

VI Seminário de Políticas de Gestão da  
Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas

**AVALIAÇÃO DE RISCO – NOVOS  
PROCEDIMENTOS ADOTADOS PELA  
CETESB**

**Rodrigo Cunha – CETESB**

**São Paulo, 25 de setembro de 2008**

# PROCEDIMENTO PARA GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

---

Aprovado pela **DECISÃO DE DIRETORIA Nº 103/2007/C/E**, de 22 de junho de 2007, publicada no DOE em 27 de junho de 2007

Disponível em:

[http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas\\_contaminadas/proced\\_gerenciamento\\_ac.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/proced_gerenciamento_ac.pdf)

# PROCEDIMENTO PARA GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

---

O gerenciamento de áreas contaminadas visa reduzir para níveis aceitáveis os riscos a que estão sujeitos a população e o meio ambiente em decorrência de exposição às substâncias provenientes das áreas contaminadas, por meio de um conjunto de medidas que assegurem o conhecimento das características dessas áreas e dos impactos decorrentes da contaminação, proporcionando os instrumentos necessários à tomada de decisão quanto às formas de intervenção mais adequadas.

## Objetivos do Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas

---

- ✓ Agilizar a implementação das medidas de intervenção
- ✓ Priorizar áreas contaminadas críticas

## Principais inovações

---

- ✓ Auditoria como ferramenta para fiscalização do cumprimento das exigências previstas no procedimento
- ✓ Introdução da Declaração de Responsabilidade para o Responsável Legal e Responsável Técnico (em todos os relatórios – responsabilização administrativa, civil e penal)
- ✓ Introdução do Termo de Reabilitação da Área para o Uso Declarado

## Principais inovações

---

- ✓ Criação do Grupo Gestor de Áreas Contaminadas Críticas (GAC)
- ✓ Apresentação de orientações para a definição das formas de intervenção (MR, MCI, MCE)
- ✓ Simplificação do procedimento de quantificação do risco à saúde humana e definição das metas de remediação

