



**Ministério do Meio Ambiente**  
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA

**Procedência: 33ª Reunião da Câmara Técnica de Controle e Qualidade Ambiental**  
**Data: 11 e 12 de fevereiro de 2009**  
**Processo nº [02000.000917/2006-33](#)**  
**Assunto: Critérios e Valores Orientadores de Qualidade do Solo e Gerenciamento de Áreas Contaminadas**

**PROPOSTA DE RESOLUÇÃO**  
**VERSÃO LIMPA**

*Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.*

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA, no uso das atribuições e competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno.

Considerando que a Constituição Federal estabelece o direito do uso da propriedade sendo responsabilidade do poder público garantir este uso e dos usuários a responsabilidade de zelar pela qualidade ambiental;

Considerando a intensificação das mudanças no uso e ocupação do solo, que vêm ocorrendo nas últimas décadas;

Considerando que a existência de áreas contaminadas pode configurar sério risco à saúde pública e ao meio ambiente;

Considerando a necessidade de prevenção da contaminação do solo visando a manutenção de sua funcionalidade e a proteção da qualidade das águas superficiais e subterrâneas;

Considerando que o subsolo e as águas subterrâneas são bens públicos e que os aquíferos são reservas estratégicas para o abastecimento público e o desenvolvimento ambientalmente sustentável;

Considerando a necessidade de estabelecer critérios para definição de valores orientadores para a prevenção da contaminação dos solos e de definir diretrizes para o gerenciamento de áreas contaminadas;

Considerando a necessidade de estabelecimento de procedimentos e critérios integrados entre os Órgãos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios em conjunto com a sociedade civil organizada, para o uso sustentável do solo, de maneira a prevenir alterações prejudiciais que possam resultar em perda de sua funcionalidade;

**RESOLVE:**

## **Capítulo I Dos Objetivos**

**Art. 1º** Esta resolução dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

**Parágrafo único.** Na ocorrência comprovada de concentrações naturais de substâncias químicas que possam causar risco à saúde humana, os órgãos competentes deverão desenvolver ações específicas para a proteção da população exposta.

**Art. 2º** A proteção do solo deve ser realizada de maneira preventiva, a fim de garantir a manutenção da sua funcionalidade ou, de maneira corretiva, visando restaurar sua qualidade ou recuperá-la de forma compatível com os usos previstos.

**Parágrafo único.** São funções principais do solo:

- a) servir como meio básico para a sustentação da vida e de habitat para pessoas, animais, plantas e outros organismos vivos;
- b) manter o ciclo da água e dos nutrientes;
- c) servir como meio para a produção de alimentos e outros bens primários de consumo;
- d) agir como filtro natural, tampão e meio de adsorção, degradação e transformação de substâncias químicas e organismos;
- e) proteger as águas superficiais e subterrâneas;
- f) servir como fonte de informação quanto ao patrimônio natural, histórico e cultural;
- g) constituir fonte de recursos minerais;
- h) servir como meio básico para a ocupação territorial, práticas recreacionais e propiciar outros usos públicos e econômicos.

**Art. 3º** As diretrizes para o gerenciamento ambiental das áreas contaminadas abrangem o solo, saprólito e rocha, incluindo o ar e a água presentes em seus poros ou fraturas.

**Art. 4º** Os critérios para prevenção, proteção e controle da qualidade das águas subterrâneas são estabelecidos em resolução específica.

## **Capítulo II Definições**

**Art. 5º** Para efeito desta Resolução são adotados os seguintes termos e definições:

II - Avaliação de risco: processo pelo qual são identificados, avaliados e quantificados os riscos à saúde humana ou a bem de relevante interesse ambiental a ser protegido;

III - Avaliação preliminar: avaliação inicial, realizada com base nas informações históricas disponíveis e inspeção do local, com o objetivo principal de encontrar evidências, indícios ou fatos que permitam suspeitar da existência de contaminação na área;

IV - 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 infra-estrutura da ordenação territorial e planejamento regional e urbano; a segurança e ordem pública;

V - Cenário de exposição padronizado: padronização do conjunto de variáveis relativas à liberação das substâncias químicas de interesse a partir de uma fonte primária ou secundária de contaminação aos caminhos de exposição e às vias de ingresso no receptor considerado, para derivar os valores de investigação, em função dos diferentes usos do solo;

VI - Contaminação: presença de substância(s) química(s) no ar, água ou solo, decorrentes de atividades antrópicas, em concentrações tais que restrinjam a utilização desse recurso ambiental para os usos atual ou

pretendido, definidas com base em avaliação de risco à saúde humana, assim como aos bens a proteger, em cenário de exposição padronizado ou específico;

VII - Fase livre: ocorrência de substância ou produto imiscível, em fase separada da água;

VIII - Ingresso diário tolerável: é o aporte diário tolerável a seres humanos de uma substância presente no ar, na água, no solo ou em alimentos ao longo da vida, sem efeito deletério comprovado à saúde humana;

IX - Investigação confirmatória: etapa do processo de identificação de áreas contaminadas que tem como objetivo principal confirmar ou não a existência de substâncias de origem antrópica nas áreas suspeitas, no solo ou nas águas subterrâneas, em concentrações acima dos valores de investigação;

X - Investigação detalhada: etapa do processo de gerenciamento de áreas contaminadas, que consiste na aquisição e interpretação de dados em área contaminada sob investigação a fim de entender a dinâmica da contaminação nos meios físicos afetados e a identificação dos cenários específicos de uso e ocupação do solo, dos receptores de risco existentes, dos caminhos de exposição e das vias de ingresso;

XI - Limite de detecção do método (LDM) - menor concentração de uma substância que pode ser detectada, mas não necessariamente quantificada, pelo método utilizado;

XII - Limite de quantificação praticável (LQP) - menor concentração de uma substância que pode ser determinada quantitativamente, com precisão e exatidão, pelo método utilizado;

XIII - Limite de quantificação da amostra (LQA) - LQP ajustado para as características específicas da amostra analisada;

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

XV - Perigo: situação em que esteja ameaçada a vida de indivíduos, populações ou a segurança do patrimônio público ou privado, como 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;

**Perigo: Situação em que estejam ameaçadas a vida humana, o meio ambiente ou a segurança do patrimônio público e privado;**

XVI - Remediação: uma das ações de intervenção para reabilitação de área contaminada, que consiste em aplicação de técnicas, visando a remoção, contenção ou redução das concentrações de contaminantes;

XVII - Reabilitação: ações de intervenção realizadas em uma área contaminada visando atingir um risco tolerável, para o uso declarado ou futuro da área;

XVIII - Regional: toda ocorrência que envolva dois ou mais estados;

XIX - Risco: é a probabilidade de ocorrência de efeito(s) adverso(s) em receptores expostos a Contaminantes;

XX - Valores Orientadores: são concentrações de substâncias químicas que fornecem orientação sobre a qualidade e as alterações do solo e da água subterrânea;

XXI - Valor de Referência de Qualidade: é a concentração de determinada substância que define a qualidade natural do solo, sendo determinado com base em interpretação estatística de análises físico-químicas de amostras de diversos tipos de solos;

XXII - Valor de Prevenção: é a concentração de determinada substância no solo, acima da qual podem ocorrer alterações da qualidade do solo quanto as suas funções principais;

XXIII - Valor de Investigação: é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição padronizado.

