

Seção 5.1: Avaliação Preliminar – Introdução

A realização da etapa de Avaliação Preliminar em uma área classificada como Área com Potencial de Contaminação (AP), tem como objetivo geral identificar fatos, evidências, indícios ou incertezas que levem a suspeitar da existência de contaminação nos compartimentos do meio ambiente, gerada a partir de uma fonte de contaminação primária localizada dentro ou no entorno dos limites da área em avaliação.

O Órgão Ambiental Gerenciador pode demandar do responsável legal por uma AP a realização da etapa de Avaliação Preliminar por meio de convocação, bem como por meio de exigência técnica em processos administrativos. Outras situações previstas em legislação que também requerem a realização dessa etapa incluem a desativação de atividade potencialmente geradora de área contaminada licenciada e a reutilização de áreas com potencial de contaminação.

Os resultados dessa etapa são utilizados para embasar a Classificação 2 da área em avaliação como Área Suspeita de Contaminação (AS) (ou outra classificação possível, em razão das informações obtidas), além de orientar a execução das demais etapas do GAC.

Uma AS é aquela em que, durante a execução da etapa de Avaliação Preliminar, foram identificados:

- ✓ fatos, evidências, indícios ou incertezas que permitam suspeitar da existência de fontes de contaminação primárias;
- ✓ fatos, evidências, indícios ou incertezas que permitam suspeitar da existência de contaminação nos compartimentos do meio ambiente.

A etapa de Avaliação Preliminar tem como objetivos específicos ou atividades principais:

- ✓ Identificar as fontes de contaminação potenciais;
- ✓ Identificar as substâncias químicas de interesse (SQI);
- ✓ Constatar situações que permitam suspeitar da liberação de SQIs a partir das fontes de contaminação potenciais;
- ✓ Constatar situações que permitam suspeitar da existência de contaminação nos compartimentos do meio ambiente;
- ✓ Verificar a possibilidade de a área em avaliação ser atingida por contaminação gerada a partir de fonte de contaminação externa, fonte de contaminação difusa ou apresentar contaminação por fonte de contaminação natural;
- ✓ Descrever as hipóteses de liberação das SQIs a partir das fontes de contaminação potenciais e distribuição para os compartimentos do meio ambiente;

- ✓ Identificar os bens a proteger;
- ✓ Identificar os caminhos de exposição potenciais;
- ✓ Identificar os responsáveis legais solidários;
- ✓ Definir o modelo conceitual 1 (MCA 1);
- ✓ Verificar a necessidade de realização da etapa de Investigação Confirmatória;
- ✓ Propor plano da etapa de Investigação Confirmatória;
- ✓ Propor nova classificação da área.

A execução da etapa de Avaliação Preliminar produz um diagnóstico inicial de uma determinada AP, a partir da realização das subetapas de Levantamento de Informações Existentes e de Levantamento de Informações em Campo, conforme ilustrado na **Figura 5.1-1**.

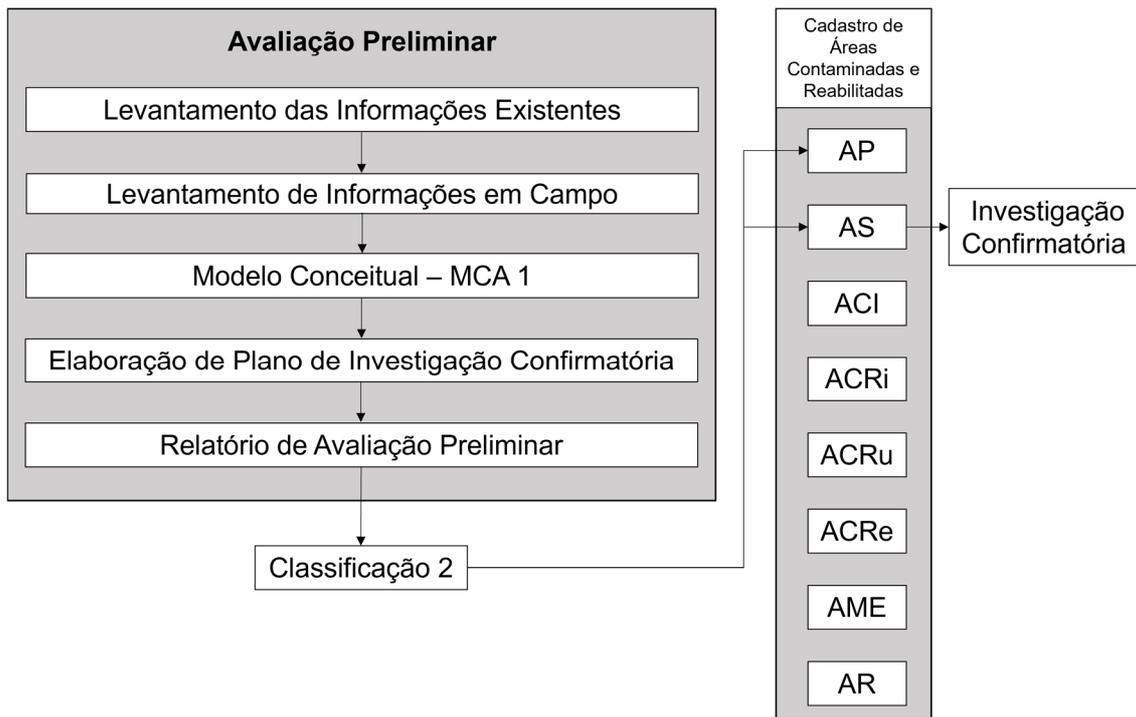
A metodologia e os critérios a serem observados nessas subetapas estão detalhados nas **seções 5.2 e 5.3**, que tratam, respectivamente, do Levantamento de Informações Existentes e do Levantamento de Informações em Campo.

Ao final da Avaliação Preliminar, a interpretação das informações será consolidada no modelo conceitual inicial da área (MCA 1), de maneira a embasar a Classificação 2, conforme descrito na **Seção 5.4**, além de fornecer subsídios para a elaboração do plano da etapa de Investigação Confirmatória, tratado na **Seção 5.5**, quando houver a proposta de classificar a área como AS.

As ASs identificadas passam a integrar a Relação de Áreas Suspeitas de Contaminação, armazenada no Cadastro de Áreas Contaminadas e Reabilitadas.

A compilação e a interpretação dos resultados da etapa de Avaliação Preliminar, juntamente com o MCA 1, são consubstanciadas e apresentadas em um documento denominado Relatório de Avaliação Preliminar, de acordo com o especificado na **Seção 5.6**.

Figura 5.1-1: Fluxograma da etapa de avaliação preliminar



Fonte: Elaboração própria (CETESB, 2023)

Seção 5.2: Levantamento de Informações Existentes

Sumário

1. Introdução.....	1
2. Fontes de Informação.....	2
3. Análise e resultados do levantamento de informações existentes	4
Referências	4

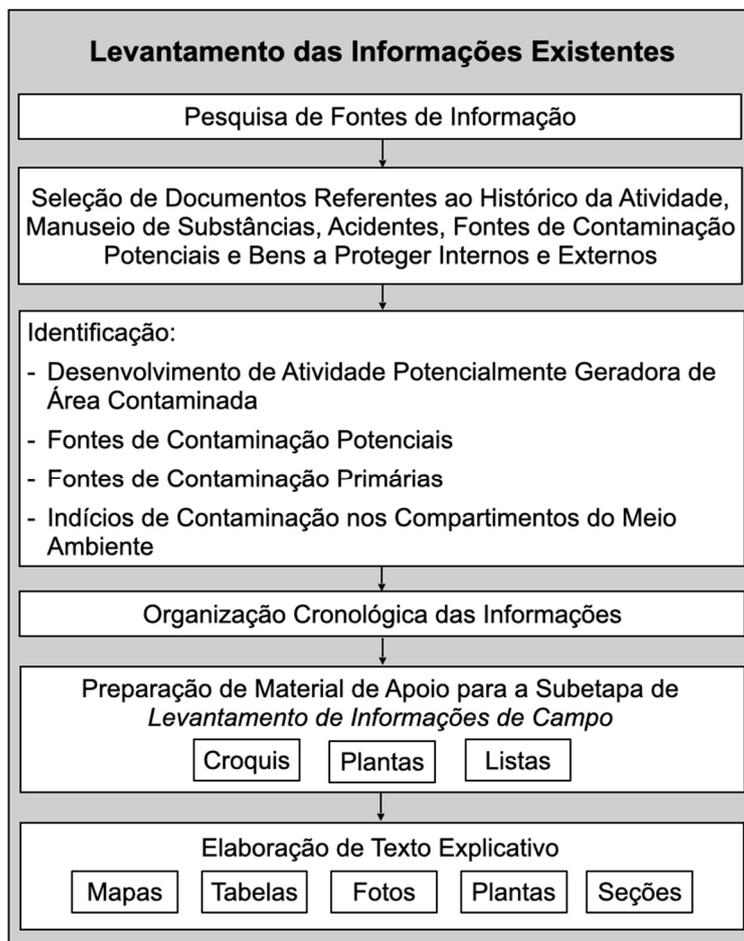
1. Introdução

A subetapa de Levantamento de Informações Existentes consiste na pesquisa, revisão e consolidação de informações disponíveis sobre a Área com Potencial de Contaminação (AP) e seu entorno, em diversas fontes de informação.

Esse levantamento faz parte das primeiras ações da etapa de Avaliação Preliminar, trazendo subsídios para orientar a subetapa de Levantamento de Informações de Campo.

Uma ordem conceitual das atividades realizadas no Levantamento de Informações Existentes está ilustrada na **Figura 5.2-1**.

Figura 5.2-1: Fluxograma da subetapa de levantamento de informações existentes



Fonte: Elaboração própria (CETESB, 2023)

2. Fontes de Informação

No Levantamento de Informações Existentes, podem ser consultadas, entre outras, as seguintes fontes de informação:

- ✓ registros do responsável legal e dos responsáveis legais solidários, como documentos, manuais e relatórios de operação ou manutenção dos processos produtivos;
- ✓ processos administrativos do Órgão Ambiental Gerenciador – normalmente o órgão ambiental estadual responsável pelo Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC), pelo licenciamento e pela fiscalização das atividades potencialmente geradoras de áreas contaminadas na área em avaliação e vizinhança;
- ✓ processos administrativos do órgão municipal, responsável pelo licenciamento e pela fiscalização das atividades potencialmente geradoras de áreas contaminadas sob sua competência local e, em alguns casos, pelo GAC;
- ✓ informações dos órgãos municipais responsáveis pela aprovação de construções e reformas;
- ✓ cadastros federal, estadual ou municipal de Áreas Contaminadas e de Áreas Reabilitadas;
- ✓ cadastros federal e estadual de outorga dos recursos hídricos;
- ✓ cadastros estaduais e municipais dos órgãos de saúde;
- ✓ documentos, vídeos e imagens obtidas na internet;
- ✓ informações das empresas que ocuparam o imóvel ou a área em avaliação obtidas na Junta Comercial da região;
- ✓ matrículas dos imóveis na área em avaliação.

