

VALORES ORIENTADORES PARA SOLOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Mcs. MARA MAGALHÃES GAETA LEMOS

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB)

Setor de Qualidade do Solo e Vegetação- ESSE

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 CEP 05489-900 - São Paulo – SP

Email: maral@cetesbnet.sp.gov.br

TÓPICOS

- O que são Valores Orientadores para solos e águas subterrâneas
- Histórico
- Estabelecimento de Valores de Referência de Qualidade
- Adoção de Valores de Prevenção
- Derivação de Valores de Intervenção
- Valores Orientadores publicados em 2005

PADRÕES AMBIENTAIS

SÃO CRITÉRIOS NÚMERICOS QUE
PROVÉM UMA DEFINIÇÃO DA QUALIDADE

- PADRÕES DA QUALIDADE DO AR
- PADRÕES DE POTABILIDADE - PORTARIA
518/04 do MS

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

SÃO CRITÉRIOS NÚMERICOS:
INSTRUMENTOS PARA SUBSIDIAR GESTÃO DA QUALIDADE

AS **AÇÕES PREVENTIVAS** DE
MANUTENÇÃO DA
QUALIDADE DO SOLO E DA
ÁGUA SUBTERRÂNEA

AS **AÇÕES CORRETIVAS** DE
CONTROLE DAS ÁREAS
CONTAMINADAS

Similaridade com padrões ambientais

- Padrões de qualidade de ÁGUAS SUPERFICIAIS
- Padrões de qualidade do AR

HISTÓRICO

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE CRITÉRIOS - 1995

CONSULTORIA DA HOLANDA E 1º SEMINÁRIO INTERNACIONAL - 1996

AQUISIÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO DE RISCO E DESENVOLVIMENTO DOS VALORES ORIENTADORES - 1996 a 2000

2º SEMINÁRIO INTERNACIONAL E 1ª OFICINA DE TRABALHO PARA DISCUTIR OS VALORES ORIENTADORES - 2000

PUBLICAÇÃO DE RELATÓRIO SOBRE AS METODOLOGIAS - 2001 - DISPONÍVEL NA PÁGINA ELETRÔNICA DA CETESB

PUBLICAÇÃO DA 1ª LISTA DE VALORES ORIENTADORES NO DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - 2001

DIVULGAÇÃO E UTILIZAÇÃO DOS VALORES ORIENTADORES EM CONTROLE DE ÁREAS CONTAMINADAS E EM NORMAS TÉCNICAS E LEGISLAÇÕES - A PARTIR DE 2001.

HISTÓRICO

CONTINUIDADE DO PROJETO E VALIDAÇÃO DOS VALORES - 2003

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA PARA ATUALIZAÇÃO DOS
CONHECIMENTOS - 2004/2005

CONSULTORIA DO INSTITUTO HOLANDES DE SAÚDE PÚBLICA E
MEIO AMBIENTE -RIVM E AMPLIAÇÃO DOS CONCEITOS E
CRITÉRIOS - MARÇO 2005

CONSULTA PÚBLICA NO SITE CETESB - JULHO/ 2005

REALIZAÇÃO DE OFICINA PARA APRESENTAR E VALIDAR NOVA
PROPOSTA - SETEMBRO/2005

PUBLICAÇÃO DE NOVA LISTA NO DOE-dez/2005. DE 37 PARA 80
SUBSTÂNCIAS

VALORES ORIENTADORES PARA SOLOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Publicado no Diário Oficial do Estado de 26.10.01 e
atualizado no Diário Oficial do Estado de 13.12.05

VALOR DE
REFERÊNCIA DE
QUALIDADE
VRQ

VALOR DE
PREVENÇÃO
VP

VALOR DE
INTERVENÇÃO
VI

VALOR DE REFERÊNCIA DE QUALIDADE - VRQ

É a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea, que define um solo como limpo ou a qualidade natural da água subterrânea.

VALOR DE PREVENÇÃO -VP -

É a concentração de determinada substância, acima da qual podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do solo e da água subterrânea.

Este valor indica a qualidade de um solo capaz de sustentar as suas funções primárias, protegendo-se os receptores ecológicos e a qualidade das águas subterrâneas.

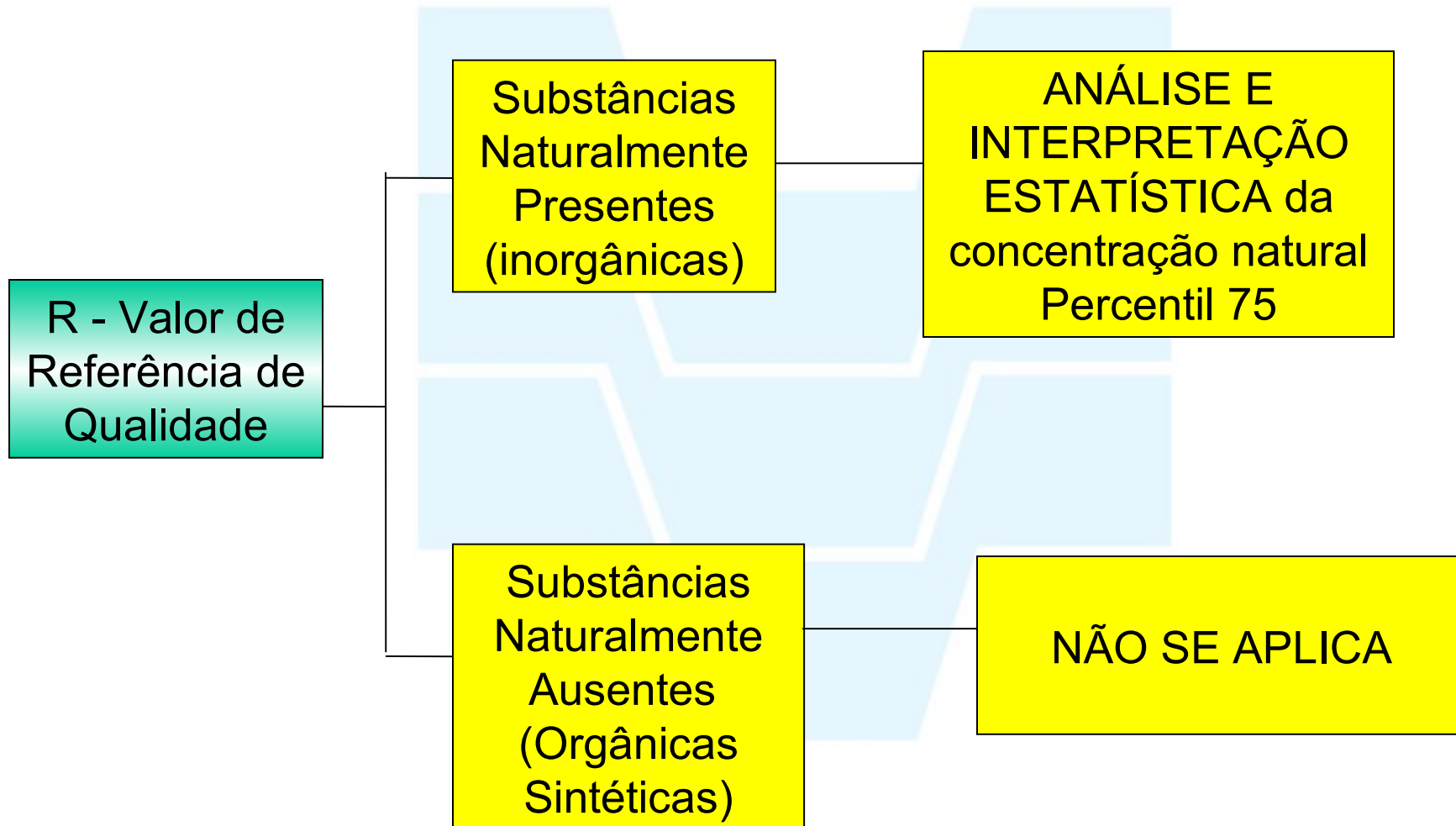
É a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerado um cenário de exposição genérico.