## PROCEDIMENTO PARA GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

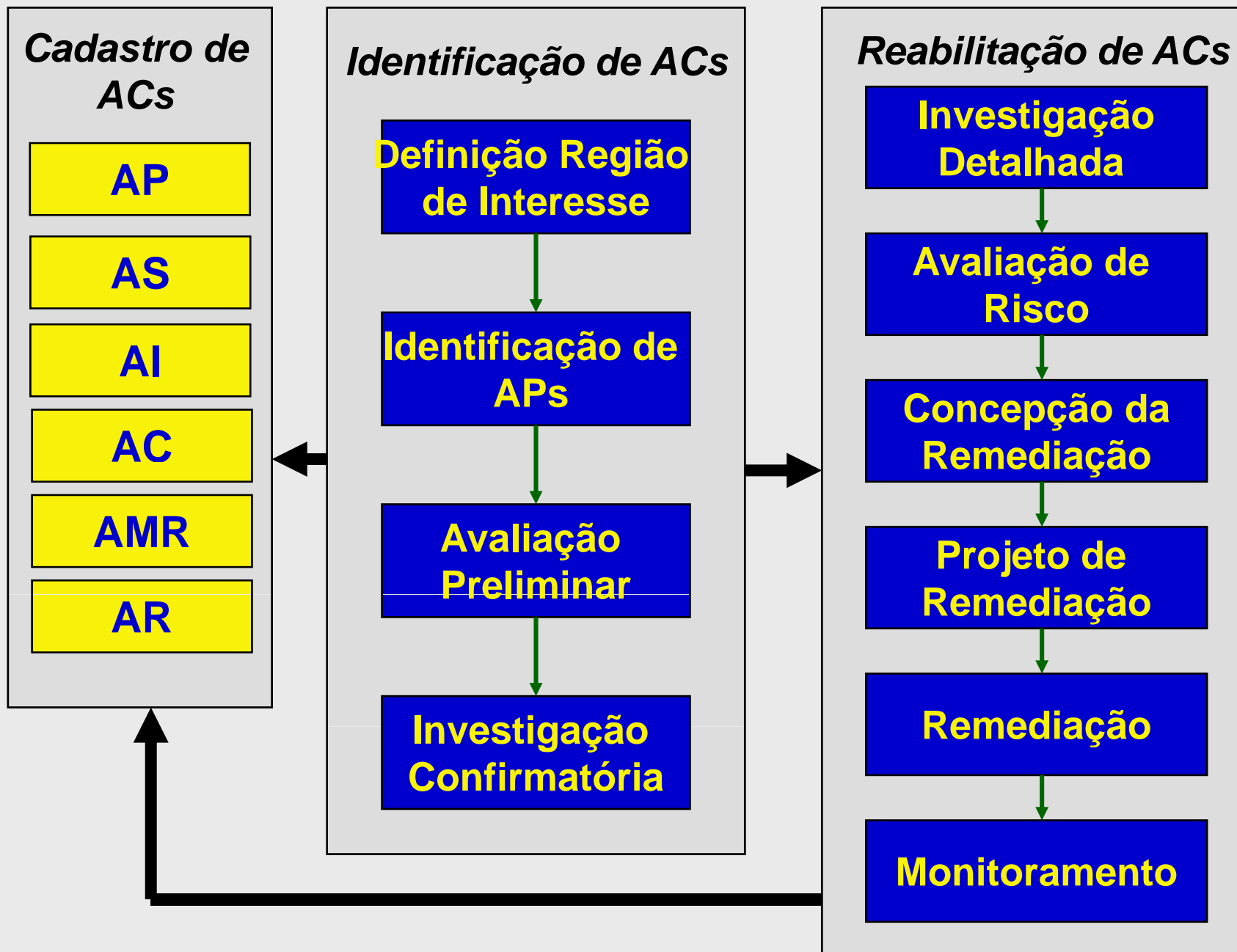
---

- **PROCEDIMENTO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS**
- **PROCEDIMENTO PARA POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DECOMBUSTÍVEIS**

# PROCEDIMENTO PARA GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

---

## **PROCEDIMENTO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS**



# AVALIAÇÃO DE RISCO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS

---

A quantificação do risco à saúde e a fixação de metas para remediação com base no risco à saúde deverão ser realizadas empregando-se as **planilhas para avaliação de risco para áreas contaminadas sob investigação**, as quais serão publicadas pela CETESB.

# **Planilha Eletrônica para Quantificação do Risco à Saúde Humana e Cálculo de Metas de Intervenção**

VI Seminário de Políticas de Gestão da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas


# **AVALIAÇÃO DE RISCO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS**

## **Uso das Planilhas – Dados de entrada**

- ✓ Definir os cenários de exposição, atuais e potenciais, dentre aqueles especificados na planilha
- ✓ Selecionar as SQIs
- ✓ Preencher os campos abertos


# Planilha Eletrônica para Quantificação do Risco à Saúde Humana e Cálculo de Metas de Intervenção

## Definição de Cenários de Exposição

		MODELO CONCEITUAL DE EXPOSIÇÃO							
		MEIO FÍSICO		VIAS DE INGRESSO		COMERCIAL INDUSTRIAL URBANO			
						TRABALHADOR DE OBRA CIVIL		ADULTO	
						NA FONTE	FORA DA FONTE	NA FONTE	FORA DA FONTE
CAMINHOS DE EXPOSIÇÃO	SOLO	SUPERFICIAL	CONTATO DIRETO	INALAÇÃO	VAPORES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
				PARTÍCULAS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
			CONTATO DÉRMIICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
		INGESTÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
		INGESTÃO DE VEGETAIS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
		SUBSUPERFICIAL	INALAÇÃO	AMBIENTES ABERTOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	AMBIENTES FECHADOS			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	LIXIVIAÇÃO PARA ÁGUA SUBTERRÂNEA		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
	ÁGUA	SUBTERRÂNEA	INALAÇÃO	AMBIENTES ABERTOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
				AMBIENTES FECHADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
			USO IRRESTRITO	CONTATO DIRETO	CONTATO DÉRMIICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		SUPERFICIAL	RECREAÇÃO	INALAÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
				INGESTÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
			CONTATO DÉRMIICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
SEDIMENTO	INGESTÃO		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
	CONTATO DÉRMIICO		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			