A partir dessas fontes de informação, podem ser encontrados diversos tipos de documentos sobre as atividades que existem ou existiram na área em avaliação – alguns úteis e outros não. Os mais importantes são aqueles que permitem uma reconstrução histórica das atividades, das fontes de contaminação potenciais e do manuseio de substâncias, além dos caminhos potenciais de exposição e bens a proteger. Como exemplo, podemos citar os seguintes documentos:

- ✓ registros relativos ao histórico de utilização, contendo a descrição da atividade potencialmente geradora de área contaminada;
- ✓ registros relativos à descrição do ambiente de trabalho nas áreas fonte e fontes de contaminação potenciais, com a caracterização (dimensões) das instalações;
- ✓ plantas com a localização das fontes de contaminação potenciais, que podem registrar alterações de “layout” ocorridas, destacando-se as

utilidades subterrâneas como a rede de drenagem de esgoto e efluentes e tanques subterrâneos;

- ✓ fluxogramas de produção obtidos em processos de licenciamento no Órgão Ambiental Gerenciador ou com os responsáveis legais solidários, com a descrição das fontes de contaminação;
- ✓ plantas com a localização dos bens a proteger na área em avaliação e na vizinhança.
- ✓ fotografias aéreas ou imagens de satélite multitemporais com a localização das fontes de contaminação potenciais, que podem registrar alterações de “layout” ocorridas;
- ✓ fotografias aéreas ou imagens de satélite multitemporais com a localização dos bens a proteger na área em avaliação e na vizinhança;
- ✓ registros dos produtos, matérias-primas, insumos, resíduos ou efluentes relacionados às fontes de contaminação potenciais ou áreas fonte identificadas;
- ✓ registros de ocorrência de acidentes ou vazamentos;
- ✓ registros com indícios da presença de fontes de contaminação primária;
- ✓ registros de indícios de contaminação dos compartimentos do meio ambiente;
- ✓ registros de denúncias e reclamações;
- ✓ mapas com a localização de APs, Áreas Contaminadas (AC), Áreas em Monitoramento para Encerramento (AME) e Áreas Reabilitadas (AR) existentes na vizinhança;
- ✓ laudos de análises químicas de água subterrânea (realizadas com objetivos diversos) e perfis de poços de abastecimento de água localizados na AP ou na vizinhança;
- ✓ relatórios sobre investigações geotécnicas realizadas para a construção de edificações existentes na área;
- ✓ relatórios sobre a execução no passado de etapas do GAC, se existentes, na área de interesse e vizinhança;
- ✓ mapas topográficos, hidrográficos, geológicos, pedológicos e hidrogeológicos locais e regionais;
- ✓ mapas de parcelamento, uso e ocupação do solo (zoneamento) e do plano diretor municipal;
- ✓ registros dos órgãos federal e estadual fornecedores de outorgas para uso dos recursos hídricos;

- ✓ registros dos órgãos de saúde estadual ou municipal.

3. Análise e resultados do levantamento de informações existentes

Os documentos selecionados sobre a área em avaliação são posteriormente analisados pelo responsável técnico, para que informações relevantes sejam compiladas e transferidas para croquis, plantas e tabelas. Esse trabalho analítico é importante, pois indicará locais a serem checados pelo responsável técnico em inspeção à área, além de torná-lo familiarizado com os processos e atividades desenvolvidas.

A análise dos resultados conduz à formulação das hipóteses sobre os principais problemas de contaminação que podem existir, caso a área em avaliação se torne uma AC, em razão de suas características, como o histórico de geração de áreas contaminadas ou substâncias utilizadas ou geradas.

Como referência para a identificação dos principais problemas de contaminação das atividades potencialmente geradoras de áreas contaminadas, podem ser utilizados os Manuais como a coleção [The Sector Notebook Series](#) da United States Environmental Protection Agency (2016), ou [Environmental, Health, and Safety Guidelines](#) (International Finance Corporation, c2025).

Com maior nível de conhecimento obtido dessa análise, as ações posteriores da Avaliação Preliminar podem ser melhor planejadas pelo responsável técnico, otimizando tempo e recursos. Um exemplo disso é a identificação de novas fontes de informação, como pessoas importantes de serem entrevistadas e a formulação de perguntas para esclarecer as dúvidas existentes.

Referências

IFC. World Bank Group. **Environmental, health, and safety (EHS) guidelines**. Washington, DC: IFC, c2025. Disponível em: <https://www.ifc.org/en/insights-reports/2000/general-environmental-health-and-safety-guidelines>. Acesso em: maio 2025.

USEPA. Compliance Assistance. **Sector notebooks**. Washington, DC: EPA, 2016. Disponível em: <https://archive.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/web/html/index-3.html#obtaining>. Acesso em: maio 2025.

Seção 5.3: Levantamento de informações em campo

Sumário

1. Introdução.....	1
2. Fontes de informação	2
3. Resultados do Levantamento de Informações em Campo.....	3

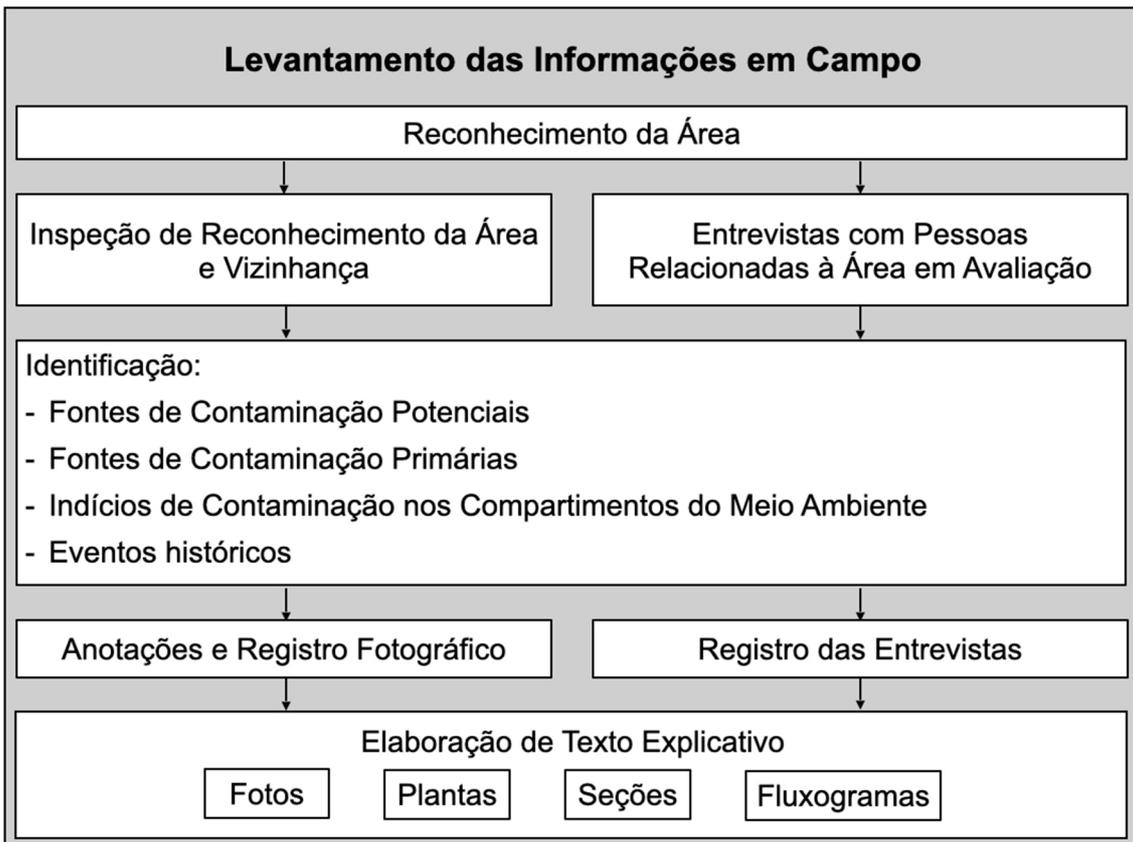
1. Introdução

O Levantamento de Informações em Campo consiste no reconhecimento da área com potencial de contaminação (AP) pelo responsável técnico, por meio de inspeção e entrevistas.

Esse levantamento permite avaliar visualmente as instalações da atividade potencialmente geradora de área contaminada e entrevistar pessoas experientes, conhecedoras do histórico da atividade e de seu entorno.

Uma ordem conceitual das atividades realizadas no Levantamento de Informações em Campo está ilustrada na **Figura 5.3-1**.

Figura 5.3-1: Fluxograma da subetapa de levantamento de informações em campo



Fonte: Elaboração própria (CETESB, 2023)

2. Fontes de informação

Durante a execução do Levantamento de Informações em Campo, podem ser obtidas novas informações sobre a área em avaliação a partir das seguintes atividades:

- ✓ inspeção de reconhecimento da área em avaliação e da vizinhança;
- ✓ entrevistas com pessoas relacionadas à área em avaliação.

A execução do Levantamento de Informações em Campo visa confirmar e complementar as informações obtidas no Levantamento de Informações Existentes, abrindo a possibilidade até de serem revisadas, caso se encontre, em campo, situações diferentes das existentes nos documentos consultados.

Na inspeção de reconhecimento da área em avaliação e da vizinhança, o responsável técnico realiza uma avaliação detalhada da AP, principalmente visual, com o objetivo de identificar as fontes de contaminação potenciais, indícios da existência de fontes de contaminação primárias e de contaminação nos compartimentos do meio ambiente.

São considerados indícios de contaminação os fatos, evidências, indícios ou incertezas que podem apontar a existência de contaminação ou de fontes de contaminação primárias, assim como a ausência de informações ou incertezas sobre os usos ocorridos na área em avaliação.

A seguir, constam exemplos de indícios de contaminação que podem ser identificados em campo:

- ✓ suspeita de ocorrência de vazamentos na fonte de contaminação potencial;
- ✓ ocorrência de vazamentos na fonte de contaminação potencial;
- ✓ manejo inadequado de matérias-primas, produtos, insumos, resíduos ou efluentes durante o funcionamento da fonte de contaminação potencial;
- ✓ inadequações no projeto da fonte de contaminação potencial;
- ✓ observação de indícios de contaminação nos compartimentos do meio ambiente, localizados nas proximidades da fonte de contaminação potencial;
- ✓ presença de matérias-primas, produtos, insumos, resíduos e efluentes, relacionados à fonte de contaminação potencial, dispostos sobre os pisos ou sobre o solo, impregnados nas paredes das construções, misturados no material de aterro, nas águas subterrâneas, no sedimento ou em outro compartimento do meio ambiente;
- ✓ presença de odores ou vapores no ar ambiente, no solo, ou nas águas subterrâneas, nas águas superficiais, ou em outros compartimentos do meio ambiente, relacionados às SQIs identificadas na fonte de contaminação potencial;
- ✓ incertezas sobre a localização ou existência da fonte de contaminação ao longo do histórico de utilização da área, seja pela atividade atual ou por outros usos.

Se possível, durante a inspeção, é recomendável o acompanhamento do responsável técnico por algum funcionário atual ou antigo, ou outra pessoa conhecedora da área, para que haja melhor entendimento da atividade e situação encontrada. Também é importante fazer um registro fotográfico abrangente das constatações de campo, o que facilita os trabalhos subsequentes e a elaboração do relatório da etapa de Avaliação Preliminar.

Durante a execução das entrevistas, busca-se alcançar os mesmos objetivos da inspeção em campo, por meio da consulta às seguintes pessoas relacionadas à área em avaliação:

- ✓ os responsáveis legais (causador e solidários);
- ✓ os funcionários atuais ou antigos;
- ✓ os moradores da área em avaliação;
- ✓ os vizinhos.

A inspeção de campo e entrevistas podem ser otimizadas se o responsável técnico utilizar croquis e listas de checagem elaborados na subetapa de Levantamento de Informações Existentes, evitando que algum local ou questão deixe de ser avaliada em campo por esquecimento.

3. Resultados do Levantamento de Informações em Campo

Os resultados do Levantamento de Informações em Campo são apresentados por meio de texto explicativo, fotos, plantas e seções com o registro das informações levantadas. Posteriormente, são integrados aos resultados do Levantamento de Informações Existentes, para viabilizar a construção do modelo conceitual 1 (MCA 1).

Seção 5.4: Elaboração do Primeiro Modelo Conceitual e Classificação 2

Sumário

1. Introdução	1
2. Estrutura do MCA 1	1
2.1. Plantas georreferenciadas.....	2
2.2. Fluxograma de exposição	2
2.3. Tabela resumo	3
2.4. Texto explicativo.....	4
3. Classificação 2	4
Referências	5

1. Introdução

O primeiro modelo conceitual da área (MCA 1) é produto da consolidação dos resultados da etapa de Avaliação Preliminar. Seu conteúdo descreve, de maneira resumida, as hipóteses de liberação de substâncias a partir das fontes de contaminação identificadas na área com potencial de contaminação (AP), e dos caminhos de exposição que essas podem percorrer nos compartimentos do meio ambiente, até atingirem os bens a proteger.

Nesta seção são apresentadas, no item 2, as diretrizes para a construção do MCA 1 e, no item 3, a metodologia para a classificação da área após a Avaliação Preliminar (Classificação 2).

Uma conceituação geral sobre essa ferramenta importante do Gerenciamento de Áreas Contaminadas, que é o Modelo Conceitual da Área, pode ser consultada no item 5 da **Seção 1.2** deste manual.

