

**ANEXO V**  
(a que se refere o artigo 1º, inciso V, da Decisão de Diretoria nº 010/2006/C)

**PROCEDIMENTO PARA A IDENTIFICAÇÃO DE PASSIVOS AMBIENTAIS EM ESTABELECIMENTOS COM SISTEMA DE ARMAZENAMENTO AÉREO DE COMBUSTÍVEIS (SAAC)**

**SUMÁRIO**

**1 - OBJETIVO**

**2 - AÇÕES NECESSÁRIAS**

Tarefa 1 - Comunicação à CETESB

Tarefa 2 - Coleta de Dados Básicos da Área

Tarefa 3 - Reconhecimento da Área para um Trabalho Seguro

Tarefa 4 - Locação dos Pontos de Amostragem de Gases e de Sondagens

Tarefa 5 - Coleta de Amostras e Realização de Análises Químicas

Tarefa 6 - Emissão de Relatório

**3 - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES**

**SUB-ANEXO ÚNICO - PROCEDIMENTOS PARA AMOSTRAGEM DE ÁGUA SUBTERRÂNEA**

# PROCEDIMENTO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PASSIVOS AMBIENTAIS EM ESTABELECIMENTOS COM SISTEMA DE ARMAZENAMENTO AÉREO DE COMBUSTÍVEIS (SAAC)

Este documento apresenta o procedimento a ser adotado na identificação de passivos ambientais decorrentes de vazamentos ou derrames de combustíveis e lubrificantes em postos ou sistemas retalhistas que utilizam predominantemente SAAC.

## 1 - OBJETIVO

Caracterizar a presença de hidrocarbonetos constituintes de combustíveis e de lubrificantes no subsolo, possibilitando concluir a respeito da existência ou não de contaminação na área objeto de avaliação.

## 2 - AÇÕES NECESSÁRIAS

O método proposto consiste no desenvolvimento de seis tarefas, a serem executadas conforme a seguinte seqüência:

- Comunicação à CETESB;
- Coleta de dados básicos da área;
- Reconhecimento da área para um trabalho seguro;
- Locação dos pontos de amostragem de gases e de sondagens;
- Coleta de amostras e realização de análises químicas;
- Emissão de relatório.

### Tarefa 1 - Comunicação à CETESB

Antes do início dos trabalhos, a empresa contratada para realizar a investigação de passivos na área deve comunicar à CETESB por e-mail ([postos@cetesb.sp.gov.br](mailto:postos@cetesb.sp.gov.br)) as seguintes informações:

- Razão social da empresa contratada, CNPJ, endereço, telefone, responsável pela informação e seu e-mail;
- Razão social da contratante, CNPJ, endereço, telefone, responsável pela contratação e seu e-mail;
- Local de execução do trabalho: Razão social do estabelecimento, CNPJ, endereço, telefone;
- Data de início e previsão de término dos trabalhos.

### Tarefa 2 - Coleta de Dados Básicos da Área

Devem ser realizados levantamentos e entrevistas com pessoas suficientemente informadas sobre a área, visando a obtenção das informações relacionadas a seguir.

As pessoas a serem entrevistadas podem ser: o proprietário do empreendimento, o proprietário do terreno, funcionários atuais e antigos e vizinhos, entre outros.

As informações a serem obtidas são:

- histórico das construções da área, considerando as principais melhorias, demolições e reformas realizadas;
- O histórico da operação com combustíveis na área;
- As operações atuais com combustíveis;
- Os sistemas de drenagem existentes na área (água pluvial e esgoto);
- As características e situação (em uso ou desativado) dos tanques e das linhas de combustíveis;
- A movimentação média mensal de combustíveis, por produto;
- A distribuição dos sistemas de abastecimento de combustíveis (áreas fonte);
- Os eventos de vazamento, as medidas tomadas e os relatórios emitidos;
- As plantas da construção e o layout da área;
- Os diagramas esquemáticos do sistema de abastecimento de combustíveis;
- Informações sobre o revestimento e sobre ensaios de permeabilidade eventualmente realizados nas bacias de contenção;
- Identificação do tipo de material empregado na impermeabilização das bacias de contenção.

### Tarefa 3 - Reconhecimento da Área para um Trabalho Seguro

Deve ser realizado o reconhecimento da área, que consiste em:

- Revisar as informações obtidas nas entrevistas;
- Verificar as plantas de construção e reformas realizadas;

- Inspeccionar a área para identificar intervenções no subsolo e a existência de utilidades subterrâneas tais como poços de captação de água, galerias, redes, etc., mapeando em campo essas utilidades subterrâneas, indicando em planta a sua localização;
- Verificar a localização dos equipamentos subterrâneos (ex: tanques, tubulações de combustível, de descarga de produto, de energia elétrica e de telemetria), comparando-a a indicada nas plantas obtidas na **Tarefa 2**;
- Inspeccionar a integridade da impermeabilização das bacias de contenção;
- Revisar as plantas ou elaborar um croqui com as informações obtidas sobre a área, incluindo as correções ou suplementações, quando necessárias;
- Inspeccionar, quando possível, as utilidades subterrâneas para verificar a eventual presença de combustíveis e realizar medições da concentração de vapores e dos índices de explosividade.