VALOR DE REFERÊNCIA DE QUALIDADE - VRQ

É determinado com base em interpretação estatística de análises físico-químicas de amostras de diversos tipos de solos e amostras de águas subterrâneas de diversos aquíferos do Estado de São Paulo.

Deve ser utilizado como referência nas ações de prevenção da poluição do solo e das águas subterrâneas

VRQ - Metodologia para estabelecimento



VRQ - Metodologia para estabelecimento

- Estabelecidos em 2001 para 15 substâncias

Seleção dos pontos de coleta - critérios

- Em áreas com pouca influência antropogênica
- Os principais tipos de solo
- Propriedades do solo diferenciadas

- Foram selecionados 13 tipos de solo

Para identificação e seleção das áreas de coleta, utilizou-se informações técnicas fornecidas pelo pedólogo do IAC Helio do Prado (PRADO, 1996), e das Cartas Pedológicas Semidetalhadas do Estado de São Paulo (IAC, 1981a; IAC, 1981b; IAC, 1981c; IAC, 1982a; IAC, 1982b; IAC, 1983a; IAC, 1983b; IAC, 1989; IAC, 1991; IAC, 1992 e IAC, 1996).

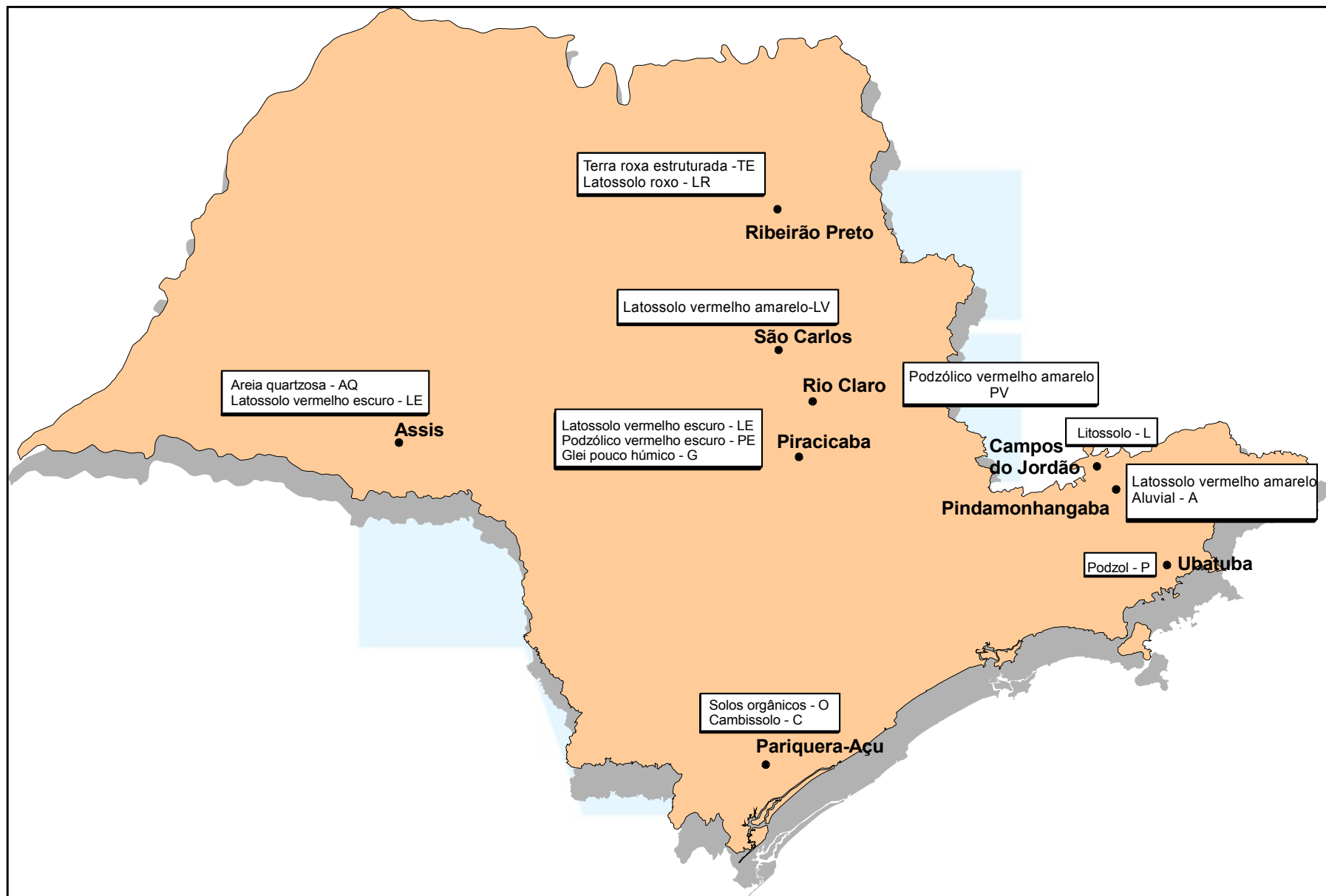
Tipos de solos amostrados e suas características básicas