2. Estrutura do MCA 1

A elaboração do MCA 1 se inicia com a análise integrada das informações obtidas nas subetapas da Avaliação Preliminar: de Levantamento de Informações Existentes e de Levantamento de Informações de Campo.

Essas informações, inicialmente dispersas, são reunidas e organizadas por fonte de contaminação, formando uma estrutura que contém o seguinte:

- ✓ plantas georreferenciadas com a representação da área com potencial de contaminação, das suas áreas fonte e fontes de contaminação;
- ✓ fluxograma do caminho de exposição;
- ✓ tabela com resumo das informações;
- ✓ texto explicativo com integração e interpretação das informações sobre os caminhos de exposição identificados.

As áreas fonte são subáreas definidas dentro dos limites da AP, que contêm edificações ou setores, onde existem ou existiram fontes de contaminação

relacionadas a um mesmo processo. As áreas fonte são delineadas com o objetivo de organizar as informações sobre as fontes de contaminação existentes na AP.

2.1. Plantas georreferenciadas

A representação da AP, das suas áreas fonte e fontes de contaminação é feita por meio da elaboração de seis plantas, conforme descrito a seguir:

Planta da área com potencial de contaminação – planta contendo o polígono que representa os limites (perímetro) da atividade potencialmente geradora de áreas contaminadas avaliada (atual e pretéritas), delineado com base na(s) matrícula(s) do imóvel(is), ao qual se aplica a classificação como AP. Na legenda, são inseridas informações sobre o CNAE da atividade potencialmente geradora de áreas contaminadas, sua razão social, o número da matrícula, as coordenadas do centro da área, dimensões e pontos de acesso.

Planta multitemporal das áreas fonte – planta contendo a localização atual e/ou pretérita das áreas fonte que existem ou existiram dentro dos limites da área em avaliação. Também é representada nessa planta a posição estimada das áreas fonte cuja localização ou existência foi considerada incerta.

Planta multitemporal das fontes de contaminação – planta contendo a localização atual e/ou pretérita das fontes de contaminação localizadas dentro de cada área fonte. Também é representada nessa planta a posição estimada das fontes de contaminação cuja localização ou existência foi considerada incerta.

Planta multitemporal da vizinhança – planta contendo a localização das Áreas com Potencial de Contaminação (AP), Áreas Contaminadas (áreas classificadas como ACI, ACRI, ACRe e ACRu), Áreas em Monitoramento para Encerramento (AME) e Áreas Reabilitadas (AR), identificadas num raio de 100 metros dos limites da área em avaliação, incluindo as respectivas plumas de contaminação mapeadas, que possam influenciar na área em avaliação.

Planta multitemporal dos bens a proteger – planta contendo os bens a proteger localizados dentro da AP e sua vizinhança, num raio de 100 metros dos seus limites.

Planta dos volumes dos compartimentos do meio ambiente – planta com a projeção dos volumes dos compartimentos do meio ambiente que possam estar contaminados, a partir de cada fonte de contaminação identificada ou estimada, sendo esses volumes determinados com base na interpretação das hipóteses de liberação das substâncias para os compartimentos do meio ambiente e das hipóteses de distribuição das substâncias nesses compartimentos.

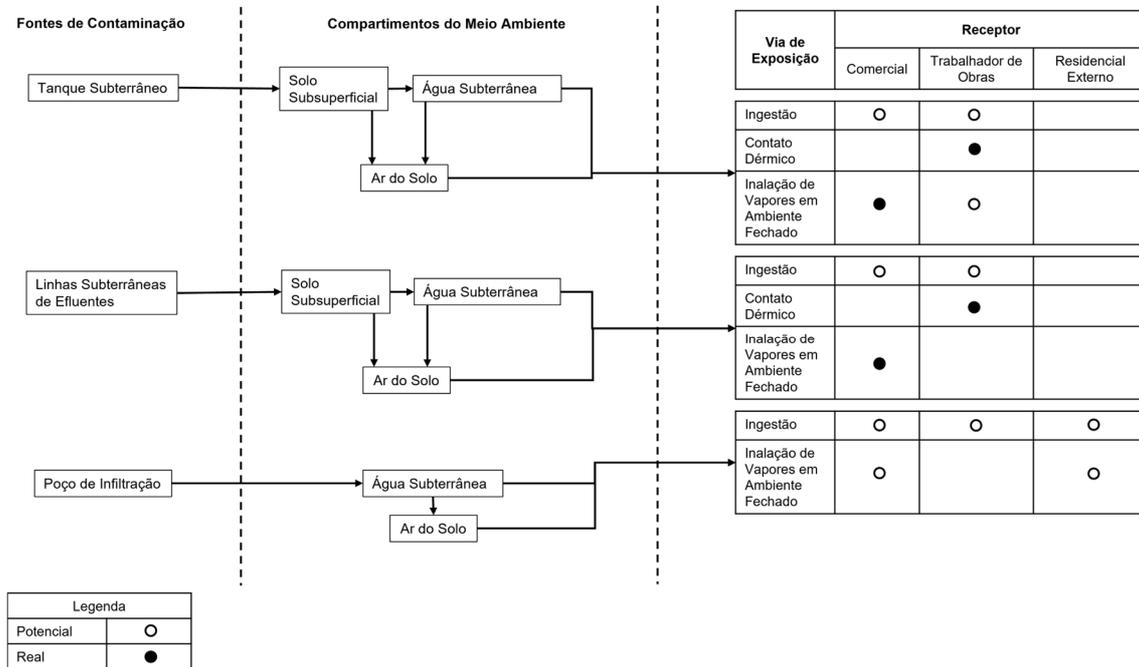
Em razão das características das áreas identificadas na vizinhança, dos bens a proteger ou dos compartimentos do meio ambiente, o raio de 100 metros pode ser diminuído ou expandido, caso o responsável técnico considere necessário.

2.2. Fluxograma de exposição

O fluxograma é um recurso visual do MCA que interliga a fonte de contaminação aos receptores/bens a proteger de uma área em avaliação, indicando os compartimentos do meio ambiente contaminados ou potencialmente contaminados, e a possibilidade de exposição dos receptores à contaminação.

O fluxograma pode ser dividido em três partes, indicando as fontes de contaminação, os compartimentos do meio ambiente e os receptores e vias de exposição, conforme o fluxograma hipotético representado na **Figura 5.4-1**.

Figura 5.4-1 – Exemplo de fluxograma a ser elaborado no MCA 1



Fonte: Adaptado de Department of Toxic Substances Control (2008)

O fluxograma de exposição é mais bem entendido e contribui para o MCA se for acompanhado de figuras com cortes ou seções transversais da área em avaliação, que cruzem os caminhos de exposição mais importantes e demonstrem visualmente, em corte, o trajeto das Substâncias Químicas de Interesse (SQI), desde as fontes de contaminação, até atingir os bens a proteger.

2.3. Tabela resumo

O resumo das informações sobre os caminhos de exposição definidos na etapa de Avaliação Preliminar é necessário para melhor entendimento do MCA 1. Esse resumo pode ser feito por meio de tabela, estruturada com uma fonte de contaminação por linha e as seguintes informações nas colunas:

- ✓ a identificação da fonte de contaminação;
- ✓ a identificação da área fonte;
- ✓ as SQIs a serem consideradas;
- ✓ os bens a proteger que podem ser atingidos;
- ✓ a indicação do nível de prioridade de cada fonte de contaminação para o plano da etapa de Investigação Confirmatória;
- ✓ a indicação dos compartimentos do meio ambiente a serem amostrados na etapa de Investigação Confirmatória.
- ✓ as ações preventivas e corretivas indicadas.

Em outra tabela, podem ser consolidadas as seguintes informações das áreas vizinhas com possibilidade de influenciar na área em avaliação:

- ✓ a identificação da área vizinha;
- ✓ a classificação da área vizinha;
- ✓ as SQIs a serem consideradas;
- ✓ os bens a proteger que podem ser atingidos;
- ✓ a indicação do nível de prioridade de cada área vizinha para o plano da etapa de Investigação Confirmatória;
- ✓ a indicação dos compartimentos do meio ambiente a serem amostrados na etapa de Investigação Confirmatória.

O responsável legal pode propor complementações às tabelas resumo, incluindo colunas adicionais que julgar necessárias para compilação das informações.

Um exemplo hipotético da tabela resumo está ilustrado na **Tabela 5.4-1**:

Tabela 5.4-1 – Tabela resumo a ser elaborada no MCA 1

Fonte de Contaminação	Área Fonte	Grupo das SQIs	Bem a Proteger	Prioridade	Compartimento do meio ambiente a ser amostrado	Ação Corretiva Emergencial
Tanque subterrâneo	Área de abastecimento interno	Hidrocarbonetos	Trabalhador comercial, trabalhador de obras	Prioridade 1	Solo subsuperficial, água subterrânea, ar do solo	Troca do tanque
Linhas subterrâneas de efluentes	Área de produção	Hidrocarbonetos, metais, solventes clorados	Trabalhador comercial, trabalhador de obras	Prioridade 1	Solo subsuperficial, água subterrânea, ar do solo	-
Poço de infiltração	Área de descarte	Hidrocarbonetos, metais, solventes clorados	Trabalhador comercial, residentes externos	Prioridade 1	Água subterrânea, ar do solo	Remoção

Fonte: Elaboração própria (CETESB, 2023)

2.4. Texto explicativo

O texto explicativo do MCA 1 busca trazer sentido às informações representadas nas plantas georreferenciadas, fluxograma e tabela resumo, por meio da descrição dos caminhos de exposição definidos a partir de cada fonte de contaminação interna à área ou da vizinhança, até atingir os bens a proteger.

Como roteiro para construção do texto explicativo, podem ser utilizados os tópicos do item 2.1 da **seção 5.6**.

3. Classificação 2

A Classificação 2 realizada pelo Órgão Ambiental Gerenciador tem como base os indícios de contaminação constatados, e a proposta de classificação feita pelo responsável legal.

Dessa forma, quando identificado pelo menos um indício de contaminação na etapa de Avaliação Preliminar, a área com potencial de contaminação (AP) passa a ser classificada como Área Suspeita de Contaminação (AS).

Cabe ser destacado que, durante a etapa de Avaliação Preliminar, a área em avaliação pode receber outras classificações, além da classificação como AS, em razão dos resultados obtidos.

Caso não sejam identificados indícios de contaminação, a área em avaliação mantém a sua classificação como AP quando, nessa área, permanecer funcionando uma atividade potencialmente geradora de áreas contaminadas. Se, nesse mesmo cenário, não permanecer funcionando uma atividade potencialmente geradora de áreas contaminadas, a área terá sua classificação como AP removida e o GAC será encerrado.

Nas situações em que foi constatada a possibilidade de a área ser atingida por contaminação gerada de fonte de contaminação externa, ou de fonte de contaminação difusa, ou apresentar fonte de contaminação natural, ela passa a ser classificada como AS, e prossegue para a próxima etapa de Investigação Confirmatória.

Referências

DTSC. **Proven Technologies and Remedies Guidance Remediation of Metals in Soil**. Department of Toxic Substances Control. California Environmental Protection Agency. 2008. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://dtsc.ca.gov/wp-content/uploads/sites/31/2024/05/Guidance_Remediation-Soils-050124.pdf](https://dtsc.ca.gov/wp-content/uploads/sites/31/2024/05/Guidance_Remediation-Soils-050124.pdf). Acesso em julho/2025.

Seção 5.5: Elaboração do Plano de Investigação Confirmatória

Sumário

1. Introdução	1
2. Plano de Amostragem	2
2.1. Fontes de contaminação e áreas vizinhas	3
2.2. SQIs e os valores de intervenção	4
2.2.1. SQIs	4
2.2.2. Valores de intervenção	5
2.3. Volumes representativos e designs amostrais	5
2.3.1. Volumes representativos	6
2.3.2. Designs amostrais	6
2.4. Distribuição espacial dos pontos de amostragem	7
2.4.1. Características das fontes de contaminação	9
2.4.2. Características das SQIs	10
2.4.3. Características dos compartimentos do meio ambiente	14
2.4.4. Características dos bens a proteger	15
2.4.5. Objetivos da Investigação Detalhada	15
2.5. Soluções adotadas em relação às dificuldades encontradas para a localização dos pontos de amostragem	16
2.5.1. Incertezas sobre a existência, localização ou características da fonte de contaminação	16
2.5.2. Dificuldade de acesso aos pontos de amostragem ou restrições de segurança	17
2.5.3. Prazos reduzidos	17
2.5.4. Recursos econômicos	17
3. Seleção dos métodos de investigação	18
3.1. Métodos indiretos de investigação	18
3.2. Métodos diretos de investigação	18
3.3. Métodos analíticos	19
3.4. Controles de qualidade	19
4. Elaboração do plano de infraestrutura e segurança	19
5. Elaboração do cronograma	19
Referências	19

1. Introdução

O plano da etapa de Investigação Confirmatória é construído a partir da execução das seguintes ações, todas baseadas no primeiro modelo conceitual da área (MCA 1):

- ✓ elaboração do plano de amostragem;
- ✓ seleção dos métodos de investigação;
- ✓ elaboração do plano de infraestrutura e segurança;
- ✓ elaboração do cronograma.