#### **Tarefa 4 - Locação dos Pontos de Amostragem de Gases e de Sondagens**

O método de investigação proposto é constituído por uma avaliação de gases do solo a partir da qual são locados pontos de sondagem para avaliação do solo e da água subterrânea. Os pontos de sondagem devem ser locados junto às anomalias observadas na avaliação de gases do solo. Em cada sondagem realizada deve ser coletada uma amostra de solo e instalado um poço de monitoramento, instalação limitada à profundidade a 15m. Em cada poço instalado deve ser coletada uma amostra de água subterrânea para análise química.

##### **a) Estabelecimento da rede de pontos de medição de gases**

As áreas a serem investigadas são aquelas aonde se encontram os equipamentos com possibilidade de ocorrência de vazamento de combustíveis e demais produtos, usualmente denominadas áreas fonte, a saber:

- Descarga de combustíveis;
- Carregamento de veículos de transporte de produto;
- Área de armazenamento de combustíveis;
- Filtros de diesel;
- Unidades de abastecimento (bombas);
- Caixas separadoras de água e óleo (SAO);
- Lavagem de veículos;
- Troca de óleo e lubrificação;
- Armazenamento de resíduos oleosos.

Nessas áreas os pontos de medição de gases devem ser dispostos conforme uma malha regular, quando possível, com espaçamento de no máximo 5 metros. Circunscrevendo essa malha, deve ser implantada uma malha adicional com espaçamento de 10 metros, visando a delimitação da pluma de gases. Sempre que forem observadas anomalias, a malha deve ser adensada para melhor caracterização da pluma de gases.

Deve-se atentar para os riscos inerentes à realização de perfurações nessas áreas, sendo desaconselhada sua execução quando não se tiver certeza de que tubulações ou equipamentos enterrados não serão atingidos.

Os pontos de medição devem estar localizados a no máximo 3 metros dos equipamentos, para uma identificação adequada da ocorrência de um eventual vazamento de produto.

Atenção especial deve ser dada às bacias de contenção, lajes de descarga e pistas de abastecimento, de forma a garantir que os furos realizados nessas áreas não se tornem um caminho preferencial para a migração dos contaminantes.

Os pontos de amostragem dentro da bacia de contenção somente podem ser executados caso não comprometam a estrutura física da mesma, os sistemas de drenagem ou a impermeabilização, e possua espaço físico suficiente para a realização de sondagens com segurança. Caso alguma dessas situações possa ocorrer, os pontos de medição de gases devem ser locados na área externa à bacia de contenção, o mais próximo possível a ela.

##### **b) Medição de gases no solo**

A perfuração deve ser realizada por meio de métodos seguros e compatíveis com as condições da área.

A medição dos gases no solo deve ser realizada por meio de um dos seguintes procedimentos:

- Sonda constituída de um tubo aberto de pequeno diâmetro (2,5 cm ou menos) e uma mangueira de material plástico (nylon ou teflon). A sonda deve ser cravada a um metro abaixo da superfície do terreno, sendo parcialmente retirada (aproximadamente 25 cm) ao ser atingida essa profundidade e realizada a medição por meio de analisadores de gases adaptados à mangueira;
- Perfuratriz com broca de 16 mm de diâmetro, sonda metálica de 10 mm de diâmetro, com 16 perfurações de 3 mm de diâmetro cada nos últimos 40 cm de sua extremidade inferior, e mangueira de material plástico (nylon ou teflon). O piso e o solo subjacente devem ser perfurados até a profundidade de 1 metro, devendo, imediatamente após a

retirada da perfuratriz, ser introduzida a sonda e realizada a medição por meio de analisadores de gases adaptados à mangueira.

Os analisadores de gases devem ser mantidos, operados e calibrados de acordo com as recomendações do fabricante contidas no manual do equipamento. Antes de se efetuar cada leitura deve ser verificada a leitura do zero do equipamento. Caso a medição seja diferente de zero, trocar a mangueira da sonda.

Os gases no solo podem ser uma mistura dos compostos orgânicos contidos nos sistemas de armazenamento aéreo de combustíveis com outros compostos de fontes não relacionadas a combustíveis. O sulfeto de hidrogênio e o metano (oriundos de esgotos das proximidades) são exemplos de compostos usualmente encontrados em trabalhos realizados em áreas urbanas. A presença desses compostos pode determinar anomalias falso-positivas de gases no solo.

