



Ministério do Meio Ambiente
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA

Procedência: 9ª Reunião do Grupo de Áreas Contaminadas
Versão Limpa
Data: 03 e 04/10/2007
Processo nº 02000.000917/2006-33
Assunto: Gerenciamento de áreas contaminadas.

PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo e diretrizes para o gerenciamento de áreas contaminadas por substâncias químicas decorrentes 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;

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

Considerando que a existência de áreas com solos contaminados 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 a água subterrânea 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, definir procedimentos (*DIRETRIZES*) para o gerenciamento de áreas com solos contaminados;

Considerando a necessidade de estabelecimento de procedimentos e critérios integrados entre os Órgãos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios,

O solo deve ter uso sustentável, de maneira a prevenir alterações prejudiciais que possam resultar em perda de sua funcionalidade, considerando os aspectos de proteção à saúde humana, aos ecossistemas, aos recursos hídricos, aos demais recursos naturais e às propriedades públicas e privadas,

RESOLVE:

Capítulo I Dos Objetivos

Art. 1º Esta resolução dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo e diretrizes para o gerenciamento (ambiental) de áreas contaminadas por substâncias químicas decorrentes 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 e, 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 saprolito 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 serão estabelecidos em resolução específica

Capítulo II Das Definições

Art.5º - Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições

Restaurar: a definir

Recuperar: a definir

Relatório de qualidade do solo: a definir

Definir fonte de poluição

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

Fonte secundária de contaminação: meio impactado por contaminantes provenientes da fonte primária, a partir do qual outros meios são impactados.

Água subterrânea: água de ocorrência natural na zona saturada do subsolo.

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, a saúde humana, as atividades sociais e econômicas, a biota e as condições estéticas ou sanitárias.

Área de proteção máxima - APM_{ax}: áreas de 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.

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

Área suspeita de contaminação - AS: área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria com indícios de ser uma área contaminada.

Área contaminada sob investigação - AI: área com concentrações de substâncias no solo ou nas águas subterrâneas acima dos valores de **investigação**, na devem ser 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 contaminada - AC: área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria, anteriormente classificada como área contaminada sob investigação na qual foram observadas quantidades ou concentrações de matéria em condições que causem ou possam causar danos à saúde humana.

Área reabilitada para o uso declarado - AR: área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria que, após a etapa de intervenção for considerada apta para o uso declarado.

Avaliação de risco: é o processo pelo qual são identificados, avaliados e quantificados os riscos à saúde humana, ao meio ambiente e a outros bens a proteger.

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

Auto-declaração ambiental: ato voluntário do empreendedor declarando ao órgão ambiental competente a ocorrência de um evento ou a existência de uma área suspeita de contaminação.

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.

Contaminação:

Cadastro de Áreas Contaminadas: conjunto de informações referentes aos empreendimentos e atividades que apresentam potencial de contaminação e às áreas suspeitas de contaminação e contaminadas, distribuídas em classes de acordo com a etapa do processo de identificação e remediação da contaminação em que se encontram.

Cenário de exposição: conjunto de variáveis sobre o meio físico e a saúde humana estabelecidas para avaliar os riscos associados à exposição dos indivíduos a determinadas condições e em determinado período de tempo.

Classificação de área: ato administrativo por meio do qual o órgão ambiental classifica determinada área durante o processo de identificação e remediação da contaminação.

Fase livre: ocorrência de substância ou produto em fase separada e imiscível quando em contato com a água ou o ar do solo.

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

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

Proposta de nova redação (Sérgio Aesas)

Investigação confirmatória: investigação que visa comprovar a existência de uma área contaminada por meio de amostragem de solo e águas subterrâneas e análises de substâncias químicas definidas na Avaliação Preliminar, de acordo com as características da área.

Investigação detalhada: processo de aquisição e interpretação de dados de campo que permite o entendimento da dinâmica das plumas de contaminação em cada um dos meios físicos afetados.

Medidas de intervenção: conjunto de ações a serem adotadas visando a reabilitação de uma área para o uso declarado, a saber: medidas emergenciais, de remediação, de controle institucional e de controle de engenharia.

Meta de remediação: concentrações dos contaminantes nos meios impactados, determinadas em

decorrência da **avaliação de risco**, que devem ser atingidas por meio da execução das medidas de remediação, para que a área seja considerada reabilitada para o uso declarado (**AR**), tendo em vista os cenários de exposição relacionados a esse uso, bem como para a preservação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

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

Órgão Ambiental Competente: órgão ambiental de proteção e controle ambiental do Poder Executivo Federal, Estadual ou Municipal, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, responsável pela gerenciamento ambiental no âmbito de suas competências.