O plano de amostragem contém a indicação do número de amostras a serem coletadas, a localização em planta e em profundidade dos pontos de amostragem, além da

definição das Substâncias Químicas de Interesse (SQIs) e seus respectivos valores de intervenção (VI).

Os métodos de investigação dos compartimentos do meio ambiente são parte do plano de amostragem, cuja seleção adequada se dá conforme o tipo de amostras e análises propostas.

No plano de infraestrutura e segurança são definidos: a estrutura física necessária para a implementação dos métodos de investigação, assim como os procedimentos de segurança dos trabalhadores envolvidos nas investigações, das pessoas existentes na área em avaliação ou na sua vizinhança e do meio ambiente.

O cronograma da etapa de Investigação Confirmatória tem como referência temporal os aspectos administrativos e legais envolvidos, como, por exemplo, as exigências do Órgão Ambiental Gerenciador. Na sua construção, também são consideradas as atividades do plano de amostragem, do plano de infraestrutura e segurança e, em algum aspecto, os interesses e restrições que o responsável legal possa ter.

2. Plano de Amostragem

O plano de amostragem será definitivo caso as informações sobre a existência, localização ou características das fontes de contaminação descritas no MCA 1 forem consideradas completas, permitindo a locação de pontos de amostragem representativos necessários para embasar a decisão sobre a existência de contaminação nos compartimentos do meio ambiente.

Caso contrário, se houver incertezas sobre esses aspectos, poderá ser previsto, no plano, a adoção de métodos de investigação que indiquem a natureza e a distribuição das substâncias químicas de interesse (métodos de *screening* ou geofísicos), com o objetivo de reduzir tais incertezas e direcionar o posicionamento dos pontos de amostragem que serão utilizados para confirmar, ou não, a presença de contaminação nos compartimentos do meio ambiente. Com isso, os resultados dessas investigações poderão refinar o plano de amostragem até que ele se torne definitivo.

Outras situações, como a existência de obstáculos físicos, aspectos de segurança identificados em campo, problemas relativos aos prazos a serem cumpridos ou recursos econômicos insuficientes, podem provocar ajustes no plano de amostragem, sendo necessário apontar as soluções encontradas para esses problemas, com as devidas justificativas.

Portanto, em razão da presença dessas incertezas registradas no MCA 1 ou outras dificuldades identificadas em campo, o plano de amostragem elaborado na etapa de Avaliação Preliminar poderá ser revisado e consolidado definitivamente no início da subetapa de Execução do Plano de Investigação Confirmatória.

Dessa forma, são indicados no plano de amostragem da Investigação Confirmatória os seguintes itens:

- ✓ as fontes de contaminação – ou áreas vizinhas que possam influenciar na área em avaliação – a serem contempladas na etapa de Investigação Confirmatória (prioridade 1);
- ✓ as SQIs e os respectivos valores de intervenção a serem considerados, organizados para cada fonte de contaminação ou áreas vizinhas identificadas;

- ✓ os volumes representativos dos compartimentos do meio ambiente com maior potencial de terem sofrido alteração em sua qualidade, deixando clara a relação com as fontes de contaminação ou áreas vizinhas consideradas, conforme definido no MCA 1;
- ✓ o design amostral (amostragem direcionada ou sistemática) definido para investigar de forma representativa os volumes dos compartimentos do meio ambiente, que é construído com base nas incertezas sobre a completude das informações históricas utilizadas na identificação de todas as fontes de contaminação;
- ✓ as técnicas de amostragem de solo, água subterrânea, vapores do solo e outros materiais de interesse a serem utilizadas na execução do design amostral;
- ✓ as dificuldades encontradas para a execução dos pontos de amostragem programados, como obstáculos físicos, prazos, recursos técnicos e econômicos. Essa avaliação é importante para a elaboração dos próximos modelos conceituais da área, os quais terão o desafio de considerar essas limitações na continuidade do gerenciamento e implantação de medidas de intervenção eficazes e eficientes.

2.1. Fontes de contaminação e áreas vizinhas

O plano de amostragem da Investigação Confirmatória é construído com base no conhecimento sobre as fontes de contaminação potenciais ou primárias, de maneira que métodos de investigação distintos podem ser considerados, a depender da existência de informações completas ou de incertezas sobre a existência, posicionamento ou características dessas fontes.

Onde foram observadas incertezas, determinados métodos de investigação são utilizados para gerenciá-las (métodos de *screening* e geofísicos), com o objetivo de direcionar as amostragens nos compartimentos do meio ambiente selecionados.

Outra categorização possível de ser adotada para cada fonte de contaminação considera o grau de prioridade para ser investigada (prioridade 1 ou 2), ou seja, estabelece justificadamente qual fonte será investigada na etapa de Investigação Confirmatória (prioridade 1) e qual poderá ser investigada na etapa seguinte de Investigação Detalhada (prioridade 2), caso haja necessidade. As justificativas podem ser, por exemplo, a racionalização de recursos econômicos, baixa potência da fonte de contaminação, garantia da segurança dos trabalhadores das investigações e de outras pessoas próximas, ou ainda aguardar uma situação favorável para acessar a fonte de contaminação, como após a demolição de instalações.

As mesmas diretrizes descritas para investigar as fontes internas são válidas para investigar fontes externas, quando houver a possibilidade de a área em avaliação ter sido atingida por uma pluma de contaminação proveniente de fonte de contaminação localizada em área vizinha. Além da sua posição em relação à área em avaliação, representada em planta, são discriminados o volume dos compartimentos do meio ambiente potencialmente contaminados, as incertezas sobre sua existência, localização ou características e o grau de prioridade para investigação de cada área vizinha (prioridade 1 ou 2).

2.2. SQIs e os valores de intervenção

No plano de amostragem é necessário consolidar as SQIs definidas no MCA 1, a serem analisadas na Investigação Confirmatória, assim como seus respectivos VIs.

2.2.1. SQIs

Para consolidar as SQIs, adota-se como referência a composição dos materiais utilizados ou armazenados na fonte de contaminação potencial ou primária. A partir dessa avaliação, as substâncias peculiares a esses materiais, determinadas em literatura, que tenham características suficientes para causar danos aos bens a proteger, são selecionadas como SQIs.

Diretrizes gerais sobre a definição das SQIs são apresentadas no item 6 da **Seção 1.2**.

Quando não há informações sobre a composição dos materiais no MCA 1, pode ser necessário realizar análises químicas dos materiais ou refinar a pesquisa histórica realizada na subetapa de Levantamento de Informações Existentes.

Se houver incertezas sobre as características da fonte de contaminação, de forma que não seja possível definir os materiais utilizados, considera-se a composição dos materiais que são ou possam ter sido utilizados, ou armazenados na área fonte à qual eles pertencem. Em um cenário de incerteza ainda maior, quando nem mesmo estiverem disponíveis informações sobre as áreas fonte, pode-se considerar a composição dos materiais que são, ou possam ter sido utilizados, ou armazenados na operação da Atividade Potencialmente Geradora de Áreas Contaminadas desenvolvida, ou que foi desenvolvida na área em avaliação.

Por exemplo, no caso em que há certeza de armazenamento somente de gasolina em um tanque de combustíveis, poderiam ser indicadas as SQIs benzeno, tolueno, etilbenzeno, xilenos, além do TPH fracionado, para identificar uma possível contaminação de um compartimento do meio ambiente a partir de um vazamento nesse tanque, considerando as informações existentes em ampla literatura sobre a composição da gasolina e os danos que essas substâncias podem provocar aos bens a proteger.

Quando há incerteza sobre qual tipo de combustível foi armazenado no tanque, ou há informações de que nesse tanque foram armazenados vários tipos de combustíveis, existirá a necessidade de ampliar a lista de SQIs, em razão da composição dos combustíveis que foram ou possam ter sido armazenados no tanque. Essa definição pode ser realizada por meio de análises químicas do combustível armazenado ou refinamento da pesquisa histórica realizada na subetapa de Levantamento de Informações Existentes.

Se houver uma fonte de contaminação externa localizada na vizinhança, a indicação das SQIs terá como base informações sobre as plumas de contaminação mapeadas a montante, que atingiram ou que possam atingir a área em avaliação.

Na ausência de informações sobre as plumas provenientes de fonte de contaminação externa, as SQIs devem ser indicadas com base nas características das Atividades Potencialmente Geradoras de Áreas Contaminadas identificadas na vizinhança e, preferencialmente, se houver mais detalhamento de informações, com base nas características de suas respectivas fontes de contaminação potenciais ou primárias.

Em suma, busca-se definir as SQIs por fonte de contaminação potencial ou primária, área fonte ou Atividade Potencialmente Geradora de Área Contaminada, conforme o

nível de incerteza, selecionando-as de forma criteriosa e personalizada. A simplificação dessa atividade com a realização de varreduras de grupos de substâncias químicas, muitas vezes adotada para compensar uma falta de informações sobre o histórico da área, é um recurso a ser considerado em última instância, depois de esgotadas as possibilidades de identificar SQIs específicas de serem investigadas.

2.2.2. Valores de intervenção

Para cada SQI selecionada, é definido um respectivo Valor de Intervenção (VI), a ser utilizado para realizar a Classificação 3.

No caso do estado de São Paulo, são utilizados os VIs estabelecidos pela CETESB por meio da [Decisão da Diretoria 125/2021/E](#) (CETESB, 2021). Outros estados podem utilizar os **Valores de Investigação** (que correspondem aos VIs) estabelecidos na [Resolução CONAMA nº 420/2009](#) (Brasil, 2009), caso não tenham desenvolvidos seus próprios VIs.

Para SQIs ou meios não contemplados nessas relações, poderão ser utilizados os valores definidos na última atualização dos [Regional Screening Levels](#) (RSLs), desenvolvidos pela United States Environmental Protection Agency (USEPA, 2024), ou utilizadas listas de valores orientadores de intervenção produzidas por outras entidades reconhecidas.

Para as SQIs não incluídas nessas listas, mas de importância para a avaliação de determinada área/atividade, o responsável técnico tem a tarefa de propor valores de intervenção específicos, utilizando a Planilha de Avaliação de Risco da CETESB, quando se tratar de risco à saúde humana, ou outra ferramenta, dependendo do tipo de bem a proteger. Mesmo que isso não seja possível, essa SQI se mantém incluída como parâmetro de interesse no gerenciamento da área, para a qual um critério de tomada de decisão, caso a caso, terá de ser estabelecido.

Na definição do valor de intervenção a ser adotado, para efeito de comparação com as concentrações observadas nas amostras de solo ou em outros materiais sólidos que possam estar presentes na zona não saturada – como sedimentos, rochas ou materiais antrópicos –, e confirmar a presença de uma possível contaminação em fase retida, utiliza-se o cenário de exposição existente ou proposto para a área e seu entorno, a saber, agrícola, residencial ou comercial/industrial. Nos casos em que não seja possível a caracterização específica de um único cenário para a área e entorno, adota-se o cenário para o qual os valores de intervenção sejam mais restritivos.

2.3. Volumes representativos e designs amostrais

Conceitualmente, as investigações na etapa de Investigação Confirmatória são posicionadas dentro dos volumes representativos dos compartimentos do meio ambiente que podem ter sido atingidos por substâncias liberadas de uma fonte de contaminação.

A definição desse posicionamento, além da quantidade de amostras necessárias, forma uma distribuição de amostras denominada design amostral, a ser estabelecida para cada compartimento do meio ambiente objeto de investigação.