# Planilha Eletrônica para Quantificação do Risco à Saúde Humana e Cálculo de Metas de Intervenção

## Seleção das SQIs

 <b>CETESB</b> PARÂMETROS		SQI - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS								
		PM (µm <sup>2</sup> )	CAS No.	CTE ADIMENSIONAL DE HENRY	Log Kow	Koc (L/Kg)	VOLÁTIL	Solubilidade (mg/L água)	DIFUSIVIDADE NO AR	DIFUSIVIDADE NO ÁGUA
1	Trichloroethene	131,39	79-01-6	4,21E-01	2,42E+00	9,43E+01	Sim	1,28E+03	7,90E-02	9,10E-06
2	Dichloroethene, cis - 1,2	98,94	156-59-2	1,87E-01	1,86E+00	3,58E+01	Sim	6,41E+03	8,88E-02	1,13E-05
3	Tetrachloroethene	183,83	127-18-4	7,24E-01	3,40E+00	2,85E+02	Sim	2,08E+02	7,20E-02	8,20E-06
4	Tolueno	92,14	108-88-3	2,72E-01	2,73E+00	1,40E+02	Sim	5,28E+02	8,70E-02	8,60E-06
5	Anthracene	178,23	125-13-7	2,00E-03	4,45E+00	2,34E+04	Sim	1,28E+00	3,85E-02	7,74E-06
6	Benzo(a)antraceno	228,29	56-55-3	4,91E-04	5,79E+00	2,58E+05	Não	9,90E-03	5,70E-02	9,00E-06
7	Benzo(a)pireno	252,32	50-32-8	1,87E-05	6,13E+00	9,88E+05	Não	1,80E-03	4,30E-02	9,03E-06
8	Indeno(1,2,3-cd)pireno	278,34	193-39-9	1,42E-05	6,70E+00	3,47E+06	Não	2,20E-05	2,25E-02	8,68E-06
9	Chrysene	228,29	218-01-9	2,14E-04	5,81E+00	3,98E+05	Não	1,88E-02	2,44E-02	8,21E-06
10	Phenol	94,11	108-95-2	1,38E-05	1,46E+00	2,88E+01	Sim	8,38E+04	8,20E-02	9,10E-06
11	Fluorantileno	202,26	206-44-0	3,87E-04	5,16E+00	4,91E+04	Não	1,20E-01	2,51E-02	8,35E-06
12	Chloroform	119,38	67-66-3	1,50E-01	1,97E+00	5,25E+01	Sim	7,71E+03	1,04E-01	1,00E-05
13	Xileno, Total	106,16	1330-20-7	2,88E-01	3,16E+00	5,58E+02	Sim	1,08E+02	7,37E-02	9,34E-06
14	Etilbenzeno	106,16	105-61-4	3,22E-01	3,15E+00	2,04E+02	Sim	1,88E+02	7,50E-02	7,80E-06
15	Fluorantileno	178,23	85-01-6	1,73E-03	4,46E+00	2,26E+04	Sim	1,28E+00	3,75E-02	7,47E-06
16	Digite um CAS No. Válido	Digite CAS		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
17	Digite um CAS No. Válido	Digite CAS		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
18	Digite um CAS No. Válido	Digite CAS		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
19	Digite um CAS No. Válido	Digite CAS		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
20	Digite um CAS No. Válido	Digite CAS		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
21	Digite um CAS No. Válido	Digite CAS		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
22	Digite um CAS No. Válido	Digite CAS		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
23	Digite um CAS No. Válido	Digite CAS		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
24	Digite um CAS No. Válido	Digite CAS		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
25	Digite um CAS No. Válido	Digite CAS		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
26	Digite um CAS No. Válido	Digite CAS		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
27	Digite um CAS No. Válido	Digite CAS		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
28	Digite um CAS No. Válido	Digite CAS		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
29	Digite um CAS No. Válido	Digite CAS		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
30	Digite um CAS No. Válido	Digite CAS		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

# **Planilha Eletrônica para Quantificação do Risco à Saúde Humana e Cálculo de Metas de Intervenção**

---

BD - 630 Substâncias Químicas com dados toxicológicos e físico-químicos

# Planilha Eletrônica para Quantificação do Risco à Saúde Humana e Cálculo de Metas de Intervenção

## Preenchimento dos Campos

**Campos fechados** - onde os dados de parametrização não poderão ser alterados (parâmetros de exposição, parâmetros referentes às substâncias de interesse e alguns parâmetros referentes ao meio físico)

**Campos abertos** - nos quais poderão ser inseridos dados (concentrações das SQIs nos pontos de exposição e dados sobre o meio físico específicos para a área).