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: degradação 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 a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Qualidade do Solo: a definir

Remediação:

Risco: compreende o risco à saúde e o risco ecológico. O risco à saúde é definido como a probabilidade de ocorrência de câncer em um determinado receptor exposto a contaminantes presentes em uma área contaminada ou a possibilidade de ocorrência de outros efeitos adversos à saúde decorrentes da exposição a substâncias não carcinogênicas. O risco ecológico é definido como a possibilidade de ocorrência de efeitos adversos aos organismos presentes nos ecossistemas.

Risco aceitável para substâncias carcinogênicas: probabilidade de um caso adicional de câncer em uma população exposta de 10.000 a 1.000.000 100.000 indivíduos.

Risco aceitável para substâncias não carcinogênicas: ingresso diário total tolerável de um contaminante [sem] [com baixo] efeito adverso observável a saúde humana.

Solo: sistema aberto, dinâmico, sujeito a fluxos internos e externos, onde ocorrem processos físicos, químicos e biológicos, resultante da alteração e evolução do material original (rocha ou mesmo outro solo) pela ação de organismos vivos, clima, relevo e tempo de exposição.

Superficial: detentor do direito de superfície de um terreno, por tempo determinado ou indeterminado, mediante escritura pública registrada no Cartório de Registro de Imóveis, nos termos da Lei federal nº 10.257, de 9 de julho de 2001.

Uso Declarado:

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

Valor de Referência de Qualidade: 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, e é determinado com base em interpretação estatística de análises físico-químicas de amostras de diversos tipos de solos e amostras de águas subterrâneas.

Valor de Prevenção: 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.

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, considerado um cenário de exposição padronizado.

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

Zona saturada:

Capítulo III Dos Critérios e Valores Orientadores de Qualidade do Solo

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

§ 1º 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, considerando o inciso I.

I - a critério dos órgãos ambientais de unidades federativas limítrofes que tenham áreas com tipos de solos com características semelhantes, estes poderão estabelecer VRQs comuns.

§ 2º Os VPs apresentados no Anexo II foram estabelecidos com base em ensaios de fitotoxicidade ou em avaliação de risco ecotoxicológico.

§ 3º Os VIs apresentados no Anexo II 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.

§ 4º As substâncias não listadas no Anexo II, quando necessária sua investigação, terão seus valores orientadores previamente definidos pelo órgão competente.

Art. 7º 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. 8º 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 no terreno de propriedade do empreendimento e, quando necessário, no seu entorno 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.

Art. 9º São procedimentos para controle da qualidade do solo, dentre outros:

I - Realização de amostragens e ensaios de campo ou laboratoriais;

II - Classificação da qualidade do solo conforme artigo 7º;

III - Adoção das ações requeridas conforme estabelecido no Artigo 10;

Art. 10. Após a classificação do solo deverão ser observadas as seguintes ações, executadas de acordo com as exigências do órgão ambiental competente:

I - Classes 1 e 2: não requerem ações corretivas.

II - Classe 3: requer identificação e controle das fontes de poluição, monitoramento da qualidade do solo e, quando couber, avaliação da ocorrência natural da substância.

III - Classe 4: requer as ações estabelecidas no Capítulo V – Das diretrizes para o gerenciamento de áreas contaminadas.

Capítulo V

Das diretrizes para o gerenciamento de áreas contaminadas

Art. 11. São princípios básicos para o gerenciamento de áreas contaminadas:

I - a geração, disponibilização de informações;

II - a articulação, a cooperação e integração inter-institucional 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. 12. O gerenciamento de áreas contaminadas deverá atender aos seguintes objetivos:

I - eliminar ou reduzir o perigo ou 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 da remediação; e

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

Art. 13. Para o gerenciamento de áreas contaminadas, o órgão ambiental competente deverá instituir um procedimento de investigação, que contemplará as seguintes etapas:

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, as 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 nas ações para controle ou eliminação 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.

(inserir fluxograma)

Art. 14. Os VIs para água subterrânea são os valores definidos na Classe em que o corpo de água estiver enquadrado, conforme estabelecido em legislação específica.

§ 1º. Na inexistência do enquadramento deverão ser considerados como VIs os valores apresentados no Anexo II, estabelecidos com base em avaliação de risco à saúde humana.

§ 2º – Para as substâncias não listadas no Anexo II ou nas Classes, os VIs devem ser definidos pelo órgão competente.