Destaca-se que na etapa de Investigação Confirmatória, não é recomendada a amostragem dentro ou abaixo das fontes de contaminação potenciais ou primárias, quando houver suspeita da presença de fase livre de líquidos imiscíveis mais densos que a água (DNAPL), especialmente, solventes clorados. Isso, em razão da possibilidade de agravamento da contaminação, como a ocorrência de uma possível

contaminação cruzada para porções dos compartimentos do meio ambiente que não foram atingidos pela contaminação. Nesses casos, as investigações são planejadas e executadas na etapa de Investigação Detalhada, tomando-se os devidos cuidados.

2.3.1. Volumes representativos

Os volumes representativos são porções tridimensionais dos compartimentos do meio ambiente em que existe a possibilidade das SQIs se acumularem ou se encontrarem em transporte, liberadas a partir de uma fonte de contaminação potencial ou primária existente, ou que possa ter existido. Esses volumes são definidos com base nas seguintes informações:

- ✓ as atividades potencialmente geradoras de áreas contaminadas;
- ✓ as fontes de contaminação potenciais ou primárias;
- ✓ os indícios de contaminação;
- ✓ as áreas localizadas na vizinhança;
- ✓ as hipóteses de liberação das SQIs para os compartimentos do meio ambiente;
- ✓ as hipóteses de distribuição das SQIs nos compartimentos do meio ambiente;
- ✓ as hipóteses de exposição dos bens a proteger às SQIs e vias de ingresso.

Como regra geral, os volumes representativos dos compartimentos do meio ambiente com maior probabilidade de ter sua qualidade afetada, estão localizados no entorno da fonte de contaminação potencial ou primária, até uma distância (no sentido horizontal) ou profundidade (no sentido vertical) em que são esperadas concentrações elevadas das SQIs, como centros de massa, ou fontes de contaminação secundárias, como as plumas de contaminação.

Dessa forma, para cada fonte de contaminação podem ser definidos mais de um volume representativo, sendo um para cada compartimento do meio ambiente potencialmente atingido, uma vez que o comportamento e mobilidade dos contaminantes varia conforme o compartimento do meio ambiente em que está inserido.

Os volumes representativos podem ser colocados em ordem de priorização para serem investigados na etapa de Investigação Confirmatória ou na Investigação Detalhada (caso seja confirmada contaminação).

2.3.2. Designs amostrais

Para cada volume representativo definido, é estabelecido, em seguida, um design amostral. Existem duas categorias gerais de design amostral: o probabilístico e o direcionado.

O design amostral probabilístico envolve necessariamente uma seleção aleatória das amostras, em que cada membro da população amostral tem a mesma chance de ser selecionado. Esse design permite a realização de inferências estatísticas (quantificação do erro e estimativa da variância) e tem como vantagem a possibilidade de estimar ou quantificar as incertezas da amostragem realizada. Porém, possui a desvantagem de ser difícil, ou mesmo inviável, a sua implantação em áreas ativas, por envolver a coleta

de amostras aleatórias em locais com inúmeros obstáculos. Normalmente, resultam em um custo maior, quando comparado ao design direcionado.

Entre os designs amostrais probabilísticos podem ser citados o sistemático em grid regular e o multi-incremento.

Recomenda-se como referência sobre o assunto o documento [Guidance on Choosing a Sampling Design for Environmental Data Collection – For use in Developing a Quality Assurance Project Plan – EPA QA/G-55 – United States Environmental Protection Agency – December 2002 – EPA/240/R-02/005](#) (USEPA, 2002).

No design direcionado, a seleção das amostras é realizada com base em julgamento profissional, considerando a existência de informações de qualidade suficiente no MCA 1, ou de informações obtidas da aplicação de métodos diretos ou indiretos de investigação (métodos de screening ou geofísica), visando direcionar as amostragens.

Um design direcionado é mais fácil de ser implementado e normalmente a um custo menor, em comparação com o design probabilístico. Porém, sua aplicação de forma adequada depende da construção de um MCA 1 consistente, com um nível de incerteza aceitável, ou seja, sem incertezas relativas à existência, localização ou características das fontes de contaminação, para as quais foi possível definir de maneira representativa os volumes dos compartimentos do meio ambiente a serem amostrados.

Em termos do tipo de fonte de contaminação, o design amostral direcionado tem melhor aplicação na investigação de fontes de contaminação potenciais ou primárias pontuais.

Para as fontes de contaminação pontuais, onde existem incertezas quanto à localização ou características, para fontes de contaminação difusas ou para aquelas com características lineares (tubulações subterrâneas, por exemplo), onde os pontos de vazamento não puderam ser identificados, o design amostral probabilístico mostra-se mais adequado para investigá-las.

Portanto, quando houver incertezas sobre a existência, a localização ou as características das fontes de contaminação, recomenda-se considerar a adoção inicial de um design amostral probabilístico, cujos resultados possam ser usados para a tomada de decisão sobre a existência de contaminação ou, em semelhança à estratégia de investigação com métodos de *screening* e geofísica, que orientem a complementação da Investigação Confirmatória com a utilização posterior de um design direcionado.

2.4. Distribuição espacial dos pontos de amostragem

Uma vez definido o volume representativo do compartimento do meio ambiente a ser amostrado, os pontos de amostragem são posicionados em seu interior, considerando um design amostral direcionado ou probabilístico.

Para se determinar a distribuição espacial dos pontos de amostragem, é preciso que se considere, de forma integrada, os seguintes fatores:

- ✓ características das fontes de contaminação;
- ✓ características das SQIs;
- ✓ características dos compartimentos do meio ambiente;

- ✓ características dos bens a proteger;
- ✓ objetivos da Investigação Detalhada.

Portanto, as opções para a seleção dos compartimentos do meio ambiente são as seguintes:

- ✓ o compartimento do meio ambiente onde ocorre ou pode ocorrer o primeiro contato com as SQIs relacionadas com a fonte de contaminação potencial ou primária;
- ✓ os compartimentos do meio ambiente que podem ser atingidos pelas SQIs, a partir de uma estimativa conservadora;
- ✓ os compartimentos do meio ambiente onde foram observados indícios de contaminação;
- ✓ os compartimentos do meio ambiente onde pode haver contato das SQIs com os bens a proteger.

Em relação às áreas contaminadas vizinhas, busca-se selecionar os compartimentos do meio ambiente onde estão presentes as plumas de contaminação mapeadas ou estimadas que caminham em direção à área em avaliação.

No design probabilístico, a localização dos pontos de amostragem segue as regras estabelecidas nos métodos adotados, como, por exemplo, o grid regular ou o multi-incremento.

No design direcionado, os pontos de amostragem são localizados próximos à fonte de contaminação, nos locais onde foram observados indícios de contaminação ou onde foram observadas anomalias, pela aplicação de métodos de investigação por *screening* ou geofísica.

Não há uma regra geral sobre o número ou os posicionamentos das amostras que seriam considerados suficientes para uma amostragem representativa, sendo a definição dessas variáveis dependente das dimensões do volume representativo e de uma interpretação integrada das informações contidas no MCA 1.

Observa-se que na etapa de Investigação Confirmatória, em consideração a aspectos técnicos e econômicos, os pontos de amostragem podem ser posicionados preferencialmente no compartimento do meio ambiente onde há maior probabilidade de identificar a contaminação.

Dessa forma, não é necessário incluir, no plano de amostragem da Investigação Confirmatória, todos os compartimentos do meio ambiente levantados para uma determinada fontes de contaminação, especialmente quando, para um deles, já existem fortes indícios de contaminação registrados no MCA 1 ou quando existe algum impedimento local. Os demais compartimentos do meio ambiente levantados poderão ser contemplados nas etapas seguintes do GAC, mais especificamente, na Investigação Detalhada.

Entretanto, quando há necessidade de se comprovar que não existe contaminação na área em avaliação, é necessário abranger um número maior de compartimentos do meio

ambiente e coletar amostras representativas nos volumes potencialmente impactados, ou propor uma medida de gerenciamento dessa incerteza.

2.4.1. Características das fontes de contaminação

As hipóteses de liberação das SQLs a partir das fontes de contaminação são o parâmetro inicial para a definição da distribuição espacial dos pontos de amostragem.

Sua análise consiste em estimar como as SQLs são liberadas das fontes de contaminação e entram em contato com os compartimentos do meio ambiente, de forma que seja possível definir, preliminarmente, os compartimentos do meio ambiente – ou suas partes – a serem amostrados.

A análise da hipótese de liberação das SQLs tem grande serventia em descartar compartimentos do meio ambiente, ou certas porções, de serem amostrados.

Assim, por exemplo, um tanque de armazenamento subterrâneo, que apresentou suspeita de vazamento de um determinado líquido, terá como limite superior do volume representativo do compartimento ambiental solo (fase sólida da zona não saturada) a área da projeção em planta do tanque, localizada a aproximadamente um metro de profundidade, correspondente à profundidade da parte superior do tanque. Dessa forma, verifica-se de imediato a possibilidade de descartar, como parte integrante do volume representativo, o solo com menos de um metro de profundidade localizado entre a superfície até a parte superior do tanque, e considerar que os pontos de amostragem serão posicionados próximos, ao lado ou abaixo do tanque, considerando nesses casos, geralmente, o design amostral direcionado. Ainda, dependendo das características dos materiais armazenados, como, por exemplo, gasolina, do tempo decorrido desde o potencial vazamento, bem como das restrições de segurança para perfuração na área do tanque, pode-se adotar também como volume representativo as águas subterrâneas a jusante da fonte.

Outro exemplo seria a liberação de SQL para a atmosfera a partir de uma chaminé, com posterior deposição de partículas sólidas sobre o solo. Nesse caso, o limite superior do volume representativo é definido pela área da superfície do terreno com a possibilidade de ser atingida pelas partículas sólidas, em razão da direção preferencial dos ventos. Caso as SQLs tenham a propriedade de se manter como partículas sólidas ou de se adsorver no solo na forma iônica, pode-se considerar a profundidade do volume representativo reduzida, limitada a alguns centímetros do solo superficial, fazendo com que os pontos de amostragem de solo estejam posicionados nesse intervalo vertical. Consequentemente, o volume de solo subsuperficial, mais profundo, não se mostra representativo, não sendo necessária, nessa etapa, sua amostragem e análise.

O fato de a fonte de contaminação estar ativa ou não, também influencia no processo de definição da distribuição espacial dos pontos de amostragem, uma vez que, com essa informação, pode-se estimar o tempo decorrido da liberação das SQLs, a quantidade liberada e se houve tempo suficiente para ocorrerem processos de degradação ou transporte das SQLs no compartimento do meio ambiente. Nesse mesmo sentido, é importante ter informações sobre as dimensões e a potência da fonte de contaminação (avaliação da quantidade de SQL liberada da fonte de contaminação ao longo do tempo).

2.4.2. Características das SQIs

Avaliadas as características das fontes de contaminação, o processo de determinação da distribuição espacial dos pontos de amostragem considera, em seguida, as características das SQIs e seu comportamento nos compartimentos do meio ambiente.

Existem SQIs que possuem a tendência de ficarem retidas na parte sólida do meio subterrâneo, constituída pelas partículas minerais e matéria orgânica de solos, sedimentos e rochas, ou mesmo materiais antrópicos, como aterros, pisos, paredes e fundações de edificações, formando, assim, a chamada fase retida, denominada também como fase adsorvida ou sorvida. Podem ser citados como exemplos desse tipo de SQIs os metais pesados (em estado sólido ou na forma iônica), como o chumbo, e substâncias orgânicas com baixa solubilidade e volatilidade, como os PCBs.

Diferentemente, outras SQIs têm a tendência de ficarem dissolvidas na água que ocupa os poros da parte sólida, por possuírem solubilidade alta, formando, assim, a fase dissolvida, como o cromo hexavalente e o nitrato.

Existem também as SQIs que apresentam solubilidade e volatilidade, cujos valores permitem a coexistência das fases retida, livre, dissolvida e vapor (ou gasosa), como o tetracloroetano, tricloroetano e os componentes da gasolina benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos.

Outras SQIs, como o metano, se apresentam essencialmente na fase gasosa.

