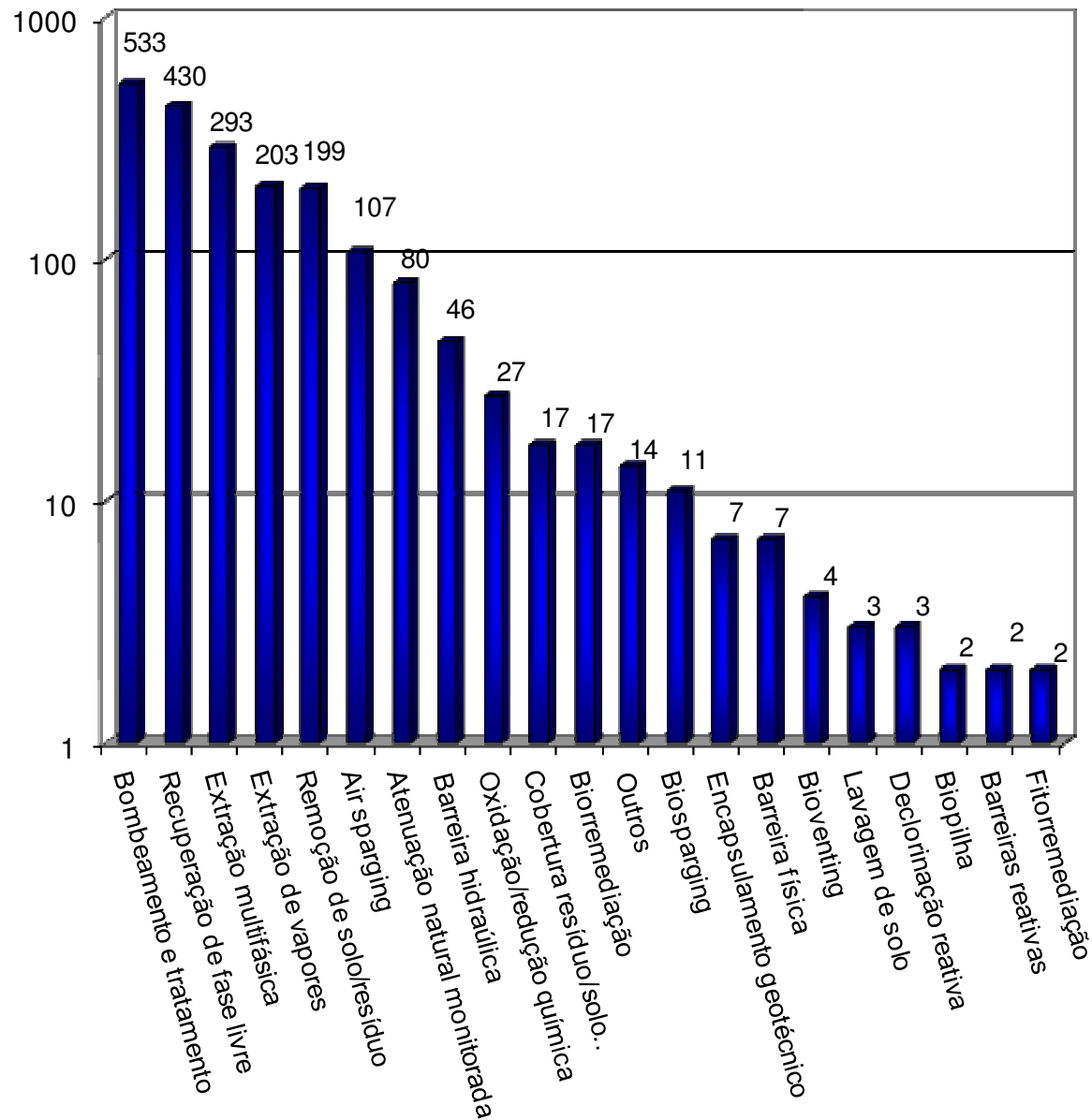
## Constatações de grupos de contaminantes - novembro de 2008

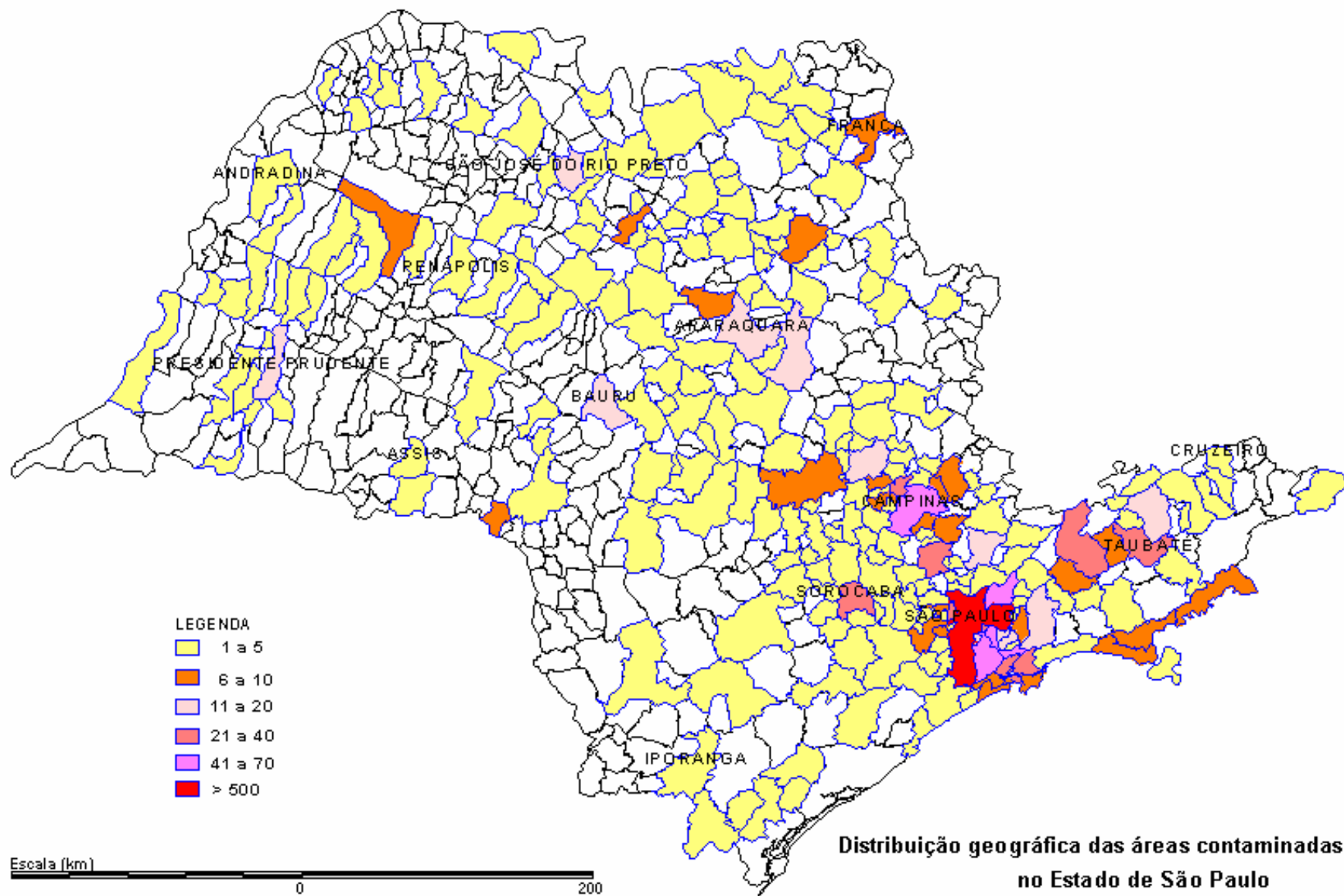


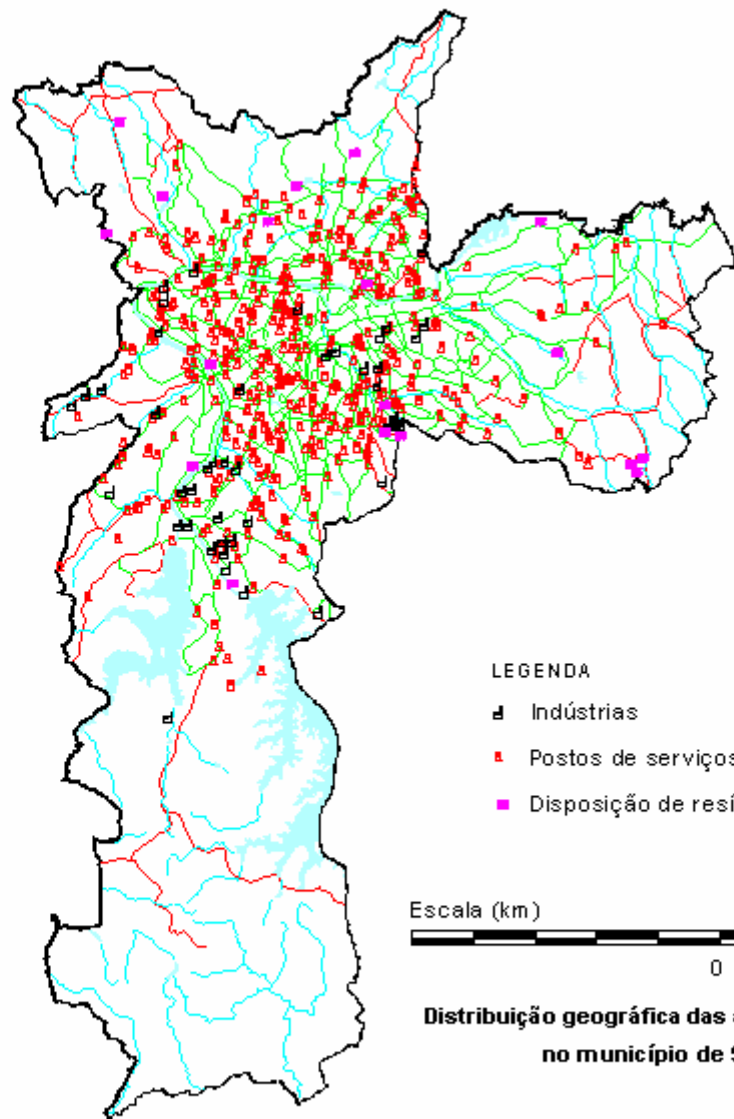
### Distribuição das áreas contaminadas cadastradas quanto a classificação novembro 2008 (todas as atividades)



## Constatações de técnicas de remediação implantadas - novembro de 2008



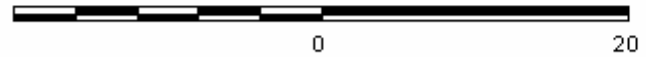




LEGENDA

- ▣ Indústrias
- ▲ Postos de serviços
- Disposição de resíduos

Escala (km)