*Responsável Técnico* deve determinar e justificar a adoção desses valores.



## PLANILHA DE ENTRADA DE DADOS

PARÂMETROS	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COMERCIAL INDUSTRIAL URBANO			ESPECÍFICO
			PADRÃO CETESB	VALORES ESPECÍFICOS	VALORES DE CÁLCULO	
<b>Parâmetros dos Solo</b>						
Ls	Espessura do Solo Superficial Impactado	cm	100		100	
Lss	Profundidade da Fonte no solo subsuperficial	cm	100		100	
dss	Espessura do Solo Subsuperficial Impactado	cm	345		345	
θT	Porosidade Total	-	0,460		0,460	
ps	Densidade do Solo	g/cm <sup>3</sup>	1,300		1,300	
<b>Parâmetros da Fonte</b>						
A	Área de Emissão de Vapores	cm <sup>2</sup>	20250000		20250000	
Sd	Espessura da Fonte na Água Subterrânea	cm	200		200	
Sw	Largura da Fonte	cm	1000		1000	
Wss	Largura do solo subsuperficial impactado	cm	4500		4500	
Ws	Largura do solo superficial impactado	cm	4500		4500	
<b>Parâmetros de Água Subterrânea</b>						
foc	Fração de Carbono Orgânico no Solo (Zona Saturada)	g-C/g-solo	0,009		0,0090	
i	Gradiente Hidráulico	-	0,026		0,0260	
K	Condutividade Hidráulica	cm/dia	11,23		11,23	
Lgw	Profundidade do Nível d'Água	cm	450		450,00	
SIR	Taxa de infiltração no Solo	cm/ano	66,10		66,10	
T	Temperatura da Água Subterrânea	K	295		295,00	
Ww	Largura da área fonte na direção paralela ao fluxo da água subterrânea	cm	4500		4500	
x	Distância entre a área fonte na água subterrânea e o Ponto de Exposição	cm	4500		4500	
δgw	Espessura da pluma dissolvida na água subterrânea	cm	200		200	
θef	Porosidade Efetiva	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,120		0,1200	
<b>Parâmetros das Construções</b>						
Ab	Área das Fundações	cm <sup>2</sup>	200000,00		200000,00	
Lb	Pé Direito	cm	300,00		300,00	
Lcrk	Espessura das fundações/paredes de construções	cm	15,00		15,00	

# **Planilha Eletrônica para Quantificação do Risco à Saúde Humana e Cálculo de Metas de Intervenção**

---

BD - Parâmetros exposicionais

BD – Parâmetros do meio físico

# AVALIAÇÃO DE RISCO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS

## Uso das Planilhas – Dados de saída

- ✓ Risco para cada SQI e caminho de exposição
- ✓ Risco cumulativo para cada SQI e todas as vias de exposição consideradas
- ✓ Risco cumulativo para substâncias carcinogênicas e não carcinogênicas por via de exposição e todas as vias consideradas
- ✓ Meta de remediação para cada meio e via de exposição selecionados

# Planilha Eletrônica para Quantificação do Risco à Saúde Humana e Cálculo de Metas de Intervenção

---

Receptor: Residencial adulto

SQI: Tolueno

Efeito: Não carcinogênico

Meio: Solo superficial

Vias de exposição:

inalação

ingestão

contato dérmico

# AVALIAÇÃO DE RISCO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS

---

A **avaliação de risco** poderá ser desenvolvida sem o emprego das planilhas, devendo os motivos para tal decisão serem justificados no **relatório de avaliação de risco** a ser apresentado à CETESB.

Neste caso os resultados obtidos serão avaliados pela CETESB por meio das planilhas não devendo haver diferenças significativas nos cálculos realizados.

# AVALIAÇÃO DE RISCO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS

---

## Quando não forem utilizadas as planilhas:

- ✓ Apresentar os dados de parametrização assumidos nos cálculos
- ✓ Utilizar tabelas elaboradas para esta finalidade
- ✓ Não apresentar os dados por meio das tabelas de saídas dos *softwares* comerciais
- ✓ Indicar a referência de cada dado adotado
- ✓ Utilizar os dados adotados nas planilhas da CETESB para os parâmetros que constam dos campos fechados.

# AVALIAÇÃO DE RISCO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS

---

## Quando não forem utilizadas as planilhas:

- ✓ Os dados toxicológicos e os dados físico-químicos das SQIs deverão ser obtidos nas listas estabelecidas pela CETESB e disponibilizadas em sua página na Internet

# AVALIAÇÃO DE RISCO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS

---

- ✓ Risco aceitável à saúde para exposição a substâncias carcinogênicas: menor ou igual a  $10^{-5}$
- ✓ Para um mesmo receptor os resultados relativos aos riscos carcinogênicos calculados para cada uma das substâncias, considerando todos os cenários de exposição, devem ser somados.

# **AVALIAÇÃO DE RISCO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS**

---

A critério da CETESB, poderão ser adotados níveis de risco diferentes de  $10^{-5}$  para exposição às substâncias carcinogênicas.

# AVALIAÇÃO DE RISCO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS

---

- ✓ Para substâncias não carcinogênicas: quociente de risco total inferior a 1 (um).

O quociente de risco total:

- ✓ determinado a partir da soma dos quocientes de risco parciais das substâncias que possuem mecanismos de ação semelhantes no organismo
- ✓ representam a soma dos quocientes de risco calculados para cada uma das vias de exposição presentes nos cenários de exposição considerados.

# AVALIAÇÃO DE RISCO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS

---

## Relatório de avaliação de risco

- descrição sucinta da metodologia empregada
- os cenários de exposição considerados, com as devidas justificativas para sua adoção
- os dados referentes aos parâmetros que puderam ser determinados
- os resultados obtidos

# AVALIAÇÃO DE RISCO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS

---

## Relatório de avaliação de risco

- uma conclusão clara e objetiva acerca da existência de risco acima dos níveis considerados aceitáveis
- a definição das metas de remediação a serem atingidas
- uma análise das incertezas associadas à avaliação de risco realizada.

# AVALIAÇÃO DE RISCO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS

---

## Relatório de avaliação de risco

- modelo conceitual (síntese do conhecimento adquirido sobre a área até a etapa de **avaliação de risco**)
- proposta de **gerenciamento do risco** que indique as intervenções necessárias para os locais onde foi verificada a existência de risco acima dos níveis considerados aceitáveis
- **mapa do risco da área contaminada** (indicar e delimitar os locais onde foi verificado cada tipo de risco acima do nível aceitável)

# AVALIAÇÃO DE RISCO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS

---

## Relatório de avaliação de risco

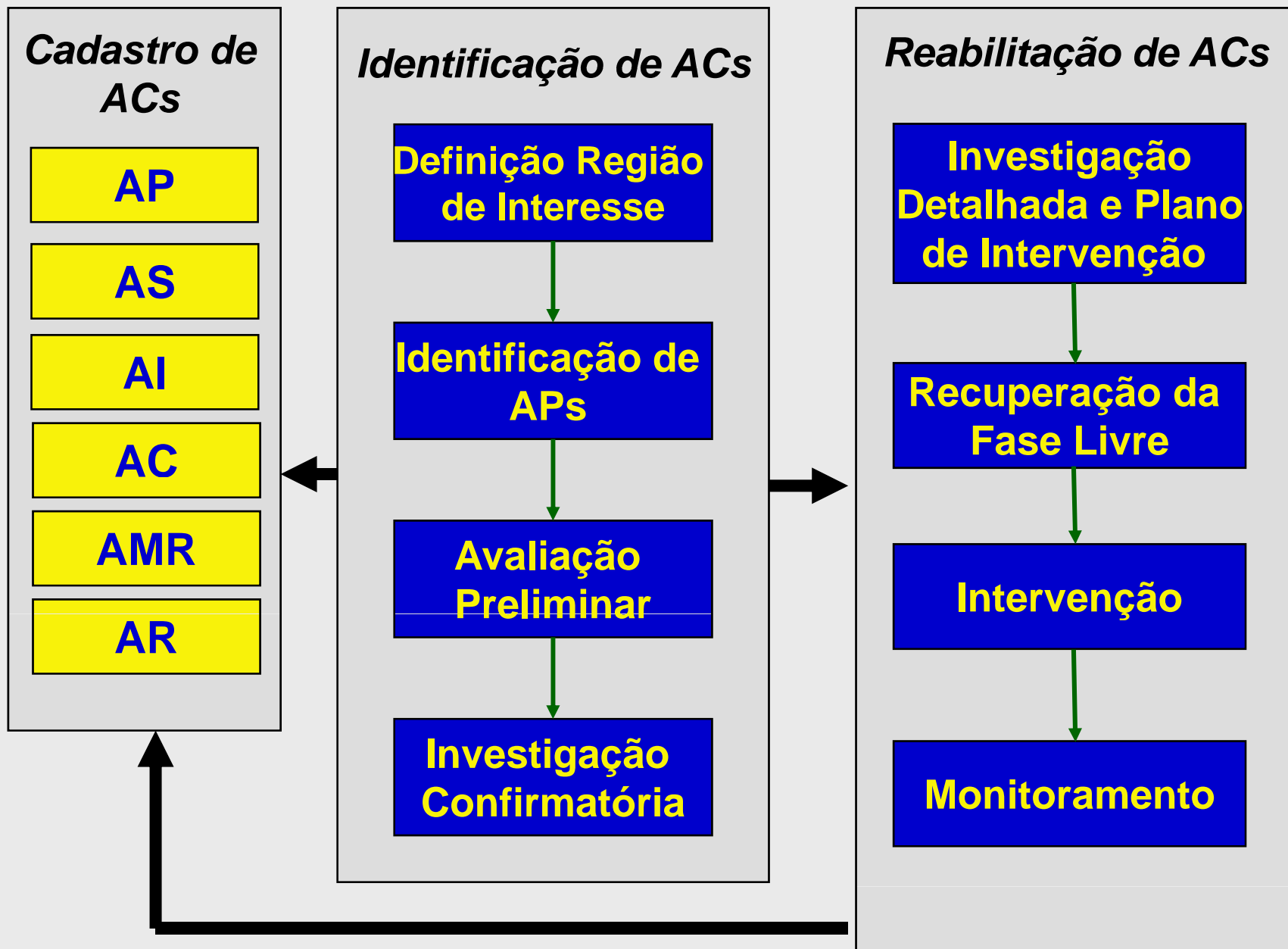
- Declaração de Responsabilidade - *Responsável Legal* e o *Responsável Técnico* atestam que as informações apresentadas são verdadeiras, completas e que todas as exigências da CETESB foram atendidas.
- ART recolhida pelo *Responsável Técnico* ou declaração do respectivo conselho profissional

# **AVALIAÇÃO DE RISCO PARA TODAS AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO EXCETO POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS**

---

Quando o proprietário da área não for o executor das ações empreendidas no local, as metas de remediação e as medidas de intervenção a serem apresentadas à CETESB deverão ser acompanhadas de sua expressa anuência.

**AVALIAÇÃO DE RISCO PARA POSTOS E SISTEMAS  
RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS**



# AVALIAÇÃO DE RISCO PARA POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS

---

- ✓ Metas de remediação definidas para os pontos de conformidade
- ✓ Metas de remediação iguais às concentrações relacionadas nas tabelas NABR (*Níveis Aceitáveis Baseados no Risco*)

NABR especificados em “Ações Corretivas Baseadas em Risco (ACBR) aplicadas a Áreas Contaminadas com Hidrocarbonetos Derivados de Petróleo e Outros Combustíveis Líquidos – Procedimentos”

# DEFINIÇÕES

---

**Ponto de conformidade:** pontos de monitoramento situados junto aos receptores potencialmente expostos aos contaminantes, para os quais são fixadas concentrações que não poderão ser ultrapassadas, de modo a assegurar que as metas de remediação sejam atingidas na fonte.

# AVALIAÇÃO DE RISCO PARA POSTOS E SISTEMAS RETALHISTAS DE COMBUSTÍVEIS

---

- ✓ Esses valores também poderão ser utilizados para o cálculo das metas de remediação a serem atingidas junto às fontes de contaminação.
- ✓ Os padrões legais aplicáveis, quando existentes, poderão ser considerados na definição das metas de remediação a serem atingidas nos pontos de conformidade ou junto às fontes de contaminação.

# **Planilha Eletrônica para Quantificação do Risco à Saúde Humana e Cálculo de Metas de Intervenção**

## **Aplicações**

- ✓ **Cálculo de Valores Orientadores**
- ✓ **Cálculo dos NABR (Níveis Aceitáveis Baseados em Risco) para Postos de Serviço e TRRs**
- ✓ **Cálculo de Metas de Intervenção Específicas para outras Áreas Contaminadas.**