Dessa forma, em geral, podem ser considerados os seguintes grupos de SQIs para o estabelecimento de estratégias, visando à definição da localização dos pontos de amostragem dentro dos volumes representativos, relativos a uma determinada fonte de contaminação:

- ✓ SQI com tendência a permanecer predominantemente em fase retida;
- ✓ SQI com tendência a permanecer predominantemente em fase dissolvida;
- ✓ SQI com tendência a coexistir em fases: retida, livre, dissolvida e vapor;
- ✓ SQIs que se apresentam essencialmente na fase gasosa.

2.4.2.1. Estratégias para SQIs com tendência de permanecer predominantemente em fase retida

Considerando o comportamento dessas SQIs, o compartimento do meio ambiente na zona não saturada torna-se prioritário para posicionar os pontos de amostragem, quando a fonte de contaminação estiver próxima da superfície do terreno, como, por exemplo, um tanque aéreo, área de disposição de resíduos ou máquina industrial, ou quando se tratar de fonte de contaminação que promova a dispersão de partículas pelo ar, que, posteriormente, são depositadas na superfície do terreno à jusante, considerando a direção preferencial dos ventos, como uma chaminé.

Nos primeiros casos (fonte de contaminação próxima da superfície do terreno), os pontos de amostragem são corretamente posicionados logo abaixo da fonte de contaminação ou no seu entorno próximo, dentro do volume representativo relativo a essa fonte, obedecendo ao design amostral mais adequado para o caso.

No segundo caso (fonte de contaminação que promova dispersão de partículas pelo ar), os pontos de amostragem concentram-se nas porções do terreno onde há possibilidade de ocorrer a deposição das partículas, também localizadas dentro do volume representativo relativo a essa fonte, obedecendo ao design amostral mais adequado para o caso.

Nessas situações, é recomendado adotar inicialmente o design probabilístico, definindo unidades de decisão coincidentes com a área das fontes potenciais ou seu entorno imediato. Nesses locais, utilizam-se os resultados dessa amostragem para a tomada de decisão a respeito da existência de contaminação ou não.

Para as áreas onde há incerteza sobre a existência ou localização das fontes de contaminação, as unidades de decisão precisam ser aleatórias, e os resultados podem ser utilizados para orientar a decisão a respeito da existência de contaminação, ou a aplicação do design amostral direcionado para os volumes de solo (materiais da zona não saturada) investigados, que apresentaram evidências de contaminação.

Em razão das características de retenção dessas SQIs, não seria necessário localizar pontos no compartimento do meio ambiente água subterrânea (água na zona saturada) para se atingir os objetivos da etapa de Investigação Confirmatória.

Entretanto, em uma interpretação integrada, o compartimento do meio ambiente água subterrânea poderia ser contemplado, mesmo que estejam envolvidas SQIs com essas características. Isso pode ser realizado, quando existirem evidências de que a água da zona saturada possa ter sido atingida, como, por exemplo, a indicação de grande potência da fonte de contaminação, determinação de pequena espessura da zona não saturada, localização da fonte de contaminação dentro da zona saturada ou mesmo quando é considerado necessário confirmar ou não a presença de contaminação junto aos bens a proteger próximos da fonte de contaminação, como em um poço de abastecimento de água público ou privado.

Porém, deve ser ressaltado que a não detecção de SQI desse tipo em fase dissolvida na água subterrânea, não significa que elas não estejam presentes em fase retida na zona não saturada ou mesmo na zona saturada.

Dessa forma, as estratégias para posicionar os pontos de amostragem dentro dos volumes representativos, considerando as características desse tipo de SQI, exigem a determinação mais precisa possível da localização, dimensões e potência da fonte de contaminação.

2.4.2.2. Estratégias para SQIs com tendência de permanecer predominantemente em fase dissolvida

Para substâncias mais solúveis em água, com tendência de permanecer predominantemente em fase dissolvida, o compartimento do meio ambiente água subterrânea, presente na zona saturada, torna-se prioritário para posicionar os pontos de amostragem dentro do volume representativo definido para a fonte de contaminação em avaliação.

Considerando a dimensão horizontal, os pontos de amostragem são posicionados a jusante da fonte de contaminação, próximos desta, em locais onde se estima a presença de um hot spot ou centro de massa da provável pluma de contaminação dissolvida, ou onde foram observados indícios de contaminação.

Na dimensão vertical, leva-se em conta o contexto hidrogeológico local, por exemplo, por meio da avaliação da possibilidade de existência de fluxo vertical das águas subterrâneas – ascendente, descendente ou horizontal –, para o posicionamento dos pontos de amostragem em profundidade.

Também é recomendada a inclusão de pontos de amostragem a montante da fonte de contaminação, para verificar a qualidade natural da água subterrânea ou constatar eventual contaminação proveniente de fontes de contaminação externas localizadas à montante.

A determinação das porções de montante e jusante pode ser feita a partir de uma estimativa do sentido de fluxo da água subterrânea, com base, inicialmente, na observação da topografia da área e identificação do posicionamento de drenagens e corpos de água, além da consulta a relatórios de investigação de áreas localizadas no entorno. Essa estimativa tem condições de ser refinada posteriormente na Investigação Confirmatória, pela aplicação de métodos de investigação ou por meio da elaboração de mapas potenciométricos após a instalação de poços de monitoramento ou piezômetros, preferencialmente, multiníveis. Em áreas onde as informações obtidas não permitam estimar o sentido de fluxo preferencial das águas subterrâneas, é recomendável que a potencimetria seja avaliada durante a instalação dos primeiros poços de monitoramento, de forma a possibilitar adequações no plano de amostragem, caso necessário.

Nessas situações, é recomendado adotar o design amostral direcionado.

Em razão das características dessas SQIs, não seria necessário incluir pontos de amostragem nos compartimentos do meio ambiente localizados na zona não saturada. Entretanto, dentro de uma interpretação integrada, isso pode ocorrer, especificamente quando existirem evidências de que essas SQIs estejam retidas na zona não saturada. Como exemplo, pode-se citar situações de ocorrência de vazamento contínuo a partir da fonte de contaminação, possível retenção de SQIs em razão da presença de camadas com baixa permeabilidade ou localização da fonte de contaminação dentro da zona não saturada.

Destaca-se que uma eventual investigação da fase retida poderá ser executada após a confirmação da presença de contaminação em fase dissolvida na etapa de Investigação Confirmatória ou, preferencialmente, na etapa de Investigação Detalhada.

Dessa forma, as estratégias para posicionar os pontos de amostragem dentro dos volumes representativos, considerando as características desse tipo de SQI, exigem a determinação mais precisa possível da localização, dimensões e potência da fonte de contaminação e uma estimativa confiável do sentido de fluxo das águas subterrâneas.

Caso essas informações não estejam disponíveis, poderão ser aplicados métodos de investigação com o objetivo de direcionar a amostragem ou ser realizada uma investigação probabilística (malha regular de pontos de amostragem de água subterrânea).

2.4.2.3. Estratégias para SQIs com tendência a coexistir em fase retida, livre, dissolvida ou vapor

Na coexistência multifásica de determinadas substâncias, são priorizados os compartimentos do meio ambiente: água subterrânea, presente na zona saturada, e o ar da zona não saturada, para posicionar os pontos de amostragem, uma vez que as plumas de contaminação em fase dissolvida e em vapor possuem, geralmente, maior abrangência espacial.

Os pontos de amostragem de água subterrânea serão posicionados corretamente quando estiverem a jusante da fonte de contaminação, dentro do seu volume representativo.

No caso da suspeita de ocorrência de fase livre de líquidos menos densos que a água (também denominados LNAPL, abreviação para *Light Non Aqueous Phase Liquid*), considerando a dimensão horizontal, os pontos de amostragem de água subterrânea se posicionam corretamente próximos à fonte de contaminação, a jusante, visando detectar uma pluma de contaminação dissolvida próxima de seu centro de massa, ou mesmo a detecção de fase livre.

Na dimensão vertical, é preciso avaliar o contexto hidrogeológico local, no que se refere à existência de fluxo vertical das águas subterrâneas – ascendente, descendente ou horizontal –, para o posicionamento dos pontos de amostragem.

O sentido de fluxo da água subterrânea, que define as porções de montante e jusante de uma área, pode ser estimado conforme descrição do item anterior (2.4.2.2).

No caso da suspeita de ocorrência de fase livre de líquidos mais densos que a água (também denominado DNAPL, abreviação para *Dense Non Aqueous Phase Liquid*), considerando a dimensão horizontal, é importante que o posicionamento dos pontos de amostragem de água subterrânea evite eventual aprofundamento desses líquidos nas zonas não saturada e saturada durante as perfurações, concentrando-se na procura da pluma de contaminação dissolvida, próxima do seu centro de massa. Dessa forma, não é recomendada a procura direta de fase livre de DNAPL na etapa de Investigação Confirmatória, mas sim na etapa de Investigação Detalhada, sendo a sua presença estimada em razão das concentrações das SQLs na fase dissolvida e na potência da fonte de contaminação.

Tanto para os LNAPLs quanto para os DNAPLs, é recomendada a inclusão de pontos de amostragem a montante, para verificar a qualidade natural da água subterrânea ou constatar eventual contaminação proveniente de fontes de contaminação externas localizadas a montante.

Os pontos de amostragem do ar da zona não saturada são corretamente posicionados no entorno da fonte de contaminação, dentro do seu volume representativo, nos locais com indícios de contaminação ou onde se estima a existência de plumas de contaminação em fase vapor, dissolvida, ou mesmo, nas fases livre ou retida.

Nessas situações, é recomendado adotar o design amostral direcionado.

Em razão das características das SQLs, normalmente, não seria necessário local pontos para amostrar a fase retida nos compartimentos do meio ambiente da zona não saturada. Entretanto, dentro de uma interpretação integrada, a fase retida poderia ser contemplada, quando existirem evidências de que essas SQLs possam ter sido transferidas para a zona não saturada, como, por exemplo, quando observados indícios de contaminação no solo ou existem evidências claras de infiltração de contaminantes em determinado local a partir da superfície do terreno.

Dessa forma, as estratégias para posicionar os pontos de amostragem dentro dos volumes representativos, considerando as características desse tipo de SQL também exigem a determinação mais precisa possível da localização, dimensões e potência da fonte de contaminação e uma estimativa confiável do sentido de fluxo das águas subterrâneas.

Caso essas informações não estejam disponíveis, poderão ser aplicados métodos de investigação com o objetivo de direcionar a amostragem ou realizar uma investigação probabilística (malha regular de pontos de amostragem de água subterrânea ou vapor do solo).

2.4.2.4. Estratégias para SQIs que se apresentam essencialmente na fase gasosa

Para substâncias altamente voláteis, o ar da zona não saturada torna-se prioritário para posicionar os pontos de amostragem, uma vez que as plumas de contaminação em vapor possuem, geralmente, grande abrangência espacial.

Os pontos de amostragem do ar da zona não saturada são corretamente posicionados no entorno da fonte de contaminação, dentro do seu volume representativo, nos locais com indícios de contaminação ou onde se estima a existência de plumas de contaminação em fase vapor.

Nessas situações, é recomendado adotar o design amostral direcionado.

As estratégias para posicionar os pontos de amostragem dentro dos volumes representativos, considerando as características desse tipo de SQI, também exigem a determinação precisa da localização, dimensões e potência da fonte de contaminação.

Caso essas informações não estejam disponíveis, poderão ser aplicados métodos de investigação com o objetivo de direcionar a amostragem, ou ser realizada uma investigação probabilística (malha regular de pontos de amostragem de vapor).

2.4.3. Características dos compartimentos do meio ambiente

De forma integrada com as características das fontes de contaminação e das SQIs, as características dos compartimentos do meio ambiente influenciam na definição dos volumes representativos e, conseqüentemente, na definição da distribuição espacial dos pontos de amostragem.

