

COOPERAÇÃO BRASIL | HOLANDA

REMEDIAÇÃO DE SOLO E DIRETRIZES PARA
GESTÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.

VALORES ORIENTADORES PARA SOLOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS Revisão 2014

MARA MAGALHÃES GAETA LEMOS

CETESB – Setor das Águas Subterrâneas e do Solo (EQAA)

Realização



Apoio

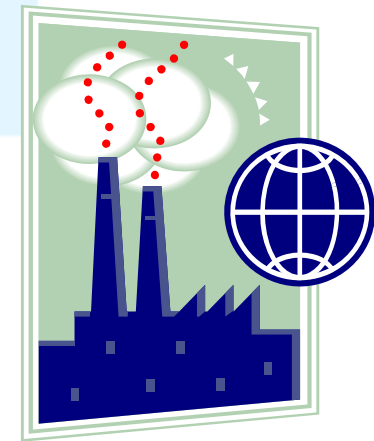


Reino dos Países Baixos



TÓPICOS

- Base legal dos Valores Orientadores (VOs)
- Histórico dos VOs
- Critérios Metodológicos dos VOs
- Comparação da lista 2014 com 2005



Decreto nº 59263 de 05/06/2013 (Estadual - São Paulo)
Regulamenta a Lei Estadual 13.577, de 08 de julho de 2009

Art. 2º. Constitui objetivo da **Lei Estadual 13.577, de 08 de julho de 2009**, garantir o uso sustentável do solo, protegendo-o de contaminações e prevenindo alterações nas suas características e funções, por meio de:

Art. 4º. São instrumentos, dentre outros, para a implantação do sistema de proteção da qualidade do solo e para o gerenciamento de áreas contaminadas:

Cadastro de áreas contaminadas; Disponibilização de informações; Declaração de informação voluntária; Licenciamento e fiscalização; Plano de Desativação do Empreendimento; Plano Diretor e legislação de uso e ocupação do solo; Plano de Intervenção; Incentivos fiscais, tributários e creditícios; Garantias bancárias; Seguro ambiental; Auditorias ambientais;
Critérios de qualidade para solo e águas subterrâneas;
Compensação ambiental; Fundos financeiros; Educação ambiental.

CAPÍTULO II

DA PREVENÇÃO E DO CONTROLE DA CONTAMINAÇÃO

Art. 11º. Qualquer pessoa física ou jurídica que, por ação ou omissão, possa contaminar o solo deve adotar as providências necessárias para que não ocorram alterações adversas e prejudiciais às funções do solo.

Parágrafo único. Para os efeitos da [Lei Estadual 13.577/2009](#), são consideradas funções do solo:

- **sustentação da vida e do habitat para pessoas, animais, plantas e organismos do solo;**
- **manutenção do ciclo da água e dos nutrientes;**
- **proteção da água subterrânea;**
- **manutenção patrimônio histórico, natural e cultural;**
- **conservação das reservas minerais e de matéria-prima;**
- **produção de alimentos;**
- **meios para manutenção da atividade sócio-econômica.**

VALORES ORIENTADORES PARA SOLOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Definidos na Lei Estadual 13.577, de 08 de julho de 2009.

VALOR DE REFERÊNCIA DE QUALIDADE - VRQ

Concentração de determinada substância que define um **solo** como **limpo** ou a **qualidade natural** da água subterrânea

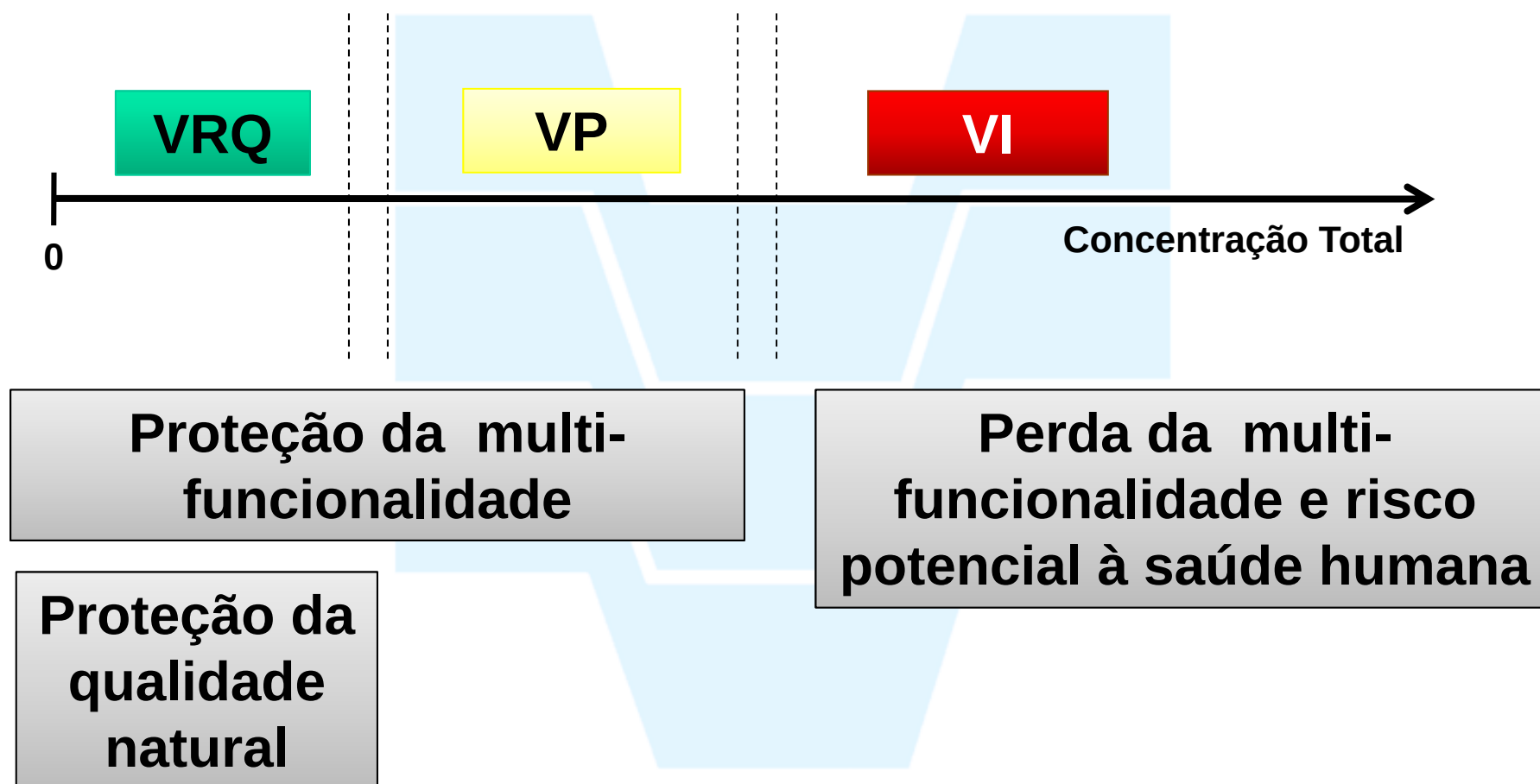
VALOR DE PREVENÇÃO - VP

Concentração de determinada substância, acima da qual podem ocorrer **alterações prejudiciais à qualidade** do solo e do água subterrânea

