



**CETESB**

**PROCEDIMENTO PARA ESTABELECE E  
UTILIZAR OS VALORES ORIENTADORES PARA  
SOLO E ÁGUA SUBTERRÂNEA**  
(Manual Técnico)  
**versão final**

P ----  
Setembro  
DE 2007

## SUMÁRIO

VERSÃO FINAL .....	1
.....	1
1 OBJETIVO.....	2
2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES .....	2
3 DEFINIÇÕES .....	3
4 CONDIÇÕES GERAIS.....	7
5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS.....	8
CONCENTRAÇÃO DA SUBSTÂNCIA NO SOLO.....	11
6 UTILIZAÇÃO DOS VALORES ORIENTADORES PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO E DA ÁGUA SUBTERRÂNEA .....	12
7. AÇÕES DE CONTROLE DA QUALIDADE DO SOLO E DA ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	13
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14

## 1 Objetivo

Esta Norma define o procedimento para estabelecer e utilizar Valores Orientadores para Solo e Água Subterrânea.

Os Valores Orientadores são instrumentos para avaliar a qualidade do solo e da água subterrânea a fim de prevenir, controlar e gerenciar a contaminação de solos e águas subterrâneas por substâncias químicas.

## 2 Documentos Complementares

CETESB (São Paulo). **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo**. São Paulo, 2001. 101 p. Anexos.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo: 2004-2006**. São Paulo: CETESB, 2007. 201p. il. (Série Relatórios).

CETESB (São Paulo); GTZ. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. São Paulo: CETESB, GTZ, atualizado 10/2001c. 389 p. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas\\_contaminadas/anexos/download/0010.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/anexos/download/0010.pdf)>. Acesso em 18 out.2006.

CETESB, SÃO PAULO. Dispõe sobre o procedimento para gerenciamento de áreas contaminadas. **Decisão de Diretoria nº 103/2007/C/E**, de 22 de junho de 2007.

CETESB, SÃO PAULO. Dispõe sobre os requisitos dos laudos analíticos submetidos aos órgãos integrantes do Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, controle e Desenvolvimento do meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais – SEAQUA. Resolução SMA 37. 2006. Determinação Analítica. **Diário Oficial do Estado**. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 31.08.2006, 11(166). p. 26.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 518, de 25.03.2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Executivo, Brasília, 26 de março de 2004, p. 266.

BRASIL, Casa Civil. Decreto 5.472, de 20 de junho de 2005. Promulga o texto da Convenção de Estocolmo sobre poluentes orgânicos persistentes, adotado naquela cidade, em 22 de maio de 2001. **Diário Oficial da União**, Executivo, Brasília, 26 maio 2005.

CETESB, SÃO PAULO. CETESB. Dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo - 2005, em substituição aos Valores Orientadores de 2001, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 3.12.2005, 115(227). p. 22-23. Retificação 13.12.2005, 115(233) p.42.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for Drinking-water Quality. 3 ed. Genebra, 2004. 494p.

SÃO PAULO. (Estado). Decreto 8468 de 08 de setembro de 1976. Aprova o Regulamento da Lei 997 de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e Controle do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://cetesbnet/LEMA/01%20Estadual/decretos/8468-76.htm>>. Acesso em: 22 jun. 2007.

BRASIL. CONAMA. Resolução nº 344, de 25 de março de 2004. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras e das outras providências. . **Diário Oficial da União**, Executivo, Brasília, 07 maio 2004 – retificação : DO de 18.05.04 e 28.05.04.

São Paulo, SMA. Resolução SMA n.39, de 21 de setembro de 2004. Estabelece as diretrizes gerais à caracterização do material a ser dragado para o gerenciamento de sua disposição em solo. **Diário Oficial do Estado**. Executivo, São Paulo, 22.07.2004.

### 3 Definições

Para efeito desta norma são utilizadas as seguintes definições:

**Água subterrânea:** as águas que ocorrem na zona saturada da subsuperfície terrestre.

**Alteração prejudicial do solo:** Alteração adversa, resultante das atividades antropogênicas, das características físicas, químicas e biológicas do solo em relação aos seus diversos usos possíveis e potenciais, que direta ou indiretamente prejudiquem a segurança da população, a saúde humana, as atividades sociais e econômicas, a biota e as condições estéticas ou sanitárias.

**Aqüífero:** formação porosa, camada ou extrato de rocha permeável, areia ou cascalho, capaz de armazenar e fornecer quantidades significativas de águas.

**Área com potencial de contaminação (AP):** área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria onde são ou foram desenvolvidas atividades que, por suas características, apresentam maior possibilidade de acumular quantidades ou concentrações de matéria em condições que a tornem contaminada.

**Área contaminada sob investigação (AI):** área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria onde há comprovadamente contaminação, constatada em investigação confirmatória, na qual estão sendo realizados procedimentos para determinar a extensão da contaminação e identificar a existência de possíveis receptores, bem como para verificar se há risco à saúde humana.

**Área de proteção máxima (APMax):** áreas localizadas fora do perímetro urbano para a proteção de mananciais e/ou zonas de recarga de aquíferos altamente vulneráveis à poluição e que se constituem em depósitos de águas essenciais para abastecimento público.

Incluem-se também as Unidades de Conservação de Proteção Integral, definidas no Artigo 7º da Lei Federal - 9985 de 18-07-2000 e as Áreas de Preservação Permanente - APP, conforme definidas pelo Código Florestal - Lei Federal 4771-65, ou qualquer outra área de interesse ambiental protegida por legislação específica não relacionada acima.

**Avaliação da Exposição:** quantificação das Doses Teóricas de Ingresso total das substâncias químicas de interesse.

**Avaliação de risco à saúde humana:** procedimento pelo qual se determina quantitativamente o risco à saúde humana resultante da presença de substâncias tóxicas.

**Avaliação preliminar:** avaliação inicial, realizada com base nas informações disponíveis, visando fundamentar a suspeita de contaminação de uma área.

**Bens a proteger:** a saúde e o bem estar da população; a fauna e a flora; a qualidade do solo, das águas e do ar; os interesses de proteção à natureza/paisagem; a ordenação territorial e planejamento regional e urbano; a segurança e ordem pública.

**Biomagnificação:** aumento da concentração de uma substância ou elemento nos organismos

vivos, à medida que percorre a cadeia alimentar e passa a se acumular no nível trófico mais elevado

**Caminho de exposição;** percurso pelo qual a substância química de interesse pode migrar no ambiente e ser transportado até os receptores no ponto de exposição.

**Cenário de exposição padronizado:** é o conjunto de todos os possíveis cenários de exposição em função dos diferentes usos do solo definidos para derivar o valor de intervenção, que inclui as variáveis sobre o meio físico e receptores necessárias para a avaliação da exposição.

**Cenário de exposição:** conjunto de variáveis relativas à liberação das substâncias químicas de interesse, a partir de uma fonte primária ou secundária, o caminho de exposição e a via de ingresso no receptor considerado.

**Concentração máxima de nenhum efeito adverso observado (No Observed Adverse Effect Concentration – NOAEC, equivalente ao No Observed Adverse Effect Level – NOAEL):** maior concentração de uma substância à qual um grupo de animais de experimentação foi exposto que não apresentou aumento estatística ou biologicamente significativo na frequência ou gravidade dos efeitos adversos entre a população exposta e seu grupo controle apropriado; alguns efeitos podem ser produzidos neste nível, mas eles não são considerados como adversos, nem precursores de efeitos adversos.

**Concentração mínima de efeito adverso observado (Lowest Observed Adverse Effect Concentration – LOAEC, equivalente ao Lowest Observed Adverse Effect Level – LOAEL):** menor concentração de uma substância à qual um grupo de animais de experimentação foi exposto que apresentou um aumento estatística ou biologicamente significativo na frequência ou gravidade dos efeitos adversos entre a população exposta e seu grupo controle apropriado.

**Concentração Tolerável no Ar (Tolerable Concentration in Air – TCA):** concentração no ar, geralmente expressa em mg/m<sup>3</sup>, na qual uma pessoa pode estar exposta continuamente durante toda a vida sem apresentar efeito deletério à saúde estatisticamente significativo. Corresponde à Concentração de Referência no Ar (RfC inalação) da USEPA.

**Contaminação:** concentração de substância(s) química(s) no ar, água ou solo, em concentrações tais que impossibilitem a utilização desse recurso ambiental para os usos atual ou pretendidos, definidos com base em avaliação de risco à saúde humana e/ou ao ecossistema.

**Dose de Referência Crônica (Chronic Reference Dose – RfD):** estimativa do nível de exposição diária a longo prazo, que provavelmente não apresenta risco estatística ou biologicamente significativo de causar efeitos adversos ou deletérios não carcinogênicos para a população humana, incluindo os subgrupos mais sensíveis.

**Dose Resposta:** é a correlação entre a dose de uma substância tóxica administrada ou recebida e a resposta (efeito) toxicológica do indivíduo ou população, isto é alteração na resposta toxicológica na medida em que se altera a dose de uma dada substância.

**Dose teórica de ingresso total –** Quantidade estimada da substância química de interesse que potencialmente ingressa no organismo exposto por múltiplas vias, considerando cada cenário de exposição padronizado.

**Ensaio ecotoxicológicos:** ensaios realizados para determinar o efeito deletérios de agentes físicos e químicos a diversos organismos.

**Ensaio toxicológicos:** ensaios realizados para determinar os efeitos deletérios de agentes físicos e químicos a diversos organismos, visando avaliar o potencial de risco à saúde humana.

**Fator de Carcinogenicidade:** incremento da probabilidade de um indivíduo desenvolver

câncer ao longo de sua vida, como resultado de um evento de exposição a um composto químico de interesse que potencialmente gere câncer.(Manual Cetesb de áreas contaminadas)

**Fator de segurança:** número arbitrário pelos quais se divide os valor resultante da avaliação de risco à saúde humana , a fim de garantir a proteção de receptores de risco diante de incertezas.

**Fonte primária:** instalação ou material a partir dos quais os contaminantes se originam e foram ou ainda estão sendo liberados para os meios.

**Fonte secundária:** parte do meio físico contaminado que atua como fonte de contaminação para outra parte do meio físico.

**Franja capilar:** faixa de água subsuperficial mantida por capilaridade acima da zona saturada.

**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 do patrimônio histórico, natural e cultural; conservação das reservas minerais e de matéria-prima; produção de alimentos; e meios para manutenção da atividade socioeconômica. Outros tipos de materiais, como rocha, sedimentos ou aqueles utilizados para construir aterros artificiais, podem exercer as funções do solo.

**Funções primárias do solo:** Considera-se como funções primárias do solo; sustentar a vida de animais, plantas e organismos do solo; manter o ciclo dos nutrientes; produzir alimentos; e proteger a água subterrânea, incluindo as minerais.

**Ingestão Diária Aceitável (Acceptable Daily Intake – ADI):** quantidade de uma substância química que uma pessoa pode estar exposta diariamente por todo o período de vida sem sofrer efeitos deletérios.

**Ingresso Diário Tolerável (Tolerable Daily Intake TDI):** ingresso total por via oral e contato dérmico, expresso na base de peso corporal (mg/kg de peso corpóreo/dia), no qual uma pessoa pode estar exposta diariamente por toda a vida sem apresentar efeito deletério à saúde. Corresponde à RfD (oral) da US-EPA.

**Investigação confirmatória:** investigação que visa comprovar a existência de uma área contaminada.

**Máxima Concentração Permitida – MCP (Maximum Permissible Concentration – MPC):** concentração na qual não é esperado efeito adverso em 95% das espécies ou dos processos do solo.

**Monitoramento:** medição ou verificação, que pode ser contínua ou periódica, para acompanhamento da condição de qualidade de um meio ou das suas características.

**Perigo:** situação em que esteja ameaçada a vida de indivíduos / populações ou a segurança do patrimônio público ou privado, compreendendo, dentre outras, a possibilidade de ocorrer as seguintes situações: incêndios; explosões; episódios de exposição aguda a agentes tóxicos, reativos ou corrosivos; migração de gases para ambientes confinados e semi-confinados, cujas concentrações possam causar explosão; comprometimento de estruturas em geral; contaminação de águas superficiais ou subterrâneas utilizadas para abastecimento público ou dessedentação de animais; e contaminação de alimentos.

**Poluição:** alteração adversa da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente à biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

**Ponto de exposição:** local onde ocorre o contato do receptor com a substância química.

**Receptor:** organismo, comunidade, habitat sensível ou ecossistema que esteja exposto direta ou indiretamente à uma ou mais substância química associadas a um evento de contaminação ambiental.

**Risco aceitável para substâncias carcinogênicas:** número com base em decisões políticas, econômicas e sociais representado pela probabilidade de um caso adicional de câncer em uma população exposta.

**Risco de Câncer de  $10^{-5}$ :** representa a probabilidade de ocorrer um caso adicional de câncer a cada 100.000 pessoas.

**Risco de Câncer por inalação – CR inalação** –risco adicional de câncer durante toda a vida advindo da exposição por inalação (expressa em micrograma/ $m^3$ ). Foi derivado pelo RIVM e adaptado para o estado de São Paulo, considerando um risco aceitável de câncer de  $10^{-5}$ . Para efeitos comparativos o CR(inalação) corresponde ao RSC do banco de dados RAIS da EPA.

**Risco de Câncer por via oral – CR oral:** risco adicional de câncer durante toda a vida advindo da exposição oral (expressa em micrograma/kg de peso corporal-dia). Derivado pelo RIVM e adaptado para o estado de São Paulo, considerando um risco aceitável de câncer de  $10^{-5}$ . Para efeitos comparativos o CR(oral) corresponde ao RSD do banco de dados RAIS da EPA.

**Risco:** probabilidade de ocorrência de um efeito adverso em um receptor sensível.

**Simulação de risco à saúde humana:** consiste na utilização de procedimentos de avaliação de risco à saúde humana composto por equações que calculam genericamente a quantidade de uma substância que ingressa no ser humano por diversas vias de exposição, a partir de uma concentração teórica no solo, particionada nas fases sólida, líquida e gasosa.

**Solo:** produto de alteração, remanejamento e da organização do material original rocha, sedimento ou outro solo, desde a superfície do terreno até a rocha original, tanto na zona saturada como não saturada, sob a ação da vida, da atmosfera e das trocas de energia que aí se manifestam, e constituído por minerais, matéria orgânica, água, ar e organismos vivos.

**Solo agrícola:** superfície de terra utilizada para exploração agro-silvo-pastoril. (artigo 1 § 1o da Lei Estadual no 6.171 de 04.07.88, que dispõe sobre o uso, conservação e preservação do solo agrícola)

**Substância orgânica:** substância cujas moléculas contém carbono (com exceção de carboneto, carbonatos e óxidos de carbono), geradas ou isoladas antropogenicamente em processos industriais, naturalmente ausentes no solo e que apresentam toxicidade.

**Substância de interesse:** aquela que pode estar presente na área que está sendo diagnosticada ou investigada em função das atividades realizadas no local.

**Taxon:** unidade taxonômica nomeada, à qual indivíduos ou conjuntos de espécies são assinalados

**Toxicidade:** efeitos biológicos deletérios ou adversos causados por um agente químico, físico ou biológico.

**Unidade de risco:** limite superior da estimativa do risco adicional de câncer durante toda a vida resultante da exposição contínua a um agente na concentração de 1mg/L em água, ou 1mg/ $m^3$  no ar.

**Unidade toxicológica:** divisão da concentração de uma substância, em amostra de solo ou de água subterrânea, pelo valor de intervenção.

**Uso agrícola do solo:** áreas rurais onde há atividade econômica ou de subsistência de produção agro-silvo-pastoril, incluindo fazendas, sítios, chácaras, áreas residenciais rurais e

aquicultura.

**Uso industrial ou comercial:** áreas onde predominam atividades industriais ou comerciais ou ambos, cuja a permanência de pessoas ocorre em horário de trabalho, incluindo empreendimentos industriais de modo geral, 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.

**Uso residencial do solo:** áreas residenciais urbanas, incluindo todos os tipos de moradias, desde residências térreas, com algum cultivo de vegetais, prédios e até alguns estabelecimentos comerciais, tais como clubes, escolas, creches, hospitais, clínicas de tratamento, parques e áreas verdes urbanas, conventos, igrejas, pousadas, hotéis, motéis, asilos e outros estabelecimentos comerciais em que haja a permanência de pessoas além do horário comercial.

**Valor de Intervenção:** 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 Prevenção:** concentração de determinada substância, acima da qual podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do solo ou 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.

**Valor de Referência de Qualidade:** concentração basal de determinada substância no solo ou na água subterrânea e é determinada por meio de interpretação estatística de análises físico-químicas de amostras de diversos tipos de solo e de água subterrânea de diversos aquíferos.

**Valores Orientadores:** concentrações de substâncias químicas que fornecem orientação sobre a condição de qualidade de solo e de água subterrânea.

**Via de ingresso ou exposição:** modo como uma substância química entra no organismo após o contato: ingestão, inalação ou absorção dérmica.

**Zona não saturada:** zona mais superficial, desde a superfície do solo até a parte superior da franja capilar, onde os poros da formação geológica se encontram preenchidos por ar e água.

**Zona saturada:** zona abaixo da franja capilar onde os poros da formação se encontram totalmente preenchidos por água.

## 4 CONDIÇÕES GERAIS

**4.1** A avaliação da qualidade de solo e de água subterrânea deve ser efetuada com base em 3 (três) valores orientadores, como segue:

**4.1.1** Valor de Referência de Qualidade – VRQ, que indica a condição de qualidade basal de referência para solo ou para água subterrânea;

**4.1.2** Valor de prevenção - VP, valor de caráter preventivo que indica uma concentração acima da qual, existe risco de alteração adversa da qualidade do solo ou do água subterrânea.

**4.1.2.1** Devem ser estabelecidos valores de prevenção para Poluentes Orgânicos Persistentes – POPs em função da existência de passivos ambientais causados por essas substâncias. Novos aportes não são permitidos, conforme estabelecido na Convenção de Estocolmo, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 2004 e Decreto Federal nº 5.472, de 20.06.05.

**4.1.3** Valor de Intervenção - VI, valor de caráter corretivo que indica uma concentração acima

da qual, existe risco potencial de efeito deletério à saúde humana ou ao ecossistema, em função do cenário de exposição padronizado em função do uso e ocupação do solo.

**4.1.3.1** No caso da ocorrência, no mesmo local e simultaneamente, de mais de uma possibilidade de uso e ocupação do solo, deve-se considerar o valor de intervenção do cenário de exposição padronizado mais restritivo.

**4.2** Os valores orientadores estabelecidos com base nos procedimentos descritos nesta Norma são publicados pela CETESB no diário Oficial do Estado de São Paulo e a última versão é disponibilizada na página eletrônica da CETESB ([www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)).

## **5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

### **5.1 Metodologia para estabelecer Valores de Referência de Qualidade - VRQ**

**5.1.1** Coletar amostras de solo e de água subterrânea de acordo com uma malha, previamente definida, de pontos de amostragem em locais com pouca atividade antrópica.

**5.1.2** Determinar as concentrações das substâncias de ocorrência natural por meio de ensaios laboratoriais.

**5.1.3** Interpretar estatisticamente os resultados os resultados analíticos conforme procedimento apresentado no APÊNDICE 2, para solo e água subterrânea.

**5.1.4** Adotar como VRQ, o resultado do cálculo do percentil 75 das concentrações interpretadas estatisticamente.

### **5.2. Metodologia para estabelecer Valor Orientador de Prevenção - VP.**

#### **5.2.1 Valor de Prevenção para Solo.**

**5.2.1.1** Pesquisar valores orientadores nacionais e internacionais estabelecidos para substâncias orgânicas e inorgânicas que visem a proteção ecológica e que tenham sido derivados com base em ensaios ecotoxicológicos, considerando os seguintes fundamentos:

- os ensaios ecotoxicológicos devem ter sido realizados com mais de uma espécie dos táxons utilizados como indicadores;
- os ensaios devem avaliar efeitos deletérios crônicos e de bioacumulação, sendo que na ausência desses, considerar ensaios subcrônicos e agudos para ambientes terrestre e aquático.
- para os metais e semi metais dar preferência para aqueles cujas concentrações são expressas em “totais” e obtidos pelos métodos de extração 3050 B ou 3051 descritos em EPA-SW 846, visando a compatibilização com os resultados ambientais de amostras de solo.-

**5.2.1.2** Adotar valores selecionados preferencialmente de uma única fonte de referência bibliográfica, considerando a representatividade dos ensaios ecotoxicológicos, e o número de substâncias listadas e que tenham sido calculados para a proteção do ecossistema utilizando dados de diversos taxons (vegetais, invertebrados do solo, microrganismos do solo, aves, mamíferos).

**5.2.1.2** Levar em consideração dados nacionais já consagrados independente das premissas relatadas no item **5.2.1.2**.

**5.2.1.4** Recomenda-se realizar ensaios com receptores ecológicos, considerando os mesmos fundamentos acima, para validar os valores adotados.

#### **5.2.2 Valor de prevenção para a Água Subterrânea**



**5.2.2.1** Revisar valores nacionais e internacionais ecológicos e realizar ensaios com receptores ecológicos.

**5.2.2.2** Na ausência de valores mencionados no item 5.2.2.1, adotar a metade do valor de intervenção estabelecido para água subterrânea.

### **5.3 Metodologia para estabelecer Valor Orientador de Intervenção – VI**

#### **5.3.1 Valor de Intervenção para Solo.**

**5.3.1.1** Derivar valores de intervenção com base em avaliação de risco à saúde humana e/ou risco ecotoxicológico, considerando as etapas descritas nos itens 5.3.1.1.1 a 5.3.1.1.3.

**5.3.1.1.1** Compor o cenário de exposição padronizado, utilizando os valores **definidos pela CETESB, para o meio físico, vegetação, receptores e edificações**, considerando:

- a) o uso do solo: agrícola, residencial e industrial/comercial
- b) as faixas etárias: 0 a 6 anos (criança) e acima de 6 a 70 anos (adulto);
- c) o ambiente de exposição: interno e externo às edificações.
- d) as seguintes vias de ingresso: ingestão de água subterrânea, de solo e de vegetais; inalação de partículas do solo e de vapores originados do solo e da água subterrânea e de vapores durante o banho; e contato dérmico com solo, com partículas sólidas (poeira) e com a água subterrânea durante o banho.

**5.3.1.1.2** Compor as variáveis para o cálculo da Dose Teórica de Ingresso Total – DTIt definidas pelo procedimento de avaliação de risco à saúde humana publicado pela CETESB, considerando:

- a) propriedades físicas e químicas das substâncias de interesse;
- b) equações para o cálculo da partição da substância química de interesse nas diferentes fases do solo e transporte por meio dos diferentes caminhos de exposição considerados no modelo conceitual descrito no Fluxograma 1;
- c) equações para cada via de ingresso; e
- d) equação da dose teórica de ingresso total.
- e) média ponderada da dose teórica de ingresso para crianças – DTIc e dose teórica de ingresso para adultos - DTIa.

**5.3.1.1.3** Utilizar dados toxicológicos das substâncias de interesse, definidos pela CETESB, para definir a Dose Máxima Permitida - DMP sendo que, para:

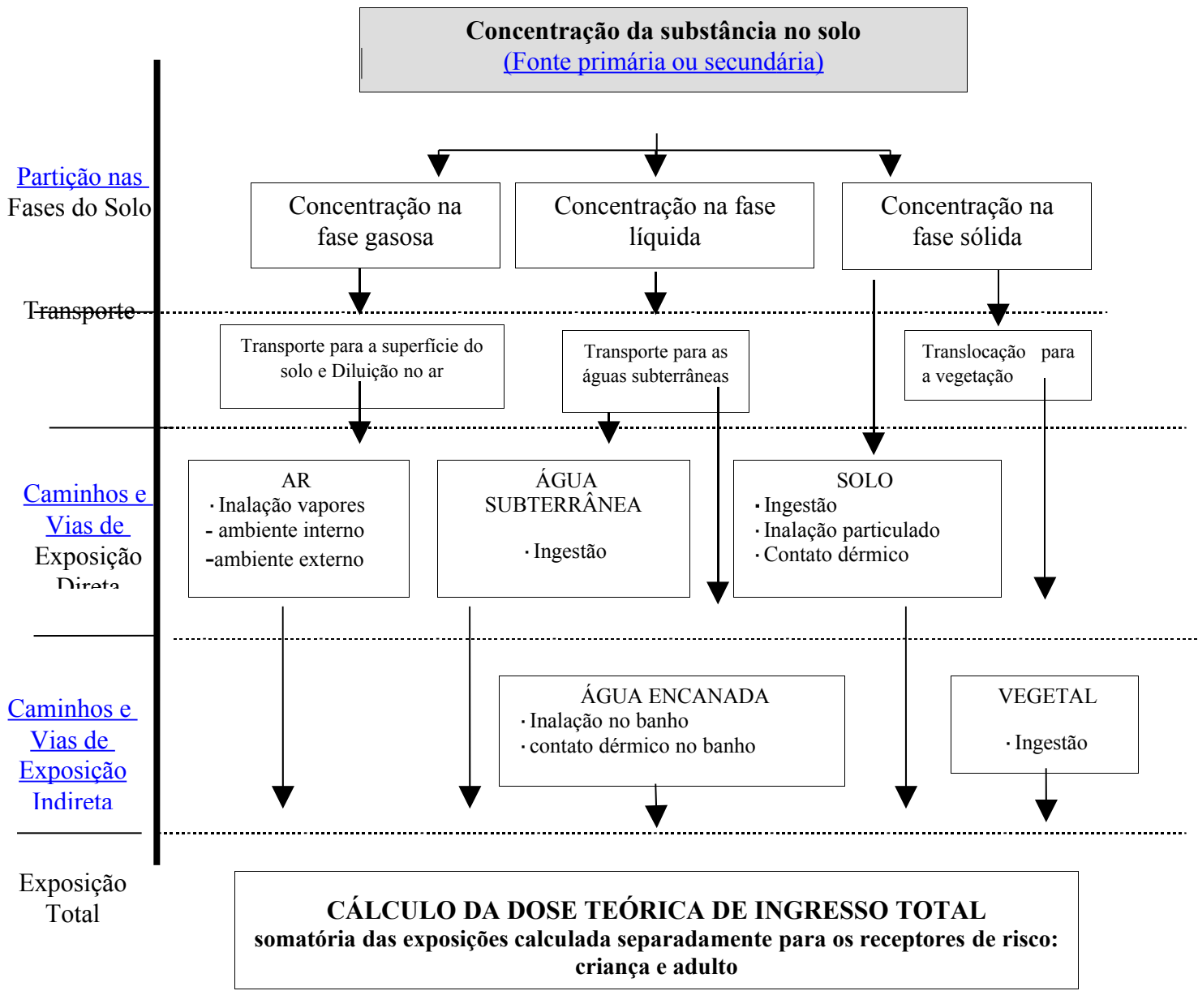
- a) efeitos não carcinogênicos e carcinogênicos não genotóxicos, a DMP é a dose diária tolerável.
- b) efeitos carcinogênicos genotóxicos, a DMP é calculado considerando o fator de carcinogenicidade e a probabilidade de ocorrer um caso adicional de câncer em cada 100.000 pessoas (risco de  $10^{-5}$ ).

**5.3.1.3** O valor de intervenção será a concentração de uma substância no solo que origina uma Dose Teórica de Ingresso total igual à Dose Máxima Permitida (DTIt = DMP).

**5.3.1.4** A critério da CETESB, fatores de segurança podem ser aplicados aos resultados derivados na simulação de risco à saúde humana, desde que tecnicamente justificado.

**5.3.1.5** Os resultados derivados na simulação de risco à saúde humana devem ser arredondados, sendo recomendado utilizar dois algarismos significativos na publicação dos valores.

Fluxograma 1 – Modelo Conceitual para Derivação de Valor de Intervenção em Solo com base em risco à saúde humana



### 5.3.2 Valor de Intervenção para Água Subterrânea

**5.3.2.1** Para água subterrânea, adotar como valores de intervenção os padrões de potabilidade vigentes publicados pelo Ministério da Saúde - MS, estabelecidos com base em risco à saúde humana.

**5.3.2.2** Para aquelas substâncias não listadas pelo MS, deve-se:

- Adotar os valores recomendados pela Organização Mundial da Saúde - OMS para consumo humano, que são estabelecidos com base em risco à saúde humana;
- Derivar os valores de intervenção com base na metodologia utilizada pela OMS para o cálculo dos valores para consumo humano, para as substâncias não contempladas no item a.

## **6 Utilização dos Valores Orientadores para Avaliação da Qualidade do Solo e da Água Subterrânea**

6.1 A avaliação da qualidade do solo e da água subterrânea, quanto a presença de substâncias químicas, deve ser efetuada por meio da comparação das concentrações de substâncias químicas determinadas em amostras representativas de solo e de água subterrânea com os valores orientadores vigentes, como segue:

**6.1.1 Qualidade não alterada:** se as concentrações das substâncias de interesse forem iguais ou inferiores ao VRQ;

**6.1.2 Qualidade pouco alterada:** se a concentração de pelo menos uma das substâncias de interesse estiver acima do VRQ e for igual ou inferior ao VP;

**6.1.3 Qualidade alterada:** se a concentração de pelo menos uma das substâncias de interesse estiver acima do VP e for igual ou inferior ao VI;

**6.1.4 Qualidade alterada com solo ou água subterrânea contaminados sob investigação:** se a concentração de pelo menos uma das substâncias de interesse estiver acima do seu respectivo VI.

**6.1.4.1** Para as substâncias listadas no item 6.2, mesmo que as concentrações individuais não estejam acima do VI, o solo ou a água subterrânea serão considerados como contaminados sob investigação se o valor da Unidade Toxicológica-UT correspondente ultrapassar 1 (um). A UT deverá ser calculada de acordo com a equação do item 6.2.

**6.1.4.2** Em Áreas de Proteção Máxima, na ocorrência da introdução de substâncias químicas por ações antropogênicas, o valor de prevenção será utilizado para indicar que o solo ou a água subterrânea são considerados contaminados sob investigação.

**6.2** Para os seguintes grupos de substâncias orgânicas DDTs (DDT e seus metabólitos), Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), drins (aldrin, dieldrin e endrin), clorobenzenos e clorofenóis, deverá ser calculada a Unidade Toxicológica-UT, como descrito na equação:

$$UT = \frac{C1}{VI1} + \frac{C2}{VI2} + \dots + \frac{Cn}{VI n} < 1$$

onde:

C = concentração da substância, determinada na amostra de solo

VI = Valor de intervenção para a respectiva substância

**6.3** Para as substâncias cujos valores de prevenção ou intervenção forem menores que os limites de quantificação (LQ) analíticos praticados pela CETESB adotar, provisoriamente, uma concentração no solo e na água subterrânea igual a este limite.

**6.4** Os Valores Orientadores para Solo e Água Subterrânea deverão ser adotados, no que couber, em todas as regras pertinentes da CETESB já editadas ou a serem publicadas, que utilizem Valores Orientadores para a fixação de limite de concentração de substâncias no solo ou nas águas subterrâneas por elas estabelecido.

**6.5** Os Valores Orientadores nortearão todas as ações do SEAQUA no que se refere às políticas e ao gerenciamento da qualidade de Solo e de Água Subterrânea no Estado de São Paulo e ao controle do aporte de substâncias a estes meios.

**6.6** Os Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas deverão ser utilizados para subsidiar a tomada de decisões pelos responsáveis dos programas de monitoramento da

qualidade do solo e da água subterrânea e nos relatórios de auditoria ambiental em casos de encerramento das atividades ou solicitação de renovação de licenças ambientais.

## 7. Ações de Controle da Qualidade do Solo e da Água Subterrânea

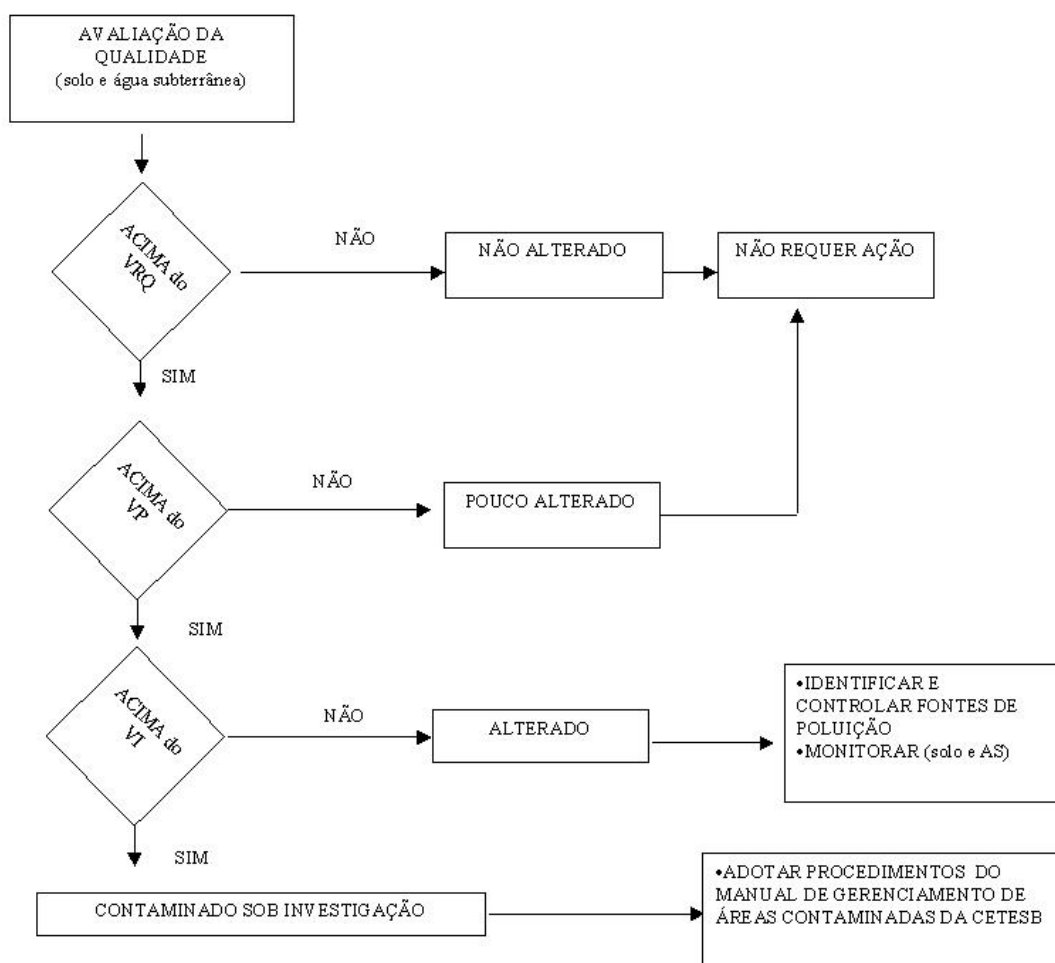
7.1. As ações a serem executadas em função da avaliação da qualidade do solo e da água subterrânea do Item 6 desta Norma são aquelas apresentadas no Fluxograma 1 e abaixo descritas:

a) **Não alterada ou pouco alterada:** Nenhuma ação.

b) **Alterada:** o responsável pela investigação confirmatória da área deve identificar e controlar as fontes de poluição que estejam causando a tendência de alteração da qualidade da área, a fim de revertê-la e monitorar o solo e a água subterrânea. No caso da fonte de poluição ser a aplicação de resíduos e efluentes no solo, esta atividade deverá ser cessada e a sua continuidade dependerá de avaliação específica pela CETESB.

c) **Contaminada sob investigação:** o responsável pela investigação confirmatória da área deve adotar as ações estabelecidas no “Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas”, vigente na CETESB.

### FLUXOGRAMA 1 – AÇÕES REQUERIDAS EM FUNÇÃO DA CONDIÇÃO DE QUALIDADE DE UMA ÁREA



## 8. Referências Bibliográficas

APHA - American Public Health Association; AWWA - American Water Works Association & WPCF - Water Pollution Control Federation (1992) **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 18th ed. Washington, DC.

CETESB. **Coleta de parâmetros inorgânicos com preservação química**. São Paulo : CETESB, set 2005. (Instrução Operacional de Trabalho SQ IOT/LB-013)

CETESB. **Recebimento de amostras no EAAQ**. São Paulo : CETESB, jan 2006. (Instrução Operacional de Trabalho SQ IOT/LB-076)ISO, International Standard. **Soil quality – sampling – part 2: guidance on sampling techniques**. 1th ed. ISO : IHS, 2002. 23p.

U.S. EPA (1986) **Test Method for Evaluating Solid Waste**. Report Number SW-846, Washington, DC.