Nesse sentido, os seguintes aspectos são considerados:

- ✓ os tipos de materiais identificados nas zonas não saturada e saturada, como, por exemplo, solo, sedimento, rocha (ígneas, sedimentar ou metamórfica) ou material antrópico (aterro ou partes da construção, como piso, paredes e fundações);
- ✓ as camadas dos materiais identificados nas zonas não saturada e saturada, suas respectivas espessuras e capacidades de transmitir ou reter contaminação, em termos de textura e granulometria, considerando diferentes fluidos (água, ar do solo, outros líquidos/produtos);
- ✓ os tipos de porosidade dos materiais das zonas não saturada e saturada, ou seja, porosidade granular, porosidade de fraturas ou porosidade mista;
- ✓ as características do fluxo das águas subterrâneas na zona saturada (ascendente ou descendente em áreas de recarga/descarga, fluxo horizontal em regiões planas), a posição do nível de água e estimativa do sentido de fluxo, além das possíveis relações com os corpos de água superficiais;
- ✓ as características dos materiais presentes nas zonas não saturada e saturada, como permeabilidade, granulometria, porosidade total e efetiva;
- ✓ a distribuição espacial dos materiais presentes nas zonas não saturada e saturada e estimativa da existência de isotropia/anisotropia e homogeneidade/heterogeneidade;

- ✓ a estimativa do fluxo das águas e ar na zona não saturada;
- ✓ a estimativa da resistência à perfuração dos materiais presentes nas zonas não saturada e saturada e posição dos materiais mais resistentes ou que apresentem problemas geotécnicos potenciais (não permite a recuperação de amostras, por exemplo).

No plano de amostragem da Investigação Confirmatória, os pontos de amostragem utilizados para a determinação das concentrações das SQIs também podem ser aproveitados para a coleta de amostras visando à determinação das características dos compartimentos do meio ambiente, cujos resultados podem ser utilizados na etapa de Investigação Detalhada.

Dessa forma, verifica-se que o planejamento das investigações sobre as características dos compartimentos do meio ambiente se inicia na subetapa de Elaboração do Plano de Investigação Confirmatória, sendo consolidado na etapa de Investigação Detalhada.

2.4.4. Características dos bens a proteger

Os bens a proteger que foram ou possam ser atingidos por contaminação podem ser incluídos no plano amostragem da Investigação Confirmatória. Os resultados dessas amostragens e análises são importantes para embasar a deflagração de ações emergenciais (tratadas na **Seção 1.6**), quando verificada a possibilidade de riscos agudos aos bens a proteger.

Por exemplo, será necessária a amostragem das águas subterrâneas de um poço de abastecimento que apresente indícios de contaminação, relacionados a uma determinada fonte de contaminação. A possível constatação de contaminação nesse poço implicará em seu fechamento temporário ou definitivo, provocando prejuízos ao seu proprietário, além de indicar a existência de riscos a outros bens a proteger, como a saúde dos usuários das águas do referido poço.

Preventivamente, na etapa de Investigação Confirmatória, pode ser executada a amostragem e análise química das águas dos poços e nascentes utilizadas para abastecimento de água existentes na área em avaliação. Essa abordagem, muitas vezes simples e não tão custosa de ser incorporada nos custos da Investigação Confirmatória, pode rapidamente afastar receptores de um risco real existente, evitando que essa ação seja tomada futuramente, durante a etapa de Investigação Detalhada.

Assim, verifica-se que a amostragem e análises dos bens a proteger são iniciadas durante a etapa de Investigação Confirmatória, sendo ampliadas durante a Investigação Detalhada ou mesmo durante a etapa de Avaliação de Risco.

2.4.5. Objetivos da Investigação Detalhada

De forma a aproveitar as possíveis mobilizações de campo da Investigação Confirmatória, podem ser planejadas amostragens e análises que visam adiantar os objetivos futuros da etapa de Investigação Detalhada, ou mesmo subsidiar a adoção de medidas de intervenção emergenciais, quando constatadas situações de risco agudo ou danos aos bens a proteger.

Esse planejamento pode ocorrer quando, no MCA1, existirem fortes evidências de que será necessária a continuidade das etapas do GAC após a realização da etapa de Investigação Confirmatória, como, por exemplo, a observação de grande potência da

fonte de contaminação primária, presença de indícios de contaminação ou determinação de anomalias importantes durante a aplicação de métodos de investigação, que evidenciam a presença de contaminação importante nos compartimentos do meio ambiente.

Também, quando a estratégia de investigação proposta envolver a confirmação da contaminação e sua delimitação na mesma mobilização de campo, durante a avaliação de fontes de contaminação consideradas prioritárias, utilizando-se de investigações rápidas com resultados em tempo real ou muito curto, os pontos de amostragem podem contemplar os objetivos das duas etapas de Investigação Confirmatória e Investigação Detalhada.

Dessa forma, nesses casos podem ser previstos pontos de amostragem para caracterizar:

- ✓ fontes de contaminação secundárias, centros de massa ou plumas de contaminação em fases: livre, retida, dissolvida ou em vapor;
- ✓ compartimentos do meio ambiente, como as características geológicas e hidrogeológicas;
- ✓ caminhos de exposição;
- ✓ bens a proteger.

2.5. Soluções adotadas em relação às dificuldades encontradas para a localização dos pontos de amostragem

As dificuldades para a localização dos pontos de amostragem durante a execução da etapa de Investigação Confirmatória estão relacionadas às seguintes situações:

- ✓ ocorrência de incertezas sobre a existência, localização ou características das fontes de contaminação;
- ✓ dificuldade de acesso aos pontos de amostragem ou restrições de segurança;
- ✓ prazos reduzidos;
- ✓ recursos econômicos insuficientes.

2.5.1. Incertezas sobre a existência, localização ou características da fonte de contaminação

No plano de amostragem, busca-se minimizar as incertezas sobre a existência, localização e características das fontes de contaminação, por meio do ajuste do design amostral, a ser necessariamente dimensionado para abranger a representatividade de todo o volume dos compartimentos do meio ambiente.

Esse trabalho adota investigações rápidas, abrangentes, muitas vezes qualitativas e indiretas, para realizar um *screening*, ou varredura, na área. Com esses resultados, pode-se detectar porções do subsolo com alterações, as quais são selecionadas para investigações mais precisas e diretas, de resposta quantitativa, para confirmação da contaminação.

Por exemplo, com a aplicação de métodos geofísicos, é possível identificar o posicionamento espacial de fontes de contaminação não identificadas nas subetapas

de Levantamento de Informações Existentes e Levantamento de Informações de Campo, como tubulações, tanques e outras estruturas subterrâneas.

Em áreas com suspeita da presença de compostos orgânicos voláteis, os métodos passivos ou ativos de amostragem de vapores podem fornecer uma estimativa do posicionamento das antigas fontes de contaminação primárias, plumas de contaminação ou partes dessas plumas que funcionem como fontes de contaminação secundárias ou centros de massa, proporcionando o direcionamento das amostragens.

A aplicação dessa estratégia de investigação, quando necessária, é feita, muitas vezes, no início da etapa de Execução do Plano de Investigação Confirmatória (tratada na **Seção 6.2**), visando complementar o plano de amostragem da Investigação Confirmatória.

Outra forma de minimizar essas incertezas é revisar, aperfeiçoar ou complementar os trabalhos de levantamento de informações da etapa de Avaliação Preliminar.

2.5.2. Dificuldade de acesso aos pontos de amostragem ou restrições de segurança

Quando há dificuldade de acesso aos pontos de amostragem propostos ou restrições de segurança, existe a possibilidade de alterar suas posições, desde que o novo ponto de amostragem permaneça no mesmo compartimento do meio ambiente e dentro do volume representativo definido, relativo à SQI e a jusante da fonte de contaminação.

Também existe a possibilidade de deslocar os pontos de amostragem para outro compartimento do meio ambiente, onde existe a possibilidade de as SQIs terem sido transferidas, mantendo-se dentro do volume representativo do novo compartimento do meio ambiente a ser amostrado.

Para solucionar esse problema, pode-se utilizar métodos adequados, como equipamentos de perfuração potentes, capazes de atravessar materiais resistentes, método de amostragem eficiente para a retenção ou obtenção das amostras ou métodos de perfuração que evitem materiais resistentes, como a perfuração inclinada.

Outra solução, quando possível prever no cronograma, é aguardar o momento em que as dificuldades de acesso estejam superadas, por exemplo, aguardar a demolição de edificações para tornar viável o acesso às utilidades subterrâneas. Essa solução pode ser proposta desde que seja demonstrado um controle da situação em termos de risco e espalhamento da contaminação, com medidas de gerenciamento sobre essas incertezas adequadas. Uma situação dessas seria, por exemplo, a manutenção da impermeabilização de um piso onde existe o potencial da presença de SQIs no solo, com tendência a permanecer predominantemente em fase retida.

2.5.3. Prazos reduzidos

A tarefa de cumprir o cronograma com prazos reduzidos pode ser atingida utilizando técnicas de investigação expeditas e inovadoras, tais como amostrar águas subterrâneas sem construção de poços de monitoramento, ou a utilização de métodos diretos ou indiretos de investigação, visando ao direcionamento das amostragens com tomadas de decisão em campo.

2.5.4. Recursos econômicos

A racionalização de recursos econômicos pode ser obtida pela aplicação de técnicas de investigação simples e de menor custo, como a utilização de equipamentos manuais de

sondagem, com valor acessível, mas que permitam a manutenção da qualidade da investigação; a utilização de métodos de investigação de menor precisão visando ao direcionamento das amostragens para reduzir o número de pontos para a coleta de amostras para análises químicas; ou priorizar SQIs de maior significância a serem analisadas.

3. Seleção dos métodos de investigação

Os métodos de investigação utilizados na etapa de Investigação Confirmatória são os seguintes:

- ✓ métodos indiretos de investigação;
- ✓ métodos diretos de investigação;
- ✓ métodos analíticos.

A seleção desses métodos depende das orientações contidas no plano de amostragem da Investigação Confirmatória, de seu cronograma e dos custos envolvidos.

A descrição desses métodos é apresentada no **Capítulo 14**.

3.1. Métodos indiretos de investigação

Os métodos indiretos de investigação são utilizados na etapa de Investigação Confirmatória para proporcionar o direcionamento das amostragens, por meio da detecção de anomalias indicativas da presença das fontes de contaminação e de plumas de contaminação nos compartimentos do meio ambiente.

Esses métodos de investigação, avaliam determinadas propriedades do meio contaminado que podem refletir – sem necessariamente quantificar a concentração de substâncias – a existência de contaminação, por isso, são denominados indiretos. Um exemplo desse tipo de investigação é aquela feita por métodos geofísicos, que, ao determinar diversas propriedades físicas do meio, pode indicar a existência de fontes de contaminação ou até plumas de contaminação.

3.2. Métodos diretos de investigação

Os métodos diretos de investigação são utilizados na etapa de Investigação Confirmatória para a determinação das concentrações das SQIs nos compartimentos do meio ambiente, além das suas características, relativas à dinâmica dos fluidos (água ou ar) e das SQIs.

Pode-se citar, nessa categoria, os métodos de perfuração e amostragem dos materiais presentes nas zonas não saturada e saturada (solo, sedimento, rocha, material antrópico, água subterrânea, água da zona não saturada e ar da zona não saturada), além do ar em ambiente aberto ou fechado.

A escolha dos métodos diretos de investigação depende das características dos materiais presentes nas zonas não saturada e saturada, como o estado (sólido, líquido ou vapor/gás), a resistência dos materiais à perfuração, características das construções, profundidade a ser atingida pela investigação, profundidade do nível de água subterrânea, além das características das SQIs.

No **Capítulo 14**, são descritos os métodos diretos de investigação utilizados nas etapas do GAC.

3.3. Métodos analíticos

A escolha dos métodos analíticos a serem empregados na etapa de Investigação Confirmatória depende das características das SQIs e das matrizes dos compartimentos do meio ambiente a serem amostrados, além dos limites de quantificação exigidos, que não poderão ser superiores aos respectivos VIs.

3.4. Controles de qualidade

Os trabalhos e resultados da Investigação Confirmatória passam por um controle de qualidade, com o propósito de garantir a rastreabilidade de qualquer informação produzida, além de permitir assegurar a confiabilidade e qualidade da informação.

Os controles de qualidade da amostra, como cadeia de custódia, uso de preservantes, amostras de branco, *holding time* e duplicatas, são tratados no **Capítulo 14**.

Outros trabalhos que trazem confiabilidade aos resultados, que necessariamente são parte do Plano de Investigação Confirmatória, são, por exemplo, o levantamento topográfico da área, a calibração de equipamentos e a descontaminação dos equipamentos de campo reutilizáveis.

4. Elaboração do plano de infraestrutura e segurança

No plano de infraestrutura e segurança, são definidas a estrutura física para a implementação dos métodos de investigação, assim como os procedimentos de segurança dos trabalhadores envolvidos nas investigações, das pessoas existentes na área em avaliação ou na sua vizinhança e do meio ambiente.