### **Capítulo III** **Dos Critérios e Valores Orientadores de Qualidade do Solo**

**Art. 6º** A avaliação da qualidade de solo, quanto à presença de substâncias químicas, deve ser efetuada com base em Valores Orientadores de Referência de Qualidade – VRQ, de Prevenção – VP e de Investigação – VI.

**Art. 7º** Os VRQs do solo para substâncias químicas naturalmente presentes deverão ser estabelecidos para cada estado pelo órgão ambiental competente, em até 04 anos após a publicação desta resolução, de acordo com o procedimento estabelecido no Anexo I.

§1º Nas unidades federativas limítrofes cujas áreas tenham tipos de solos com características semelhantes, os respectivos órgãos ambientais poderão, a seu critério, estabelecer VRQs comuns para as substâncias listadas no Anexo II.

§2º Os órgãos ambientais, a seu critério e quando tecnicamente justificado, poderão estabelecer VRQs para substâncias orgânicas naturalmente presentes, listadas ou não no Anexo II.

**Art. 8º** Serão adotados como VPs os valores apresentados no Anexo II, os quais foram estabelecidos com base em ensaios de fitotoxicidade ou em avaliação de risco ecológico.

**Art. 9º** Serão adotados como VIs, os valores apresentados no Anexo II, os quais foram derivados com base em avaliação de risco à saúde humana, em função de cenários de exposição padronizados para diferentes usos e ocupação do solo.

**Art. 10.** A critério dos órgãos ambientais competentes e quando tecnicamente justificado e aprovado pelo CONAMA, poderão ser revistos os VPs e VIs estabelecidos nesta Resolução, bem como serem estabelecidos VPs e VIs regionais para substâncias químicas listadas ou não no Anexo II, com base na mesma metodologia e garantindo o mesmo nível de risco.

**Nas definições deverá ser explicitado que o termo regional se aplica a dois ou mais estados.**

**Art. 11.** As substâncias não listadas no Anexo II, quando necessária sua investigação, terão seus valores orientadores definidos pelo órgão ambiental competente.

**Art. 12.** Ficam estabelecidas as seguintes classes de qualidade dos solos, segundo a concentração de substâncias químicas:

I - Classe 1 - Solos que apresentam concentrações de substâncias químicas menores ou iguais ao VRQ;

II - Classe 2 - Solos que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior do que o VRQ e menor ou igual ao VP;

III - Classe 3 - Solos que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior que o VP e menor ou igual ao VI;

IV - Classe 4 - Solos que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior que o VI.

### **Capítulo IV** **Da Prevenção e Controle da Qualidade do Solo**

**Art. 13.** Com vistas à prevenção e controle da qualidade do solo, os empreendimentos que desenvolvem atividades com potencial de contaminação dos solos e águas subterrâneas deverão, a critério do órgão ambiental competente:

I - implantar programa de monitoramento de qualidade do solo e das águas subterrâneas na área do empreendimento e, quando necessário, na sua área de influência direta e nas águas superficiais;

II - apresentar relatório técnico conclusivo sobre a qualidade do solo e das águas subterrâneas, a cada solicitação de renovação de licença e previamente ao encerramento das atividades.

**§1º** O IBAMA publicará a relação das atividades com potencial de contaminação dos solos e das águas subterrâneas, com fins de orientação das ações de prevenção e controle da qualidade do solo, com base nas atividades previstas na Lei 10.165, de 27 de dezembro de 2000.

**§2º** As concentrações de substâncias químicas no solo resultantes da aplicação ou disposição de resíduos e efluentes não poderão ultrapassar os respectivos VPs.

**§3º** O programa de monitoramento para as águas subterrâneas, bem como o relatório técnico, mencionados nos incisos I e II, deverão ser estabelecidos observadas as ações implementadas no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos–SINGREH.

**Art. 14.** São procedimentos para avaliação das concentrações de substâncias químicas e controle da qualidade do solo, dentre outros:

I - realização de amostragens e ensaios de campo ou laboratoriais, de acordo com os artigos 15, 16 e 17;

II - classificação da qualidade do solo conforme artigo 12;

III - adoção das ações requeridas conforme estabelecido no artigo 18.

**Art. 15.** Para atendimento desta resolução as amostragens, análises e o controle de qualidade para caracterização e monitoramento do solo e das águas subterrâneas devem, no mínimo:

I – adotar procedimentos de coleta, manuseio, preservação, acondicionamento e transporte de amostras de acordo com normas nacionais e internacionais, respeitando-se os prazos de validade;

II – realizar as análises físicas, químicas, físico-químicas e biológicas, utilizando-se metodologias que atendam às especificações descritas em normas reconhecidas internacionalmente e em laboratórios que atendam aos limites de quantificação praticáveis – LQP;

III – no caso do limite de quantificação da amostra - LQA ser maior do que o LQP, o LQA será aceito para atendimento desta resolução, desde que tecnicamente justificado; e

IV – caso a substância seja identificada na amostra em concentração entre o limite de detecção do método - LDM e o LQA, o fato deverá ser reportado no laudo analítico com a nota de que a concentração não pode ser determinada com confiabilidade.

**Art. 16.** Os resultados das análises devem ser reportados em laudos analíticos contendo, no mínimo:

I - identificação do local da amostragem, data e horário de coleta e entrada da amostra no laboratório, anexando a cadeia de custódia;

II - indicação do método de análise utilizado para cada parâmetro analisado;

III - os LQAs, para cada parâmetro analisado;

IV - os resultados dos brancos do método e “surrogates” (rastreadores);

V - as incertezas de medição para cada parâmetro; e

VI - ensaios de adição e recuperação dos analitos na matriz (“spike”).

**Parágrafo único.** Outros documentos, tais como cartas-controle, cromatogramas, resultados obtidos em ensaios de proficiência e em amostras certificadas, podem ser solicitados a qualquer tempo pelo órgão ambiental competente.