Art. 15. Uma área será considerada contaminada sob investigação, quando for constatada a concentração de substâncias no solo ou nas águas subterrâneas acima dos VIs.

Parágrafo único – A área não será considerada contaminada sob investigação quando da ocorrência de valores naturais, de uma determinada região, reconhecidos pelo órgão ambiental, necessitando nesta situação, ações específicas de proteção à saúde humana definidas pelos órgãos competentes.

(Aguardando nova redação do art. 13)

Art. 16. A área será considerada contaminada quando for constatada a presença de substâncias químicas em fase livre ou for comprovada, após investigação detalhada, a existência de risco à saúde humana, ao meio ambiente ou à segurança pública.

(criar artigo que defina metodologia de risco ao meio ambiente)

Art. 17. O órgão competente, quando se fizer necessário, deverá:

- I – definir os procedimentos de identificação e diagnóstico;
- II – avaliar o diagnóstico ambiental e as propostas de intervenção da área;
- III – acompanhar as ações de intervenção e de monitoramento;
- IV – avaliar a eficácia das ações de intervenção;
- V – 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.

Art. 18 Devem ser considerados responsáveis solidários 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 direta ou indiretamente.

Parágrafo único - Poderá ser desconsiderada a pessoa jurídica quando sua personalidade for obstáculo à identificação e intervenção em área contaminada.

(verificar com a jurídica)

Art. 19. A decisão sobre o uso futuro de uma área contaminada será acordada pelos poderes públicos federal, estadual, distrital e municipal, conforme a sua competência, com base no diagnóstico da área, na avaliação de risco e nas medidas de intervenção propostas.

Art. 20. A proposta para a ação de intervenção em uma área contaminada deverá ser submetida ao órgão ambiental competente e executada pelo responsável, devendo 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 a saúde humana;
- IV - as alternativas consideradas técnica e economicamente viáveis e suas conseqüências; e
- V - os custos e os prazos envolvidos na implementação das alternativas de intervenção propostas para atingir as metas estabelecidas.

Parágrafo único - As alternativas de intervenção em áreas contaminadas poderão contemplar, de forma não excludente, as seguintes ações:

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

Art. 22. Após a eliminação dos riscos ou a sua redução a níveis aceitáveis, a área será considerada como reabilitada, pelo órgão competente, para o uso declarado.

Art. 23. Na impossibilidade de identificação do responsável pela área contaminada, a União, o Estado, o Distrito Federal e o Município, 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 20 desta Resolução.

§ 2º Os recursos dispendidos deverão ser obrigatoriamente ressarcidos conforme as responsabilidades estabelecidas no artigo 20 desta Resolução.

Art. 24. Os órgãos ambientais competentes, quando da constatação da existência de uma área

contaminada ou reabilitada para o uso declarado, comunicarão formalmente:

- a) ao responsável legal;
- b) aos órgãos a federais, estaduais, distrital e municipais de saúde, meio ambiente e recursos hídricos;
- c) ao poder público municipal;
- d) à concessionária local de abastecimento público de água;
- e) 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. 25. 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.

PAROU AQUI – 04/10

Art. 26. Fica instituído o Cadastro Nacional de Áreas Contaminadas - CNAC, em consonância com o 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 deve desenvolver, implantar, administrar e disponibilizar o CNAC com ampla divulgação.

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

§ 3º - O IBAMA deve divulgar por meio da Internet as informações consideradas públicas, observando o sigilo que se fizer necessário.

(prazo para desenvolver o sistema utilizado)

Art. 27. Os órgãos ambientais federais, estaduais, distrital e municipais deverão implementar, de forma integrada, o gerenciamento das áreas contaminadas, com base nas diretrizes e procedimentos definidos nesta Resolução.

Art. 28. O MMA deverá:

I - apoiar e fomentar os órgãos ambientais, na implementação do Cadastro Nacional de Áreas Contaminadas;

II - desenvolver mecanismos de captação de recursos financeiros, extra-orçamentários, para a intervenção em áreas contaminadas que representem perigo ou risco iminente à saúde humana ou à qualidade ambiental, nos casos de impossibilidade de responsabilização do agente causador do dano;

III - promover a articulação entre os órgãos e instituições afins com vistas a viabilizar a implementação do Cadastro;

IV - promover a divulgação de dados e informações referentes ao tema e, em especial, a relação das atividades com potencial de contaminação dos solos e das águas subterrâneas;

V - publicar e atualizar periodicamente a relação das atividades com potencial de contaminação dos solos e das águas subterrâneas.