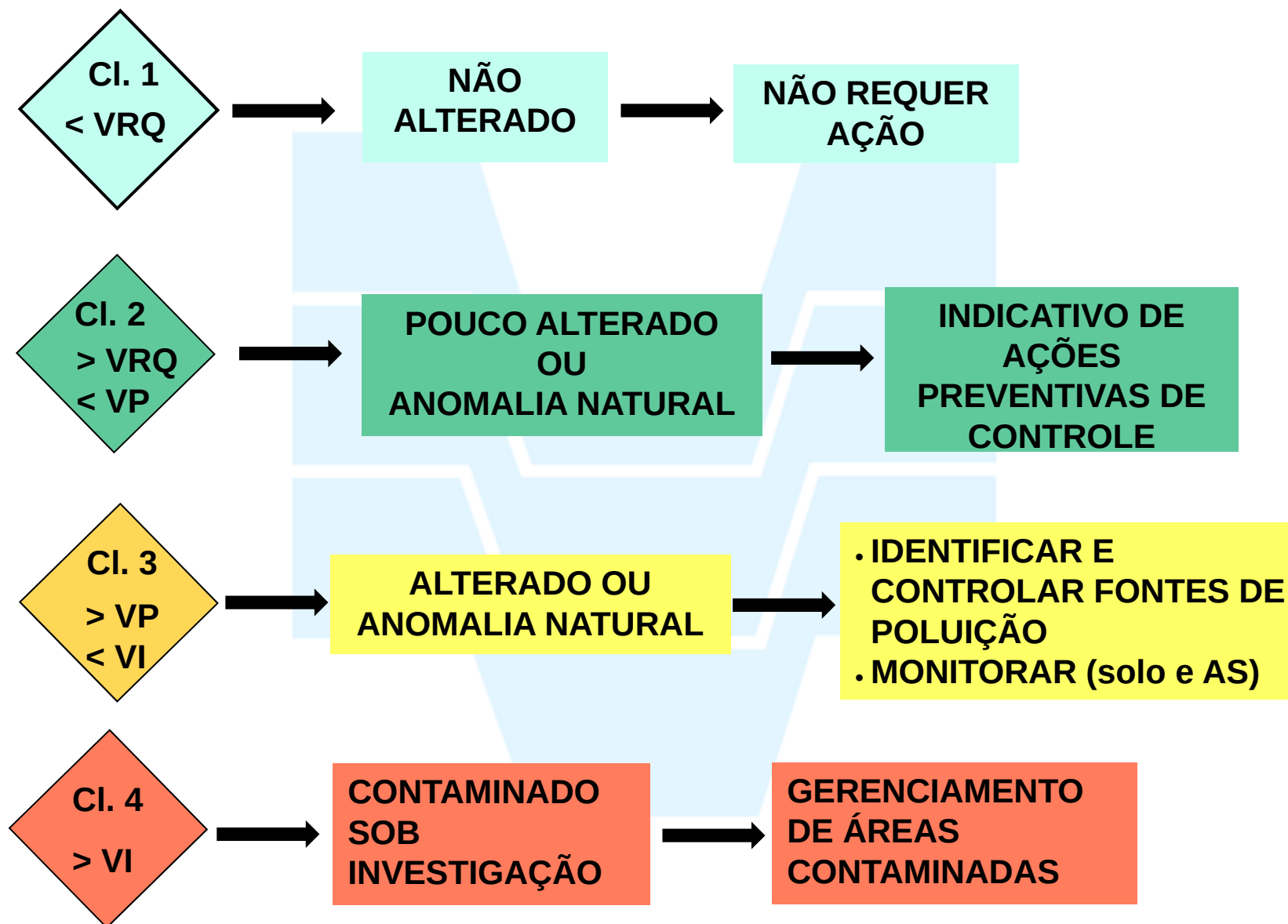
VALOR DE INTERVENÇÃO - VI

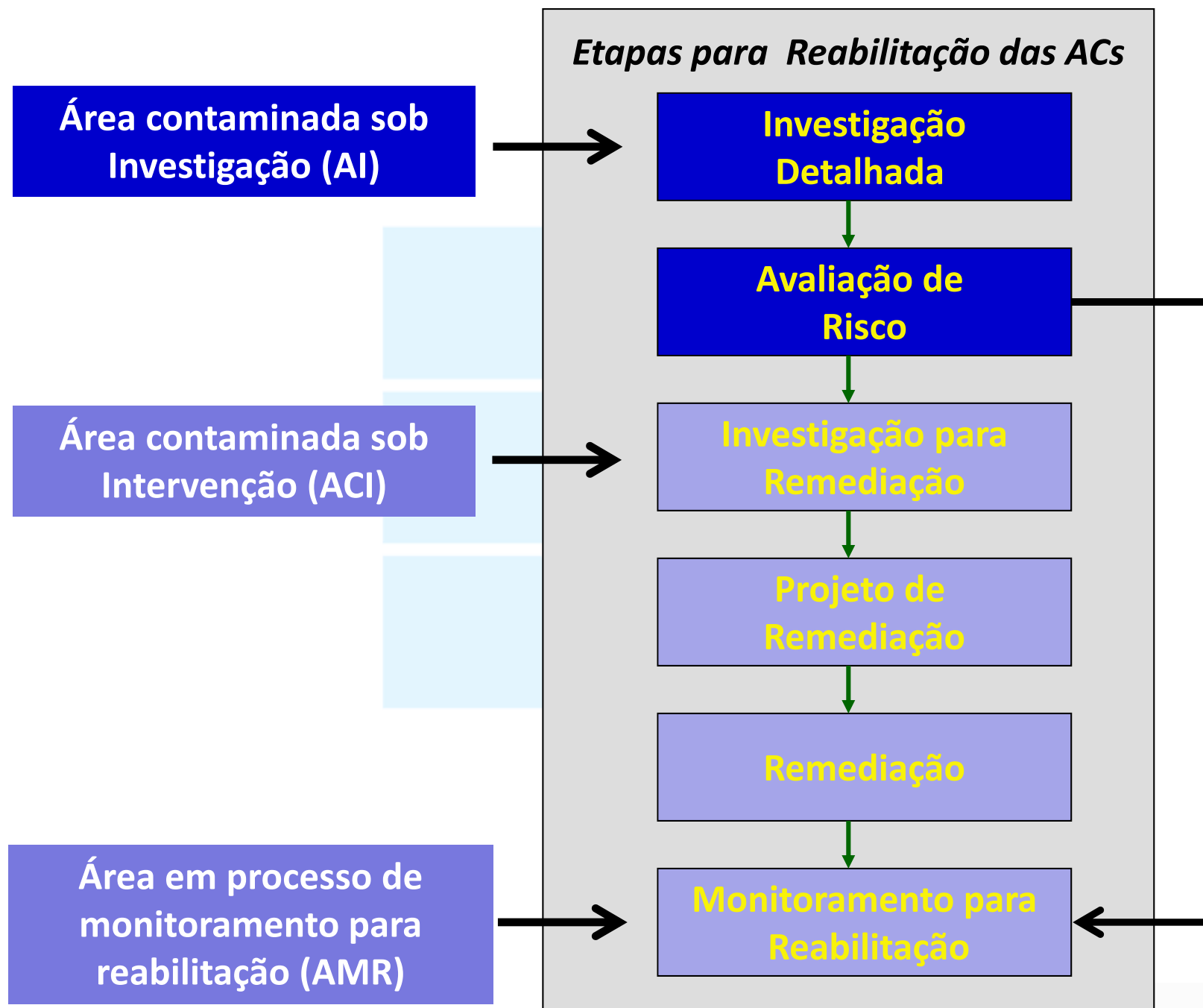
Concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea, acima da qual, existem **riscos potenciais diretos ou indiretos, à saúde humana** considerando cenário de exposição genérico