Desta forma, recomenda-se a eliminação do metano no momento das medições, quando o equipamento empregado permitir. Em relação ao sulfeto de hidrogênio, deve ser observada a presença de rede de esgoto próxima aos locais onde os resultados da medição forem elevados, reportando este fato no relatório (**Tarefa 6**).

Ao final de cada medição de gases, os furos devem ser preenchidos com uma calda de cimento ou bentonita umedecida, evitando assim que os produtos que eventualmente sejam derramados atinjam o subsolo por meio desses furos.

### **c) Estabelecimento de pontos de sondagem**

O número de sondagens a serem realizadas deve ser definido em função da distribuição das áreas fonte e das anomalias levantadas pela medição de gases.

Em estabelecimentos cujas áreas fonte de armazenagem, descarga e abastecimento/carregamento compuserem, em um único polígono retangular, uma área total igual ou inferior a 1.000 m<sup>2</sup>, é necessária a realização de, no mínimo, uma sondagem no ponto da maior anomalia levantada pela medição de gases. Caso não se verifique nenhuma anomalia nos pontos de medição de gases, deve ser realizada pelo menos uma sondagem a jusante dos equipamentos de abastecimento/carregamento de produto, considerando o provável sentido de escoamento da água subterrânea.

Em estabelecimentos cujas áreas fonte de armazenagem, descarga e abastecimento/carregamento compuserem uma área total superior a 1.000 m<sup>2</sup>, compreendidas em um único polígono retangular, executar pelo menos uma sondagem para cada uma dessas áreas fonte, tendo como referência os pontos de maiores anomalias levantadas pela medição de gases. Não havendo anomalia na medição de gases, executar, pelo menos, um ponto de sondagem a jusante de cada área fonte, considerando o provável sentido de escoamento da água subterrânea.

Deve-se atentar para os riscos inerentes à realização de sondagens nessas áreas. A sondagem só deve ser executada quando se tiver certeza da inexistência de tubulações enterradas ou que a mesma não atinja qualquer equipamento.

Caso as sondagens não possam ser realizadas nos pontos indicados, especificar e justificar no relatório (**Tarefa 6**) o fato que determinou essa impossibilidade, deslocando a sondagem o mínimo necessário para um ponto sem restrição.

Nas áreas de lavagem de veículos e do SAO, deve-se realizar a delimitação da malha de gases, conforme descrito na tarefa anterior. No caso de ocorrer algum ponto de anomalia, deve ser realizada pelo menos uma sondagem.

Nas áreas de troca de óleo e armazenagem de resíduos oleosos fica dispensada a medição de gases no solo devendo, obrigatoriamente, ser realizada a coleta de amostra de solo superficial, orientada pelos indícios de contaminação na superfície do solo, ou, na ausência desses, a amostra deve ser coletada o mais próximo possível da fonte. Nas situações em que os resíduos oleosos sejam armazenados em tanques aéreos, a amostra de solo deve ser coletada até 1 metro de profundidade e no caso de tanques subterrâneos, deve ser até 1 metro da geratriz inferior do tanque.

### **Tarefa 5 - Coleta de Amostras e Realização de Análises Químicas**

Definidos os locais de sondagem, como descrito anteriormente, as sondagens devem ser realizadas até que seja atingido o nível d'água ou até 15 metros de profundidade, o que ocorrer primeiro. No caso da primeira sondagem não atingir o nível d'água, nesta sondagem deve ser instalado um poço de inspeção, destinado a futuras verificações. Este poço deve possuir 3 metros de filtro e ser construído de acordo com a ABNT NBR 13895, podendo, porém, ser utilizado tubo edutor geomecânico de no mínimo 1 ¼" de diâmetro. As demais sondagens devem se limitar à profundidade de 5 metros, devendo ser realizada uma sondagem para cada área fonte, conforme definição contida no **item a da Tarefa 4**. Esta exigência aplica-se a todos os empreendimentos, independentemente da área considerada no **item c da Tarefa 4**.

O método de sondagem a ser utilizado deve ser compatível com a geologia e a hidrogeologia local, devendo ser utilizados equipamentos que garantam a penetração até as profundidades requeridas. Em áreas em que predominem litologias resistentes à penetração por equipamentos mecanizados, como granitos, basaltos, gnaisses e micaxistos, a sondagem pode ser interrompida ao atingir-se o topo rochoso, mesmo que o nível d'água não tenha sido alcançado e a

profundidade da sondagem seja inferior a 15 metros. A comprovação dessa situação deve ser efetuada por meio da realização de outra sondagem para avaliação da continuidade da presença do topo rochoso.

Iniciada a sondagem, a cada metro perfurado deve ser coletada uma amostra de solo, por meio da cravação de amostrador tubular com liner, de modo a se evitar perdas de compostos por volatilização.