**Distribuição geográfica das áreas contaminadas  
no município de São Paulo**

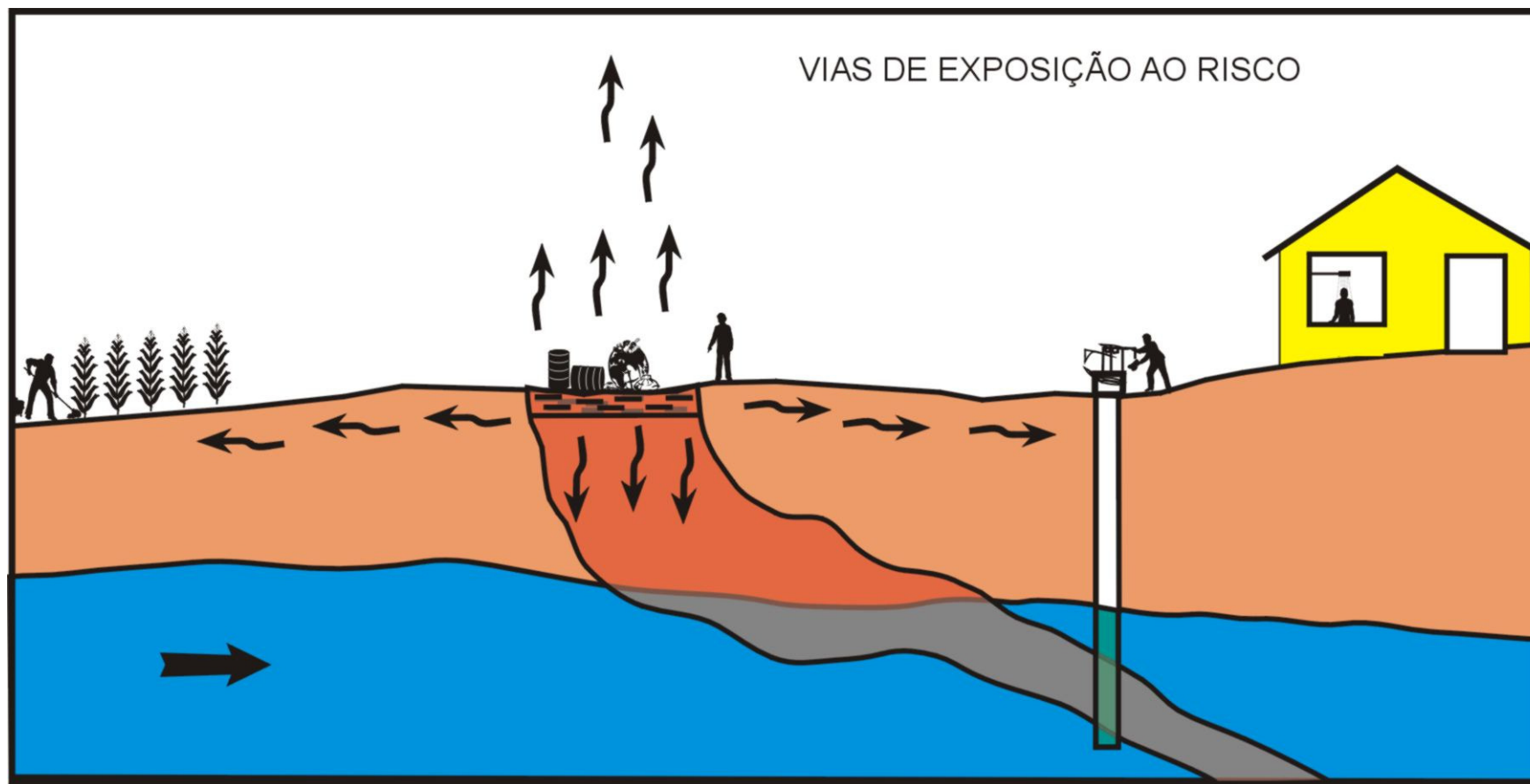
**NOS CASOS DE ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL É EXIGIDA A RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL ATÉ OS PADRÕES LEGAIS**

**A EXPERIÊNCIA TEM DEMONSTRADO QUE, EM MUITOS DOS CASOS, A RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL ORIGINAL É ECONOMICAMENTE INVIÁVEL.**

**NOS CASOS DE ÁREAS URBANAS, O QUE TEM SIDO EXIGIDO É A REHABILITAÇÃO DA ÁREA PARA UM USO SEGURO.**



# VIAS DE EXPOSIÇÃO AO RISCO



**A AVALIAÇÃO DE RISCO TOXICOLÓGICO  
À SAÚDE HUMANA CONSTITUI UMA  
FERRAMENTA IMPORTANTE PARA O  
GERENCIAMENTO DA QUALIDADE DO  
SOLO, DA QUALIDADE DAS ÁGUAS  
SUBTERRÂNEAS E DOS RISCOS EM  
ÁREAS COM PASSIVO DE  
CONTAMINAÇÃO**

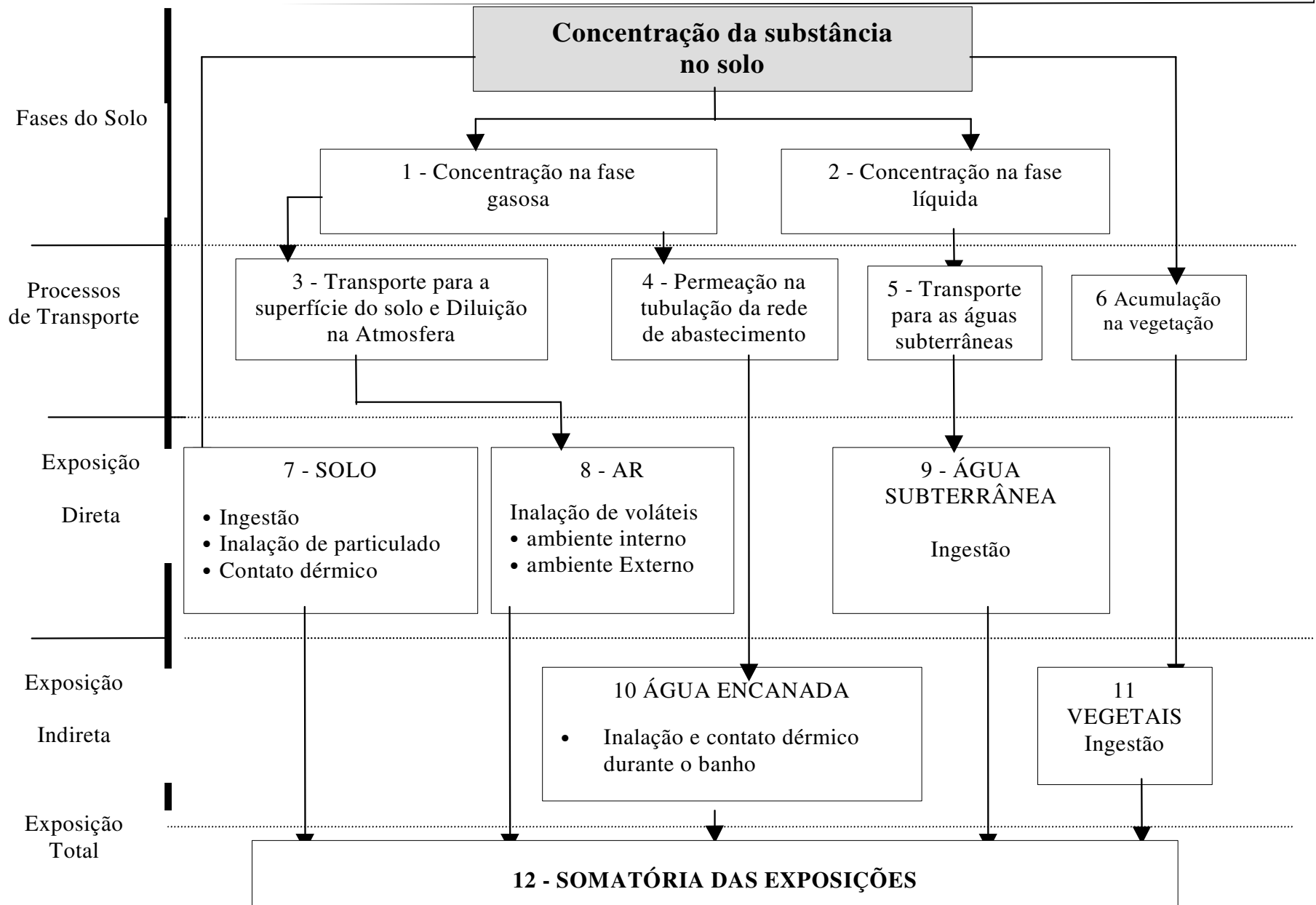
# OBJETIVOS DA AVALIAÇÃO DE RISCO

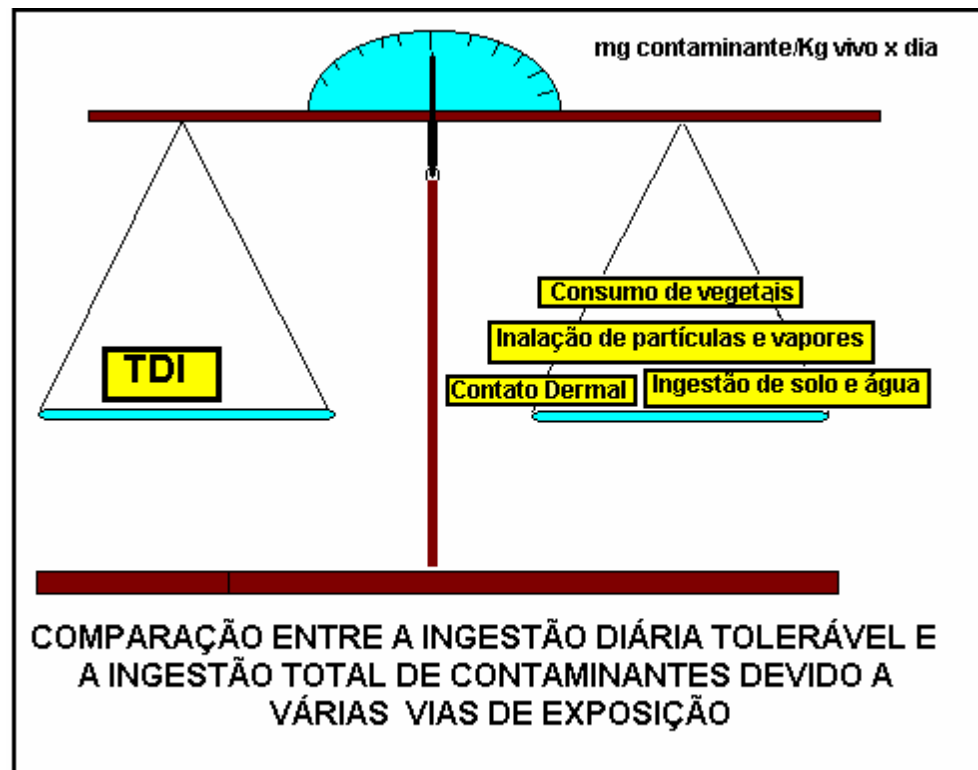
- A avaliação de risco contribui para o diagnóstico da área, bem como para o desenvolvimento, avaliação e seleção de alternativas para o gerenciamento do risco e da contaminação.
- Os resultados da avaliação de risco são usados para:
  - determinar a magnitude do risco existente e as principais causas deste risco (substância, vias de exposição, receptores, etc);
  - indicar a necessidade de ações de remediação para a contaminação detectada;
  - desenvolver ou modificar as metas de remediação;
  - auxiliar na seleção das medidas de remediação, controle de engenharia ou controle institucionais a serem aplicados;
  - justificar alternativas de remediação voltadas para a atenuação natural.