GESTÃO DA QUALIDADE - VALORES ORIENTADORES



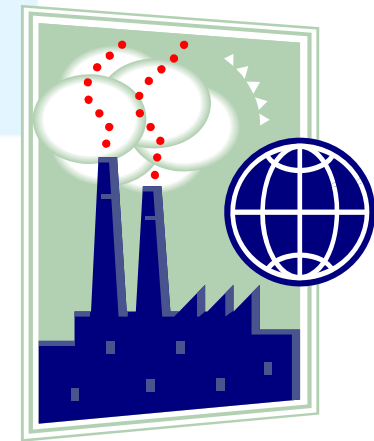
AÇÕES EM FUNÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DO SOLO - CONAMA 420/2009





TÓPICOS

- Base legal dos Valores Orientadores (VOs)
- **Histórico dos VOs**
- Critérios Metodológicos dos VOs
- Comparação da lista 2014 com 2005



Valores Orientadores para solos e água subterrâneas (VOs) HISTÓRICO

- 1995 - Início do projeto de VOs
- 2001 - Publicação no DOE da DD 014/01/E, de 26 de julho:
 - 1ª lista dos VOs para 37 substâncias
 - Prazo de 4 anos para revisão
- Publicação do Relatório Técnico



Valores Orientadores para solos e águas subterrâneas (VOs) HISTÓRICO

- 2005 - Publicação no DOE da DD195-2005-E, de 23 de novembro.

- 2ª lista dos VOs para 80 substâncias;
- Prazo de 4 anos para revisão.

Substância	Solo (mg kg ⁻¹ de peso seco)					Água Subt. (µg L ⁻¹)
	VRQ	VP	Ag.	Res.	Ind.	
INORGÂNICOS						
Alumínio	na	na	na	na	na	200
Antimônio	<0,5	2	5	10	25	5
Ársênio	3,5	15	35	55	150	10
Bário	75	150	300	500	750	700
Boro	na	na	na	na	na	500
Cádmio	<0,5	1,3	3	8	20	5
Chumbo	17	72	180	300	900	10
Cobalto	13	25	35	65	90	5
Cromo	35	60	100	400	600	2.000
Cromo	40	75	150	300	400	50
Ferro	na	na	na	na	na	300
Manganês	na	na	na	na	na	400
Mercurio	0,05	0,5	12	36	70	1
Molibdênio	<4	30	50	100	120	70
Níquel	13	30	70	100	130	20
Nítrato (como N)	na	na	na	na	na	10.000
Prata	0,25	2	25	50	100	50
Selênio	0,25	5	na	na	na	10
Vanádio	275	na	na	na	na	na
Zinco	60	300	450	1.000	2.000	5.000
HIIDROCARBONETOS AROMÁTICOS VOLÁTEIS						
Benzeno	na	0,03	0,06	0,08	0,15	5
Etileno	na	0,2	15	35	80	20
Estilbeneno	na	6,2	35	40	95	300
Tolueno	na	0,14	30	30	75	700
Xileno	na	0,13	25	30	70	500
HIIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS						
Acenafeno	na	0,039	na	na	na	na
Benzo(a)pireno	na	0,015	9	20	45	1,75
Benzo(b)fluoranteno	na	0,38	na	na	na	na
Benzo(g,h,i)perileno	na	0,57	na	na	na	na
Benzo(a)pireno	na	0,052	0,4	1,5	3,5	0,7
Criseno	na	8,1	na	na	na	na
Dibenz(a,h)antraceno	na	0,08	0,15	0,6	1,3	0,18
Fluoranteno	na	3,3	15	40	95	140
Indeno(1,2,3-cd)pireno	na	0,031	2	25	130	0,17
Nafaleno	na	0,12	30	60	90	140
BENZENOS CLORADOS						
Clorobenzeno (Puro)	na	0,41	40	45	120	700
1,2-Diclorobenzeno	na	0,73	150	200	400	1.000
1,3-Diclorobenzeno	na	0,39	na	na	na	na
1,4-Diclorobenzeno	na	0,39	50	70	150	300
1,2,3-Triclorobenzeno	na	0,01	5	15	35	(a)
1,2,4-Triclorobenzeno	na	0,011	7	20	40	(a)
1,3,5-Triclorobenzeno	na	0,5	na	na	na	(a)
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	na	0,16	na	na	na	na
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	na	0,0065	na	na	na	na
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	na	0,01	na	na	na	na
Hexaclorobenzeno	na	0,003	0,005	0,1	1	1

Substância	Solo (mg kg ⁻¹ de peso seco)					Água Subt. (µg L ⁻¹)
	VRQ	VP	Ag.	Res.	Ind.	
ETANOS CLORADOS						
1,1-Dicloroetano	na	na	8,5	20	25	280
1,2-Dicloroetano	na	0,075	0,15	0,25	0,5	10
1,1,1-Tricloroetano	na	na	11	11	25	280
ETENOS CLORADOS						
Cloreto de vinila	na	0,003	0,005	0,003	0,008	5
1,1-Dicloroeteno	na	na	5	3	8	30
1,2-Dicloroeteno - cis	na	na	1,5	2,5	4	(b)
1,2-Dicloroeteno - trans	na	na	4	8	11	(b)
Tricloroeteno - TCE	na	0,0078	7	7	22	70
Tetracloroeteno - PCE	na	0,054	4	5	13	40
METANOS CLORADOS						
Cloreto de metano	na	0,018	4,5	9	15	20
Clorofórmo	na	1,75	3,5	5	8,5	200
Tetracloreto de carbono	na	0,17	0,5	0,7	1,2	2
FENÓIS CLORADOS						
2,4-Diclorofenol	na	0,055	0,5	1,5	2	10,5
2,4,6-Triclorofenol	na	0,031	1,5	4	6	10,5
2,4,5-Triclorofenol	na	0,051	1	3	6	10,5
2,4,6-Triclorofenol	na	0,11	na	na	na	10,5
2,3,4,5-Tetraclorofenol	na	0,092	7	25	50	10,5
2,3,4,6-Tetraclorofenol	na	0,011	1	3,5	7,5	10,5
Peraclorofenol (PCP)	na	0,16	0,35	1,3	3	9
FENÓIS NÃO CLORADOS						
Cresóis	na	0,16	6	14	19	175
Fenol	na	0,2	5	10	15	140
ESTERES FALCOIS						
Dietilil sulfato (DES)	na	0,6	1,2	4	10	8
Dimetil sulfato	na	0,35	0,5	1,6	3	14
Dio-n-butil sulfato	na	0,7	na	na	na	na
PESTICIDAS ORGANOCLOARADOS						
Aldrin	na	0,0015	0,003	0,01	0,03	(b)
Dieldrin	na	0,043	0,2	0,6	1,3	(b)
Endrin	na	0,001	0,4	1,5	2,5	0,6
DDT	na	0,01	0,55	2	5	(c)
DDO	na	0,013	0,8	3	7	(c)
DDE	na	0,021	0,3	1	3	(c)
HCN base	na	0,011	0,03	0,1	0,3	0,07
HCN - gama (Lindano)	na	0,001	0,02	0,07	1,3	2
PCB	na	0,0003	0,01	0,03	0,12	3,5
Total	na	0,0003	0,01	0,03	0,12	3,5

VRQ - Valor de Referência de Qualidade é a concentração de determinada substância no solo, que o define como limpo.
VP - Valor de Prevenção é a concentração de determinada substância, acima da qual podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do solo e da água subterrânea.
VI - Valor de Intervenção é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais à saúde humana, para os cenários agrícolas.
(a) - Não se aplica para substâncias orgânicas.
(b) - Normalizado para 1,2 diclorobenzeno = 10 µg/L.
(c) - Normalizado para DDT = DDE = DDD = 1 µg/L.
(d) - Normalizado para Aldrin e Dieldrin = 0,03 µg/L.