Qualquer atividade que envolva a perfuração do solo, desde o rompimento da camada de concreto, tem de ser precedida de uma avaliação quanto à existência de infraestruturas subterrâneas, de forma a garantir a segurança dos trabalhos. Ainda, é recomendável uma atenção redobrada para a existência de outras infraestruturas ao redor dos pontos de investigação que possam ser interceptados por trabalhadores, equipamentos e/ou hastes de perfuração, tais como linhas elétricas, gasodutos e outras.

Também fazem parte do plano de infraestrutura e segurança, os métodos seguros para o manuseio dos equipamentos e das amostras, o gerenciamento dos resíduos e efluentes gerados durante as investigações e os EPIs necessários para a proteção dos trabalhadores das investigações e a definição das instalações e procedimentos necessários para a proteção das pessoas localizadas na vizinhança e dos demais bens a proteger presentes no MCA 1.

5. Elaboração do cronograma

O cronograma da etapa de Investigação Confirmatória será definido em razão do plano de amostragem e do plano de infraestrutura e segurança e dos aspectos administrativos e legais envolvidos, além dos interesses e limitações do responsável legal que houver.

Referências

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. **Resolução n. 420, de 28 de dezembro de 2009**. 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. Brasília, DF: MME, 2009. Alterações posteriores. Publicada originalmente no Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil: seção1: Poder executivo, Brasília, DF, v. 146, n. 249, p. 81-84, 30 dez. 2009.

Disponível em:

https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=601.

Acesso em: maio 2025.

CETESB. Decisão de Diretoria nº 125/2021/E, de 09 de dezembro de 2021. Dispõe sobre a aprovação da atualização da lista de valores orientadores para solo e água subterrânea. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**: seção 1: Poder Executivo, São Paulo, v. 131, n. 240, p. 60, 17 dez. 2021. Republicação do DOE, p. 93-94, 14/12/2021. Disponível em:

https://www.imprensaoficial.com.br/Certificacao/Certificador.aspx?caderno=Executivo%20I&link=/2021/executivo%20secao%20i/dezembro/17/pag_0060_466172f81e03b271f23725bfd3975278.pdf. Acesso em: maio 2025.

USEPA. **Guidance on choosing a sampling design for environmental data collection for use in developing a quality assurance project plan**: for use developing [...]. Washington, DC: EPA, 2002. 178 p. (EPA QA/G-5S. EPA/240/R-02/005). Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/g5s-final.pdf>. Acesso em: maio 2025.

USEPA. **Regional Screening Levels (RSLs)**: generic tables. Washington, DC: EPA, 2024. Disponível em: <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables>. Acesso em: maio 2025.

Seção 5.6: Relatório de Avaliação Preliminar

Sumário

1. Introdução	1
2. Relatório de Avaliação Preliminar	1
2.1. Descrição das informações coletadas nas subetapas de Levantamento das Informações Existentes e Levantamento de Informações em Campo	1
2.2. Modelo conceitual 1 (MCA 1) e Classificação 2.....	3
2.3. Plano da etapa de Investigação Confirmatória	3
2.4. Texto conclusivo.....	3
Referência	5

1. Introdução

Após a execução das subetapas de Levantamento das Informações Existentes, Levantamento de Informações em Campo, Elaboração do Primeiro Modelo Conceitual e Classificação 2, o responsável técnico tem todas as informações necessárias para elaborar o Relatório de Avaliação Preliminar, contendo as informações levantadas e sua interpretação, finalizando, dessa forma, a etapa de Avaliação Preliminar.

Para a elaboração do Relatório de Avaliação Preliminar, o responsável legal levará em consideração as diretrizes gerais estabelecidas no item 7 da **Seção 1.2** deste manual.

2. Relatório de Avaliação Preliminar

Em sua estrutura, o Relatório de Avaliação Preliminar é composto pelos seguintes itens:

- ✓ Descrição dos resultados das subetapas de Levantamento das Informações Existentes e Levantamento de Informações em Campo;
- ✓ MCA 1 e a proposta de Classificação 2;
- ✓ Plano da etapa de Investigação Confirmatória;
- ✓ Texto conclusivo (conclusões e recomendações).

2.1. Descrição das informações coletadas nas subetapas de Levantamento das Informações Existentes e Levantamento de Informações em Campo

Neste item do Relatório de Avaliação Preliminar, os seguintes tópicos são desenvolvidos em sequência, pela lógica da análise:

- ✓ atividades potencialmente geradoras de áreas contaminadas;
 - reconstituição histórica de atividades desenvolvidas na área, com destaque para as atividades potencialmente geradoras de áreas contaminadas, cuja descrição faça referência aos respectivos códigos CNAE listados na Resolução SMA nº 10/2017 (São Paulo, 2017);
 - hipóteses sobre os principais problemas de contaminação que podem existir.

- ✓ fontes de contaminação;
 - descrição com ênfase nos processos e situações com o potencial de liberar substâncias químicas de interesse (SQI) para os compartimentos do meio ambiente;
 - localização dentro dos limites da área em avaliação;
 - período de utilização ou funcionamento;
 - dimensões;
 - função no processo;
 - composição e estado (sólido, líquido ou gás) dos materiais utilizados ou gerados na fonte de contaminação;
 - possíveis pontos ou locais de liberação dos materiais utilizados para os compartimentos do meio ambiente;
 - estimativa da quantidade das substâncias ou materiais manuseados que possam ter sido liberados para os compartimentos do meio ambiente ao longo do tempo.

- ✓ indícios de contaminação;
 - descrição individual dos indícios de contaminação;
 - fonte de contaminação a que se relaciona;
 - circunstância em que foi identificado (fato, evidência, indício ou incerteza);
 - composição e estado (sólido, líquido ou gás) dos materiais possivelmente liberados ou liberados aos compartimentos do meio ambiente;
 - registro fotográfico do indício de contaminação quando este for visualmente constatado.

- ✓ áreas localizadas na vizinhança;
 - existência histórica de empreendimentos que abrigaram atividades potencialmente geradoras de áreas contaminadas listadas na [Resolução SMA nº 10/2017](#) (São Paulo, 2017) na vizinhança;
 - áreas registradas no Cadastro de Áreas Contaminadas e Reabilitadas do Órgão Ambiental Gerenciador;
 - localização em relação à área em avaliação (montante ou jusante);
 - estimativa da direção do fluxo e profundidade da água subterrânea, e estimativa da direção predominante dos ventos, caso existam fontes de poluição atmosférica;
 - características dos compartimentos do meio ambiente, com enfoque no transporte de contaminantes;
 - avaliação a respeito da possibilidade de as plumas de contaminação mapeadas ou estimadas atingirem a área em avaliação.

- ✓ hipóteses de liberação das SQIs para os compartimentos do meio ambiente;
 - ponto onde ocorre ou pode ocorrer a saída – ou o primeiro contato –, das substâncias presentes na fonte de contaminação com os compartimentos do meio ambiente.

- ✓ hipóteses de distribuição das SQIs nos compartimentos do meio ambiente;
 - mecanismos de movimentação e transferência de um meio para o outro, considerando as possíveis mudanças de fase, como fase livre para fase dissolvida e fase vapor.
- ✓ hipóteses de exposição dos bens a proteger às SQIs e vias de ingresso.
 - descrição das hipóteses sobre como os bens a proteger localizados dentro da área em avaliação e na vizinhança podem ser atingidos pelas SQIs, incluindo as possíveis vias de ingresso;
 - possíveis riscos e danos relacionados à área.

2.2. Modelo conceitual 1 (MCA 1) e Classificação 2

A descrição do MCA 1 bem como a apresentação da classificação da área proposta pelo responsável técnico, são feitos conforme orientações da **Seção 5.4**.

2.3. Plano da etapa de Investigação Confirmatória

Caso os resultados da etapa de Avaliação Preliminar indiquem que seja necessário prosseguir com o Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC), o Relatório da Avaliação Preliminar terá como complemento um plano da etapa de Investigação Confirmatória, conforme orientações da **Seção 5.5**.

2.4. Texto conclusivo

Neste item, o responsável técnico apresenta um resumo dos principais resultados e conclusões obtidos durante a execução da etapa de Avaliação Preliminar, bem como suas recomendações para a continuidade ou encerramento do GAC na área em avaliação.

O texto conclusivo aborda as decisões tomadas com base nos quesitos a seguir:

- ✓ justificativa sobre a necessidade de realização da etapa de Investigação Confirmatória ou outras etapas do GAC;
- ✓ justificativa para a priorização das fontes de contaminação internas ou das áreas localizadas na vizinhança que possam influenciar a área em avaliação, quando não for possível investigar todas as fontes de contaminação na etapa de Investigação Confirmatória;
- ✓ definição de ações preventivas e corretivas;
- ✓ avaliação crítica sobre a acurácia e completude das informações obtidas (conforme diretrizes do item 7 da **Seção 1.2**);
- ✓ definição dos responsáveis pela execução da etapa de Investigação Confirmatória e demais ações necessárias (conforme diretrizes do item 7 da **Seção 1.2**).

2.4.1. Justificativa sobre a necessidade de realização da etapa de Investigação Confirmatória ou outras etapas do GAC

A necessidade de prosseguir para a etapa de Investigação Confirmatória em uma AP se baseia na classificação da área, proposta pelo responsável técnico, após a elaboração do MCA 1.

Dessa forma, considerando a Classificação 2 proposta, as seguintes ações podem ser tomadas:

AS – Realização da etapa de Investigação Confirmatória.

AP – Encerramento do GAC, podendo ser retomado quando da desativação da atividade, reutilização da AP ou por exigência do Órgão Ambiental Gerenciador.

Área sem classificação (áreas sem fontes de contaminação e sem indícios de contaminação) – Encerramento do Processo de Identificação de Áreas Contaminadas e remoção da área da Relação de Áreas com Potencial de Contaminação.

2.4.2. Justificativa para a priorização das fontes de contaminação

Quando da elaboração do plano da etapa de Investigação Confirmatória, é possível definir uma ordem de prioridade para as fontes de contaminação, ou para as áreas localizadas na vizinhança, de forma que algumas delas sejam contempladas em etapas de investigação posteriores do GAC.

Os critérios de priorização, propostos pelos responsáveis técnico e legal, são baseados nas características das fontes de contaminação, características e quantidades das SQI manuseadas, evidências de contaminação, dos caminhos de exposição e dos bens a proteger, na presença de obstáculos físicos, nas condições de acesso, tempo e recursos técnicos e econômicos disponíveis.

Dessa forma, dois níveis de prioridade para as fontes de contaminação podem ser adotados:

Prioridade 1 – fonte de contaminação ou área vizinha com histórico e potencial de terem contribuído de forma significativa para impactar os compartimentos do meio ambiente, sendo fundamental considerá-las no plano da etapa de Investigação Confirmatória.

Prioridade 2 – fonte de contaminação ou área vizinha que pode ser contemplada em etapas posteriores do GAC, cuja inclusão no plano da etapa de investigação confirmatória não é fundamental.

2.4.3. Definição de ações preventivas e corretivas

Para eliminar ou minimizar os problemas advindos dos indícios de contaminação identificados durante a execução da etapa de Avaliação Preliminar, pode ser necessária a definição de ações preventivas e corretivas.

Como exemplo de ações preventivas, pode-se citar a limpeza e reforma de piso com manchas de óleo e rachaduras, ou a adoção de técnicas de produção mais limpas, visando substituir o uso de determinada substância contaminante.

Com relação às ações corretivas, pode ser definida a implementação imediata de ações para a eliminação de evidências de contaminação mais simples (por exemplo,

amostrar um solo superficial visualmente impactado, que pode ser removido com uma simples raspagem) ou mesmo a adoção de medidas emergenciais, tratadas na **Seção 1.11**, necessárias para minimizar situações de perigo identificadas em casos mais graves.

Referência

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Resolução SMA nº 10, de 8 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre a definição das atividades potencialmente geradoras de áreas contaminadas. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**: seção 1: Poder Executivo, São Paulo, v. 127, n. 28, p. 43, 10 fev. 2017a. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/sites/262/2022/07/2017resolucao_sma_010_2017-1.pdf. Acesso em: maio 2025.