# USEPA Risk Assessment Guidance For Superfund (RAGS) Volume I Parts A-E

- **1989, Part A; Baseline Risk Assessment**
  - Define os detalhes técnicos do processo de avaliação de risco
- **1991, Part B; Development of Preliminary Remediation Goals**
- **1991, Part C; Risk Evaluation of Remedial Alternatives**
- **1998, Part D; Standardized Planning, Reporting and Review**
- **2004, Part E; Dermal Risk Assessment**

# AValiação de Risco





## **MODELO MATEMÁTICO DE AVALIAÇÃO DE RISCO “C-SOIL”**

**O Modelo matemático de avaliação de risco “C-Soil” foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Saúde Pública e Meio Ambiente da Holanda(RIVM).**

- **METODOLOGIA “RISK BASED CORRECTIVE ACTION – RBCA” DA AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM**

**Nos Estados Unidos, a American Society for Testing and Materials - ASTM homologou uma metodologia chamada Risk Based Corrective Action – RBCA (ASTM E 1739-95) que foi desenvolvida especificamente para hidrocarbonetos de petróleo e descreve uma seqüência lógica de atividades e decisões a serem tomadas desde a suspeita da contaminação até o alcance das metas de remediação.**



## **MODELOS RBCA DE AVALIAÇÃO DE RISCO**

**ASTM E 1739/95 - Risk Based Corrective Action (hidrocarbonetos);  
1995**

**ASTM PS104-98 – Standard Provisional Guide for Risk Based  
Corrective Action (1998)**

**RBCA Tool Kit for Chemical Release Versão 1.2 (1998) – Software  
desenvolvido a partir do ASTM PS104-98 – Standard Provisional  
Guide for Risk Based Corrective Action (1998)**

**ASTM E2081 – Standard Guide for RBCA**

**PLANILHA CETESB PARA  
AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE  
HUMANA EM ÁREAS COM PASSIVO  
DE CONTAMINAÇÃO DE SOLO E  
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

**MUITAS SÃO AS VARIÁVEIS  
ENVOLVIDAS EM UM ESTUDO DE  
AVALIAÇÃO DE RISCO, O QUE FAZ  
COM QUE, SE APLICADA SEM  
CRITÉRIO, ESTA FERRAMENTA NÃO  
PRODUZIRÁ BONS RESULTADOS**

**PARA QUE POSSA SER UTILIZADA  
COM PROPRIEDADE, A AVALIAÇÃO  
DE RISCO DEVE SER REALIZADA  
COM BASE EM UMA POLÍTICA QUE  
NORTEIE TODOS OS ASPÉCTOS  
ENVOLVIDOS**

**INTERNACIONALMENTE, O QUE TEM  
SIDO PRATICADO PELAS AGÊNCIAS  
AMBIENTAIS É O  
ESTABELECIMENTO DE UMA  
PLANILHA COM BASE EM UMA  
POLÍTICA PRÉ ESTABELECIDADA**

**ESTA POLÍTICA ESTABELECE  
CRITÉRIOS E DIRETRIZES PARA  
TODOS OS TÓPICOS ENVOLVIDOS EM  
UM ESTUDO DE AVALIAÇÃO DE  
RISCO**

# TÓPICOS ENVOLVIDOS:

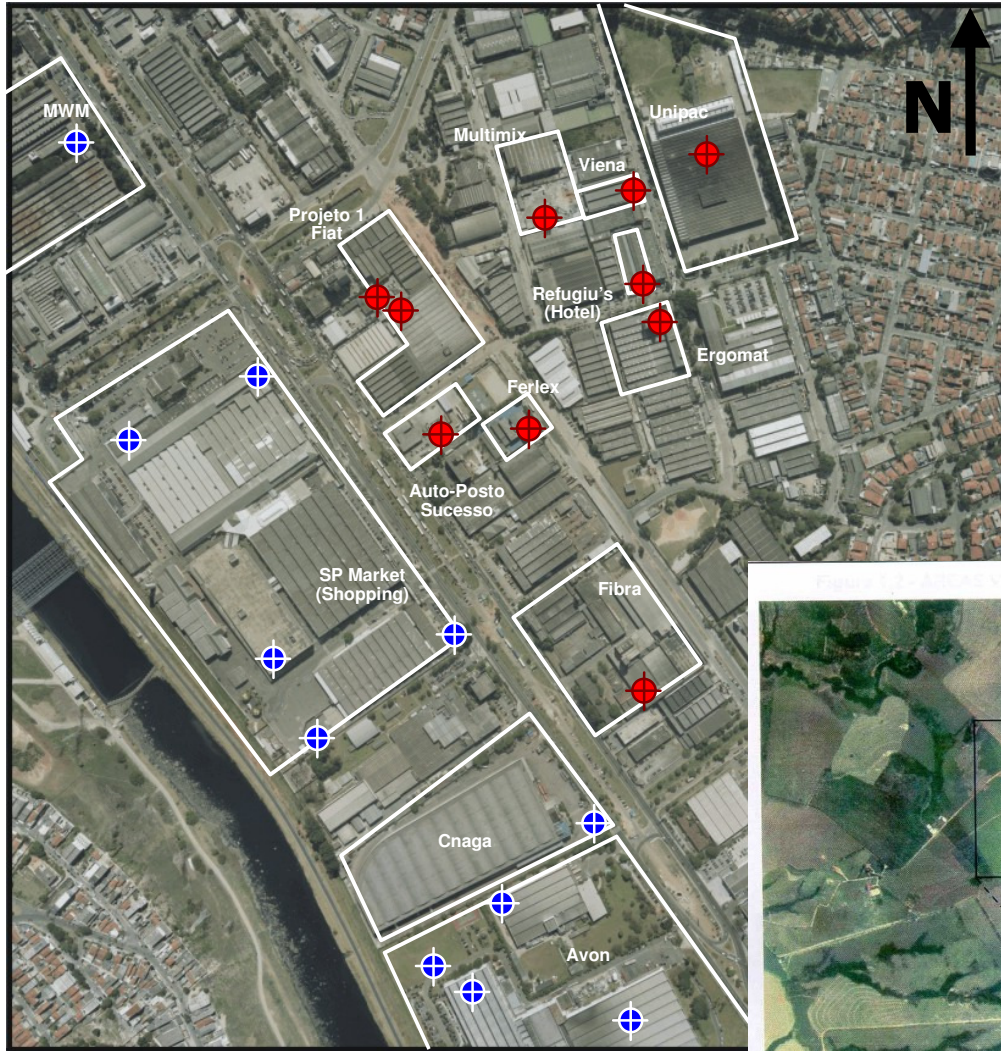
- NÍVEIS DE RISCO ACEITÁVEIS;
- CENÁRIOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO;
- VIAS DE EXPOSIÇÃO A SEREM CONSIDERADAS;
- EQUAÇÕES DE PARTIÇÃO E APORTE DE CONTAMINANTES;
- VALORAÇÃO DE PARÂMETROS;
- QUALIDADE DE DADOS;
- CONCENTRAÇÃO NO PONTO DE EXPOSIÇÃO;
- GESTÃO DE USO DO SOLO E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS;
- GERENCIAMENTO DO RISCO

# NÍVEIS DE RISCO ACEITÁVEIS

- SUBSTÂNCIAS CARCINOGENICAS: 10-5
- OUTRAS SUBSTÂNCIAS: INFERIOR A 1



# CENÁRIOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO



# Cenários de uso e ocupação do solo

Figura 1.1. - LOCALIZAÇÃO DO ATERRO MANTOVANI





# PLUMA DE CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO FREÁTICO ATINGINDO VÁRIOS RIOS



## **- AGRÍCOLA / ÁREA DE PROTEÇÃO**

fazendas, sítios, chácaras, áreas residenciais rurais, áreas de proteção máxima ( áreas de proteção de mananciais, parques nacionais e estaduais, APAs e APPs), cinturões verdes e áreas rurais onde há atividade econômica de produção agro-silvo-pastoril

## **- RESIDENCIAL URBANO**

áreas residenciais urbanas, incluindo residências térreas, prédios e estabelecimentos comerciais e sociais, tais como clubes, escolas, creches, hospitais, clínicas de tratamento, parques e áreas verdes urbanas, conventos, igrejas, pousadas, hotéis, motéis, asilos

## **- INDUSTRIAL/COMERCIAL**

áreas onde predominam atividades industriais e comerciais, cuja permanência de pessoas ocorre em horário de trabalho, incluindo empreendimentos industriais, áreas portuárias, aeroportos, estabelecimentos comerciais tais como, postos e sistemas retalhistas de combustíveis, prédios comerciais, lojas, restaurantes, padarias, açougues, peixarias, estacionamentos, supermercados, mercearias, lavanderias e escritórios.

## **- TRABALHO NO SOLO**

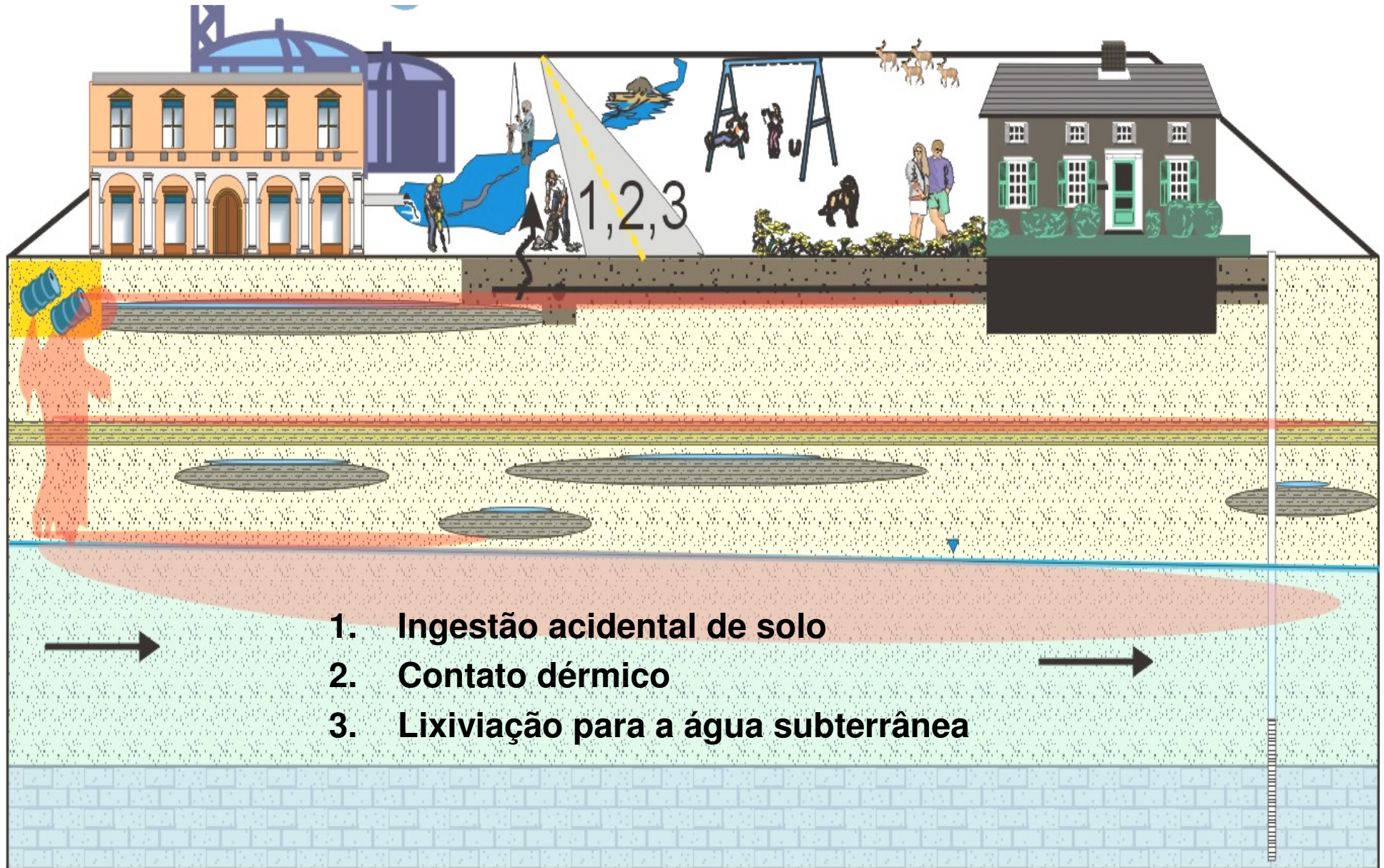
trabalhadores em contato com o solo, incluindo trabalhadores de obras, jardineiros, etc.