A amostra coletada deve ser dividida em duas alíquotas. Uma das alíquotas deve ser acondicionada em saco plástico impermeável auto-selante (preferencialmente de polietileno), com um litro de capacidade. Essa alíquota deve ser composta pelas amostras contidas nas extremidades do liner. A outra alíquota, correspondente à parte central do liner, deve ser mantida no mesmo, sob refrigeração (temperatura inferior a 4<sup>o</sup> C). O liner deve estar totalmente preenchido pela amostra, evitando-se a existência de espaços vazios. As duas alíquotas devem ser devidamente identificadas, anotando-se o número da sondagem e a profundidade correspondente.

Na primeira alíquota deve ser realizada a medição de gases em campo, de acordo com o seguinte procedimento:

- Preencha a metade do recipiente com o solo amostrado e, imediatamente, feche o lacre. Quebre manualmente os torrões existentes (sem abrir o recipiente), agite vigorosamente a amostra por 15 segundos e mantenha-a em repouso por cerca de 10 minutos até a medição.
- No momento da medição registre a temperatura ambiente, agite novamente a amostra por 15 segundos e realize imediatamente a medição dos gases presentes no espaço vazio do recipiente, introduzindo o tubo de amostragem (sonda) do equipamento de medição no saco plástico por meio de um pequeno orifício a ser feito no mesmo, evitando tocar o solo ou as paredes do recipiente.
- Registre o maior valor observado durante a medição, o qual normalmente ocorre a aproximadamente trinta segundos após o início da medição (verificar indicação contida no manual do fabricante). Medições erráticas podem ocorrer em função de altas concentrações de gases orgânicos ou elevada umidade. Nesta situação, alguns equipamentos analógicos podem indicar zero imediatamente após ter assinalado uma alta concentração de compostos voláteis. Em situações semelhantes, registre no caderno de campo, as anomalias observadas.
- Utilize equipamentos com detector de foto-ionização (PID) com lâmpada de 10,2 eV, ou maior, oxidação catalítica ou ionização em chama (FID). Siga as instruções contidas no manual fornecido pelo fabricante para o uso, manutenção e calibração do equipamento. Anote os registros correspondentes à calibração.
- Iniciada a medição com um determinado equipamento, o mesmo deve ser utilizado em todas as amostras da área investigada. Caso isto não seja possível, substitua o equipamento defeituoso por outro dotado do mesmo detector.

Realizada a medição de gases em todas as amostras coletadas em cada sondagem, identifique a que apresentou a maior concentração e envie a amostra de solo correspondente à mesma profundidade, que se encontrava mantida sob refrigeração, para ser analisada em laboratório. Transfira essa amostra, rapidamente, para frasco de vidro, com boca larga e tampa com vedação em teflon, mantendo-a, na medida do possível indeformada e preenchendo todo o frasco, evitando-se espaços vazios no interior do mesmo. No caso de ser utilizado frasco do tipo head space, preencher a metade do frasco e lacrá-lo imediatamente.

Identifique cada frasco com a localização do ponto de sondagem, a profundidade de amostragem e a concentração de gases medida em campo. Nessas amostras, devem ser feitas as determinações de BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos) e PAH (hidrocarbonetos aromáticos polinucleados). As amostras coletadas em áreas de troca de óleo, armazenagem de resíduos oleosos e demais áreas com operação de óleos combustíveis devem ser analisadas também para TPH (hidrocarbonetos totais de petróleo). O laboratório deve ser informado de que a análise a ser realizada deve possibilitar a quantificação dos hidrocarbonetos que compõem os óleos lubrificante e combustível.

Caso não sejam observadas diferenças na concentração de gases nas amostras, envie para o laboratório a amostra situada junto à franja capilar ou a amostra correspondente à profundidade de 1 metro, nos casos em que o nível d'água não tenha sido atingido.

Nunca envie para o laboratório a amostra na qual foram realizadas as medições de gases em campo.

Os poços de monitoramento, a serem instalados quando o nível d'água for atingido, devem atender as especificações contidas na ABNT NBR 13895, com exceção do tipo de tubo de revestimento e de filtro, que deve ser, sempre, geomecânico. Os filtros devem possuir 3 metros de extensão, sendo 2,0 metros inseridos na zona saturada e 1,0 metro na zona não saturada.

A granulometria do pré-filtro deve ser dimensionada em função do material geológico da formação e do espaçamento das aberturas do filtro. Os filtros não devem ser envolvidos em mantas geotêxteis. A extensão do pré-filtro deve ser ligeiramente maior que a do filtro, de forma a não permitir que o mesmo sofra interferência da camada selante, que deve ser devidamente umedecida para propiciar uma vedação correta (bentonita granulada ou em pelets), quando esta camada estiver posicionada total ou parcialmente na zona não saturada.

Os poços de monitoramento devem ser desenvolvidos adequadamente, não somente por bombeamento, mas também pela realização de movimentos que promovam a entrada e a saída de água pela seção filtrante.