Valores Orientadores para solos e água subterrâneas (VOs)

HISTÓRICO

- **2007** - Publicação no DOE da DD 103/2007/C/E de 22 de junho de 2007 :
 - Procedimentos para o gerenciamento de áreas contaminadas;
 - Elaboração da planilha CETESB de avaliação de risco à saúde humana;
 - Revisão dos VOs após publicação da planilha.
- **2007 e 2010** – Elaboração da planilha no âmbito da Câmara Ambiental de Petróleo.
- **2011 - 2013** - Publicação da Planilha CETESB e revisões.

Valores Orientadores para solos e água subterrâneas (VOs) HISTÓRICO

- **2011 a 2013 - Revisão dos VOs 2005**
 - Revisão de Valores e Metodologias Internacionais.
 - Revisão de equações da Planilha CETESB
 - Reuniões técnicas internas na CETESB para discussão dos critérios metodológicos e dos valores.

Valores Orientadores para solos e água subterrâneas (VOs) HISTÓRICO

- 2014 - Publicação no DOE da DD 045/2014/E/C/I, de 20 de fevereiro.

VALORES ORIENTADORES PARA SOLO E ÁGUA SUBTERRÂNEA NO ESTADO DE SÃO PAULO - 2014							
Substância	CAS Nº	Valor de Referência Qualidade (VRQ)	Solo	(mg kg ⁻¹ peso seco)			Água Subterrânea
			Valor de Prevenção (VP)	Valor de Intervenção (VI)			Água Subterrânea (µg L ⁻¹)
				Agrícola	Residencial	Industrial	
INORGÂNICOS							
Antimônio ⁽¹⁾	7440-36-0	<0,5	2	5	10	25	5
Arsênio ⁽¹⁾	7440-38-2	3,5	15	35	55	150	10
Bário	7440-39-3	75	120	500	1300	7300	700
Boro	7440-42-8	-	-	-	-	-	2400
Cádmio	7440-43-9	<0,5	1,3	3,6	14	160	5
Chumbo	7439-92-1	17	72	150	240	4400	10
Cobalto ⁽¹⁾	7440-48-4	13	25	35	65	90	70
Cobre ⁽²⁾	7440-50-8	35	60	760	2100	10000 ⁽³⁾	2000
Crômio total ⁽¹⁾	7440-47-3	40	75	150	300	400	50
Crômio hexavalente	18540-29-9	-	-	0,4	3,2	10	-
Merúrio	7439-97-6	0,05	0,5	1,2	0,9	7	1
Molibdênio	7439-98-7	<4	5	11	29	180	30
Níquel ⁽²⁾	7440-02-0	13	30	190	480	3800	70
Nitrato (como N)	14797-55-8	-	-	-	-	-	10000
Prata ⁽¹⁾	7440-22-4	0,25	2	25	50	100	50
Selênio	7782-49-2	0,25	1,2	24	81	640	10
Zinco	7440-66-6	60	86	1900	7000	10000 ⁽³⁾	1800
HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS VOLÁTEIS							
Benzeno	71-43-2	-	0,002	0,02	0,08	0,2	5
Estireno	100-42-5	-	0,5	50	60	480	20
Etilbenzeno	100-41-4	-	0,03	0,2	0,6	1,4	300
Tolueno	108-88-3	-	0,9	5,6	14	80	700
Xilenos	1330-20-7	-	0,03	12	3,2	19	500
HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS							
Antraceno	120-12-7	-	0,3	2300	4600	10000 ⁽³⁾	900
Benzo(a)antraceno	56-55-3	-	0,2	1,6	7	22	0,4
Benzo(b)fluoranteno	205-99-2	-	0,7	2	7,2	25	0,4
Benzo(k)fluoranteno	207-08-9	-	0,8	27	75	240	4,1
Benzo(a,h,i)perileno ⁽³⁾	191-24-2	-	0,5	-	-	-	-
Benzo(a)pireno	50-32-8	-	0,1	0,2	0,8	2,7	0,7
Criseno	218-01-9	-	1,6	95	600	1600	41
Dibenzo(a,h)antraceno	53-70-3	-	0,2	0,3	0,8	2,9	0,04
Fenantreno ^(3,4)	85-01-8	-	3,6	15	40	95	140
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	193-39-5	-	0,4	3,4	8	30	0,4
Naftaleno	91-20-3	-	0,7	1,1	1,8	5,9	60
BENZENOS CLORADOS							
Clorobenzeno (Mono)	108-90-7	-	0,3	1,6	1,3	8,3	120
1,2-Diclorobenzeno	95-50-1	-	0,7	9,2	11	84	1000
1,3-Diclorobenzeno ⁽³⁾	541-73-1	-	0,4	-	-	-	-
1,4-Diclorobenzeno	106-46-7	-	0,1	0,3	0,6	2,1	300
1,2,3-Triclorobenzeno	87-61-6	-	0,01	0,4	1,1	6,1	-
1,2,4-Triclorobenzeno	120-82-1	-	0,01	0,4	1	8,4	20 ^(b)
1,3,5-Triclorobenzeno ⁽³⁾	108-70-3	-	0,5	-	-	-	-
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno ⁽³⁾	634-66-2	-	0,003	-	-	-	-
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno ⁽³⁾	634-90-2	-	0,006	-	-	-	-
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	95-94-3	-	0,01	0,3	0,6	3,6	1,8
Hexaclorobenzeno	118-74-1	-	0,02	0,2	1,3	3,4	0,2
ETANOS CLORADOS							
1,1-Dicloroetano	75-34-3	-	0,02	0,1	0,6	1,7	53
1,2-Dicloroetano	107-06-2	-	0,001	0,01	0,03	0,09	10
1,1,1-Tricloroetano	71-55-6	-	0,2	140	120	690	2000