## VIAS DE EXPOSIÇÃO

MEIO	VIA	ROTA DE ENTRADA
SOLO SUPERFICIAL	DIRETA	INGESTÃO
		CONTATO DERMAL
	EROSÃO EÓLICA	INALAÇÃO DE PARTÍCULAS
	VOLATILIZAÇÃO	INALAÇÃO DE VAPORES EM AMBIENTE EXTERNO
	LIXIVIAÇÃO	ÁGUA SUBTERRÂNEA CONTAMINADA
SOLO SUBSUPERFICIAL		INALAÇÃO DE VAPORES EM AMBIENTE EXTERNO
	VOLATILIZAÇÃO	INALAÇÃO DE VAPORES EM AMBIENTE EXTERNO
	LIXIVIAÇÃO	INALAÇÃO DE VAPORES EM AMBIENTE INTERNO
		ÁGUA SUBTERRÂNEA CONTAMINADA
ÁGUA SUBTERRÂNEA		INALAÇÃO DE VAPORES EM AMBIENTE EXTERNO
		INALAÇÃO DE VAPORES EM AMBIENTE INTERNO
	DIRETA	INGESTÃO
		CONTATO DERMAL
ÁGUA SUPERFICIAL		INGESTÃO
	DIRETA	CONTATO DERMAL
		INALAÇÃO DE VAPORES
VEGETAÇÃO		INGESTÃO DE TUBÉRCULOS
	DIRETA	INGESTÃO DE FOLHAS E FRUTAS

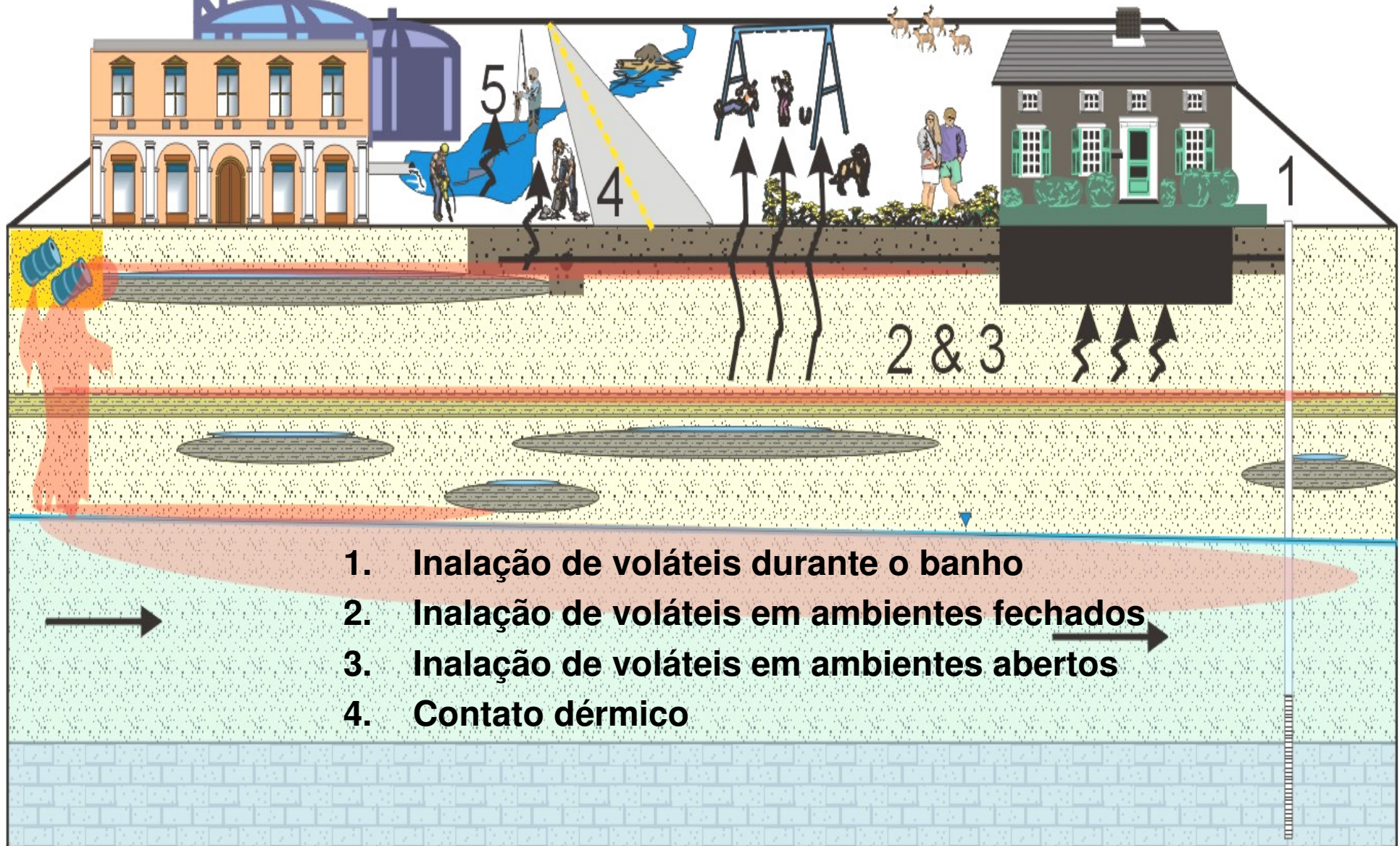
# **EQUAÇÕES DE PARTIÇÃO E APORTE**

# Solo Superficial





# Solo Subsuperficial e Água Subterrânea



# Intrusão de Vapores em uma construção à partir da água subterrânea

$$VF_{\text{indoor}} \left[ \frac{\text{cm}^3 - \text{water}}{\text{cm}^3 - \text{air}} \right] = \frac{1}{H_{\text{eff}}} \left[ 1 + \frac{D_{\text{ws}}^{\text{eff}}}{DF_{\text{esp}} L_{\text{GW}}} + \frac{D_{\text{ws}}^{\text{eff}} L_{\text{crack}}}{D_{\text{crack}}^{\text{eff}} L_{\text{GW}} \eta} \right] \times \left[ \frac{DF_{\text{esp}} L_{\text{GW}}}{D_{\text{ws}}^{\text{eff}}} \right]$$

- $H_{\text{eff}}$**  = constante da lei de Henry
- $L_{\text{GW}}$**  = profundidade da fonte na água sub. (cm)
- $L_{\text{crack}}$**  = espessura da fundação (cm)
- $\eta$**  = área de fraturamento da fundação (cm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>)
- $D_{\text{ws}}^{\text{eff}}$**  = coeficiente de difusão efetiva dos vapores na zona vadosa (cm<sup>2</sup>/s)
- $D_{\text{crack}}^{\text{eff}}$**  = coeficiente de difusão efetiva através das fraturas (cm<sup>2</sup>/s)
- $D_{\text{cap}}^{\text{eff}}$**  = coeficiente de difusão efetiva na franja capilar (cm<sup>2</sup>/s)
- $DF_{\text{esp}}$**  = fator de dispersão para espaço fechado = ER x  $L_{\text{B}}$  (cm/s)
- ER** = taxa de renovação de ar (s<sup>-1</sup>)
- $L_{\text{B}}$**  = volume da área fechada/área de infiltração (cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>)

## EQUAÇÃO GERAL PARA CÁLCULO DO INGRESSO DE SUBSTÂNCIAS NO ORGANISMO

---

$$I = C \times \frac{CR \times EF \times ED}{BW} \times \frac{1}{AT}$$

**I** – ingresso (mg/kg.dia)

**C** – concentração da substância no meio de contato  
(ex: mg/L de água)

**CR** – taxa de contato (ex: litros/dia)

**EF** – frequência da exposição (dias/ano)

**ED** – duração da exposição (anos)

**BW** – massa corpórea (kg)

**AT** – tempo médio (dias)

## VARIÁVEIS DA POPULAÇÃO

Variável	Valor Fonte		Vias de exposição
	Adulto	Criança	
Peso Corpóreo (Kg)	60 FIBGE-77/WHO-87 e 93	15 BERG-94/EPA-89a	Todas
Área Corpórea (m <sup>2</sup> )	1,66 Bernardes-95/BERG-94	0,95 BERG-94	Contato Dermal durante o banho por ducha ou imersão
Volume de Ar Inalado (m <sup>3</sup> /dia)	22 ICRP-74	15 ICPR-74	Inalação de Material particulado e voláteis durante o banho
Deposição Dérmica (mg de solo/cm <sup>2</sup> )	0,056 BERG-94	0,056 BERG-94	Contato dermal com o solo e água durante o banho (ducha ou imersão)
Taxa de Absorção Dérmica (por hora)	3,75 BERG-94	0,51 BERG-94	Contato dermal com solo e água durante o banho (ducha ou imersão)