É recomendado que seja aguardado um período de 3 a 5 dias entre a instalação do poço e a coleta de amostras de água, não sendo aceitável que o desenvolvimento do poço substitua a purga.

No caso dos empreendimentos com área superior a 1.000 m<sup>2</sup>, após a instalação dos poços de monitoramento deve ser elaborado o mapa potenciométrico local para certificação de que todos os poços foram instalados a jusante dos equipamentos.

No caso de alguns poços estarem a montante dos equipamentos e não ter sido constatada contaminação nas amostras de água neles coletadas, devem ser instalados poços adicionais a jusante dos equipamentos, em número igual ao de poços que ficaram a montante.

A coleta de amostras de água subterrânea deve atender as especificações contidas no **SUB-ANEXO ÚNICO** deste Anexo V.

Devem ser produzidas amostras para controle de qualidade, a saber: branco de campo, branco de lavagem de equipamento e amostra para controle da temperatura da caixa utilizada para o transporte das amostras

Registre em cada frasco de amostra coletada a identificação do poço de monitoramento e encaminhe para o laboratório as amostras de água subterrânea para as determinações de BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos) e PAH (hidrocarbonetos aromáticos polinucleados). As amostras coletadas em áreas de troca de óleo, armazenamento de resíduos oleosos e demais áreas com operação de óleos combustíveis devem ser analisadas também para TPH (hidrocarbonetos totais de petróleo). O laboratório deve ser informado de que a análise a ser realizada deve possibilitar a quantificação dos hidrocarbonetos que compõem os óleos lubrificante e combustível.

Poços de captação de água subterrânea existentes na área do empreendimento também devem ter amostras coletadas e enviadas para análise de BTEX e PAH.

Atente para o fato de que o laboratório selecionado possui procedimentos de controle de qualidade e utiliza métodos de análise indicados pela EPA (Agência de Proteção Ambiental dos EUA), aqueles contidos na edição mais recente do Standard Methods for Water and Wastewater Examination ou métodos estabelecidos por entidades certificadoras. Observe, rigorosamente, os procedimentos de preservação das amostras de solo e de água subterrânea e os prazos para realização das análises.

A constatação da presença de produto (combustível ou óleo lubrificante) no solo ou na água subterrânea deve ser registrada, sendo esta situação suficiente para que a área seja declarada contaminada, não sendo necessária a continuidade da investigação prevista neste procedimento. Nessa situação, a CETESB deve ser comunicada por meio de uma declaração assinada pelo profissional responsável pela investigação e pelo responsável pelo empreendimento, não sendo necessária a apresentação do relatório (**Tarefa 6**) de investigação de passivos ambientais.

Nesse caso, independentemente da manifestação da CETESB, o responsável pela área deve realizar a investigação detalhada das plumas de fase livre, dissolvida e retida no solo, bem como estudo de avaliação de risco, com o objetivo de definir a forma de intervenção a ser adotada na área. Concomitantemente a essas ações, devem ser adotadas medidas destinadas à eliminação da pluma de fase livre.

As sondagens eventualmente interrompidas e as não utilizadas para instalação de poço de monitoramento devem ser totalmente preenchidas com calda de cimento ou bentonita umedecida, evitando assim que os produtos eventualmente derramados na superfície atinjam o subsolo.

Os poços de monitoramento instalados para a realização da investigação de passivos ambientais devem ser selados com calda de cimento ou bentonita umedecida quando do resultado dessa investigação não indicar a existência de contaminação. Essa desativação deve ser efetuada somente após a emissão da licença ambiental solicitada.

## **Tarefa 6 - Emissão de Relatório**

Deve ser emitido relatório conciso, objetivo e conclusivo, com a identificação e assinatura do profissional responsável pela investigação. Esse relatório deve ser entregue na Agência Ambiental responsável pelo licenciamento do empreendimento e enviada cópia em meio digital para [postos@cetesb.sp.gov.br](mailto:postos@cetesb.sp.gov.br). Os arquivos devem ser compatíveis com Microsoft Word e Excell e as figuras compatíveis com formato jpg. Os seguintes itens e informações devem, obrigatoriamente, estar contidos no relatório:

- Razão social, endereço e coordenadas geográficas do empreendimento investigado. As coordenadas devem ser fornecidas em UTM, em metros, utilizando-se como referência o Datum Horizontal SAD 69, obtidas no centro do empreendimento;
- Descrição das características da instalação e da operação do empreendimento, tendo por base as informações obtidas na **Tarefa 2**.
- Planta ou croqui do estabelecimento com a indicação dos pontos de sondagem e a localização atual das edificações, dos equipamentos, das tubulações, dos drenos e galerias subterrâneas. No caso de empreendimentos que

- passaram por reforma recente (efetuada há 5 anos ou menos), indicar, também, a antiga posição dos tanques e as áreas de descarga e de abastecimento/carregamento de combustíveis;
- Planta ou croqui da área do estabelecimento com a localização dos pontos de amostragem de gases e as respectivas concentrações;
  - Descrição do método de campo empregado na amostragem de gases do solo;
  - Justificativa para a seleção dos pontos para execução das sondagens;
  - Descrição dos procedimentos adotados na amostragem de solo e água subterrânea, especificando o equipamento empregado na sondagem, o material utilizado na amostragem de solo e de água subterrânea, o equipamento de medição de gases e o procedimento adotado para sua calibração;
  - Apresentar descrição de cada sondagem realizada, indicando a litologia observada, a profundidade do nível d'água, a profundidade final da sondagem, as concentrações de gases medidas e a profundidade correspondente à amostragem de solo. Apresentar justificativa técnica para eventual interrupção da sondagem antes da profundidade requerida;
  - Perfil construtivo dos poços de monitoramento ou do poço de inspeção, indicando a cota dos primeiros, a qual deve ser determinada para o topo do tubo de revestimento do poço;
  - Mapa potenciométrico com a localização dos poços de monitoramento instalados e com a representação das linhas de mesmo potencial hidráulico e do sentido de escoamento da água subterrânea (somente para os empreendimentos com área superior a 1.000 m<sup>2</sup>);
  - Resultados das análises químicas e a comparação dos mesmos com as concentrações referentes aos valores orientadores de intervenção estabelecidos pela CETESB e com as concentrações máximas permitidas indicadas no item 3 deste procedimento;
  - Anexo contendo as anomalias observadas durante a medição de gases no solo e os registros de campo correspondentes às medições da concentração de gases do solo e da temperatura ambiente;
  - Anexo contendo o registro da calibração do equipamento de medição de gases, indicando a data de calibração e o gás utilizado;
  - Anexo contendo a ficha de recebimento de amostras (check list) emitida pelo laboratório no ato de recebimento das mesmas, a cadeia de custódia referente às amostras e os laudos emitidos pelo laboratório. Os laudos devem estar devidamente assinados pelo profissional responsável pelas análises, conter a identificação do local investigado, a identificação do ponto de amostragem (solo ou poço), a data em que a análise foi realizada e a indicação dos métodos analíticos adotados, dos fatores de diluição, dos limites de quantificação, do branco de laboratório, do branco de campo, do branco de equipamentos, da recuperação de traçadores ("surrogate") e da recuperação de amostra padrão;
  - Cópia da confirmação de recebimento da comunicação enviada à CETESB, conforme especificado na **Tarefa 1**;
  - O original ou uma cópia autenticada da ART referente à investigação realizada, emitida em nome do profissional responsável.

Os originais de toda a documentação contida no relatório devem ser arquivados para apresentação à CETESB, quando solicitado.

### 3 - AÇÕES A SEREM ADOTADAS

Em função dos resultados observados na investigação de passivo ambiental, as seguintes ações devem ser adotadas:

3.1 - Caso as concentrações de contaminantes na água subterrânea sejam inferiores aos valores orientadores de intervenção estabelecidos pela CETESB (1), aplicáveis ao local, e inferiores aos valores de NABR para ingestão de água subterrânea em ambiente residencial, fixados nas tabelas do ACBR (2), para os parâmetros que não possuam valores orientadores de intervenção, a área pode ser considerada livre de contaminação.

Nesses casos os poços devem ser totalmente preenchidos com calda de cimento ou bentonita umedecida. A desativação deve ser efetuada após a concessão da licença solicitada.

3.2 - Caso a investigação realizada tenha resultado na completa delimitação da pluma dissolvida, considerando para o fechamento da pluma os valores orientadores de intervenção (1) e os valores de NABR para ingestão de água subterrânea em ambiente residencial, fixados nas tabelas do ACBR (2), para os parâmetros que não possuam valores orientadores de intervenção, e indique que a mesma encontra-se restrita à área do empreendimento, deve-se comparar a maior concentração observada na água subterrânea com os valores de NABR, fixados nas tabelas do ACBR, estabelecidos para o cenário de exposição via inalação em ambientes fechados residenciais.

3.2.1 - Caso as concentrações observadas na água subterrânea sejam inferiores ou iguais aos valores de NABR considerados, a área deverá ser monitorada por um período de dois anos, por meio de 4 (quatro) campanhas de monitoramento com periodicidade semestral, a serem realizadas nos meses de março/abril e setembro/outubro. Caso as concentrações, durante todo o período estabelecido, se mantenham estáveis ou em decaimento o caso pode ser encerrado.

3.2.2 - Caso as concentrações observadas sejam superiores aos valores de NABR considerados, deve ser realizada a investigação detalhada e a avaliação de risco para os cenários de exposição existentes na área.

3.3 - Caso a pluma dissolvida não tenha sido delimitada e/ou ultrapasse o limite da área do empreendimento, considerando para o fechamento da pluma os valores orientadores de intervenção (1) e os valores de NABR para ingestão de água subterrânea em ambiente residencial, fixados nas tabelas do ACBR (2), para os parâmetros que não possuam valores orientadores de intervenção, deve ser realizada a investigação detalhada.

3.4 - Nos casos em que seja constatada a presença de fase livre sobrenadante, deve ser efetuada a recuperação do produto e, concomitantemente, realizada a investigação detalhada da área, com a delimitação das plumas de fase livre, dissolvida e retida no solo.

3.5 - Caso as concentrações de contaminantes no solo sejam inferiores aos valores orientadores de intervenção estabelecidos pela CETESB (1), a área pode ser considerada livre de contaminação, não se constituindo empecilho ao licenciamento. Para os parâmetros que não possuam valores de intervenção estabelecidos pela CETESB, devem ser utilizados os valores de NABR estabelecidos no ACBR (2) como parâmetros de referência, especificamente aqueles definidos para o cenário de exposição via inalação em ambientes fechados residenciais.

3.6 - Caso as concentrações de contaminantes no solo sejam superiores aos valores de intervenção estabelecidos pela CETESB (1), ou superiores aos valores de NABR estabelecidos no ACBR (2) para o cenário de exposição via inalação em ambientes fechados residenciais para os parâmetros ausentes da lista de valores orientadores de intervenção da CETESB, deve ser realizada investigação detalhada da área visando a sua remediação.

3.7 - Os valores de TPH devem ser comparados com os valores de intervenção para solo e água, fixados em 1.000 mg/kg e 600 µg/l respectivamente.

(1) Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo.

(2) Ações Corretivas Baseadas em Risco (ACBR) Aplicadas a Áreas Contaminadas com Hidrocarbonetos Derivados de Petróleo e Outros Combustíveis Líquidos.

## PROCEDIMENTOS PARA AMOSTRAGEM DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

### Método Convencional

Purgar 3 volumes da água existente no interior do poço, com a finalidade de assegurar que toda a água que por ventura esteja estagnada no poço seja removida, possibilitando a coleta de uma amostra representativa de água.

Esta purga deve ser realizada de forma uniforme e em vazões compatíveis com a capacidade do poço em repor água. O objetivo é que este trabalho seja realizado sem causar grande rebaixamento do nível de água no interior do poço, evitando o efeito cascata que pode ocorrer na seção filtrante nesta situação e, conseqüentemente, a aeração das amostras e perda de compostos orgânicos voláteis. Esta purga também deve ser feita de forma a evitar a criação de fluxo turbulento na área de recarga do poço (pré-filtro), evitando o arraste de sedimento para o seu interior. Desta forma, equipamentos como bailer e válvulas de pé devem ser evitados nesse procedimento.

Desde que utilizado com o cuidado necessário, o bailer pode ser empregado na coleta de amostras, devendo ser empregado um bailer distinto daquele eventualmente utilizado na purga. As válvulas de pé não devem ser empregadas na amostragem.

### Purga de Baixa Vazão (Micropurga)

Neste método procede-se uma purga controlada do poço, utilizando-se baixas vazões de bombeamento, ligeiramente inferiores à capacidade de produção do poço, causando o mínimo de rebaixamento possível. Durante esse procedimento, diversos parâmetros químicos indicadores devem ser monitorados, com a finalidade de definir o momento da coleta da água (água representativa da formação). Nesse procedimento deve ser utilizada necessariamente uma célula de fluxo.

A purga é concluída quando se atinge a estabilidade hidrogeoquímica, que é avaliada pela determinação sistemática dos seguintes parâmetros: temperatura, pH, condutividade específica,  $E_H$ , oxigênio dissolvido (OD) e turbidez. O quadro 1 apresenta os critérios de estabilização definidos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - USEPA.

Os parâmetros pH e temperatura são geralmente insensíveis para indicar o término da purga pois tendem a estabilizar rapidamente, ou mesmo não sofrem alterações perceptíveis.

Quadro 1 - Critérios de Estabilização (fonte: EPA, 2000)

Parâmetro	Variação permitida
pH	0,1 unidades
Condutividade elétrica	3%
Potencial oxi-redução ( $E_H$ )	10 milivolts
Turbidez	10% (quando a turbidez for maior que 10 UTN)
Oxigênio dissolvido	0,3 mg/L

Os parâmetros pH e temperatura são geralmente insensíveis para indicar o término da purga pois tendem a estabilizar rapidamente, ou mesmo não sofrem alterações perceptíveis.