**Art. 17.** As análises para caracterização e monitoramento da qualidade do solo e da água subterrânea deverão ser realizadas em laboratórios acreditados pelo Inmetro para os parâmetros de interesse.

**Parágrafo único.** Por um prazo de cinco anos serão aceitas análises realizadas por instituição reconhecida pelos órgãos ambientais ou de recursos hídricos, para os respectivos parâmetros de interesse.

**Art. 18.** Após a classificação do solo deverão ser observados os seguintes procedimentos de prevenção e controle da qualidade do solo:

I - Classe 1: não requer ações;

II - Classe 2: pode requerer ações preventivas, a critério do órgão ambiental competente, incluindo a verificação da possibilidade de ocorrência natural da substância ou da existência de fontes de poluição.

III - Classe 3: requer identificação da fonte potencial de contaminação, avaliação da ocorrência natural da substância, controle das fontes de contaminação e monitoramento da qualidade do solo e da água subterrânea;

IV - Classe 4: requer as ações estabelecidas no Capítulo V.

## **Capítulo V** **Das Diretrizes para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas**

**Art. 19.** São princípios básicos para o gerenciamento de áreas contaminadas:

I - a geração e a disponibilização de informações;

II - a articulação, a cooperação e integração interinstitucional entre os órgãos da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, os proprietários, os usuários e demais beneficiados ou afetados;

III - a gradualidade na fixação de metas ambientais, como subsídio à definição de ações a serem cumpridas;

IV - a racionalidade e otimização de ações e custos;

V - a responsabilização do causador pelo dano e suas conseqüências; e,

VI - a comunicação de risco.

**Art. 20.** O gerenciamento de áreas contaminadas deverá conter procedimentos e ações voltadas ao atendimento dos seguintes objetivos:

I - eliminar o perigo ou reduzir o risco à saúde humana;

II - eliminar ou minimizar os riscos ao meio ambiente;

III - evitar danos aos demais bens a proteger;

IV - evitar danos ao bem estar público durante a execução de ações para reabilitação; e

V - possibilitar o uso declarado ou futuro da área, observando o planejamento de uso e ocupação do solo.

**Art. 21.** Para o gerenciamento de áreas contaminadas, o órgão ambiental competente deverá instituir procedimentos e ações de investigação e de gestão, que contemplem as seguintes etapas, conforme ilustrado no Anexo III:

I - Identificação: nessa etapa serão identificadas áreas suspeitas de contaminação com base em avaliação preliminar, e, para aquelas em que houver indícios de contaminação, deve ser realizada uma investigação confirmatória, às expensas do responsável, segundo as normas técnicas ou procedimentos vigentes.

II - Diagnóstico: após a investigação confirmatória, identificando-se substâncias químicas em concentrações acima do valor de investigação, o órgão ambiental competente deverá solicitar ou executar investigação detalhada, as expensas do responsável, segundo as normas técnicas ou procedimentos vigentes e se julgar necessária, avaliação de risco com objetivo de subsidiar a etapa de intervenção;

III - Intervenção: consiste em ações de controle para a eliminação do perigo ou redução a níveis toleráveis dos riscos identificados na etapa de diagnóstico, bem como o monitoramento da eficácia das ações executadas considerando o uso atual e futuro da área, segundo as normas técnicas ou procedimentos vigentes.

**Art. 22.** Será declarada Área Suspeita de Contaminação – AS, pelo órgão ambiental competente, aquela em que após a realização de uma avaliação preliminar, foram observados indícios da presença de contaminação ou identificadas condições que possam representar perigo.

**Art. 23.** Será declarada Área Contaminada sob Investigação – AI, pelo órgão ambiental competente, aquela em que comprovadamente for constatada, mediante investigação confirmatória, a contaminação com concentrações de substâncias no solo ou nas águas subterrâneas acima dos valores de investigação.

§1º Quando a concentração de uma substância for reconhecida pelo órgão ambiental competente como de ocorrência natural, a área não será considerada contaminada sob investigação, entretanto será necessária a implementação de ações específicas de proteção à saúde humana, definidas pelos órgãos competentes.

§2º Na ocorrência de concentrações de substâncias químicas na água subterrânea acima dos padrões de potabilidade que representem risco à saúde humana, os órgãos competentes deverão desenvolver as ações cabíveis.

**Art. 24.** Será declarada Área Contaminada sob Intervenção - ACI, pelo órgão ambiental competente, aquela em que for constatada a presença de substâncias químicas em fase livre ou for comprovada, após investigação detalhada e avaliação de risco, a existência de risco à saúde humana.

**Art 25.** Será declarada Área em Processo de Monitoramento para Reabilitação – AMR, pelo órgão ambiental competente, aquela em que o risco for considerado tolerável, após a execução de avaliação de risco.

§ 1º Nas situações em que a existência de determinada AI ou ACI possa implicar em impactos significativos aos recursos ambientais, o gerenciamento do risco poderá se basear nos resultados de uma avaliação de risco ecológico, a critério do órgão ambiental competente.

§ 2º Na impossibilidade de execução de uma avaliação de risco ecológico, em uma determinada área, o órgão ambiental competente deverá estabelecer valores específicos e metas para subsidiar a reabilitação da área utilizando-se de metodologia tecnicamente justificada.

§ 3º Em caso de identificação de fase livre, a avaliação de risco deverá ser efetuada após a sua eliminação ou redução a níveis mínimos estabelecidos a critério do órgão ambiental competente, com base nos recursos tecnológicos disponíveis, sem prejuízo à implementação das etapas de gerenciamento das outras fontes de contaminação da área.

**Art 26.** No caso da identificação de condição de perigo, em qualquer etapa do gerenciamento, deverão ser tomadas ações emergenciais compatíveis para a eliminação desta condição e a continuidade da investigação e do gerenciamento.

**Art 27.** Após a declaração de AI ou ACI, o órgão ambiental competente, em conjunto com os demais órgãos envolvidos, deverá adotar medidas cabíveis para resguardar os receptores do risco já identificados nestas etapas.

**Art. 28.** Os órgãos competentes dos estados devem planejar suas ações, observando para a sua priorização os seguintes aspectos:

- I- população potencialmente exposta;
- II- proteção dos recursos hídricos; e,
- III- presença de áreas de interesse ambiental.

**Art 29.** Para o gerenciamento de áreas contaminadas, os VIs para água subterrânea são os listados no Anexo II, definidos com base nos padrões de potabilidade e no risco à saúde humana.