## VARIÁVEIS DE TEMPO DE PERMANÊNCIA

Variável	Industrial		Residencial		Agrícola		Proteção Máxima		Vias de Exposição	
	Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança	Adulto	Criança		
Semanas/ano	48 Férias	5 Eventual	52 Todas	52 Todas	52 Todas	52 Todas	52 Todas	52 Todas	Contato dermal com solo e poeira	
Dias/semana	6 Dias de Trab.	1 Eventual	7 Todos	7 Todos	7 Todos	7 Todos	7 Todos	7 Todos		
Horas de Sono/dia	0	0	8	12	8	12	8	12		
Horas/Dia Útil	A.I.	8 Média	3	6 Em casa	8 Em casa	6	6 Em casa	8	8	Inalação de ar
	A.E.	2 E/S	1	2	4	10 Serviço	6 Háb. Est.	8	4	
Horas/Domingo	A.I.	0 Ausente	0 Ausente	8	4	8	4	8	4	Inalação de material particulado
	A.E.	0 Ausente	0 Ausente	4 EPA-89	4	4	4	4	4	
Tempo (anos)	25 EPA-89	6	24 EPA-89	6	58 *	6 *	58 *	6 *		

## VARIÁVEIS DE UM LOCAL

### Variáveis Independentes do Cenário

**SOLO**

<b>Matéria Orgânica</b>	<b>1,5%</b>
<b>Temperatura</b>	<b>25 °C</b>
<b>Densidade Apar.</b>	<b>1,3</b>
<b>kg/dm<sup>3</sup></b>	
<b>Porosidade Total</b>	<b>40 %</b>
<b>Profundidade da</b>	<b>1,5 m</b>
<b>contaminação</b>	

### CONSTRUÇÃO

<b>Taxa Ventilação</b>	<b>1,25 V/h</b>
<b>Porão</b>	<b>ausente</b>
<b>Encanamentos</b>	<b>PVC</b>
<b>Piso</b>	<b>concreto</b>
<b>Espessura Piso</b>	<b>0,1 m</b>

### Variáveis Dependentes do Cenário

<b>Característica</b>	<b>Industrial</b>	<b>Agrícola/ Residencial</b>
<b>/ APM</b>		
<b>Altura do pé direito</b>	<b>2,5 m</b>	<b>2,0 m</b>
<b>Área Construída</b>	<b>200 m<sup>2</sup></b>	<b>50 m<sup>2</sup></b>

## OUTROS PARÂMETROS NECESSÁRIOS

PARÂMETROS DE AR	VALOR	UNIDADE
Taxa de evaporação da água	0,0001	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .dia
Velocidade do vento a 1,5 m	3170	m/hora
Concentração de partículas suspensas em ambiente externo	0,07	mg/m <sup>3</sup>
Fração de solo nas partículas suspensas em ambiente. externo	0,5	--
Fração de solo nas partículas suspensas em ambiente. interno	0,8	--
PARÂMETROS DE VEGETAIS		
Fator de interceptação pela cultura	0,4	--
Produção	0,28	kg mat. seca/ m <sup>2</sup>
Período de crescimento	180	dias
PARÂMETROS DE ÁGUA ENCANADA		
raio dos encanamentos	0,0098	m
espessura dos encanamentos	0,0027	m
comprimento dos encanamentos	14	m
PARÂMETROS DE BANHO		
Temperatura da água	313	°K
volume de água consumido	0,15	m <sup>3</sup>
Volume (espaço) do banheiro	6	m <sup>3</sup>
Tempo no banho	0,2	hora
Tempo no interior do banheiro	0,4	hora
Fator de absorção relativa	1	--
Fator de retenção de partículas no pulmão	0,75	--

# QUALIDADE DE DADOS

- QUALIFICAÇÃO DE PRESTADORES DE SERVIÇOS;
- QUALIFICAÇÃO DE LABORATÓRIOS;
- PROTOCOLOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE

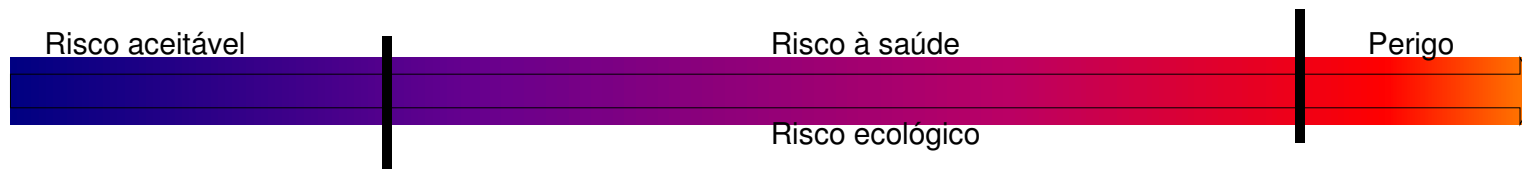


# CONCENTRAÇÃO NO PONTO DE EXPOSIÇÃO

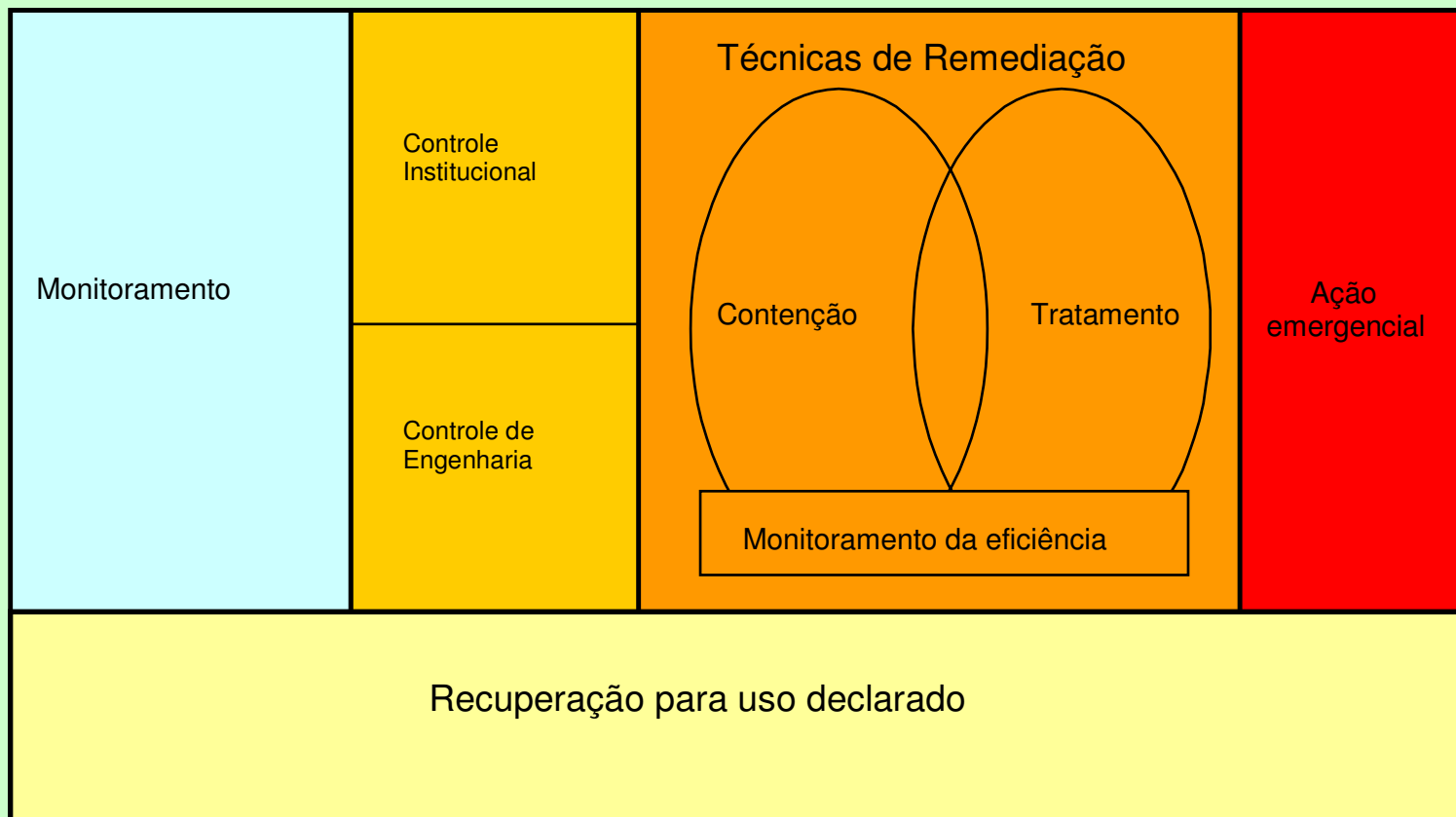


# GERENCIAMENTO DO RISCO

## Gerenciamento do Risco



## Ações decorrentes da Avaliação de Risco



# FORMAS DE INTERVENÇÃO

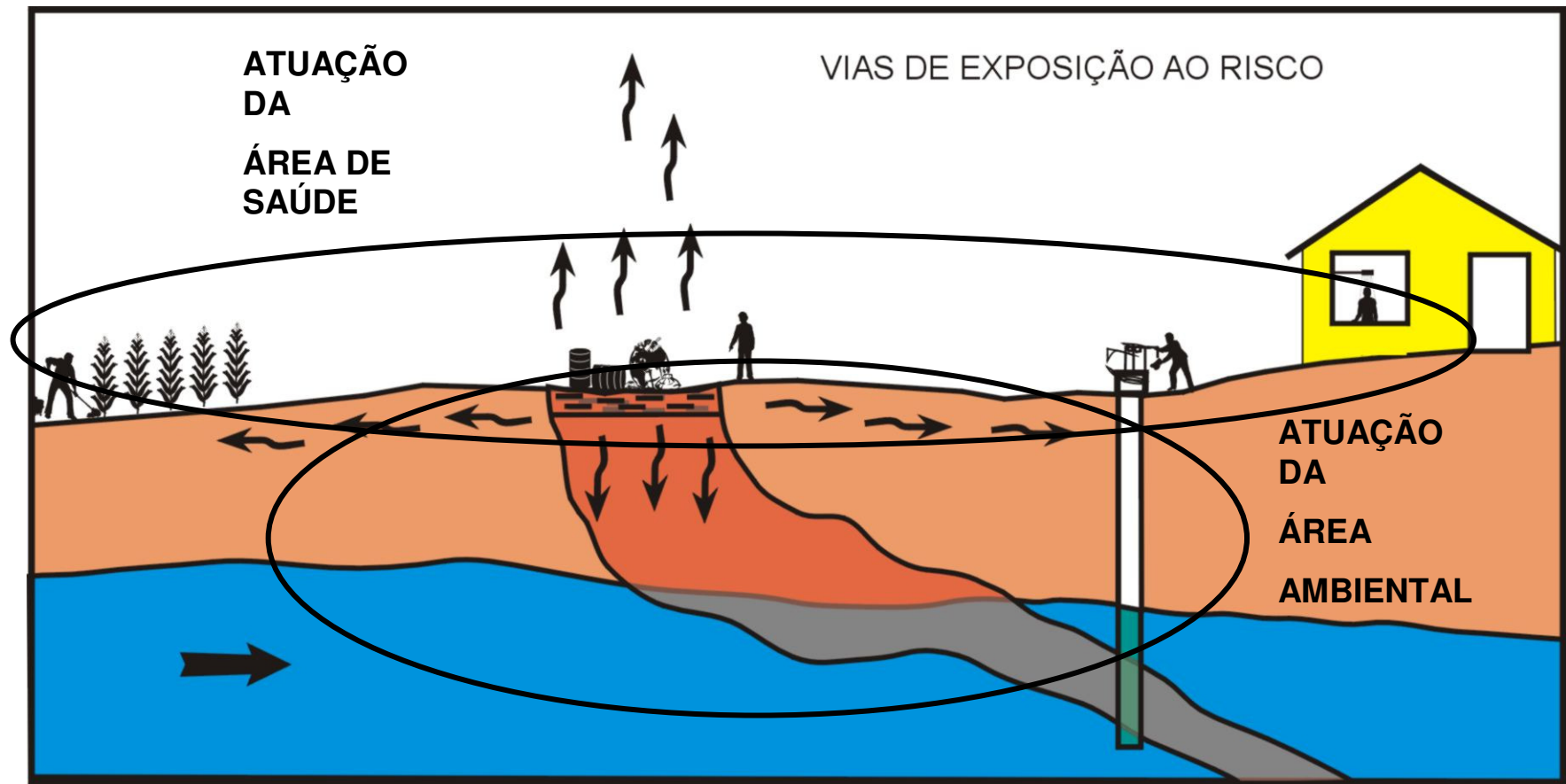
- **RESTRIÇÃO DE ACESSO**
- **RESTRIÇÃO DE USO DO SOLO NO ENTORNO**
- **RESTRIÇÃO DE USO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**
- **APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE REMEDIAÇÃO**