Classificação do Solo	Área de São Paulo (%)	Rocha ou Material de Origem	Descrição Carta Pedológica
Latossolo Vermelho (Roxo)	14,7	Efusivas básicas, metabasitos, tufitos	Distrófico a moderado ou proeminente. Textura argilosa ou muito argilosa.
Latossolo Vermelho (Escuro)	24,1	Sedimentos argilo arenosos	Álico. Assis – textura média a moderada. Piracicaba- textura muito argilosa a moderada.
Latossolo Vermelho Amarelo	13,6	Sedimentos argilo arenosos	São Carlos – Álico a proeminente. Textura muito argilosa a argilosa.
Nitossolo Vermelho (Terra Roxa Estruturada)	1,1	Derrames basálticos, rochas alcalinas, efusivas ou plutônicas	Eutrófico a moderado.
Argilossolo (Podzólico) Vermelho (Escuro)	19,7	Calcário, rocha ígnea ou metamórfica, rocha sedimentar pelítica, argilito, folheto	Textura argilosa ou muito argilosa, com ou sem cascalho.
Argilossolo Vermelho (Podzólico)	7,0	Rocha ígnea ou sedimentos	
Gleissolo (Glei Pouco Húmico)	1,1	Sedimentos	
Neossolo (Areia Quartzosa)	--	Sedimentos arenosos	Álico a moderado. Textura arenosa.
Organossolo (Orgânico)	1,1	Sedimentos orgânicos em excesso de água	Distrófico a moderado. Alta porcentagem de matéria orgânica.
Cambissolo	--	Muito variável, tanto rochas como sedimentos	Distrófico a moderado. Textura argilosa a média argilosa. Sedimentos aluviais com baixa CTC.
Espodossolo (Podzol)	--	Sedimentos arenosos	
Neossolo Flúvico (Aluvial)	0,3	Sedimentos	
Neossolo Rigolítico (Litossolo)	1,28	Diversos	

n = critério não aplicável. -- = informação não disponível

Fonte: PRADO(1996) ; Paiva Neto (1990)

Localização dos pontos de coleta



Resultados da análise descritiva da amostragem realizada para estabelecimento dos VRQ para solo (18 substâncias).

Substância	Concentração (mg.kg ⁻¹)				Resultados Abaixo do LQ (%)
	Mínimo	Máximo	Mediana	Percentil 70	
Alumínio	1.700	117.100	34.020	71.000	0
Antimônio	<20	<20	<20	<20	100
Arsênio	<0,20	17,60	1,89	3,24	7
Bário	<0	223	39	70	14
Cádmio	<0,00	<0,00	<0,00	<0,00	100
Chumbo	<0,0	23,0	9,8	17	36
Cobre	3,0	393,0	20,3	30,1	0
Cobalto	<7,0	60,0	7,0	12,0	60
Cromo	2,2	172,0	26,3	40,2	0
Ferro	000	198.000	27.070	77.820	0
Manganês	0	2.330	230	461	0
Mercúrio	<0,02	0,08	0,02	0,00	04
Molibdênio	<20	<20	<0,20	<20	100
Níquel	1,00	73,0	8,0	13,2	0
Prata	<0,0	10,4	<0,0	<0,0	98
Selênio	<0,20	0,06	0,2	0,20	71
Vanádio	<80	818	80	274	06
Zinco	1,0	200,0	30,6	09,9	0

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

- Não foi verificado diferença estatística entre os conjuntos de dados das profundidades (0-20cm) e (80-100cm)-pH, granulometria e resíduo volátil e 9 substâncias
alumínio, arsênio, bário, cobre, cromo, ferro, manganês, níquel e zinco
- Maioria dos resultados inferiores aos limites de quantificação - 8 substâncias
antimônio, cádmio, cobalto, mercúrio, molibdênio, prata, selênio e vanádio

Inviabiliza a utilização de estatística multivariada para essas substâncias.
- Regressão múltipla entre as propriedades do solo e as substâncias alumínio, arsênio, bário, cromo, cobre, ferro, manganês, níquel e zinco, mas os resultados não foram satisfatórios (CETESB, 2001).

Foi determinado para o solo com base em ensaios com receptores ecológicos.

Deve ser utilizado para disciplinar a introdução de substâncias no solo e, quando ultrapassado, a continuidade da atividade será submetida a nova avaliação, devendo os responsáveis legais pela introdução das cargas poluentes proceder o monitoramento dos impactos decorrentes.

Critério para o estabelecimento do Valor de Prevenção

ECOTOXICIDADE

Indicadores Biológicos

Detectam com maior antecedência alterações que ocorrem no solo, em função de seu uso e manejo, do que indicadores químicos e físicos.

- levantamento de critérios e valores ecotoxicológicos internacionais
- revisão de dados nacionais
- realização de ensaios fitotoxicológicos

VALOR DE PREVENÇÃO - VP SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS

COM BASE NA REVISÃO DE LITERATURA INTERNACIONAL, FOI SELECIONADO, PARA SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS, COMO VALOR DE PREVENÇÃO, A MÁXIMA CONCENTRAÇÃO PERMITIDA - MCP, *DERIVADA PELO* INSTITUTO NACIONAL HOLANDÊS DE SAÚDE PÚBLICA E MEIO AMBIENTE - RIVM, REVISADO EM 2001.

Justificativa para seleção do MCP

- utilização ensaios ecotoxicológicos
 - preferencialmente crônicos - NOEC
(máxima concentração de nenhum efeito observado)
 - 4 ou mais grupos taxonômicos ou diferentes processos do solo
- grande número de substâncias orgânicas; e
- coerência com a metodologia adotada para derivação dos valores de intervenção

O MPC é derivado com base no Hazardous Concentration HC_5 . Isto significa que a concentração é perigosa para 5% das espécies estudadas, ou de outra forma, que 95% delas são protegidas.

VALOR DE PREVENÇÃO para solo SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS

Poluentes Orgânicos Persistentes - POPs - atendendo ao estabelecido na Convenção de Estocolmo, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 2004 e Decreto Federal nº 5.472, de 20.06.05 não será permitido o aporte para as substâncias banidas.

VP para POPs - foram incluídos, considerando que é um instrumento para prevenção de potenciais riscos à biota e ao ser humano.