VALORES ORIENTADORES PARA SOLO E ÁGUA SUBTERRÂNEA NO ESTADO DE SÃO PAULO - 2014							
Substância	CAS Nº	Valor de Referência Qualidade (VRQ)	Solo (mg kg ⁻¹ peso seco)				Água Subterrânea (µg L ⁻¹)
			Valor de Prevenção (VP)	Valor de Intervenção (VI)			
				Agrícola	Residencial	Industrial	
VI							
ETENOS CLORADOS							
Cloreto de vinila	75-01-4	-	0,0002	0,001	0,01	0,03	2
1,1-Dicloroeteno	75-35-4	-	0,04	2,8	3,8	22	30
1,2-Dicloroeteno - cis	156-59-2	-	0,01	0,08	0,2	1,1	50 ^(b)
1,2-Dicloroeteno - trans	156-60-5	-	0,03	0,7	1	5,4	20
Tricloroeteno - TCE	79-01-6	-	0,004	0,03	0,04	0,2	20
Tetracloroeteno - PCE	127-18-4	-	0,03	0,6	0,8	4,6	40
METANOS CLORADOS							
Cloreto de Metileno (diclorometano)	75-09-2	-	0,02	0,1	0,4	2,1	20
Clorofórmio	67-66-3	-	0,06	0,1	0,8	4,5	300
Tetracloreto de carbono	56-23-5	-	0,004	0,03	0,1	0,4	4
FENÓIS CLORADOS							
2-Clorofenol (o)	95-57-8	-	0,06	0,6	1,7	9,4	30
2,4-Diclorofenol	120-83-2	-	0,03	0,5	1,5	8,5	18
3,4-Diclorofenol ^(3,4)	95-77-2	-	0,05	1	3	6	10,5
2,4,5-Triclorofenol	95-95-4	-	0,1	68	170	960	600
2,4,6-Triclorofenol	88-06-2	-	0,1	0,6	1,6	9,6	200
2,3,4,5-Tetraclorofenol ^(3,4)	4901-51-3	-	0,09	7	25	50	10,5
2,3,4,6-Tetraclorofenol	58-90-2	-	0,01	34	85	480	180
Pentaclorofenol (PCP)	87-86-5	-	0,01	0,07	0,6	1,9	9
FENÓIS NÃO CLORADOS							
Cresóis totais	1319-77-3	-	0,2	14	33	190	600
Cresol-p	106-44-5	-	0,005	-	-	-	-
Fenol	108-95-2	-	0,2	24	65	370	900
ÉSTERES FTÁLICOS							
Diethyl ftalato (DEHP)	117-81-7	-	1	36	250	730	8
Diethyl ftalato	84-66-2	-	0,5	33	100	550	4,8
Dimethyl ftalato ⁽¹⁾	131-11-3	-	0,25	0,5	1,6	3	14
Di-n-butyl ftalato	84-74-2	-	0,1	44	140	850	600
PESTICIDAS ORGANOCLORADOS							
Aldrin	309-00-2	-	0,02	0,4	0,8	6	0,03 ^(b)
Dieldrin	60-57-1	-	0,01	0,3	0,8	5,9	-
Endrin	72-20-8	-	0,001	0,8	2,5	17	0,6
Carbofuran	1563-66-2	-	0,0001	0,3	0,7	3,8	15
Endossulfan	115-29-7	-	0,7	4,7	12	66	20 ^(c)
DDD	72-54-8	-	0,02	1	7,5	23	-
DDE	72-55-9	-	0,01	1,2	8,5	25	1 ^(b)
DDT	50-29-3	-	0,01	5,5	22	82	-
HCH alfa	319-84-6	-	0,0003	0,002	0,02	0,04	0,05
HCH beta	319-85-7	-	0,001	0,01	0,06	0,2	0,17
HCH - gama (Lindano)	58-89-9	-	0,001	0,008	0,06	0,2	2
MITICIDAS							
PCBs Indicadores ⁽²⁾	NA	-	0,0003	0,01	0,03	0,12	3,5
TBT e seus compostos ⁽⁶⁾	NA	-	0,24	16	1,7	270	0,09
Anilina	62-53-3	-	0,023	0,15	0,7	3,2	42

(1): Mantidos os valores orientadores da Resolução CONAMA 420/2009.

(2): Mantidos os valores de prevenção da Resolução CONAMA 420/2009.

(3): Substâncias que não constam da planilha CETESB (versão maio de 2013).

(4): Mantidos os valores de intervenção da Resolução CONAMA 420/2009.

(5): Somatória dos congêneres 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 para investigação confirmatória; na investigação detalhada a lista de congêneres deve ser ampliada.

(6): Valores derivados com as propriedades do óxido de tributil (CAS nº 56-35-9).

(a): Adotado valor limite de 1 mg de peso seco do solo (10.000 mg kg⁻¹).

(b): Somatória dos isômeros ou metabólitos.

(c): Somatória de endossulfan e sais.

Obs.: Na determinação de substância inorgânica no solo, para a digestão ácida, seguir as recomendações dos métodos 3050 e 3051 (USEPA-SM-846). No procedimento, equivalente extra para mercúrio.

(1): Mantidos os valores orientadores da Resolução CONAMA 420/2009.

(2): Mantidos os valores de prevenção da Resolução CONAMA 420/2009.

(3): Substâncias que não constam da planilha CETESB (versão maio de 2013).

(4): Mantidos os valores de intervenção da Resolução CONAMA 420/2009.

(5): Somatória dos congêneres 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 para investigação confirmatória; na investigação detalhada a lista de congêneres deve ser ampliada.

(6): Valores derivados com as propriedades do óxido de tributil (CAS nº 56-35-9).

(a): Adotado valor limite de 1% do peso seco do solo (10.000 mg kg⁻¹).

(b): Somatória dos isômeros ou metabólitos.

(c): Somatória de endossulfan e sais.

Obs.: Na determinação de substância inorgânica no solo, para a digestão ácida, seguir as recomendações dos métodos 3050 e 3051 (US EPA-SW-846), ou procedimento equivalente, exceto para mercúrio.



SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE

GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO

VALORES ORIENTADORES (VOs) - 2014

85 substâncias

Substâncias retiradas - 4 (Al, Fe, Mn e V)

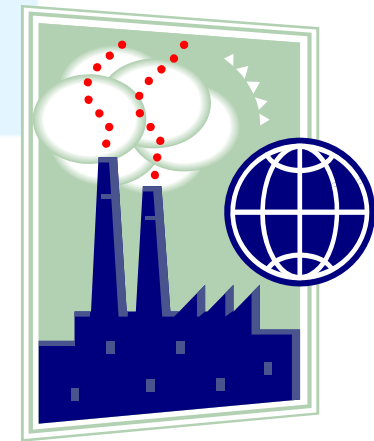
Substâncias novas - 9

DIFERENÇAS METODOLÓGICAS COM VOs 2005:

- Modelo de avaliação de risco à saúde humana
- Parametrização das equações
- Revisão das concentrações de risco toxicológico
- Revisão das concentrações de risco ecotoxicológico
- Novos critérios para proteção da qualidade do solo

TÓPICOS

- Base legal dos Valores Orientadores (VOs)
- Histórico dos VOs
- **Critérios Metodológicos dos VOs**
- Comparação da lista 2014 com 2005



VALOR DE REFERÊNCIA DE QUALIDADE - VRQ SOLOS

2001

VRQ estadual para 15 substâncias inorgânicas

2005

Mantido VRQ 2001

2014

Mantido VRQ 2001, retirado Vanádio



VALOR DE PREVENÇÃO (VP) - SOLOS

2001

Valor Alerta para substâncias inorgânicas:

- Valor definido com base em fitotoxicidade

2005

Substâncias inorgânicas:

- Manutenção de valor com base em fitotoxicidade
- Chumbo e Cádmio – adotado metodologia do RIVM: VRQ+MPA (risco ecológico)

Substâncias orgânicas:

- Metodologia do RIVM: MPC (risco ecológico)

2014

Adoção do menor valor entre os critérios:

- Risco ecológico (VPeco);
- Proteção à saúde humana (VPsh);
- Proteção da Água Subterrânea (VPas);

VP eco - solo

Derivados com base em ensaios ecotoxicológicos com solos, metodologia RIVM para derivação do MPC

- Substâncias Inorgânicas

$$VP = VRQ + MPA$$

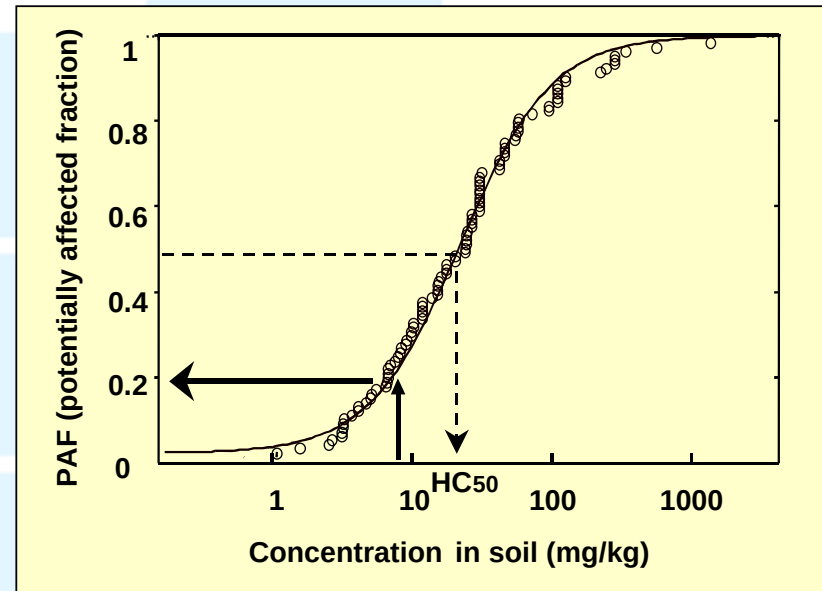
MPA - Máxima Adição Permitida

- Substâncias Orgânicas

$$VP = MPC$$

MPC – Máxima Concentração Permitida

Curva de sensibilidade das espécies (SSD)



NOEC para 4 diferentes grupos taxonômicos ou 4 diferentes processos do solo.