**A COMUNICAÇÃO DA  
CETESB QUANTO AO  
GERENCIAMENTO DO RISCO  
É REALIZADA PELAS  
AGÊNCIAS AMBIENTAIS**

# **SÃO INFORMADOS:**

- **DAEE;**
- **ÓRGÃO ESTADUAIS DE SAÚDE (CVS E CVE)**
- **VIGILÂNCIAS SANITÁRIAS MUNICIPAIS;**
- **PREFEITURAS MUNICIPAIS (ÓRGÃOS DE PLANEJAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E APROVAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS E CONSTRUÇÕES**

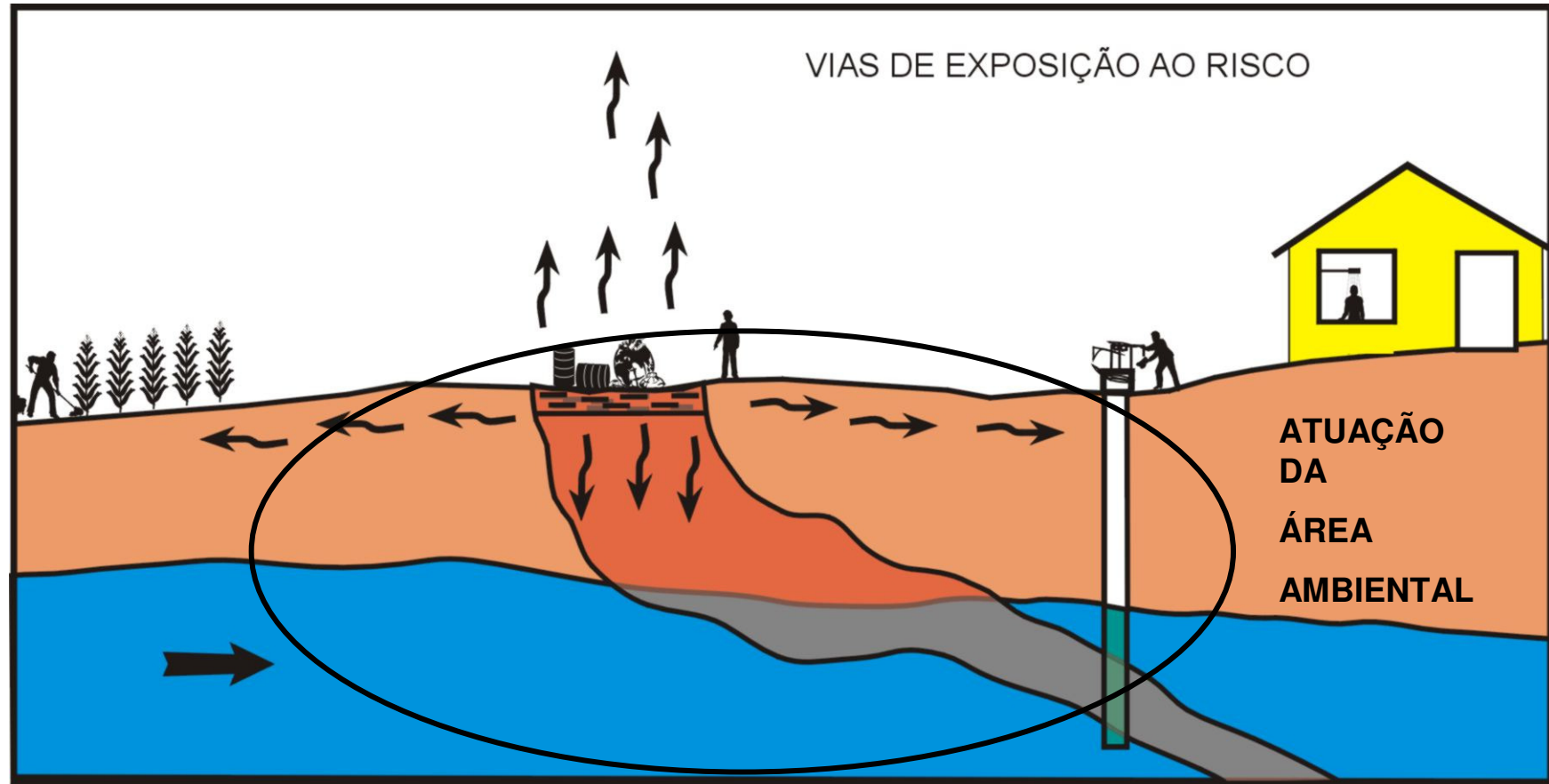
# AVALIAÇÃO DE RISCO





# AVALIAÇÃO DE RISCO

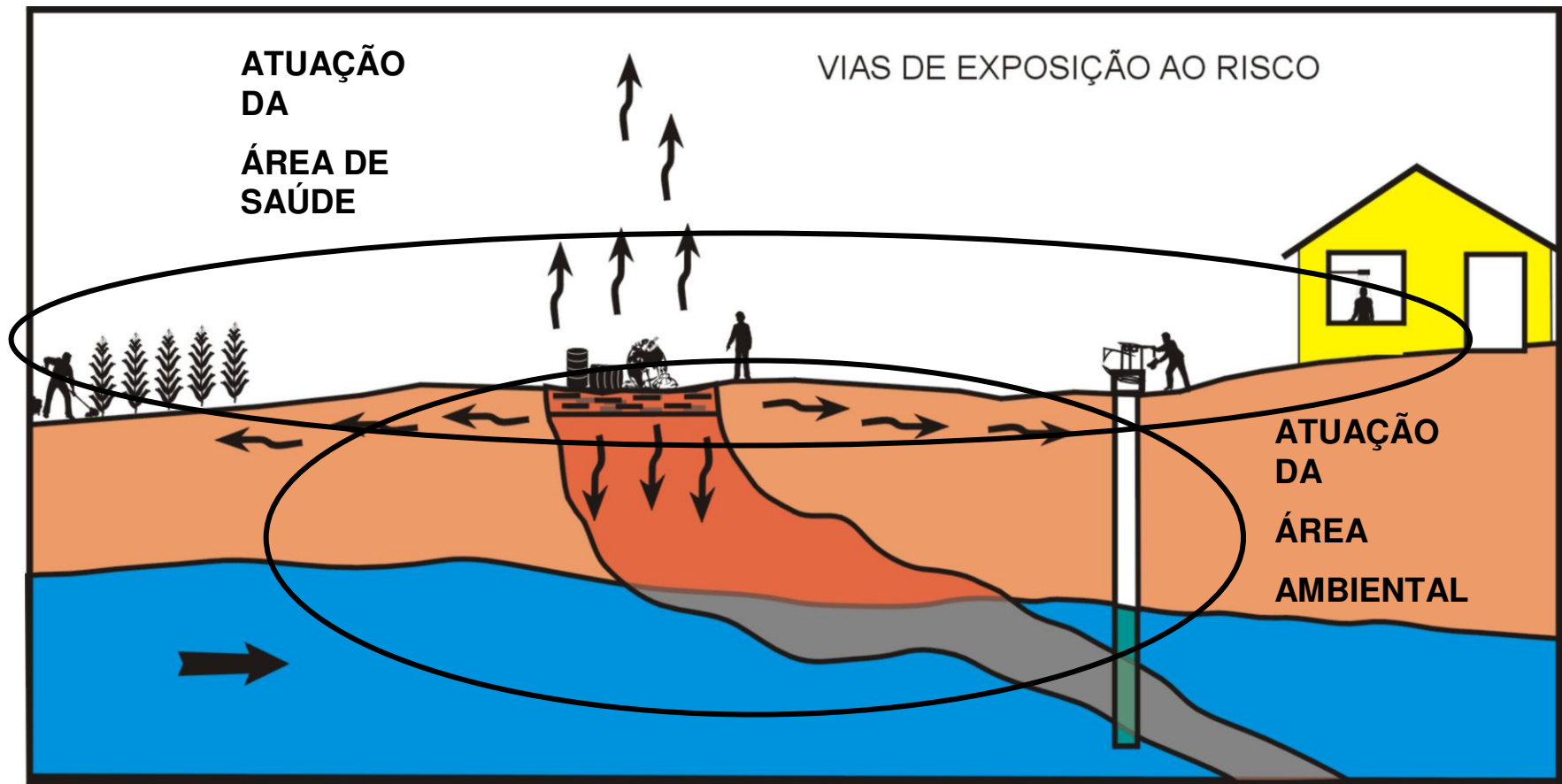
## ATUAÇÃO DA ÁREA AMBIENTAL



**AVALIAÇÃO PELA METODOLOGIA RAGS DA EPA**  
**MODELOS DE TRANSPORTE INTRA E INTER MEIOS**

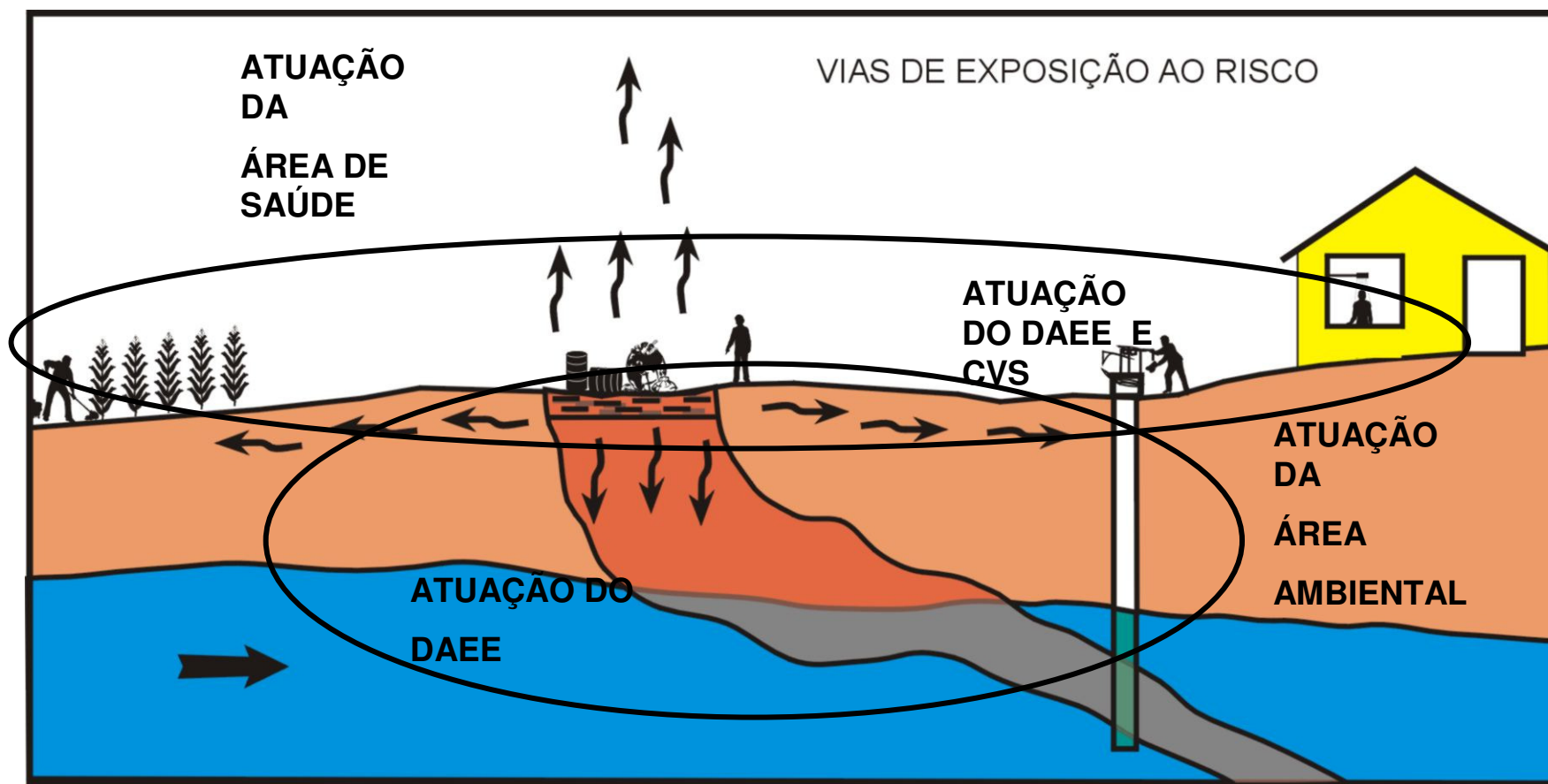
# AVALIAÇÃO DE RISCO - ATUAÇÃO DA ÁREA DE SAÚDE

## METODOLOGIA ATSDR E PROTOCOLOS MÉDICOS



# ATUAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS HÍDRICOS

## DAEE



# ÁREAS CRÍTICAS

- Áreas contaminadas críticas são aquelas que, em função dos danos causados ou dos riscos que oferecem, geram inquietação na população ou conflitos entre os atores envolvidos, havendo a necessidade de um procedimento de gerenciamento diferenciado que contemple a definição de estratégias de intervenção, de comunicação de risco e de gestão da informação.

# RELAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS CRÍTICAS

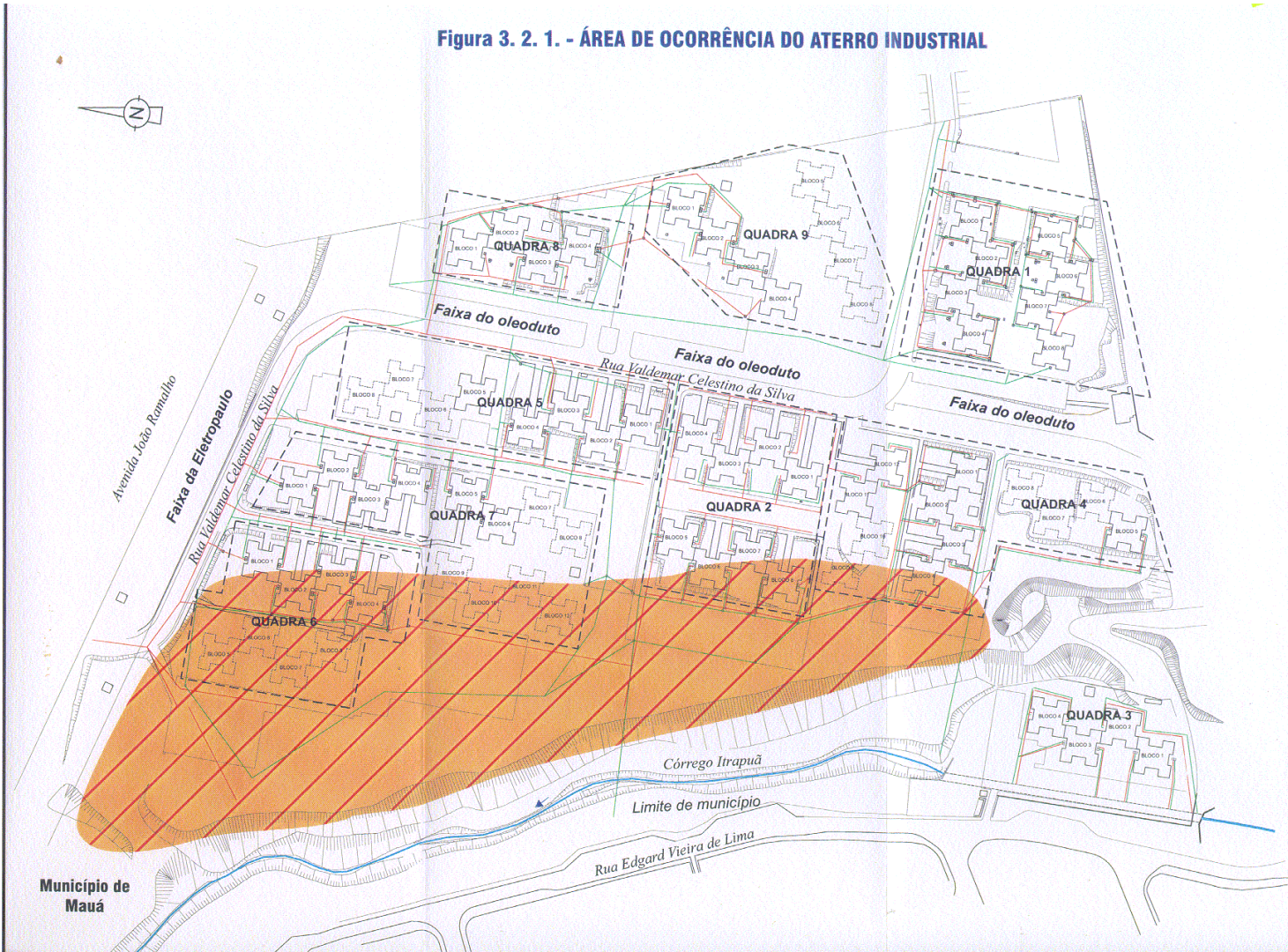
- Condomínio Residencial Barão de Mauá - Município de Mauá;
- Jardim das Oliveiras - Município de São Bernardo do Campo;
- Bairro de Jurubatuba - Município de São Paulo;
- Bairro de Vila Carioca - Município de São Paulo.

**CONDOMINIO RESIDENCIAL  
BARÃO DE MAUÁ**

**FOTO  
AÉREA  
DE 1.993**



**Figura 3. 2. 1. - ÁREA DE OCORRÊNCIA DO ATERRO INDUSTRIAL**



Cliente: **SQG EMPREENDIMENTOS CONSTRUÇÕES LTDA.**

Título do Projeto: **INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA**

Local: **CONJUNTO RESIDENCIAL BARÃO DE MA**  
Av. João Ramalho, 2413 - Mauá  
São Paulo

**GEO CSD** Geologia e Engenharia Ambiental

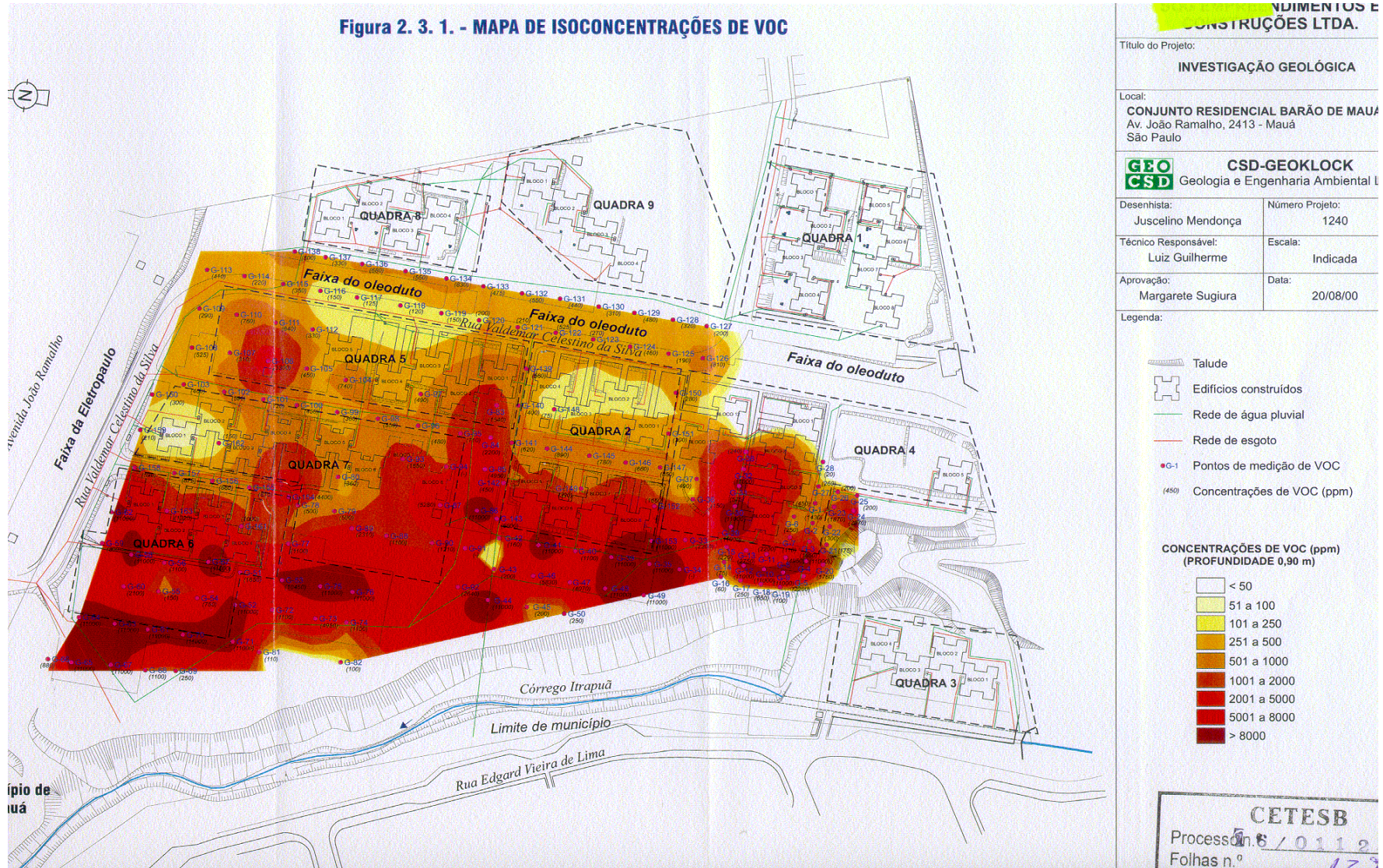
Desenhista: Juscelino Mendonça	Número Projeto: 1240
Técnico Responsável: Luiz Guilherme	Escala: Indicada
Aprovação: Margarete Sugiura	Data: 20/08/00