• Substâncias que não foram derivados VI, mas apresentam MPC - optou-se por mantê-las na lista de VP, considerando o caráter preventivo desses valores.

VALOR DE PREVENÇÃO para solo SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS

ESTÃO PRESENTES NATURALMENTE EM
CONCENTRAÇÕES DE ACORDO COM A GÊNESE DO
SOLO

Crítérios utilizados

- METODOLOGIA DE EXTRAÇÃO - EPA 3050B E 3051
- REVISÃO DE DADOS NACIONAIS
- REALIZAÇÃO DE ENSAIOS FITOTOXICOLÓGICOS
- LEVANTAMENTO DE CRITÉRIOS E VALORES ECOTOXICOLÓGICOS INTERNACIONAIS

VALOR DE PREVENÇÃO -VP-

Para substâncias inorgânicas, a CETESB, decidiu manter os valores publicados em 2001, com exceção de cádmio e chumbo.

Ainda não é ideal pois a pesquisa bibliográfica realizada demonstrou que poucos dados científicos nacionais tem atendido aos critérios para avaliações ambientais, como metodologia de extração, efeitos observados e receptores estudados.

EXEMPLO DE ENSAIO DE FITOTOXICIDADE

Método: crescimento até a maturação sexual de girassol e mostarda

Pb no solo - 16, 42, 106 e 90000 mg/kg



Resultados

- sem diferença no crescimento entre 16 e 42 mg/kg.
- 106 mg/kg não completou o ciclo de vida

VALOR DE PREVENÇÃO para solo SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS

Razões para a alteração dos valores de Chumbo e Cádmio:

- ensaios realizados na CETESB mostraram a necessidade de diminuir o valor de prevenção para chumbo.
- em função dos novos valores de intervenção de cádmio e chumbo serem próximos aos valores de alerta publicados em 2001.

Valores de prevenção foram calculados utilizando-se as concentrações de MPA (Máxima Adição Permitida - RIVM, 2001)

• **SOLO** - foi calculado utilizando-se procedimento de avaliação de risco à saúde humana para cenários de exposição Agrícola / Área de Proteção Máxima, Residencial e Industrial.

ÁGUA SUBTERRÂNEA - adotou-se os padrões de potabilidade da Portaria 518, de 26 de março de 2004, do Ministério da Saúde - MS, complementada com os padrões ou a metodologia presentes no Guia da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2004).

VALORES DE INTERVENÇÃO PARA SOLOS SÃO DERIVADOS PARA 3 CENÁRIOS 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.

Agrícola/APMax

O cenário de exposição agrícola é aquele relacionado a cinturões verdes e áreas rurais, onde há atividade econômica de produção agro-silvo-pastoril. Nesse cenário, o trabalhador rural reside na área hipotética, permanecendo durante 24 horas por dia na área e apresentando exposição para a vida inteira.

Estão incluídos nesse cenário fazendas, sítios, chácaras, área residenciais rurais, pesque-pague e áreas de proteção de mananciais.

VALORES DE INTERVENÇÃO PARA SOLOS CENÁRIOS DE EXPOSIÇÃO



O cenário de exposição residencial é aquele relacionado à moradia e áreas residenciais em áreas urbanas. Os indivíduos passam a maior parte do dia na área, apresentando exposição para a vida inteira. A ingestão de solo, água e vegetação contaminada é menor do que no cenário agrícola.

VALORES DE INTERVENÇÃO PARA SOLOS CENÁRIOS DE EXPOSIÇÃO



Estão incluídas nesse cenário todos os tipos de moradias, desde residências térreas, apresentando algum cultivo de vegetais, prédios e alguns estabelecimentos como clubes, escolas, creches, hospitais, clínicas de tratamento, parques e áreas verdes urbanas, pousadas, hotéis, motéis e asilos