Capítulo V. Das Disposições Finais e Transitórias

Art. 29. Credenciamento

Art. 30. Esta Resolução deverá ser revista após 05 anos contados a partir da sua publicação.

Art. 31. O MMA apoiará os Estados e o Distrito Federal, no estabelecimento dos valores de referência de qualidade do solo para substâncias naturalmente presentes.

Art. 32. Para viabilizar o desenvolvimento do Gerenciamento de Áreas com Solos Contaminados, cada Estado deverá estabelecer sua escala de priorização, observando os seguintes aspectos: população potencialmente exposta; proteção das águas subterrâneas e presença de áreas de interesse ambiental.

Art. 33. Os critérios e procedimentos estabelecidos nesta Resolução, não se aplicam a áreas com solos contaminados por substâncias radioativas, devendo, o Órgão Ambiental notificar formalmente a CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear, para as devidas providências.

Art. 34. Essa 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 para as substâncias inorgânicas de ocorrência natural no solo são estabelecidos a partir de interpretação estatística dos resultados analíticos obtidos em amostras coletadas dos principais tipos de solo do Estado, conforme as etapas descritas abaixo.

1 - Seleção de áreas para coleta de amostras

Identificar em mapas pedológicos as principais subordens de solo do Estado, em função de sua ocorrência. Selecionar, nas regiões identificadas, áreas com mínima interferência antrópica.

A unidade para avaliação em escala de detalhe pode ser a Bacia Hidrográfica, que será subdividida em quadrículas de 15 x 15 km., observando, em cada quadrícula, as subordens de solo e os diferentes usos e ocupação existentes, selecionando áreas de mata ou parques.

2 – Seleção de parâmetros a serem determinados

Substâncias inorgânicas (metais e semi metais) de interesse são: alumínio, antimônio, arsênio, cádmio, cálcio, chumbo, cobalto, cromo, bário, berílio, boro, ferro, manganês, magnésio, mercúrio, molibdênio, sódio, potássio, titânio, vanádio, zinco.

Outros parâmetros necessários para a caracterização do solo são: matéria orgânica, granulometria, pH e capacidade de troca catiônica – CTC

Em função das peculiaridades regionais, outras substâncias e parâmetros poderão ser incluídos para análise, como por exemplo prata e titânio.

3 – Coleta de amostras

3.1 – Pontos de coleta e profundidade

Os pontos de coleta serão definidos no momento da amostragem de modo que as características quanto a topografia (morro, meio encosta, baixada), cobertura vegetal, cor e textura (argilosa ou arenosa) do solo, sejam homogêneas. Cada área selecionada será subdividida em três glebas, sendo coletada uma amostra composta em cada gleba. Cada amostra será formada por 10 sub-amostras.

A profundidade de coleta, para fins de estabelecimento de valores orientadores de referência de qualidade, foi definida com sendo de 0 a 20cm. Outras profundidades também poderão ser amostradas em função de especificidades regionais. As coordenadas geográficas dos pontos de coleta devem ser anotadas.

3.2 – Procedimentos de coleta

Utilizar equipamentos de coleta de aço inox ou de material que não altere as características químicas da amostra coletada.

Para a coleta de uma sub-amostra, remover a vegetação e o material grosseiro da superfície do terreno e descartar a primeira tráfegem, evitando contaminação cruzada entre sub-amostras. Retirar o solo do amostrador com o auxílio de uma espátula de aço inox ou material inerte, descartando-se a porção aderida ao amostrador. Colocar as sub-amostras em bandejas/baldes ou sacos plásticos para homogeneização.

No caso de coleta a profundidades maiores do que 20 cm, utilizar equipamentos e procedimentos que diminuam o arraste de partículas do solo superficial.

Utilizar luva descartável específica por amostra composta para realizar a retirada do solo do amostrador, a homogeneização das sub-amostras e a retirada de alíquotas .

Acondicionar as alíquotas em frascos totalmente preenchidos e devidamente identificados.

Os frascos para as amostras destinadas à análise de substâncias inorgânicas totais devem ser de polietileno de boca larga e tampa rosqueável, previamente tratados, para limpeza e descontaminação, com ácido nítrico 10%, conforme procedimento descrito na Instrução Operacional de Trabalho SQ IOT/LB-003 (CETESB, 2006).

Para análise de granulometria, as amostras podem ser acondicionadas em sacos plásticos comuns.

Após a coleta em cada área, lavar e tratar os equipamentos de campo com ácido nítrico 10% e enxaguar com água deionizada.