- Legenda:
- Talude
  - Edifícios construídos
  - Edifícios a serem construídos
  - Rede de água pluvial
  - Rede de esgoto
  - Área onde foi encontrado o aterro industrial

**CETESB**  
Processo nº / 01128  
Folhas n.º 158  
ga



**Figura 2.3.1 - MAPA DE ISOCONCENTRAÇÕES DE VOC**



Título do Projeto: <b>INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA</b>	
Local: CONJUNTO RESIDENCIAL BARÃO DE MAUA Av. João Ramalho, 2413 - Mauá São Paulo	
<b>CSD-GEOKLOCK</b> Geologia e Engenharia Ambiental L	
Desenhista: Juscelino Mendonça	Número Projeto: 1240
Técnico Responsável: Luiz Guilherme	Escala: Indicada
Aprovação: Margarete Sugiura	Data: 20/08/00

**JARDIM DAS OLIVEIRAS**

# JARDIM DAS OLIVEIRAS

- O assentamento irregular Jardim das Oliveiras, situado em área de proteção aos mananciais, à Estrada da Cama Patente, no município de São Bernardo do Campo, foi ocupado sobre antigo lixão de resíduos industriais no início dos anos 90. O local abriga cerca de 800 famílias.
- Em 09/05/2008, a Prefeitura de São Bernardo apresentou à CETESB, relatórios elaborados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), contendo os resultados de investigação feita na área e de estudo de avaliação de risco. Foram detectados, no solo e nas águas subterrâneas, concentrações de alguns metais (como cobre, chumbo, zinco, níquel, cádmio, arsênio, cromo e mercúrio) e compostos orgânicos, em valores superiores aos valores orientadores que indicam a necessidade de intervenção na área.

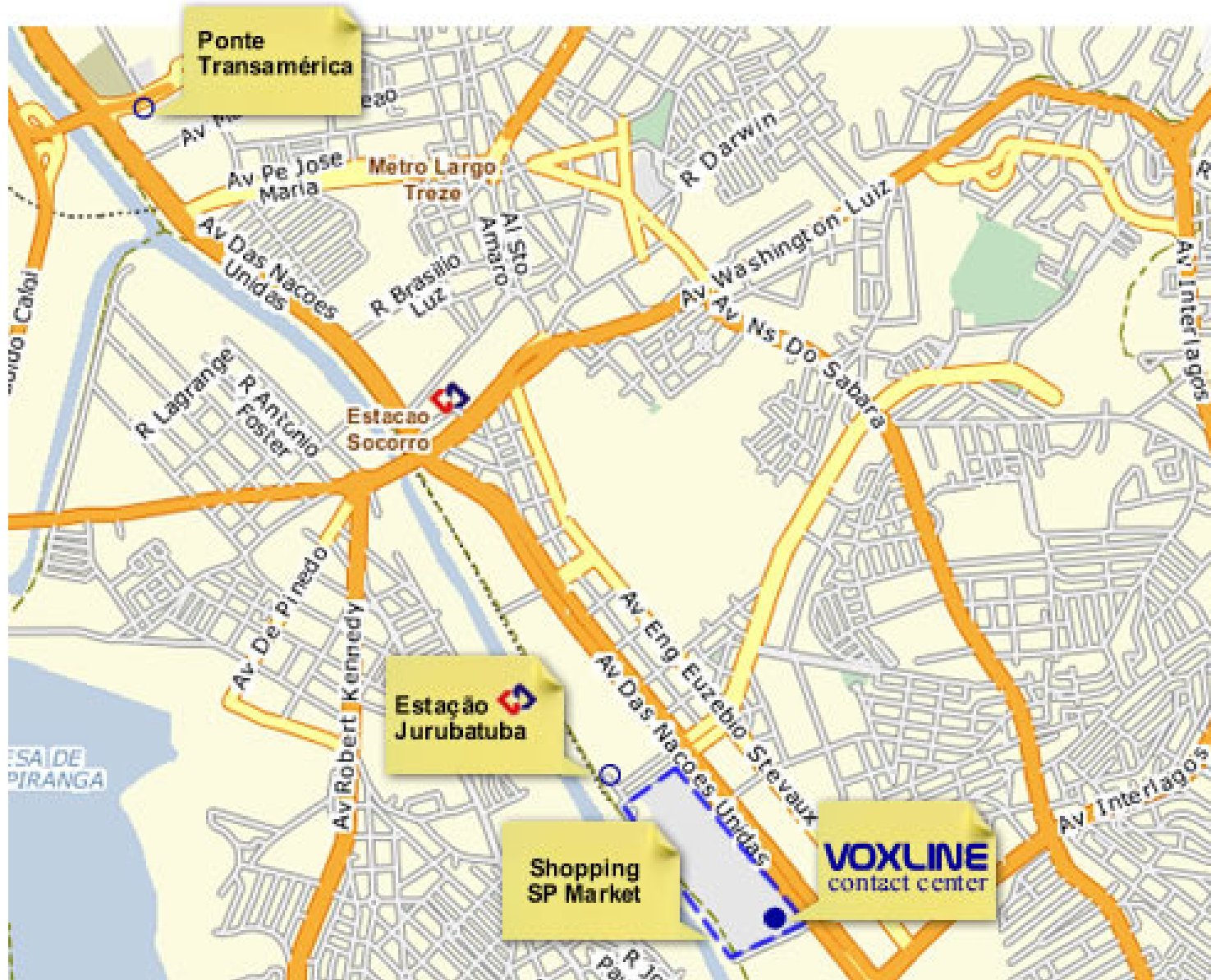
Tendo em vista que as investigações não tiveram a extensão e detalhamento requeridos e que os laudos analíticos não puderam ser

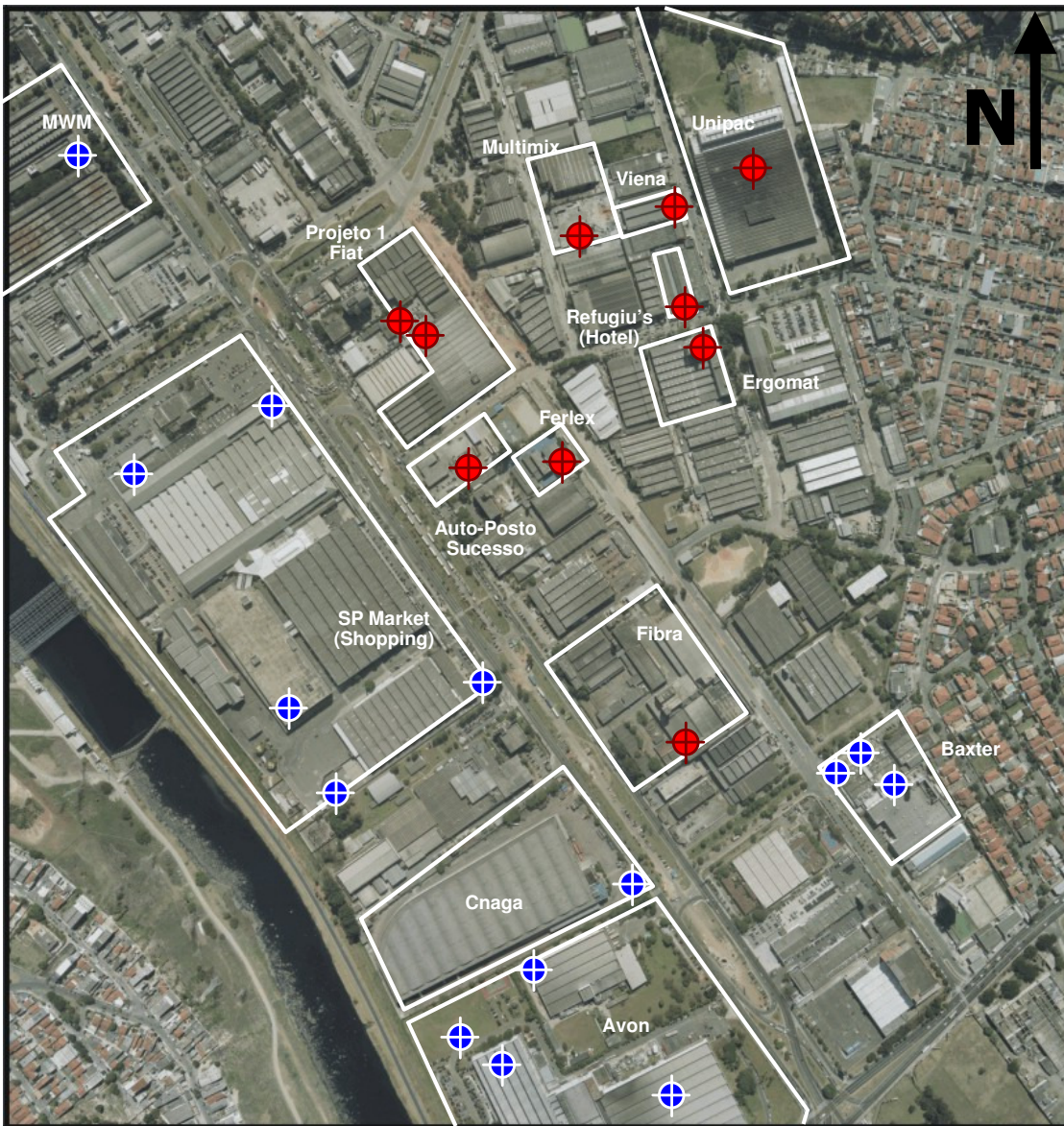
# JARDIM DAS OLIVEIRAS



**BAIRRO JURUBATUBA**

# JURUBATUBA





**CASO  
GILLETE  
EM  
JURUBATU  
BA  
SÃO PAULO**

# SENAC





## SHOPPING SP MARKET



## SHOPPING SP MARKET



**BAIRRO VILA CARIOCA**



2000

Condomínio

Distribuidora de Combustíveis

Metalurgia

Distribuidora de Combustíveis

Recauchutadora de Pneus

Air Liquid

Sommer

Lopsa

Triken

Transdupla

BIP II

BIP I

COLORADO

Antigo Lixão

DETRAN

Petrobras

Antiga Matarazzo Refinaria/Fábrica de Pesticidas

Petrobras

Antiga Lagoa de Decantação da Matarazzo

Linha Férrea (CPRM)

Av. Presidente Wilson

Ribeirão dos Meninos