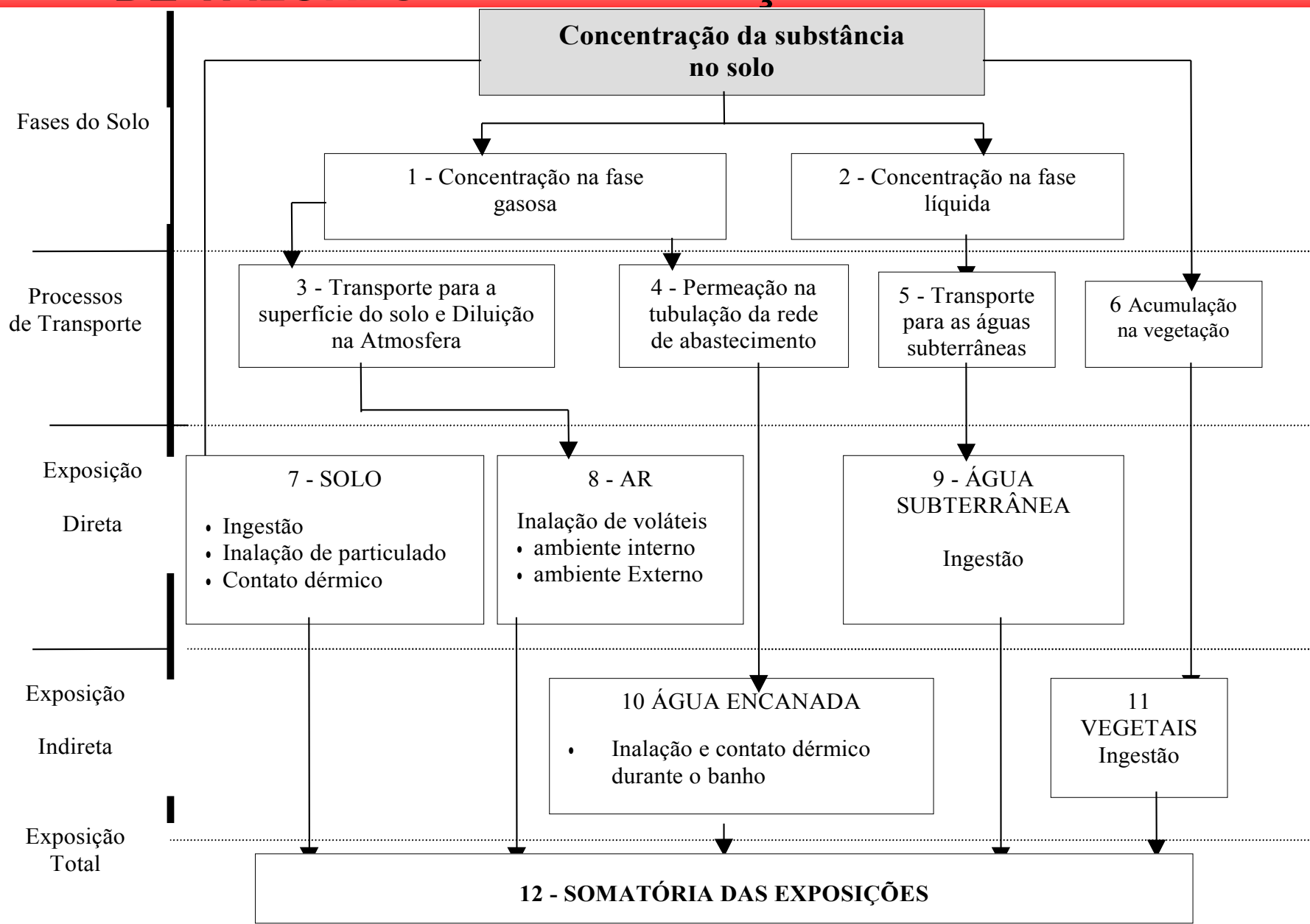
VALORES DE INTERVENÇÃO PARA SOLOS CENÁRIOS DE EXPOSIÇÃO



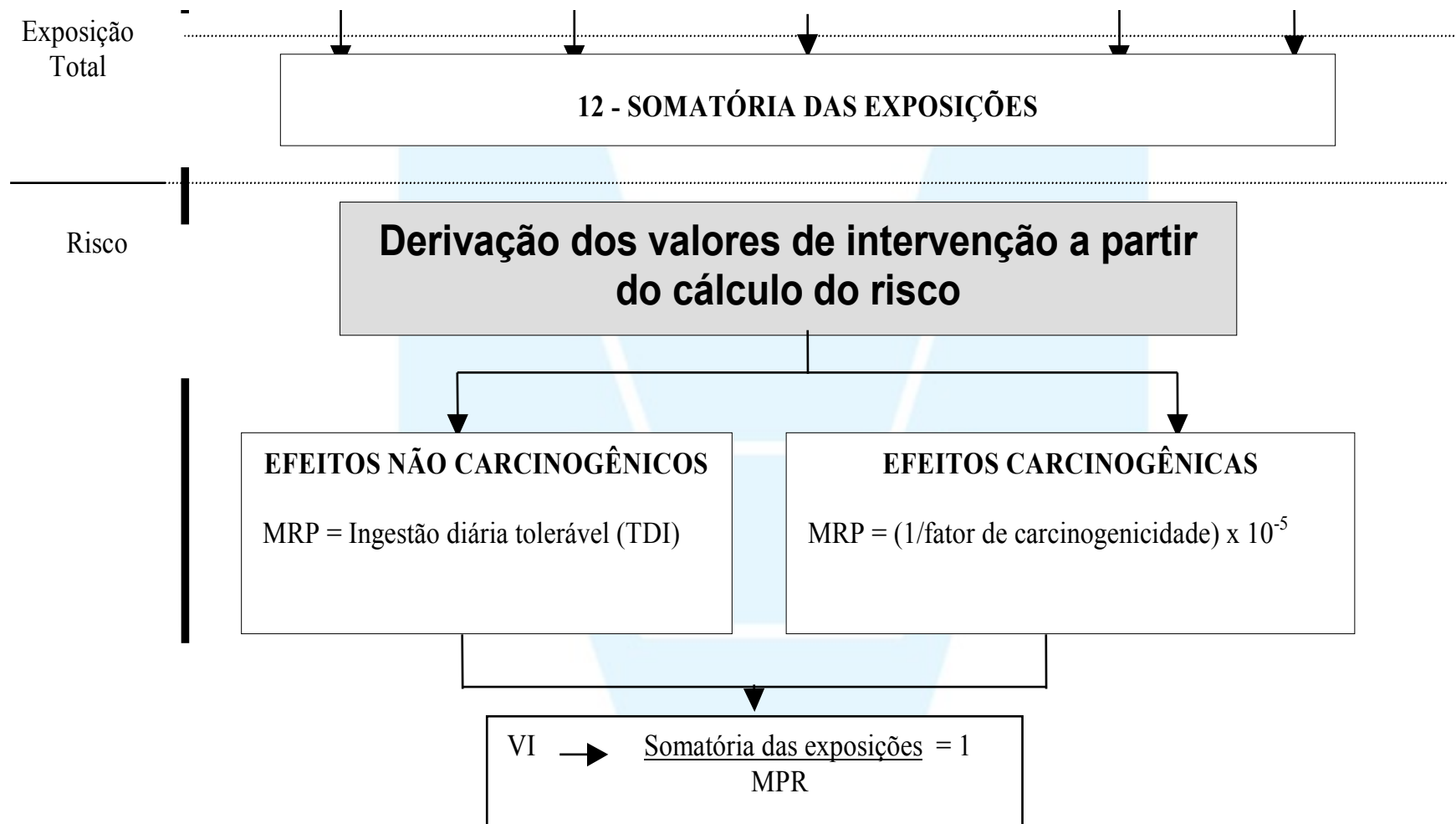
O cenário de exposição industrial é aquele relacionado a áreas onde predominam (ocorrem basicamente) atividades industriais e comerciais cuja a permanência de pessoas ocorre em horário de trabalho.

Nesse cenário o indivíduo adulto está exposto parte do dia (horário de trabalho), ocorrendo a presença de crianças em período restrito, como em festas e eventos especiais.