§1º Para substâncias não listadas e nas áreas onde as condições naturais apresentem valores anômalos para as substâncias químicas, o órgão ambiental competente, em conjunto com órgão gestor de recursos hídricos, deverá definir ações específicas para cada caso.

§2º Na hipótese da revisão da legislação específica que define os padrões de potabilidade para risco à saúde humana, os valores previstos no Anexo II ficam automaticamente alterados.

**Art. 30.** Para o cumprimento dos procedimentos e ações no gerenciamento de áreas contaminadas, o órgão ambiental competente deverá:

- I – definir, em conjunto com outros órgãos, ações emergenciais em casos de identificação de condições de perigo;
- II – definir os procedimentos de identificação e diagnóstico;
- III – avaliar o diagnóstico ambiental;
- IV – promover a comunicação de risco após a declaração da área como contaminada sob intervenção;
- V - avaliar, em conjunto com outros órgãos, as propostas de intervenção da área;
- VI – acompanhar, em conjunto com outros órgãos, as ações emergenciais, de intervenção e de monitoramento;
- VII – avaliar a eficácia das ações de intervenção;
- VIII - notificar a situação da área ao Cartório de Registro de Imóveis da Comarca onde se insere determinada área, bem como aos cadastros imobiliários das prefeituras.

Parágrafo único. No desenvolvimento das ações deverão ser observados os usos preponderantes, o enquadramento e os planos de recursos hídricos.

**Art. 31.** Devem ser considerados responsáveis pela área contaminada:

- I - o causador da contaminação e seus sucessores;
- II - o proprietário da área e seus sucessores;
- III - o detentor da posse efetiva;



IV - o superficiário;

V - quem dela se beneficiar.

**Art. 32.** Na impossibilidade de identificação do responsável pela área contaminada, União, Estados, o Distrito Federal e os Municípios, observando suas áreas de atuação, deverão intervir para resguardar a saúde e integridade da população.

§ 1º A intervenção do Poder Público não significará, em qualquer hipótese, a transferência das responsabilidades às quais estão sujeitos os indicados no artigo 31 desta Resolução.

§ 2º Os recursos despendidos deverão ser obrigatoriamente ressarcidos, conforme as responsabilidades estabelecidas no artigo 31 desta Resolução. (Consultar a CTAJ)

**Art. 33.** O uso pretendido para uma área contaminada, sob investigação ou intervenção, é declarado pelo empreendedor ou proprietário, e é homologado\* pela autoridade competente com fundamento na legislação vigente, com base no diagnóstico da área, na avaliação de risco, nas ações de intervenção propostas e no zoneamento do uso do solo.

\* Consultar a CTAJ

**Parágrafo único.** A decisão sobre o uso futuro de uma área contaminada será acordada, quando necessário, pelos poderes públicos federal, estadual, distrital e municipal.

**Art. 34.** Os responsáveis por uma área contaminada, conforme art. 31, devem submeter ao órgão ambiental competente proposta para a ação de intervenção a ser executada sob sua responsabilidade, devendo a mesma, obrigatoriamente, considerar:

I - controle ou eliminação das fontes de contaminação;

II - o uso do solo atual e futuro da área objeto e sua circunvizinhança;

III - a avaliação de risco à saúde humana;

IV - as alternativas de intervenção consideradas técnica e economicamente viáveis e suas consequências; e,

V – o programa de monitoramento da eficácia das ações executadas;

VI - os custos e os prazos envolvidos na implementação das alternativas de intervenção propostas para atingir as metas estabelecidas.

**Parágrafo único.** As alternativas de intervenção para reabilitação de áreas contaminadas poderão contemplar, de forma não excludente, as seguintes ações:

- a) eliminação de perigo ou redução a níveis toleráveis dos riscos à segurança pública, à saúde humana e ao meio ambiente;
- b) zoneamento e restrição dos usos e ocupação do solo e das águas superficiais e subterrâneas;
- c) aplicação de técnicas de remediação; e
- d) monitoramento.

**Art. 35.** Após a eliminação dos riscos ou a sua redução a níveis toleráveis, a área será declarada pelo órgão ambiental competente como área em processo de monitoramento para reabilitação – AMR.

§ 1º Considera-se nível tolerável de risco à saúde humana, para substâncias carcinogênicas, a probabilidade de ocorrência de um caso adicional de câncer em uma população exposta igual ou superior de 100.000 indivíduos.

**§ 2º** Considera-se nível tolerável de risco à saúde humana, para substâncias não carcinogênicas, aquele associado ao ingresso diário de contaminante que seja igual ou inferior ao ingresso diário total tolerável, a que uma pessoa possa estar exposta por toda a sua vida.

**Art. 36.** Após período de monitoramento, definido pelo órgão ambiental competente, que confirme a **eliminação** do perigo ou a redução dos riscos a níveis toleráveis, a área será declarada pelo órgão ambiental competente como reabilitada para o uso declarado - AR.

**Parágrafo único.** O responsável por uma AR, de posse da declaração de reabilitação **emitida** pelo órgão ambiental competente, deverá averbá-la à margem da matrícula do imóvel no cartório de registro de imóveis. **(Consultar a CTAJ)**

**Art. 37.** Os órgãos ambientais competentes, quando da constatação da existência de uma área contaminada ou reabilitada para o uso declarado, comunicarão formalmente:

- I- ao responsável legal;
- II- aos órgãos federais, estaduais, distrital e municipais de saúde, meio ambiente e de recursos hídricos;
- III- ao poder público municipal;
- IV- à concessionária local de abastecimento público de água;
- V- ao Cartório de Registro de Imóveis da Comarca onde se insere determinada área.

**Parágrafo único.** Deverão ser criados pelo Poder Público mecanismos para comunicação de riscos à população.

**Art. 38.** As informações referentes à existência e à situação de áreas contaminadas deverão ser utilizadas pelos Cartórios de Registro de Imóveis da Comarca onde se inserem, a fim de serem averbadas com relação à restrição de uso das respectivas áreas.

**Parágrafo único.** Nos processos de transferência de propriedade que envolvam áreas contaminadas, o Cartório de Registro de Imóveis deverá notificar os interessados sobre a situação da área envolvida e restrição de uso.

**Art. 39.** Fica instituído o Cadastro Nacional de Áreas Contaminadas - CNAC, em consonância com o Relatório de Atividades da Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000 vinculado ao Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais e Cadastro de Instrumentos de Defesa Ambiental, sob administração do IBAMA.

**§ 1º** O IBAMA deverá desenvolver, implantar, administrar, disponibilizar e divulgar o CNAC no prazo de 2 (dois) anos, em forma de relatório a ser preenchido pelos órgãos integrantes do SISNAMA, bem como pelo responsável de uma AI ou ACI.