O rebaixamento da coluna d'água no poço durante a purga não deve ser limitado a um valor arbitrário. O rebaixamento deve ser observado e registrado para cada poço da rede de poços de monitoramento, sendo importante se alcançar a estabilização do nível d'água durante a purga.

Finalmente, as amostras são coletadas para a determinação de parâmetros em laboratório. A qualidade das amostras não deve ser alterada pelo frasco, transporte, temperatura e tempo decorrido entre a coleta e a análise.

### Purga mínima

Aplicável, especialmente, aos poços de monitoramento com baixa recarga.

Em algumas áreas, os poços de monitoramento são instalados em formações com condutividade hidráulica muito baixa. Nesses poços, a aplicação dos procedimentos normais de purga e amostragem levam ao completo esgotamento dos poços, inclusive na seção filtrante.

Tal fato leva a um aumento significativo do gradiente hidráulico em volta do poço, alterando o fluxo natural da água na formação e no pré-filtro, que passa a ser turbulento na região imediatamente adjacente ao poço, podendo arrastar sedimentos para o interior do poço. Durante a extração, contaminantes ligados à matriz sólida serão somados àqueles em fase dissolvida, uma vez que as amostras não podem ser filtradas.

Os procedimentos recomendados para a amostragem de poços deste tipo variam muito, mas, na maioria dos casos, recomenda-se que seja feita a remoção de toda a água do poço durante a purga, e então proceda-se à amostragem tão

logo haja volume de água suficiente no poço, uma vez que a purga de vários volumes nesses poços não pode ser efetuada em tempo razoável devido à baixa recarga.

A secagem dos poços pode causar uma série de problemas na qualidade das amostras:

- tempo necessário para a recuperação do volume de água necessária para a amostragem pode ser muito elevado, afetando as características químicas das amostras por um tempo de exposição prolongado da água às condições atmosféricas. Em muitos casos, o poço pode não produzir volume de água suficiente em um período de tempo razoável.
- O esgotamento do poço pode causar um efeito de cascata na água que está adentrando no poço, resultando na perda de gases dissolvidos, na mudança do estado de oxidação e na alteração da concentração das substâncias de interesse, decorrente da oxidação de metais dissolvidos e da perda de compostos orgânicos voláteis;
- A drenagem da água do pré-filtro localizado ao redor da seção filtrante pode resultar no aprisionamento de ar nos espaços porosos, que poderia causar um ligeiro aumento na concentração de oxigênio dissolvido e no estado de oxidação.
- Resulta na elevação da turbidez da amostra pela alteração do regime de fluxo da formação e na suspensão de sólidos presentes no fundo do poço.
- Dependendo de onde é a entrada de água no aparelho utilizado na purga, ele pode não ser capaz de remover toda a água do poço, resultando em uma mistura do volume remanescente de água com a aquela que está entrando no poço durante a recuperação.

A purga do poço até o seu esgotamento pode resultar em uma alteração química significativa da água que entra no poço durante a sua recuperação e que será coletada em seguida.

Desta forma, ainda que os procedimentos estabeleçam que deve ser efetuada a total remoção de água nestes poços, os resultados obtidos com este procedimento são incertos. Algumas agências reguladoras americanas sugerem que tal procedimento seja evitado devido aos efeitos que podem causar na qualidade das amostras coletadas para a determinação de parâmetros sensíveis.

Nos casos em que mesmo utilizando-se uma purga com vazões baixas possa ocorrer o secamento do poço, a água já existente na região da seção filtrante do poço representa a melhor alternativa para se coletar uma amostra de água subterrânea representativa da formação local. Nessas situações, o método de amostragem de purga mínima é a melhor forma de coletar uma amostra desses poços sem causar distúrbios significativos na coluna de água e sem causar um rebaixamento que possa alterar a característica das amostras coletadas.

A amostragem de Purga Mínima requer a remoção do menor volume possível de água, previamente ao início da coleta. O volume a ser coletado geralmente é limitado ao volume do sistema de amostragem (câmara da bomba e tubo de descarga por exemplo). Após a eliminação deste volume de água, a amostragem é realizada, uma vez que se assume que a água bombeada (existente no interior do poço na zona da seção filtrante) é representativa da formação.

Neste procedimento de amostragem as vazões de bombeamento devem ser menores do que 100 mL/minuto. Devido ao fato de formações com baixa condutividade hidráulica não produzirem água suficiente para atender a demanda mesmo quando o bombeamento ocorre em baixas vazões, o rebaixamento do nível da água não pode ser evitado. Desta forma, com a finalidade de avaliar a quantidade de água disponível para a amostragem, deve ser efetuado o cálculo do volume de água existente na seção filtrante acima da profundidade de captura do equipamento utilizado. Somente este volume será coletado e a amostragem deve parar no momento em que este nível seja atingido.

O método de amostragem por purga mínima, consiste na coleta de água existente somente na seção filtrante, e deve evitar o esgotamento total do poço.