AVALIAÇÃO DE RISCO PARA DERIVAÇÃO DE VALORES DE INTERVENÇÃO PARA SOLO



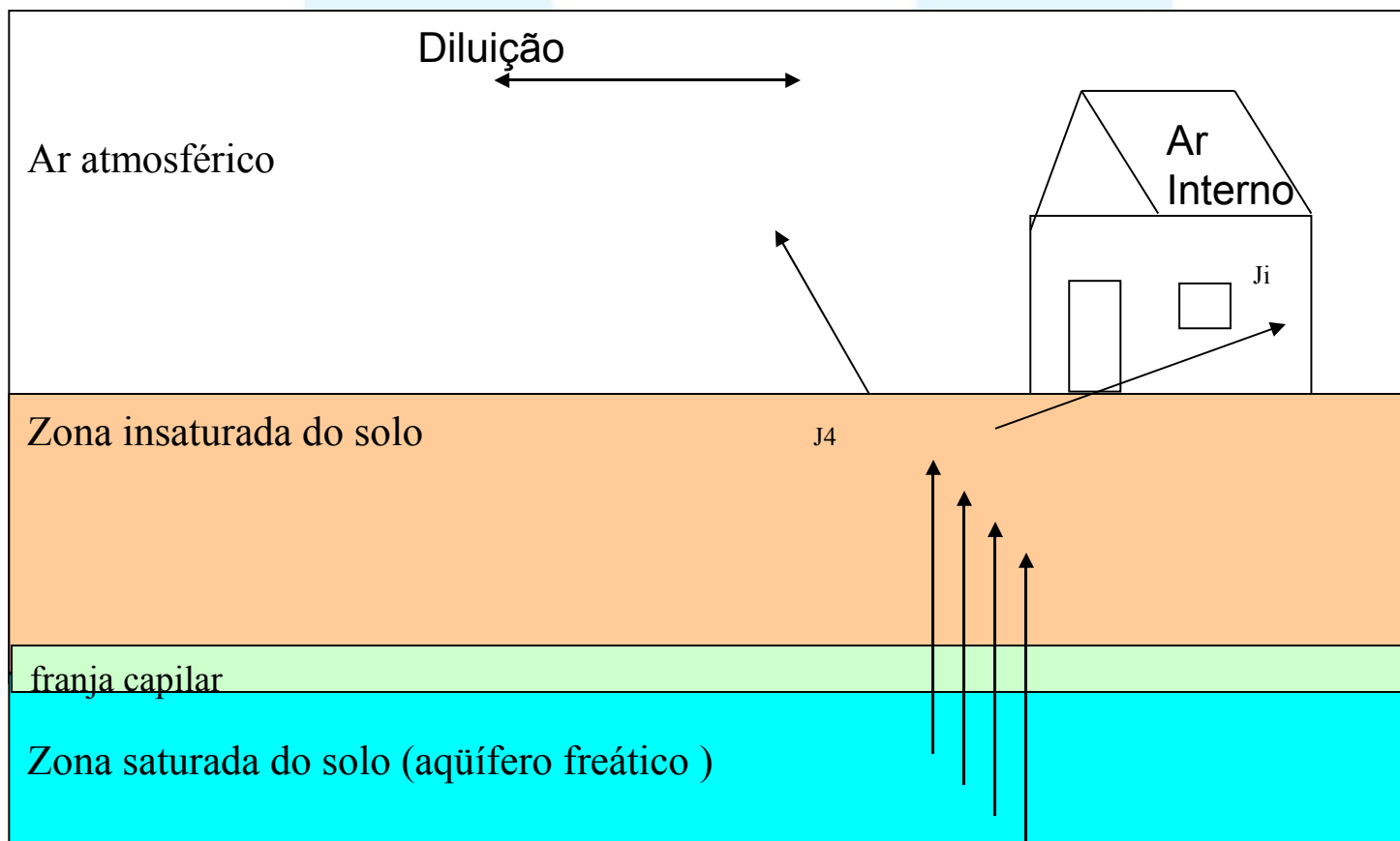
AValiação de Risco para Derivação de Valores de Intervenção para Solo



EXPOSIÇÕES DIRETAS E INDIRETAS

TRANSPORTE DO FLUXO DO AR ATÉ A SUPERFÍCIE DO SOLO

fluxo da fase gasosa de uma substância volátil para a superfície do solo, sua diluição pelo vento no ar atmosférico e concentração em ambiente interno.



DISTRIBUIÇÃO NAS FASES DO SOLO E TRANSPORTE

PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DAS SUBSTÂNCIAS

- peso molecular;
- pressão de vapor a 25°C;
- solubilidade em água a 25°C;
- coeficiente de partição da substância entre solo-água (K_d)
- coeficiente de partição octanol-água (K_{ow});
- coeficiente de partição da substância entre solo-água corrigido pela fração de matéria orgânica (K_{oc});
- Fator de bioconcentração (BCF).

DISTRIBUIÇÃO NAS FASES DO SOLO E TRANSPORTE

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS CENÁRIOS DE EXPOSIÇÃO

- Porosidade total do solo
- Umidade do solo
- Densidade aparente
- Conteúdo de Carbono Orgânico
- Temperatura do solo
- Velocidade do vento
- Área da contaminação
- Profundidade de contaminação
- Espessura do concreto
- Volume de ar em banheiros
- Variáveis dependentes dos Cenários

Cenários de exposição		Agr	Resid	Industrial
Taxa de renovação de ar	V/h	1,25	0,50	0,75
Altura da construção	m	2,00	2,00	2,50
Área da construção	m ²	50,00	50,00	200,00