**§ 2º** Os órgãos integrantes do SISNAMA alimentarão e atualizarão o CNAC, tendo acesso às informações nele contidas.

**§ 3º** O IBAMA disponibilizará pela Internet as informações consideradas de interesse público, sob pontos de vista de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública, após a declaração da área contaminada sob investigação, observando o sigilo que se fizer necessário.

**Art. 40.** O MMA deverá, em conjunto com o Ministério da Saúde, o IBAMA e os estados, desenvolver critérios de priorização de áreas contaminadas críticas para reabilitação.

**Art. 41.** O CNAC terá como informações mínimas:

- I - identificação da área: dados relativos à toponímia da área e georreferenciamento, características hidrogeológicas e hidrológicas da área, fisiografia da área;
- II - atividade(s) poluidora(s) ativa(s) e inativa(s), fonte poluidora primária e secundária ou potencial, extensão da área afetada, causa da contaminação (acidentes, vazamentos, disposição inapropriada do produto químico ou perigoso, dentre outros);
- III - características das fontes poluidoras no que se refere à disposição de resíduos, armazenamento de produtos químicos e perigosos, produção industrial, vias de contaminação e impermeabilização da área;
- IV - classificação da área em AI, ACI, AMR e AR;
- V - uso do solo atual da área e seu entorno, ação em curso e pretérita;
- VI - meios afetados e concentrações de contaminantes;
- VII - descrição dos bens a proteger e distância da fonte poluidora;
- VIII - cenários de risco e rotas de exposição;
- IX - formas de intervenção;
- X - áreas contaminadas críticas.

## **Capítulo VI Das Disposições Finais e Transitórias**

**Art. 42.** O MMA deverá:

- I - apoiar os estados e o Distrito Federal, no estabelecimento dos valores de referência de qualidade do solo para substâncias naturalmente presentes;
- II - apoiar os órgãos ambientais e promover sua articulação com as demais instituições afins nas atividades de gerenciamento de áreas contaminadas, no âmbito de suas jurisdições;
- III - promover a articulação com os órgãos e instituições afins para o desenvolvimento de tecnologias para reabilitação de áreas contaminadas;
- IV - promover a divulgação de dados e informações referentes ao tema;
- V - atuar em conjunto com os estados no diagnóstico e reabilitação das áreas contaminadas críticas; e,
- VI - promover reuniões anuais com a participação dos OEMAs, representantes da sociedade civil e demais instituições envolvidas no assunto, visando discutir e acompanhar a interpretação e implementação desta resolução.

**Art. 43.** Os critérios e procedimentos estabelecidos nesta resolução não se aplicam às áreas contaminadas por substâncias radioativas.

**Parágrafo único.** No caso de suspeitas ou evidências de contaminação por substâncias radioativas o órgão ambiental notificará a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN.

**Art. 44.** Esta Resolução deverá ser revista após 05 anos contados a partir da sua publicação.

**Art. 45.** Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

# ANEXO I

## PROCEDIMENTO PARA O ESTABELECIMENTO DE VALORES DE REFERÊNCIA DE QUALIDADE DE SOLOS

Os valores de referência de qualidade (VRQs) para as substâncias inorgânicas de ocorrência natural no solo são estabelecidos a partir de interpretação estatística dos resultados analíticos obtidos em amostras coletadas nos principais tipos de solo do Estado, conforme as etapas descritas abaixo.

### 1 - Seleção dos tipos de solo

Identificar os tipos de solo em cada estado, com base em critérios tais como o material de origem do solo (litologia), relevo e clima, de modo a se obter um conjunto de tipos de solo que representem os compartimentos geomorfológicos, pedológicos, geológicos mais representativos do estado.

### 2- Seleção de parâmetros para caracterização do solo

Os parâmetros a serem determinados para caracterização do solo são: carbono orgânico, pH em água, capacidade de troca catiônica (CTC) e teores de argila, silte, areia e de óxidos de alumínio, ferro e manganês. Considerando as peculiaridades regionais, outros parâmetros poderão ser incluídos.

**Em cada compartimento selecionado conforme o item 1 deverão ser definidas estações de amostragem, em trechos sem interferência antropogênica ou com interferência antropogênica desprezível, que devem ser distribuídas de modo a representar, com confiabilidade estatística, a área geográfica de ocorrência de cada tipo de solo.**

#### Proposta/SindLab - MG

**Em cada compartimento selecionado conforme o item 1 deverão ser definidas estações de amostragem, em trechos sem interferência antropogênica ou com interferência antropogênica desprezível, que devem ser distribuídas de modo a representar estatisticamente a área geográfica de ocorrência de cada tipo de solo.**

A amostra de cada estação será do tipo composta, formada por subamostras de 10 pontos amostrais, obtidas na profundidade de 0-20 cm. Amostragens simples ou para outras profundidades poderão ser adotadas em função de especificidades regionais. As coordenadas geográficas dos pontos amostrais devem ser anotadas, especificando o sistema geodésico de referência.

Deverão ser adotados procedimentos de coleta, manuseio, preservação, acondicionamento e transporte de amostras, descritos em normas nacionais e internacionais, respeitando-se os prazos de validade.

### 3 – Metodologias analíticas

Para análise das substâncias inorgânicas listadas no Anexo II, utilizar a fração de solo menor que 2mm. A metodologia analítica para a extração das substâncias inorgânicas das amostras será a USEPA 3050 ou USEPA 3051 ou em suas atualizações. As determinações do pH em água, CTC e dos teores de carbono orgânico, argila, silte, areia, óxidos de ferro, alumínio, manganês e silício devem seguir as metodologias analíticas definidas pela EMBRAPA.

No caso de ocorrência natural, reconhecida pelo órgão ambiental competente, de substâncias não contempladas nas metodologias citadas anteriormente, deverão ser adotadas metodologias que atendam às especificações descritas em normas reconhecidas internacionalmente, que incluam a edição mais recente dos métodos publicados pela USEPA (United States Environmental Protection Agency), série SW-846 – Test Methods for Evaluating Solid Waste; pela ISO (International Standardization Organization) e pela DIN (Deutsches Institut für Normung).

As análises químicas deverão contemplar rastreabilidade analítica, validação, cartas controle elaboradas com faixas de concentração significativamente próximas daquelas esperadas nas matrizes sólidas) e ensaios com materiais de referência certificados, a fim de comprovar a exatidão dos resultados por meio de ensaios paralelos.