VP AS - solo

Derivado a partir da metodologia desenvolvida pela EPA para derivar valores genéricos denominados de “Screening Levels” (SLs) **para proteção da água subterrânea** (U.S.EPA regiões 3, 6 e 9)

- Equação de equilíbrio de partição solo-água (U.S.EPA, 1996 e 2013), A PARTIR DE UMA CONCENTRAÇÃO NA ÁGUA.
- Concentração na água:

U.S.EPA – MCL ou SL

CETESB – Valor de Intervenção água subterrânea

VP SH - solo

Derivado a partir da planilha de CETESB de avaliação de risco à saúde humana (versão maio de 2013) para o cenário residencial rural (agrícola) para:

- Todas as vias relacionadas à contaminação do solo superficial e subsuperficial;
- Cenário mais conservativo: a água subterrânea apresenta a mesma concentração calculada para a fase líquida do solo (Fator de Diluição e Lixiviação = 1,14)

MODELO CONCEITUAL DE EXPOSIÇÃO									
CETESB	MEIO FÍSICO	VIAS DE INGRESSO		RESIDENCIAL RURAL					
				CRIANÇA		ADULTO			
				RECEPTOR NA FONTE	RECEPTOR FORA DA FONTE	RECEPTOR NA FONTE	RECEPTOR FORA DA FONTE		
CAMINHOS DE EXPOSIÇÃO	SOLO	SUPERFICIAL	CONTATO DIRETO	INALAÇÃO	VAPORES	☒	101-18-750-1-0-03	☒	101-18-750-2-0-03
					PARTÍCULAS	☒	101-18-750-1-0-03	☒	101-18-750-2-0-03
					CONTATO DERMICO	☒	101-18-750-1-0-03	☒	101-18-750-2-0-03
					INGESTÃO	☒	101-18-750-1-0-03	☒	101-18-750-2-0-03
					INGESTÃO DE VEGETAIS	☒	101-18-750-1-0-03	☒	101-18-750-2-0-03
						☒	101-18-750-1-0-03	☒	101-18-750-2-0-03
		SUBSUPERFICIAL	INALAÇÃO		AMBIENTES AERÍOS	☒	101-18-750-1-0-03	☒	101-18-750-2-0-03
					AMBIENTES FENÓCIDOS	☒	101-18-750-1-0-03	☒	101-18-750-2-0-03
					INGESTÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA A PARTIR DA LIXIVAÇÃO	☒	101-18-750-1-0-03	☒	101-18-750-2-0-03
	ÁGUA	SUBTERRÂNEA	INALAÇÃO		AMBIENTES AERÍOS	☒	101-18-750-1-0-03	☒	101-18-750-2-0-03
					AMBIENTES FENÓCIDOS	☒	101-18-750-1-0-03	☒	101-18-750-2-0-03
					CONTATO DERMICO	☒	101-18-750-1-0-03	☒	101-18-750-2-0-03
		SUPERFICIAL	USO RESTRITO		INGESTÃO	☒	101-18-750-1-0-03	☒	101-18-750-2-0-03
						☐	1-09-7-03	☐	1-09-7-03
						☐	1-09-7-03	☐	1-09-7-03
	SEDIMENTO	RECREAÇÃO	CONTATO DERMICO			☐	1-09-7-03	☐	1-09-7-03
						☐	1-09-7-03	☐	1-09-7-03
						☐	1-09-7-03	☐	1-09-7-03

VALOR DE INTERVENÇÃO (VI) SOLOS

2001

Derivação de valores a partir do modelo de avaliação de **risco à saúde humana CSOIL** do RIVM

2005

(Holanda), com adaptação de parâmetros nacionais

Dados toxicológicos do RIVM

2014

Derivação de valores a partir do modelo de avaliação de **risco à saúde humana Planilha CETESB** (base EPA, com adaptação de parâmetros nacionais)

Banco de dados toxicológicos principal: IRIS

Manutenção:

- 3 Cenários de exposição
- Vias de ingresso de contaminantes

CENÁRIOS E CAMINHOS DE EXPOSIÇÃO – PLANILHA CETESB



VALOR DE INTERVENÇÃO (VI) SOLOS

Via de exposição Ingestão de água via lixiviação

Exposição dos receptores pelo consumo da água subterrânea contaminada devido à lixiviação da substância no perfil do solo

- **DAF = 20** para os cenários residencial urbano e industrial/comercial
(áreas pequenas – até 0,5 acre)
- **DAF = 8** para cenário residencial rural
(área de 30 acres)

VALOR DE INTERVENÇÃO (VI) ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

2005

1. Padrão de Potabilidade Nacional
2. Potabilidade OMS (2004)
3. Cálculo valor com metodologia da OMS e **dados toxicológicos do RIVM**



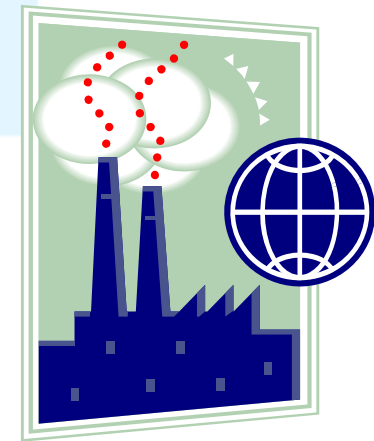
2014

1. Padrão de Potabilidade (Portaria MS 2914/11 – Anexo VII – valores de risco à saúde humana)
2. Potabilidade OMS (2011)
3. Cálculo valor com metodologia da OMS e **dados toxicológicos da Planilha CETESB**



TÓPICOS

- Base legal dos Valores Orientadores (VOs)
- Histórico dos VOs
- Critérios Metodológicos dos VOs
- **Comparação da lista 2014 com 2005**



VOs 2014 comparados com VOs 2005

INORGÂNICOS					
Antimônio	=	=	=	=	=
Arsênio	=	=	=	=	=
Bário	+	-	-	-	=
Boro	=	=	=	=	+
Cádmio	=	+	-	+	=
Chumbo	=	-	-	+	=
Cobalto	=	=	=	=	+
Cobre	=	-	+	+	=
Crômio total	=	=	=	=	=
Crômio hexavalente	nt	0.4	3.2	10	nt
Mercúrio	=	-	-	-	=
Molibdênio	-	-	-	+	-
Níquel	=	+	+	+	+
Nitrato (como N)	nt	nt	nt	nt	=
Prata	=	=	=	=	=
Selênio	-	24	81	640	10
Zinco	-	+	+	+	-
HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS VOLÁTEIS					
Benzeno	-	-	=	+	=
Estireno	+	+	+	+	=
Etilbenzeno	-	-	-	-	=
Tolueno	+	-	-	+	=
Xilenos	-	-	-	-	=
Substância	Solo mg Kg ⁻¹				Água Subterrânea (µg L ⁻¹) VI
	Valor de Prevenção	Valor de Intervenção (VI)			
	(VP)	Agrícola	Residencial	Industrial	