EXPOSIÇÕES DIRETAS E INDIRETAS

CARACTERIZAÇÃO DE POPULAÇÃO

Peso corpóreo - 70 kg para adultos

Quantidade de solo ingerido

Área corpórea total

Área corpórea parcial ou área descoberta da pele

Volume de ar inalado

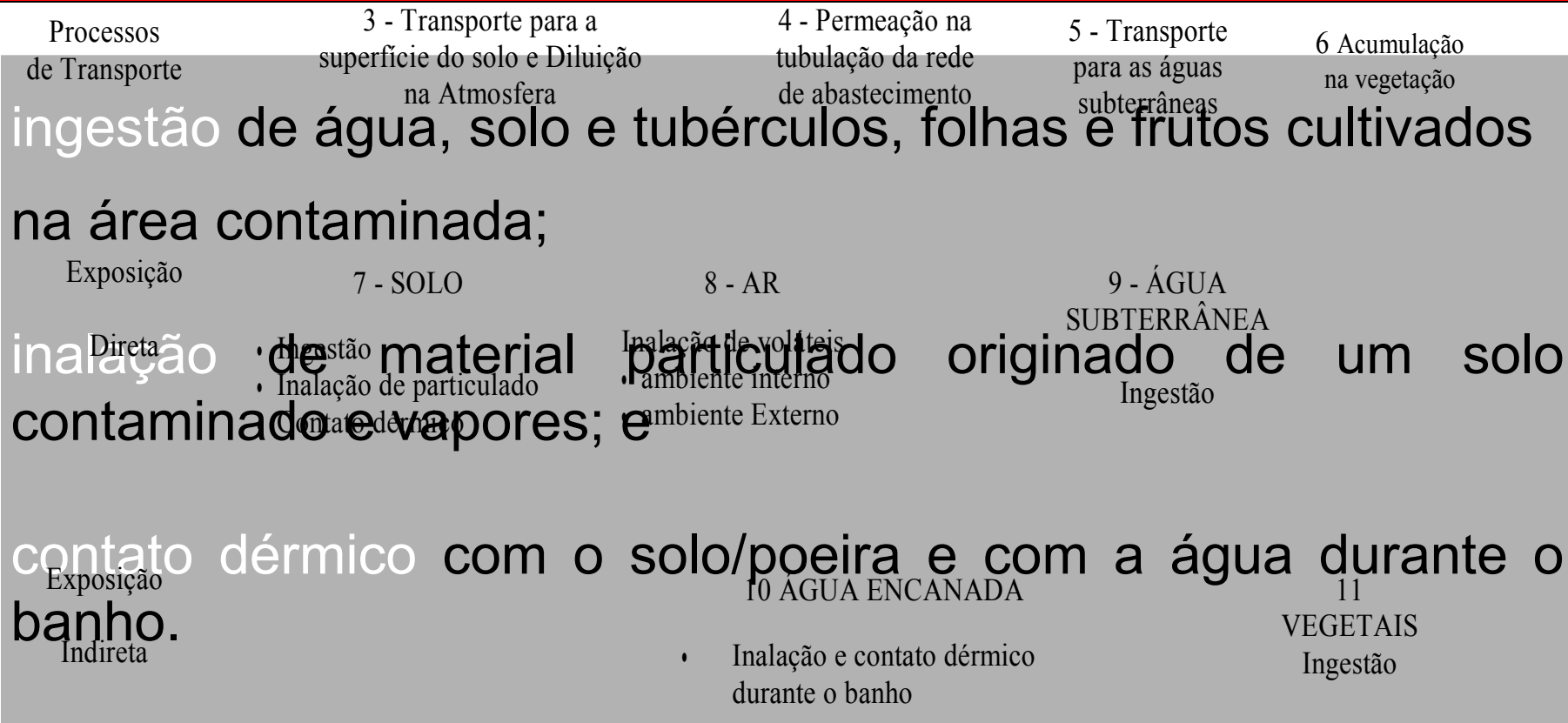
Consumo diário de vegetais (folhas, frutos e tubérculos)

Consumo diário de água, 2 L/dia, para adultos, 1 L/dia para crianças.

Tempo de Permanência - variável nos diferentes cenários

Expectativa de vida - 70 anos -> 64 como adulto e 6 anos como criança.

VIAS DE EXPOSIÇÃO



CÁLCULO DO RISCO

DEFINIÇÃO DA DOSE

Máximo Risco Permitido (MRP): é a quantidade máxima aceitável de uma substância que um indivíduo pode estar exposto diariamente a vida toda.

Para efeito não carcinogênico:

MRP = ingresso diário tolerável (TDI "*tolerable dayle intake*)
ou concentração tolerável no ar (TCA)

CÁLCULO DO RISCO

Para efeito carcinogênico genotóxico:

MRP = risco de câncer (CR) oral ou por inalação.

$$CR = \frac{1}{\text{fator de carcinogenicidade}} \times \text{risco aceitável}$$

Risco máximo aceitável: probabilidade de ocorrência de um caso adicional de câncer em 100.000 pessoas (10^{-5}).

VALORES DE INTERVENÇÃO ÁGUA SUBTERRÂNEA

•O valor de intervenção é a concentração de uma determinada substância no solo e **na água subterrânea** acima da qual existem riscos potenciais diretos e indiretos de efeitos adversos à saúde, considerado um cenário de exposição genérico.

•Valores de potabilidade derivados pela OMS (WHO, 2004):

Visam a proteção à saúde humana, **para um consumo de água**, considerando a expectativa de vida. têm como objetivo dar suporte ao desenvolvimento e implantação de estratégias de gerenciamento de risco.

(WHO, 2004 - Guidelines for drinking water Quality).

VALORES DE INTERVENÇÃO ÁGUA SUBTERRÂNEA

Nos casos em que estes valores forem excedidos, devem ser realizadas investigações detalhadas para interpretar o significado deste fato sobre a saúde humana e para orientar as medidas de remediação, considerando as vias de exposição mais relevantes (WHO, 2004).

Portanto, os valores limites para água potável são conceitualmente iguais aos valores de intervenção.

No Brasil, o Ministério da Saúde adaptou estes valores, publicando a Portaria 518/04, que contém os padrões de potabilidade.

A área será classificada como **Área Contaminada sob Investigação** quando houver constatação da presença de substâncias no solo ou na água subterrânea em concentrações acima dos Valores de Intervenção, indicando a necessidade de ações para resguardar os receptores de risco.

VALORES ORIENTADORES 2005

Substância	CAS Nº	Solo (mg/kg de peso seco) ³					Água Subt (µg/L)
		Referência (a)	Prevenção	Intervenção			Intervenção
				Agrícola APMax	Residencial	Industrial	
Metais/ semi-metais							
Alumínio	7429-90-5	-	-	-	-	-	200
Antimônio	7440-36-0	<0,5	2	5	10	25	5
Arsênio	7440-38-2	3,5	15	35	55	150	10
Bário	7440-39-3	75	150	300	500	750	700
Boro	7440-42-8	-	-	-	-	-	500
Cádmio	7440-43-9	<0,5	1,3	3	8	20	5
Chumbo	7440-92-1	17	72	180	300	900	10
Cobalto	7439-48-4	13	25	35	65	90	5
Cobre	7440-50-8	35	60	200	400	600	2.000
Cromo	7440-47-3	40	75	150	300	400	50
Ferro	7439-89-6	-	-	-	-	-	300
Manganês	7439-96-5	-	-	-	-	-	400
Mercúrio	7439-97-6	0,05	0,5	12	36	70	1
Molibdênio	7439-98-7	<4	30	50	100	120	70
Níquel	7440-02-0	13	30	70	100	130	20
Nitrato (como N)	797-55-08	-	-	-	-	-	10.000
Prata	7440-22-4	0,25	2	25	50	100	50
Selênio	7782-49-2	0,25	5	-	-	-	10
Vanádio	7440-62-2	275	-	-	-	-	-
Zinco	7440-66-6	60	300	450	1000	2000	5.000