### 4 – Interpretação dos dados e obtenção dos VRQs

Cada estado poderá estabelecer, por substância, um único VRQ ou VRQs relativos a tipos de solo.

**Proposta 1 - Órgãos Ambientais/Min. Saúde**

O VRQ de cada substância será o percentil 75 dos resultados analíticos, podendo ser realizado um arredondamento do valor.

O VRQ não tem como meta a representação das concentrações anômalas de ocorrência natural no solo. As anomalias deverão ser avaliadas em estudos específicos relacionados ao material de origem, interpretados estatisticamente e reconhecidos pelo órgão ambiental competente.

**Proposta 2 - Grupo Pesquisadores/Setor Industrial**

O VRQ de cada substância será o percentil 90 dos resultados analíticos, podendo ser realizado um arredondamento do valor. Concentrações naturais acima do percentil 90 deverão ser avaliadas em estudos específicos relacionados ao material de origem, interpretados estatisticamente e reconhecidos pelo órgão ambiental competente.

**JUSTIFICATIVA:** A definição do VRQ irá impactar diretamente a gestão, pois determinará a quantidade de áreas que irão ser motivo de avaliação pelos órgãos ambientais e pelos responsáveis. A definição inadequada dos VRQs poderá classificar áreas como Classe 2, para as quais serão demandadas ações preventivas, de controle do estado, de avaliações complementares, desnecessárias, o que representará maior custo para a sociedade devido à ineficiência deste processo. Além disso, o VRQ define um padrão de qualidade de solo e influi também no planejamento urbano, quanto ao uso da área. Por isso, a resolução anexa um procedimento para o estabelecimento dos VRQs que garante a identificação dos tipos de solo e a distribuição de amostras que representem estatisticamente a ocorrência de cada tipo. Quanto maior a variabilidade dos valores, maior será o erro decorrente de uma seleção inadequada do universo amostral. A escolha de um percentil menor não corrige este erro, não representando uma atitude de prevenção. A partir de pesquisas nos principais países, foi evidenciado que nenhum utiliza percentil abaixo de 90%, primando pela qualidade e a consistência dos dados. Esta escolha não é gratuita, mas tem como base a natureza das distribuições de dados de análise química e materiais naturais, as quais são assintóticas. No estudo em anexo, desenvolvido pelo Prof. Germano Melo Júnior da UFRN, há mais detalhes e diversos exemplos.

Para as determinações das substâncias químicas em que todos os resultados analíticos forem menores do que o limite de quantificação praticável (LQP) do respectivo método analítico, eleger “< LQP” como sendo o VRQ da substância e excluí-las dos demais procedimentos de interpretação estatística.

Para interpretação estatística das substâncias químicas em que parte dos resultados analíticos forem menores que o limite de quantificação praticável (LQP), considerar como resultado na matriz de dados o valor LQP/2.

Para as substâncias que apresentarem mais do que 60% de resultados superiores ao limite de quantificação, a definição de agrupamento de tipos de solo deverá ser realizada com base em teste estatístico que comprove semelhança entre os grupos amostrais.

Para estabelecimento do VRQ de cada substância, avaliar a necessidade de se excluir da matriz de dados os resultados discrepantes (outliers), identificados por métodos estatísticos.

**Proposta 1**

As substâncias cujo percentil 75 for igual ao LQP/2, eleger “< LQP” como sendo o VRQ da substância.

**Proposta 2**

As substâncias cujo percentil 90 for igual ao LQP/2, eleger “< LQP” como sendo o VRQ da substância.

**JUSTIFICATIVA:** Idem à justificativa apresentada anteriormente.

No caso de utilização de testes paramétricos, avaliar para cada substância a normalidade das distribuições de frequência e, quando necessário, realizar transformações dos dados de modo a alcançar a normalidade das distribuições.

## **5 – Base de dados**

Os dados obtidos na amostragem, determinações analíticas e os VRQs, deverão compor o sistema nacional de informações sobre qualidade de solos.

Concentrações naturais acima do percentil 90 deverão ser avaliadas em estudos específicos relacionados ao material de origem, interpretados estatisticamente e reconhecidos pelo órgão ambiental competente.

JUSTIFICATIVA: Este texto reforça a importância de se levantar informações sobre concentrações anômalas naturalmente presentes em solos.

(Indicar com \* os valores de potabilidade)

## ANEXO II

### LISTA DE VALORES ORIENTADORES PARA SOLOS E PARA ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Substâncias	CAS n°	Solo (mg.kg <sup>-1</sup> de peso seco) <sup>(1)</sup>					Água Subterrânea (µg.L <sup>-1</sup> )
		Referência de qualidade	Prevenção	Investigação			Investigação
				Agrícola APMax	Residencial	Industrial	
<b>Inorgânicos</b>							
Alumínio	7429-90-5	E	-	-	-	-	3.500
Antimônio	7440-36-0	E	2	5	10	25	5
Arsênio	7440-38-2	E	15	35	55	150	10
Bário	7440-39-3	E	150	300	500	750	700
Boro	7440-42-8	E	-	-	-	-	500
Cádmio	7440-48-4	E	1,3	3	8	20	5
Chumbo	7440-43-9	E	72	180	300	900	10
Cobalto	7439-92-1	E	25	35	65	90	70
Cobre	7440-50-8	E	60	200	400	600	2.000
Cromo	7440-47-3	E	75	150	300	400	50
Ferro	7439-89-6	E	-	-	-	-	2.450
Manganês	7439-96-5	E	-	-	-	-	400
Mercúrio	7439-97-6	E	0,5	12	36	70	1
Molibdênio	7439-98-7	E	30	50	100	120	70
Níquel	7440-02-0	E	30	70	100	130	20
Nitrato (como N)	797-55-08	E	-	-	-	-	10.000
Prata	7440-22-4	E	2	25	50	100	50
Selênio	7782-49-2	E	5	-	-	-	10
Vanádio	7440-62-2	E	-	-	-	1000	36 verificar
Zinco	7440-66-6	E	300	450	1.000	2.000	1.050
<b>Hidrocarbonetos aromáticos voláteis</b>							
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