Durante o transporte, do campo até o laboratório, os frascos deverão ser acondicionados em caixas térmicas com gelo, a 4°C ± 2. Após o recebimento das amostras pelo laboratório, as amostras deverão ser armazenadas em câmara fria, a 4°C, até o momento da análise.

2.2.6 – Metodologias analíticas

Para os procedimentos de extração das substâncias inorgânicas das amostras sólidas, recomenda-se o método EPA 3051 do SW 846 (EPA, 1994).

Para medição do pH, recomendada-se a adaptação do método 9045C para pH de sólido em água (US EPA-SW846, 1995).

Os métodos de análise das substâncias devem ter como base o "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WEF), devendo ser selecionados aqueles compatíveis com os limites de quantificação (LQ) de interesse. Para arsênio, cádmio, chumbo e selênio, recomenda-se a determinação por forno de grafite.

A metodologia para determinação de granulometria, CTC e matéria orgânica, devem seguir os procedimentos constantes em Rajj *et al* (1987 e 2001) e IAC (1986).

Os laboratórios devem seguir os procedimentos definidos na norma NBR ABNT/ISO/IEC 17025/98 - Requisitos Gerais para Competência de Laboratório de Ensaio e Calibração.

3 – Organização das Informações

Criar um banco de dados para armazenamento e organização das informações obtidas na amostragem e nas determinações analíticas.

4 - Interpretação Estatística dos Dados

Para formar a matriz de dados, primeiramente deve ser definido como serão avaliados os resultados inferiores aos limites de quantificação e como serão interpretadas as substâncias cuja a maioria dos dados são deste tipo.

Sugere-se para essa avaliação, princípios descritos no relatório sobre aspectos estatísticos para águas subterrâneas elaborado pela Comunidade Européia (EU, 2004):

- tratamento estatístico deve ser realizado para as substâncias que apresentarem até 40% das amostras com resultados inferiores aos limites de quantificação. Para entrada na planilha adota-se o valor correspondente a metade do limite de quantificação.
- Devem ser retirados da matriz, os dados acima dos valores de intervenção e avaliar a necessidade de retirar resultados discrepantes. Os gráficos do tipo box-plot são uma alternativa ao histograma para representar um conjunto de dados, facilitando a visualização da dispersão e destacando valores considerados anômalos .

O tratamento estatístico dos dados será condicionado conforme a distribuição de freqüência dos erros amostrais. Para distribuição normal, amostras simétricas, poderão ser utilizados testes paramétricos. Se a distribuição dos dados não for normal, ou se há dúvida sobre esta condição, pode-se optar pelo uso de testes não paramétrico.

Há testes especificamente destinados a amostras de variação e outros para amostras em que existe vinculação de dependência entre fatores. Há testes para comparar duas amostras e há outros para comparações múltiplas (superior a duas).

Para obtenção dos valores de referência de qualidade os resultados podem ser interpretados por meio do

teste não paramétrico para variáveis independentes, com comparações múltipla, Kruskal- Wallis, que testa a hipótese de que as medianas de conjuntos de dados são iguais entre si para um intervalo de confiança de 95%.

As etapas realizadas para o estabelecimento dos valores de referência de qualidade são as seguintes (CETESB, 2001 e São Paulo, 2005):

- Transformação dos resultados inferiores ao limite de quantificação (<LQ) ao valor correspondente à sua metade, ou seja LQ/2 .
- Exclusão da matriz de dados dos resultados cujas as concentrações ultrapassem os valores de intervenção.
- Descrição dos dados por parâmetro: máximo, mínimo, mediana, média, desvio padrão, quartil 75%, número de amostras, número de amostras com resultado inferior LQ.
- Para as substâncias que apresentam até 40% do total de resultados inferiores ao LQ :
- Realização gráficos tipo “box-plot” para visualização de dados discrepantes (anômalos).
- Definição da necessidade de exclusão de dados discrepantes.
- Verificação da existência de diferenças estatisticamente significativas entre grupos amostrais por meio do teste não paramétrico Kruskal-Wallis - por exemplo, entre as profundidades amostradas.
- Definição dos valores de referência de qualidade por substância, que foi estabelecido como sendo o quartil 75%, podendo ser realizado um arredondamento do valor.

Referências Bibliográficas

APHA-AWWA-WEF **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 20th 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, numerológica 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 Stated Environmental Protection Agency. **SW 846: microwave assisted acid digestion of sediments, sluges, soils, and oils (method 3051).** set. 1994.

US EPA, United Stated 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.