VALORES ORIENTADORES 2005

Substância	CAS Nº	Solo (mg/kg de peso seco) ³					Água Subt (µg/L)
		Referência (a)	Prevenção	Intervenção			Intervenção
				Agrícola APMax	Residencial	Industrial	
 Hidrocarbonetos aromáticos voláteis							
Benzeno	71-43-2	na	0,03	0,06	0,08	0,15	5
Estireno	100-42-5	na	0,2	15	35	80	20
Etilbenzeno	100-41-4	na	6,2	35	40	95	300
Tolueno	108-88-3	na	0,14	30	30	75	700
Xilenos	1330-20-7	na	0,13	25	30	70	500
 Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos ⁽²⁾							
Antraceno	120-12-7	na	0,039	-	-	-	-
Benzo(a)antraceno	56-55-3	na	0,025	9	20	65	1,75
Benzo(k)fluoranteno	207-06-9	na	0,38	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perileno	191-24-2	na	0,57	-	-	-	-
Benzo(a)pireno	50-32-8	na	0,052	0,4	1,5	3,5	0,7
Criseno	218-01-9	na	8,1	-	-	-	-
Benzo(a,h)antraceno	53-70-3	na	0,08	0,15	0,6	1,3	0,18
Fenantreno	85-01-8	na	3,3	15	40	95	140
Benzo(1,2,3-c,d)pireno	193-39-5	na	0,031	2	25	130	0,17
Naftaleno	91-20-3	na	0,12	30	60	90	140
 Benzenos clorados ⁽²⁾							
Monoclorobenzeno (Mono)	108-90-7	na	0,41	40	45	120	700
1,2-Diclorobenzeno	95-50-1	na	0,73	150	200	400	1.000
1,3-Diclorobenzeno	541-73-1	na	0,39	-	-	-	-
1,4-Diclorobenzeno	106-46-7	na	0,39	50	70	150	300
1,2,3-Triclorobenzeno	87-61-6	na	0,01	5	15	35	(a)
1,2,4-Triclorobenzeno	120-82-1	na	0,011	7	20	40	(a)
1,3,5-Triclorobenzeno	108-70-3	na	0,5	-	-	-	(a)
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	634-66-2	na	0,16	-	-	-	-
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	634-90-2	na	0,0065	-	-	-	-
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	95-94-3	na	0,01	-	-	-	-
Hexaclorobenzeno	118-74-1	na	0,003⁽³⁾	0,005	0,1	1	1

(a) triclorobenzenos = 20 mg.L⁻¹
 (3) POP
 na = não se aplica

VALORES ORIENTADORES publicados em 2005

1

Substância	CAS N°	Solo (mg/kg de peso seco) ³					Água Subt (µg/L)
		Referência (a)	Prevenção	Intervenção			Intervenção
				Agrícola APMax	Residencial	Industrial	
Etenos clorados							
1,1-Dicloroetano	75-34-2	na	-	8,5	20	25	280
1,2-Dicloroetano	107-06-2	na	0,075	0,15	0,25	0,50	10
1,1,1-Tricloroetano	71-55-6	na	-	11	11	25	280
Etenos clorados							
Cloreto de vinila	75-01-4	na	0,003	0,005	0,003	0,008	5
1,1-Dicloroeteno	75-35-4	na	-	5	3	8	30
1,2-Dicloroeteno - cis	156-59-2	na	-	1,5	2,5	4	(b)
2-Dicloroeteno - trans	156-60-5	na	-	4	8	11	(b)
1,1-Dicloroeteno - TCE	79-01-6	na	0,0078	7	7	22	70
1,1,1-Tricloroeteno - PCE	127-18-4	na	0,054	4	5	13	40
Metanos clorados							
Cloreto de Metileno	75-09-2	na	0,018	4,5	9	15	20
Clorofórmio	67-66-3	na	1,75	3,5	5	8,5	200
Tetracloroetano de carbono	56-23-5	na	0,17	0,5	0,7	1,3	2
Fenóis clorados							
2,4-Diclorofenol (o)	95-57-8	na	0,055	0,5	1,5	2	10,5
2,4,6-Triclorofenol	120-83-2	na	0,031	1,5	4	6	10,5
3,4,5-Triclorofenol	95-77-2	na	0,051	1	3	6	10,5
2,4,5-Triclorofenol	95-95-4	na	0,11	-	-	-	10,5
2,4,6-Triclorofenol	88-06-2	na	1,5	3	10	20	200
3,4,5-Tetraclorofenol	4901-51-3	na	0,092	7	25	50	10,5
3,4,6-Tetraclorofenol	58-90-2	na	0,011	1	3,5	7,5	10,5
1,2,4-Triclorofenol (PCP)	87-86-5	na	0,16	0,35	1,3	3	9
Fenóis não clorados							
Cresóis		na	0,16	6	14	19	175
Fenol	108-95-2	na	0,20	5	10	15	140
Ésteres ftálicos							
etilhexil ftalato (DEHP)	117-81-7	na	0,6	1,2	4	10	8
Dimetil ftalato	131-11-3	na	0,25	0,5	1,6	3	14
Di-n-butil ftalato	84-74-2	na	0,7	-	-	-	-
esticidas organoclorados							
Aldrin ⁽²⁾	309-00-2	na	0,0015 ⁽³⁾	0,003	0,01	0,03	(d)
Dieldrin ⁽²⁾	60-57-1	na	0,043 ⁽³⁾	0,2	0,6	1,3	(d)
Endrin	72-20-8	na	0,001 ⁽³⁾	0,4	1,5	2,5	0,6
DDT ⁽²⁾	50-29-3	na	0,010 ⁽³⁾	0,55	2	5	(c)
DDD ⁽²⁾	72-54-8	na	0,013	0,8	3	7	(c)
DDE ⁽²⁾	72-55-9	na	0,021	0,3	1	3	(c)
HCH beta	319-85-7	na	0,011	0,03	0,1	5	0,07
CH - gama (Lindano)	58-89-9	na	0,001	0,02	0,07	1,5	2
PCBs							
total		na	0,0003 ⁽³⁾	0,01	0,03	0,12	3,5

(a) triclorobenzenos = 20 mg.L⁻¹
 (b) 1,2 dicloroetenos; = 50 mg.L⁻¹.
 (c) DDT-DDD-DDE = 2 mg.L⁻¹
 (d) Aldrin e Dieldrin = 0,03 mg.L⁻¹
 (3) POP
 na = não se aplica
 PCB total = congêneres 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180



QUALIDADE DE SOLO E ÁGUA
SUBTERRÂNEA:

DIREITO E DEVER DE TODOS

OBRIGADA