Substâncias	CAS n°	Solo (mg.kg <sup>-1</sup> de peso seco) <sup>(1)</sup>					Água Subterrânea (µg.L <sup>-1</sup> )
		Referência de qualidade	Prevenção	Investigação			Investigação
				Agrícola APMáx	Residencial	Industrial	
<b>Inorgânicos</b>							
Alumínio	7429-90-5	E	-	-	-	-	3.500
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
<b>Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos <sup>(2)</sup></b>							
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	-	-	-	-
Dibenzo(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
Indeno(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
<b>Benzenos clorados <sup>(2)</sup></b>							
Clorobenzeno (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
<b>Etanos clorados</b>							
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
<b>Etenos clorados</b>							
Cloreto de vinila	75-01-4	na	0,003	0,005	0,003	0,008	5
1,1-Dicloroetano	75-35-4	na	-	5	3	8	30
1,2-Dicloroetano - cis	156-59-2	na	-	1,5	2,5	4	(b)
1,2-Dicloroetano - trans	156-60-5	na	-	4	8	11	(b)
Tricloroetano - TCE	79-01-6	na	0,0078	7	7	22	70

Substâncias	CAS n°	Solo (mg.kg <sup>-1</sup> de peso seco) <sup>(1)</sup>					Água Subterrânea (µg.L <sup>-1</sup> )
		Referência de qualidade	Prevenção	Investigação			Investigação
				Agrícola APMáx	Residencial	Industrial	
<b>Inorgânicos</b>							
Alumínio	7429-90-5	E	-	-	-	-	3.500
Tetracloroeteno - PCE	127-18-4	na	0,054	4	5	13	40
<b>Metanos clorados</b>							
Cloroeto 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
Tetracloroeto de carbono	56-23-5	na	0,17	0,5	0,7	1,3	2
<b>Fenóis clorados</b>							
2-Clorofenol (o)	95-57-8	na	0,055	0,5	1,5	2	10,5
2,4-Diclorofenol	120-83-2	na	0,031	1,5	4	6	10,5
3,4-Diclorofenol	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
2,3,4,5-Tetraclorofenol	4901-51-3	na	0,092	7	25	50	10,5
2,3,4,6-Tetraclorofenol	58-90-2	na	0,011	1	3,5	7,5	10,5
Pentaclorofenol (PCP)	58-90-2	na	0,16	0,35	1,3	3	9
<b>Fenóis não clorados</b>							
Cresóis	-	na	0,16	6	14	19	175
Fenol	108-95-2	na	0,20	5	10	15	140
<b>Ésteres ftálicos</b>							
Dietilexil 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	-	-	-	-
<b>Pesticidas organoclorados</b>							
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
HCH – gama (Lindano)	58-89-9	na	0,001	0,02	0,07	1,5	2
<b>PCBs</b>							
total	-	na	0,0003 (3)	0,01	0,03	0,12	3,5

(1) - Procedimentos analíticos devem seguir SW-846, com metodologias de extração de inorgânicos 3050b ou 3051 ou procedimento equivalente.

(2) - Para avaliação de risco, deverá ser utilizada a abordagem de unidade toxicológica por grupo de substâncias.

(3) - Substância banida pela Convenção de Estocolmo, ratificada pelo Decreto Legislativo n° 204, de 07-05-2004, sem permissão de novos aportes no solo.

E - a ser definido pelo Estado.



na - não se aplica para substâncias orgânicas.

(a) somatória para triclorobenzenos =  $20 \mu\text{g.L}^{-1}$ .

(b) somatória para 1,2 dicloroetenos; =  $50 \mu\text{g.L}^{-1}$ .

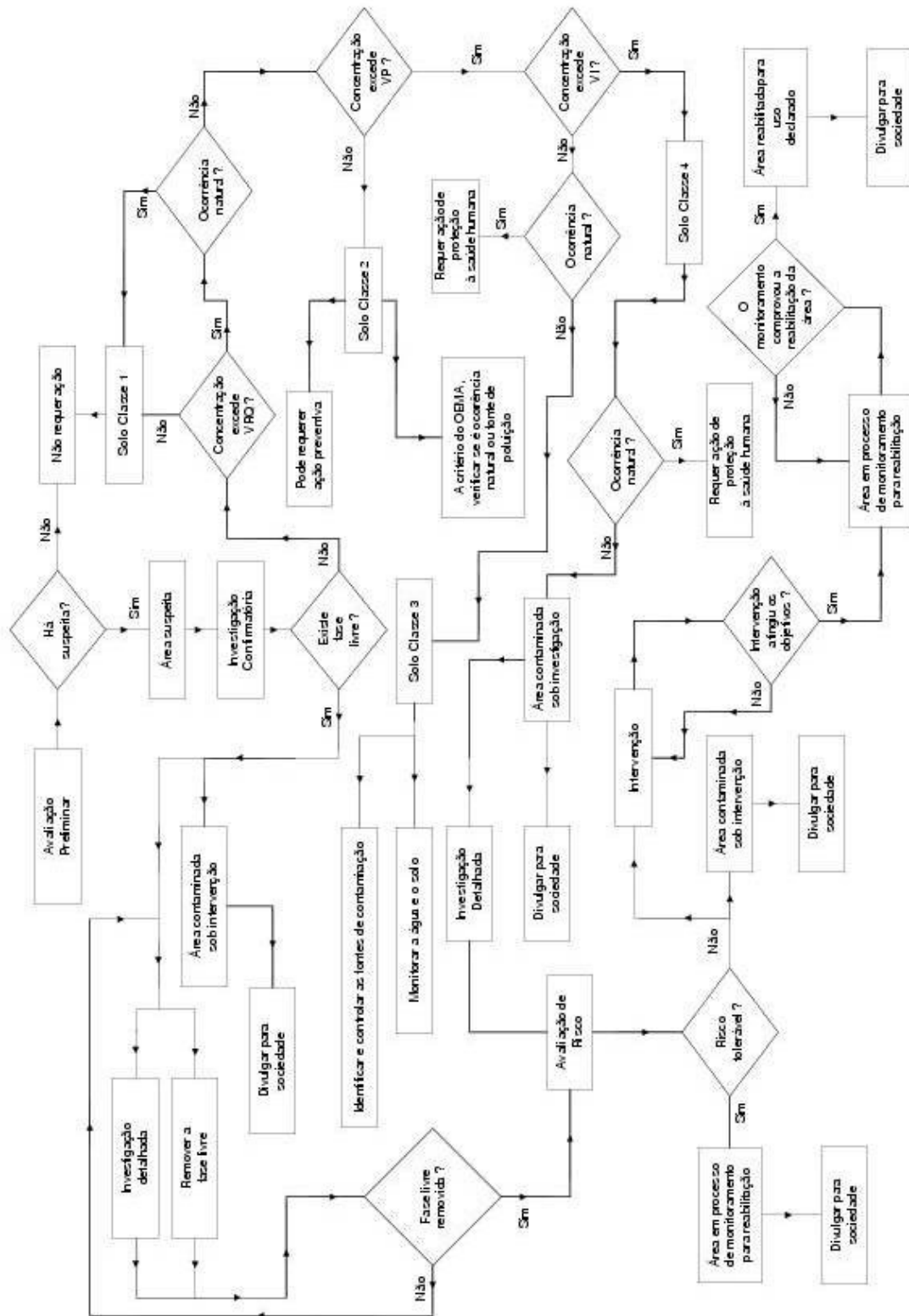
(c) somatória para DDT-DDD-DDE =  $2 \mu\text{g.L}^{-1}$ .