VOs 2014 comparados com VOs 2005

Substância	Solo mg Kg ⁻¹				Água Subterrânea (µg L ⁻¹) VI
	Valor de Prevenção (VP)	Valor de Intervenção (VI)			
		Agrícola	Residencial	Industrial	
HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS					
Antraceno	+	2300	4600	10000	900
Benzo(a)antraceno	+	-	-	-	-
benzo(b)fluoranteno	0,7	2	7,2	25	0,4
Benzo(k)fluoranteno	+	27	75	240	4,1
Benzo(g,h,i)perileno	-	nt	nt	nt	nt
Benzo(a)pireno	+	-	-	-	=
Criseno	-	95	600	1600	41
Dibenzo(a,h)antraceno	+	+	+	+	-
Fenantreno	=	=	=	=	=
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	+	=	-	-	+
Naftaleno	+	-	-	-	-
BENZENOS CLORADOS					
1,3-Diclorobenzeno	=	nt	nt	nt	nt
1,4-Diclorobenzeno	-	-	-	-	=
1,2,3-Triclorobenzeno	=	-	-	-	=
1,2,4-Triclorobenzeno	=	-	-	-	
1,3,5 Triclorobenzeno	=	nt	nt	nt	
1,2,3,4- Tetraclorobenzeno	-	nt	nt	nt	nt
1,2,3,5- Tetraclorobenzeno	=	nt	nt	nt	nt
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	=	0,3	0,6	3,6	1,8
Hexaclorobenzeno	+	+	+	+	-

VOs 2014 comparados com VOs 2005

Substância	Solo mg Kg ⁻¹				Água Subterrânea (µg L ⁻¹) VI
	Valor de Prevenção (VP)	Valor de Intervenção (VI)			
		Agrícola	Residencial	Industrial	
ETANOS CLORADOS					
1,1-Dicloroetano	0.02	-	-	-	-
1,2-Dicloroetano	-	-	-	-	=
1,1,1-Tricloroetano	0.2	+	+	+	+
ETENOS CLORADOS					
Cloreto de vinila	-	-	+	+	-
1,1-Dicloroeteno	0.04	-	+	+	=
1,2-Dicloroeteno - cis	0.01	-	-	-	=
1,2-Dicloroeteno - trans	0.03	-	-	-	
Tricloroeteno - TCE	-	-	-	-	-
Tetracloroeteno - PCE	-	-	-	-	=
METANOS CLORADOS					
Cloreto de Metileno (dicloro)	=	-	-	-	=
Clorofórmio	-	-	-	-	+
Tetracloreto de carbono	-	-	-	-	+
FENÓIS CLORADOS					
2-Clorofenol (o)	=	+	+	+	+
2,4-Diclorofenol	=	-	-	+	+
3,4 Diclorofenol	=	=	=	=	=
2,4,5-Triclorofenol	=	68	170	960	+
2,4,6-Triclorofenol	-	-	-	-	=
2,3,4,5- Tetraclorofenol	=	=	=	=	=
2,3,4,6-Tetraclorofenol	=	+	+	+	+
Pentaclorofenol (PCP)	-	-	-	-	=

VOs 2014 comparados com VOs 2005

Substância	Solo mg Kg ⁻¹				Água Subterrânea (µg L ⁻¹) VI
	Valor de Prevenção (VP)	Valor de Intervenção (VI)			
		Agrícola	Residencial	Industrial	
FENÓIS NÃO CLORADOS					
Cresóis totais	=	+	+	+	+
Cresol-p	0.005	nt	nt	nt	nt
Fenol	=	+	+	+	+
ÉSTERES FTÁLICOS					
Dietilexil ftalato (DEHP)	+	+	+	+	=
Dietil ftalato	0.5	33	100	550	4.8
Dimetil ftalato	=	=	=	=	=
Di-n-butil ftalato	-	44	140	850	600
PESTICIDAS ORGANOCLORADOS					
Aldrin	+	+	+	+	=
Dieldrin	-	+	+	+	
Endrin	=	+	+	+	=
Carbofuran	0.0001	0.3	0.7	3.8	15
Endossulfan	0.7	4.7	12	66	20
DDD	+	+	+	+	-
DDE	-	+	+	+	
DDT	=	+	+	+	
HCH alfa	0.0003	0.002	0.02	0.04	0.05
HCH beta	-	-	-	-	+
HCH – gama (Lindano)	=	-	-	-	=
OUTROS					
PCBs Indicadores	=	=	=	=	=
TBT e seus compostos	0.24	16	1.7	270	0.09
Anilina	0.023	0.15	0.7	3.2	42

DD 045/2014 - APLICAÇÃO VOs 2014

Art. 1º – Aprovar os Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – 2014, em **substituição** à Tabela de Valores Orientadores aprovada pela DD 195/2005.

Parágrafo Único – Os Valores Orientadores aprovados por este artigo deverão ser revisados **anualmente** e submetidos à deliberação da Diretoria Plena da CETESB.

Art. 2º – Os Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas – 2014 deverão ser adotados, no que couber, em **todas as regras pertinentes da CETESB e nas Normas Técnicas**, já editadas ou a serem publicadas.

DD 045/2014 - APLICAÇÃO VOs 2014

Art. 3º – Esta Decisão de Diretoria entra em vigor na data de sua publicação, surtindo seus efeitos na seguinte conformidade:

- I. **a partir de 1º de setembro de 2014** – aplicação dos Valores de Intervenção (VI) e de Prevenção (VP) para as substâncias que, em relação aos publicados em 2005, tenham sofrido alteração para valores **mais restritivos**, bem como dos VI e de VP para as novas substâncias relacionadas no Anexo Único que integra esta Decisão de Diretoria.
- II. **a partir da publicação desta Decisão** – aplicação dos Valores de Intervenção (VI) para as substâncias que, em relação aos publicados em 2005, tenham mantido os valores anteriores ou que tenham sofrido alteração para valores **menos restritivos**.