(d) somatória para Aldrin e Dieldrin =  $0,03 \mu\text{g.L}^{-1}$ .

Devem-se retirar as referências sobre VI de águas subterrâneas. O Processo de enquadramento das águas subterrâneas, tal como das águas superficiais, não pode ter como referência duas tabelas diferenciadas. Portanto, os padrões a serem utilizados têm que ser aqueles constantes na resolução CONAMA 369/2008.

No que tange à situação de não haver ainda o enquadramento de corpos de águas subterrâneas deve ser observado o comando do CNRH, aprovado recentemente, para o tema. Lembrando que enquadramento é instrumento do SINGREH que tem no CNRH seu órgão normativo. Portanto, com ampla participação dos técnicos especialistas na área, que para benefício de todos participaram tanto da elaboração desta proposta, como da Resolução do CNRH, bem como da CONAMA 369/2008, tem-se os procedimentos para quando ainda não se tem o enquadramento proposto. De modo que anexamos a Resolução do CNRH que trata do tema.

**ANEXO III**  
**(REVER FLUXOGRAMA APÓS AS DISCUSSÕES DO TEXTO)**



**Fluxograma das etapas de gerenciamento de áreas contaminadas, conforme preconizado no art. 21.**

## Referências Bibliográficas

- APHA-AWWA-WEF **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 20<sup>th</sup> ed. Washington (DC). 1998.
- ALLOWAY, B.J. (Ed.). **Heavy metals in soil**. Londres: Leicester Place, 1990. 339p.
- BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Amostragem de solos para fins de análise e fertilidade. **Revista Notesalq**, Piracicaba, v.4, n.4, p.5, 1995.
- CETESB. **Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2001. 101 p + APÊNDICES
- CETESB. **Lavagem de frascarias destinadas à análise de metais**. São Paulo: CETESB, jan 2006. (Instrução Operacional de Trabalho SQ IOT/LB-003)
- DEMATTE, J.A.M. Amostragem de solos para fins de fertilidade. **Revista Notesalq**, Piracicaba, v.5, n.5, p.4-5, novembro, 1996.
- IAC, Instituto Agrônomo de Campinas. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos**. Campinas: IAC, 1986. 94p. (Boletim técnico nº 106)
- ISO, International Standard. **Soil quality – sampling – part 2: guidance on sampling techniques**. 1th ed. ISO: IHS, 2002. 23p.
- LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1984. 45p.
- PRADO, H. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo agrícola e geotécnico**. 3 ed. – rev. e ampl. Piracicaba: ESALQ/USP, 2003. 275 p.
- QUINÁGLIA, G.A.; **Protocolo Analítico de Preparação de Amostras de Solos para Determinação de Metais e Estudo de Caso**. São Paulo, SP, 2001. 164p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2001.
- RAIJ, B. VAN; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. (1987) **Análise Química do solo para fins de fertilidade**. Campinas, Fundação Cargill, 170p.
- RAIJ, V.B. *et al.* **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, IAC, 2001.
- SÃO PAULO, 2005. 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.
- US EPA, United States Environmental Protection Agency. **SW 846: microwave assisted acid digestion of sediments, sluges, soils, and oils (method 3051)**. set. 1994.
- US EPA, United States Environmental Protection Agency. **SW 846: soil and waste pH (method 9045c)**. 1995.
- THE EU WATER Framework Directive: statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results. **Final Report**: December 2001. 63p. Disponível em <<http://www.ewfdgw.net>>, acessado em 24 de janeiro de 2004.

## Proposta de valores de intervenção para água subterrânea (Colaboração: Cetesb)

Considerando que:

- os valores de investigação são derivados com base em avaliação de risco à saúde humana;
- a CETESB adotou os padrões de potabilidade como valores de intervenção para água subterrânea;
- na Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, não há padrão para Cobalto; e
- os padrões de potabilidade para alumínio, ferro e zinco foram estabelecidos com base em critérios organolépticos e não no risco à saúde humana;

os valores de investigação na Resolução CONAMA para as substâncias citadas deverão ser calculados, considerando a metodologia da OMS e com base em risco à saúde humana.

Segundo a OMS (2004), o padrão de potabilidade para substância não carcinogênica é estabelecido com base na seguinte equação:

$$\text{Valor}(mg / L) = \frac{(TDI * PC * P)}{C}$$

onde:

TDI = ingresso diário tolerável  
PC = peso corpóreo em kg  
P = fração do ingresso relativa à via consumo de água subterrânea  
C = consumo diário de água em litros por dia

Para o presente cálculo, definiu-se:

TDI = dados toxicológicos da USEPA (PRG region 9)  
PC = 70 kg  
P = informações da OMS (2004) ou julgamento técnico  
C = 2 litros por dia.

Tabela 1 – Doses de referência, fração de ingresso, proposta de VI e comparações

Substância	TDI – mg/kg dia	P	Notas OMS	VI proposto mg/L	VI CETESB atual	PRG 9 mg/L	RIVM mg/L
Alumínio	1,0 PRG 9	10	The contribution of drinking-water to the total oral exposure to aluminium is usually less than 5% of the total intake.	3,5	0,2	37	--
Cobalto	0,02 (IRIS)	10	--	0,07	0,005 (utilizou-se um TDI de 0,0014 mg/kg dia do RIVM)	--	0,36
Ferro	0,7 PRG 9	10	An allocation of 10% of this PMTDI to drinking-water gives a value of about 2 mg/litre, which does not present a hazard to health.	2,45	0,3	26	--
zinco	0,3 PRG 9	10	In the first edition of the Guidelines for Drinking-water Quality, published in 1984, a guideline value of 5.0 mg/litre was established for zinc, based on taste considerations. drinking-water containing zinc at levels above 3 mg/litre may not be acceptable to consumers	1,05	5,0	11	17,7

A diferença entre os valores propostos de VI e os valores do PRG da Região 9 dos Estados Unidos é o uso de uma fração (P) utilizada pela OMS. Esta fração considera que em um indivíduo, a substância pode ingressar por outras vias (alimentos, ingestão de solo, de vegetais, etc), além do consumo de água, o que não é considerado na USEPA.