VALORES ORIENTADORES PARA SOLO E ÁGUA SUBTERRÂNEA NO ESTADO DE SÃO PAULO - 2014

Substância	CAS Nº	Solo (mg kg ⁻¹ peso seco)					Água Subterrânea (µg L ⁻¹)
		Valor de Referência Qualidade	Valor de Prevenção	Valor de Intervenção (VI)			
		(VRQ)	(VP)	Agrícola	Residencial	Industrial	VI
HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS VOLÁTEIS							
Benzeno	71-43-2	-	0,002	0,02	0,08	0,2	5
Estireno	100-42-5	-	0,5	50	60	480	20
Etilbenzeno	100-41-4	-	0,03	0,2	0,6	1,4	300
Tolueno	108-88-3	-	0,9	5,6	14	80	700
Xilenos	1330-20-7	-	0,03	12	3,2	19	500
HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS							
Antraceno	120-12-7	-	0,3	2300	4600	10000 ^(a)	900
Benzo(a)antraceno	56-55-3	-	0,2	1,6	7	22	0,4
benzo(b)fluoranteno	205-99-2	-	0,7	2	7,2	25	0,4
Benzo(k)fluoranteno	207-08-9	-	0,8	27	75	240	4,1
Benzo(g,h,i)perileno ⁽³⁾	191-24-2	-	0,5	-	-	-	-
Benzo(a)pireno	50-32-8	-	0,1	0,2	0,8	2,7	0,7
Criseno	218-01-9	-	1,6	95	600	1600	41
Dibenzo(a,h)antraceno	53-70-3	-	0,2	0,3	0,8	2,9	0,04
Fenantreno ^(3,4)	85-01-8	-	3,6	15	40	95	140
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	193-39-5	-	0,4	3,4	8	30	0,4
Naftaleno	91-20-3	-	0,7	1,1	1,8	5,9	60
BENZENOS CLORADOS							
Clorobenzeno (Mono)	108-90-7	-	0,3	1,6	1,3	8,3	120
1,2-Diclorobenzeno	95-50-1	-	0,7	9,2	11	84	1000
1,3-Diclorobenzeno ⁽³⁾	541-73-1	-	0,4	-	-	-	-
1,4-Diclorobenzeno	106-46-7	-	0,1	0,3	0,6	2,1	300
1,2,3-Triclorobenzeno	87-61-6	-	0,01	0,4	1,1	6,1	20 ^(b)
1,2,4-Triclorobenzeno	120-82-1	-	0,01	0,4	1	8,4	
1,3,5 Triclorobenzeno ⁽³⁾	108-70-3	-	0,5	-	-	-	
1,2,3,4- Tetraclorobenzeno ⁽³⁾	634-66-2	-	0,003	-	-	-	-
1,2,3,5- Tetraclorobenzeno ⁽³⁾	634-90-2	-	0,006	-	-	-	-
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	95-94-3	-	0,01	0,3	0,6	3,6	1,8
Hexaclorobenzeno	118-74-1	-	0,02	0,2	1,3	3,4	0,2

VALORES ORIENTADORES PARA SOLO E ÁGUA SUBTERRÂNEA NO ESTADO DE SÃO PAULO - 2014

Substância	CAS Nº	Solo (mg kg ⁻¹ peso seco)					Água Subterrânea (µg L ⁻¹)
		Valor de Referência Qualidade	Valor de Prevenção	Valor de Intervenção (VI)			
		(VRQ)	(VP)	Agrícola	Residencial	Industrial	VI
ETANOS CLORADOS							
1,1-Dicloroetano	75-34-3	-	0,02	0,1	0,6	1,7	53
1,2-Dicloroetano	107-06-2	-	0,001	0,01	0,03	0,09	10
1,1,1-Tricloroetano	71-55-6	-	0,2	140	120	690	2000
ETENOS CLORADOS							
Cloreto de vinila	75-01-4	-	0,0002	0,001	0,01	0,03	2
1,1-Dicloroeteno	75-35-4	-	0,04	2,8	3,8	22	30
1,2-Dicloroeteno - cis	156-59-2	-	0,01	0,08	0,2	1,1	50 ^(b)
1,2-Dicloroeteno - trans	156-60-5	-	0,03	0,7	1	5,4	
Tricloroeteno - TCE	79-01-6	-	0,004	0,03	0,04	0,2	20
Tetracloroeteno - PCE	127-18-4	-	0,03	0,6	0,8	4,6	40
METANOS CLORADOS							
Cloreto de Metileno (diclorometano)	75-09-2	-	0,02	0,1	0,4	2,1	20
Clorofórmio	67-66-3	-	0,06	0,1	0,8	4,5	300
Tetracloreto de carbono	56-23-5	-	0,004	0,03	0,1	0,4	4
FENÓIS CLORADOS							
2-Clorofenol (o)	95-57-8	-	0,06	0,6	1,7	9,4	30
2,4-Diclorofenol	120-83-2	-	0,03	0,5	1,5	8,5	18
3,4 Diclorofenol ^(3,4)	95-77-2	-	0,05	1	3	6	10,5
2,4,5-Triclorofenol	95-95-4	-	0,1	68	170	960	600
2,4,6-Triclorofenol	88-06-2	-	0,1	0,6	1,6	9,6	200
2,3,4,5- Tetraclorofenol ^(3,4)	4901-51-3	-	0,09	7	25	50	10,5
2,3,4,6-Tetraclorofenol	58-90-2	-	0,01	34	85	480	180
Pentaclorofenol (PCP)	87-86-5	-	0,01	0,07	0,6	1,9	9

VALORES ORIENTADORES PARA SOLO E ÁGUA SUBTERRÂNEA NO ESTADO DE SÃO PAULO - 2014

Substância	CAS Nº	Solo (mg kg ⁻¹ peso seco)					Água Subterrânea (µg L ⁻¹)
		Valor de Referência Qualidade (VRQ)	Valor de Prevenção (VP)	Valor de Intervenção (VI)			
						Agrícola	Residencial
FENÓIS NÃO CLORADOS							
Cresóis totais	1319-77-3	-	0,2	14	33	190	600
Cresol-p	106-44-5	-	0,005	-	-	-	-
Fenol	108-95-2	-	0,2	24	65	370	900
ÉSTERES FTÁLICOS							
Dietilexil ftalato (DEHP)	117-81-7	-	1	36	250	730	8
Dietil ftalato	84-66-2	-	0,5	33	100	550	4,8
Dimetil ftalato ⁽¹⁾	131-11-3	-	0,25	0,5	1,6	3	14
Di-n-butil ftalato	84-74-2	-	0,1	44	140	850	600
PESTICIDAS ORGANOCLORADOS							
Aldrin	309-00-2	-	0,02	0,4	0,8	6	0,03 ^(b)
Dieldrin	60-57-1	-	0,01	0,3	0,8	5,9	
Endrin	72-20-8	-	0,001	0,8	2,5	17	0,6
Carbofuran	1563-66-2	-	0,0001	0,3	0,7	3,8	15
Endossulfan	115-29-7	-	0,7	4,7	12	66	20 ^(c)
DDD	72-54-8	-	0,02	1	7,5	23	1 ^(b)
DDE	72-55-9	-	0,01	1,2	8,5	25	
DDT	50-29-3	-	0,01	5,5	22	82	
HCH alfa	319-84-6	-	0,0003	0,002	0,02	0,04	0,05
HCH beta	319-85-7	-	0,001	0,01	0,06	0,2	0,17
HCH – gama (Lindano)	58-89-9	-	0,001	0,008	0,06	0,2	2
OUTROS							
PCBs Indicadores ⁽⁵⁾	NA	-	0,0003	0,01	0,03	0,12	3,5
TBT e seus compostos ⁽⁶⁾	NA	-	0,24	16	1,7	270	0,09
Anilina	62-53-3	-	0,023	0,15	0,7	3,2	42

(1): Mantidos os valores orientadores da Resolução CONAMA 420/2009.

(2): Mantidos os valores de prevenção da Resolução CONAMA 420/2009.

(3): Substâncias que não constam da planilha CETESB (versão maio de 2013).

(4): Mantidos os valores de intervenção da Resolução CONAMA 420/2009.

(5): Somatória dos congêneres 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 para investigação confirmatória; na investigação detalhada a lista de congêneres deve ser ampliada.

(6): Valores derivados com as propriedades do óxido de tributí (CAS nº 56-35-9).

(a): Adotado valor limite de 1% do peso seco do solo (10.000 mg kg⁻¹).

(b): Somatória dos isômeros ou metabólitos.

(c): Somatória de endossulfan e sais.

Obs.: Na determinação de substância inorgânica no solo, para a digestão ácida, seguir as recomendações dos métodos 3050 e 3051 (USEPA-SW-846), ou procedimento equivalente, exceto para mercúrio.



OBRIGADA

Mara M. G. Lemos
Rosangela P. Modesto
Marcia S. Obha
Paulo F. Rodrigues
Gisela V. Meneses
Fabio N. Moreno

Emails :

mmlemos@sp.gov.br
eqaa_cetesb@sp.gov.br



**SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE**

**GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO**