



ANEXO I

DIRETRIZES MÍNIMAS PARA PROGRAMA DE MONITORAMENTO PREVENTIVO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM ÁREAS COM ATIVIDADES POTENCIALMENTE GERADORAS DE ÁREAS CONTAMINADAS

OBJETIVOS E DIRETRIZES GERAIS

O Programa de Monitoramento Preventivo tem como objetivo detectar precocemente alterações de qualidade das águas subterrâneas decorrentes da liberação de substâncias químicas a partir de fontes potenciais de contaminação, em geral relacionadas a atividades potencialmente geradoras de áreas contaminadas.

O monitoramento preventivo permite constatar substâncias químicas o mais breve e mais próximo possível da fonte primária/secundária, alertando para a necessidade de ação. Dentre as ações possíveis está a aplicação das etapas do gerenciamento de áreas contaminadas. Nas áreas em que for constatada a ultrapassagem do Valor de Investigação para determinada substância, o Responsável Legal deverá adotar as ações necessárias à identificação do fato causador da alteração da qualidade do meio e adotar os procedimentos previstos no Art. 11, § 3º, da Resolução CEMA nº129/2023.

Observação 1: o monitoramento preventivo parte dos mesmos princípios utilizados no gerenciamento de áreas contaminadas, porém sob um recorte específico: trata apenas das fontes potenciais de contaminação presentes no empreendimento e/ou atividade e do monitoramento dos impactos que essas possam vir a causar na água subterrânea. Para ações voltadas ao gerenciamento de riscos a bens a proteger aplicam-se as etapas do gerenciamento de áreas contaminadas.

Observação 2: os procedimentos aqui descritos, guardadas as devidas restrições e adaptações, poderão ser utilizados como base para monitoramento de alterações de qualidade das águas subterrâneas em consequência da liberação de poluentes não enquadrados como substâncias químicas com interesse toxicológico.



ROTEIRO DE EXECUÇÃO

O presente roteiro apresenta as etapas para o Programa de Monitoramento Preventivo, divididas em três conjuntos de procedimentos distintos e sequenciais:

1. Diretrizes do Programa de Monitoramento Preventivo
2. Relatório do Programa de Monitoramento Preventivo
3. Execução e Relatório do Monitoramento Preventivo

A etapa 1 diz respeito ao conjunto de ações a serem executadas na elaboração do programa. A etapa 2 descreve a estrutura relatório a ser apresentado ao órgão ambiental e que servirá de guia para a realização das campanhas de monitoramento. A etapa 3, por sua vez, aborda a execução do programa, na forma de campanhas de monitoramento, assim como a apresentação dos resultados em um relatório.

1 DIRETRIZES DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO PREVENTIVO

Para a elaboração do Programa de Monitoramento Preventivo, o Responsável Técnico deverá seguir o seguinte roteiro:

- i. Executar o Estudo Hidrogeológico, conforme Anexo II.
- ii. Caracterizar a Área com Potencial de Contaminação (AP), por meio do levantamento das características da atividade, incluindo seus processos produtivos, resíduos e efluentes, com identificação das áreas fonte e das fontes potenciais de contaminação, adotando os preceitos da etapa de Avaliação Preliminar de Passivos Ambientais.
- iii. Definir as substâncias químicas de interesse (SQI) para o monitoramento preventivo, com base na caracterização das fontes potenciais de contaminação.
- iv. Estabelecer um modelo conceitual da área que ampare as atividades subsequentes, através da integração de informações relevantes sobre as unidades hidroestratigráficas, a potenciometria e as direções do fluxo da água subterrânea, a hidrografia, a localização e características das áreas fonte e das fontes potenciais de contaminação, das substâncias químicas de interesse identificadas, dos poços de monitoramento pré-existent, das nascentes e dos poços de captação utilizados para abastecimento de água, resultando na definição das zonas alvo do monitoramento.



- v. Realizar a locação, projeto, construção e desenvolvimento dos poços de monitoramento com características e posicionamento compatível com o modelo conceitual desenvolvido da área no item anterior. Estas atividades deverão ser realizadas em conformidade com as normas técnicas ABNT NBR 15495, partes 1 e 2, em suas versões vigentes. Deverá ser mantido registro documental de todos os procedimentos da instalação dos poços.
- vi. Aprimorar o modelo conceitual hidrogeológico inicial, com base nas informações obtidas durante e após a instalação dos poços de monitoramento.
- vii. Definir, em alinhamento com laboratórios de análises químicas ambientais, os aspectos relativos à amostragem e aos ensaios analíticos, tais como: os métodos de amostragem e de preservação das amostras, o programa de controle de qualidade para a amostragem e transporte das amostras, métodos analíticos a serem empregados, cronograma do monitoramento preventivo, incluindo a frequência da realização de campanhas de amostragem.
- viii. Buscar na legislação e normativas vigentes os valores orientadores para águas subterrâneas que serão utilizados para comparação com os resultados do monitoramento. Na ausência de valores orientadores no âmbito estadual ou federal para determinada substância cabe ao responsável técnico buscar referências internacionais, sujeitas a posterior aprovação pelo órgão ambiental.
- ix. Buscar na legislação e normativas vigentes exigências próprias para o monitoramento preventivo de atividades específicas.

Observação 1: como regra geral, existindo suspeita de contaminação em determinada área fonte, aplicam-se localmente as etapas do gerenciamento de áreas contaminadas previamente ao estabelecimento do monitoramento preventivo, sem prejuízo para a continuidade do monitoramento nas demais áreas do empreendimento.

Observação 2: o Programa de Monitoramento Preventivo deverá observar as normas técnicas nacionais (ABNT NBR) relativas ao projeto, construção e desenvolvimento de poços de monitoramento, bem como à purga e amostragem de água subterrânea.

Observação 3: a quantidade, o posicionamento e o projeto dos poços de monitoramento deverão ser suficientes para atender aos objetivos do monitoramento preventivo. Deve ser instalado ao menos um poço de monitoramento a montante de



todas as fontes potenciais de contaminação.

Observação 4: os poços de monitoramento deverão ser construídos de modo a não favorecer o comprometimento da qualidade da água subterrânea, devendo o responsável técnico atentar para o dimensionamento correto do tubo de revestimento, do selo, e da câmara de calçada. Os poços deverão possuir tampa com cadeado, com acesso exclusivo aos responsáveis por trabalhos técnicos de manutenção dos poços, de medições em campo e de coleta de amostras. O responsável legal pela área deverá garantir que o poço de monitoramento se mantenha em boas condições ao longo de toda a sua vida útil. A identificação de desconformidades em um poço poderá resultar na necessidade do seu tamponamento definitivo.

Observação 5: é obrigatório o descomissionamento dos poços de monitoramento que não cumpram qualquer função no monitoramento preventivo.

Observação 6: a depender das condições particulares da área de estudo, poderão ser necessários procedimentos adicionais não contemplados neste roteiro de execução, como métodos de investigação indireta (ensaio geofísicos).

2 RELATÓRIO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO PREVENTIVO

O Programa de Monitoramento Preventivo deverá ser sistematizado em um relatório a ser entregue em formato digital, em pdf, via protocolo digital ou outro meio indicado na licença ou normativa específica para a atividade, e deverá conter:

2.1 Modelo conceitual da área

- i. Dados cadastrais da área: endereço, identificação do responsável legal, CNPJ/CPF, razão social; coordenadas UTM (obtidas no centro geométrico da área) no Datum SIRGAS2000.
- ii. Identificação do responsável técnico.
- iii. Caracterização do empreendimento, com descrição sucinta dos seguintes aspectos: unidades que o compõem e os processos a elas associados; efluentes gerados e sistema(s) de drenagem, armazenamento e tratamento de efluentes; indicação das matérias primas, produtos, resíduos e como são manuseados e armazenados; fonte de abastecimento de água; recursos energéticos utilizados, em particular os combustíveis e sua forma de armazenamento e distribuição no empreendimento; emissões atmosféricas, quando estas puderem impactar a



qualidade do solo e da água subterrânea.

- iv. Descrição das Áreas com Potencial de Contaminação, áreas fonte e fontes potenciais de contaminação identificadas.
- v. Substâncias químicas de interesse (SQI) selecionadas para o monitoramento acompanhada de justificativa técnica.
- vi. Memorial da instalação dos poços de monitoramento que contenha, dentre outros aspectos:
 - a. Justificativa sobre a locação dos poços e zonas alvo de monitoramento.
 - b. Descrição dos procedimentos realizados e dos equipamentos utilizados, acompanhado de registro fotográfico. Deve contemplar no mínimo três fotos por poço finalizado: uma foto da localização com identificação do poço; uma demonstrando o acabamento em superfície (selo, laje, câmara de calçada) e outra a tampa do tubo de revestimento.
 - c. Representação gráfica dos perfis construtivos e estratigráficos das sondagens.
 - d. ART contemplando as atividades de projeto e construção de poços de monitoramento.
 - e. Consolidação do modelo conceitual hidrogeológico a partir dos dados obtidos com a instalação dos poços, acompanhado de novo mapa potenciométrico (com indicação dos poços instalados).
- vii. Modelo conceitual da área, incluindo as hipóteses sobre a liberação de substâncias químicas para os compartimentos do meio ambiente, seu transporte na zona não saturada e na zona saturada e sobre a formação e migração de pluma de fase dissolvida (incluindo tendência de direção de deslocamento). Representar em texto, planta e seção. A planta deverá integrar, no mínimo, curvas potenciométricas, direções de fluxo da água subterrânea, os poços de monitoramento e as fontes potenciais de contaminação monitoradas.

2.2 Plano de monitoramento

- i. Descrição das técnicas e equipamentos a serem utilizadas na amostragem, preservação, acondicionamento e transporte das amostras.
- ii. Georreferenciamento (datum SIRGAS2000) dos poços de monitoramento e dos poços de abastecimento de água que serão efetivamente utilizados no



monitoramento preventivo (apresentados na forma de tabela).

- iii. Especificação das medidas de controle de qualidade.
- iv. Listagem de valores orientadores ou padrões legais aplicáveis que serão utilizados para comparação com as concentrações obtidas nas campanhas de monitoramento. Deverá prever, no mínimo, a utilização dos Valores de Investigação estabelecidos no anexo II da Resolução CONAMA nº420/2009, suas eventuais atualizações, ou outros valores de referência que venham a ser publicados no âmbito estadual.
- v. Periodicidade das campanhas de amostragem e de apresentação de relatórios.

Anexos:

- a. Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)
- b. Registro fotográfico em quantidade e qualidade suficientes para caracterizar o empreendimento e demais aspectos considerados relevantes pelo responsável técnico.
- c. Estudo Hidrogeológico, de acordo com Anexo II desta Portaria.

Observação 1: A apresentação do Relatório do Programa de Monitoramento Preventivo deverá ser realizada em acordo com as normas pertinentes ao licenciamento ambiental de cada atividade, ou atendendo ao demandado pelo órgão ambiental no exercício de suas atribuições.

3 EXECUÇÃO E RELATÓRIO DO MONITORAMENTO PREVENTIVO

O Monitoramento Preventivo das águas subterrâneas deverá ser executado conforme o Programa de Monitoramento Preventivo elaborado, respeitando as normativas vigentes e eventuais condicionantes da Licença de Operação. Cada campanha de monitoramento deve gerar um relatório a ser entregue em formato digital, em pdf, via protocolo digital ou outro meio indicado na licença ou normativa específica para a atividade, e deverá conter:

- i. Dados cadastrais da área: endereço, identificação do responsável legal, CNPJ/CPF, razão social; coordenadas UTM e Datum de referência.
- ii. Número de protocolo no qual foram apresentados o Programa de Monitoramento



Preventivo e o relatório da campanha de monitoramento anterior.

- iii. Georreferenciamento, nível estático e estado de conservação dos poços utilizados (tabela e registro fotográfico).
- iv. Mapa potenciométrico (deve ser atualizado a cada campanha)
- v. Parâmetros físico-químicos monitorados em campo por campanha de amostragem (tabela com resultados por poço). Obrigatório monitorar temperatura, pH, ORP, CE, OD e Turbidez.
- vi. As condições pluviométricas vigentes durante os trabalhos de campo, no mês que antecedeu a campanha (média e acumulada diária), juntamente com a série histórica da precipitação pluviométrica regional (média e acumulada mensal para último ano).
- vii. Descrição das técnicas, materiais utilizados e medidas de controle de qualidade empregados na amostragem, preservação, acondicionamento e transporte das amostras.
- viii. Validade (*Holding time*) das amostras por tipo de parâmetro analisado.
- ix. Apresentação dos resultados em tabelas, contendo a série histórica por ponto de amostragem e parâmetros de interesse, com limites de quantificação, valores de referência e data de amostragem.
- x. Interpretação e avaliação dos resultados dos ensaios analíticos, comparando-os com os valores orientadores e outros padrões, além de gráficos comparativos da tendência temporal.
- xi. Ações efetivas adotadas com base nos resultados obtidos.
- xii. Conclusões e recomendações.
- xiii. Em anexo:
 - a. Laudos analíticos devidamente assinados pelo profissional responsável pelas análises.
 - b. Cadeias de custódia, incluindo fichas de campo e de recebimento de amostras, firmadas pelo executor da amostragem e pelo laboratório.
 - c. Cópia do certificado do CCL emitido para o laboratório responsável pelas análises;
 - d. Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).
 - e. Registro fotográfico de todas as etapas realizadas em campo, destacando-se todos os procedimentos de amostragem utilizados e o acondicionamento das



amostras para transporte.

Observação 1: os ensaios analíticos de água subterrânea deverão ser realizados por empresa acreditada pela *Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro (Cgcre)* e cadastrada no CCL do Instituto Água e Terra, conforme Resolução CEMA nº 100/2017.

Observação 2: aplicam-se ao monitoramento preventivo as normas ABNT NBR 15.847 - Amostragem de Água Subterrânea em Poços de Monitoramento - Métodos de Purga e ABNT NBR 16.435 – Controle da qualidade na amostragem para fins de investigação de investigação de áreas contaminadas - Procedimento.

Observação 3: recomenda-se a realização de uma primeira campanha para definição de *background* ou *baseline*.



ANEXO II

DIRETRIZES MÍNIMAS PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDO HIDROGEOLÓGICO APLICADO AO MONITORAMENTO PREVENTIVO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

OBJETIVO E DIRETRIZES GERAIS

O Estudo Hidrogeológico tem como objetivo obter informações da hidrogeologia da área de interesse para subsidiar a elaboração e execução do Programa de Monitoramento Preventivo das águas subterrâneas (Anexo I).

ROTEIRO DE EXECUÇÃO

O estudo hidrogeológico consiste em um panorama da hidrogeologia regional e local obtido pela integração de informações existentes e obtidas em campo. A elaboração do estudo deverá contemplar:

i. Hidrogeologia Regional

A partir de levantamento bibliográfico e consulta a bases de dados públicas, descrever sucintamente informações como: as unidades litoestratigráficas e os sistemas/unidades aquíferas presentes, os tipos de porosidade (primária e secundária), estruturas geológicas determinantes para a hidrodinâmica dos aquíferos identificados, distribuição de áreas de recarga e descarga, bacias e sub-bacias hidrográficas, principais corpos hídricos superficiais, precipitação mensal do ano atual e dos últimos 5 anos (média e acumulada), espessura e textura de solo esperadas, vulnerabilidade à contaminação, curvas potenciométricas e fluxo regional da água subterrânea, conforme estejam disponíveis. A área de abrangência desse levantamento deve ser representativa das condições hidrogeológicas da área de interesse.

As informações obtidas que sejam relevantes para compreensão do contexto local deverão ser sintetizadas na forma de texto e representadas em mapa (em escala



compatível e localizando a área de estudo).

ii. Hidrogeologia Local

Com base na hidrogeologia regional e em consulta a trabalhos técnicos anteriores na área de estudo (se existentes), o responsável técnico deverá:

- a. inspecionar a área de interesse e entorno para planejamento dos trabalhos de campo e identificação de: condições de relevo que apontam áreas de recarga e de descarga de água subterrânea, corpos hídricos superficiais, nascentes e pontos de captação de água subterrânea (poços cacimba/rasos e tubulares);
- b. realizar o levantamento de informações (características construtivas, perfis litológicos, nível estático e nível dinâmico) dos poços tubulares instalados, no raio de 500 metros a partir da área de estudo, cadastrados na base de dados do SIGARH/IAT e CRH/IAT (Instituto Água e Terra), assim como da SIAGAS/SGB (Serviço Geológico do Brasil);
- c. obter e registrar a precipitação diária do mês que antecede o campo (média e acumulada). A estação pluviométrica deve estar o mais próxima possível da área de estudo;
- d. executar sondagens de reconhecimento para descrição de perfis de solo, identificação e medição do nível de água;
- e. elaborar ao menos 2 seções, preferencialmente perpendiculares entre si, representando os horizontes de solo, sedimento ou rocha identificados;
- f. delimitar as unidades hidroestratigráficas;
- g. elaborar mapa potenciométrico com base nas informações obtidas nas sondagens de reconhecimento, indicando ainda a localização de cada sondagem.

Observação 1: o responsável técnico deverá manter registro detalhado das sondagens de reconhecimento, inclusive fotográfico, contemplando, dentre outros aspectos a descrição dos perfis, a localização de cada sondagem (georreferenciada) e os equipamentos utilizados. Poderão ser utilizadas como referências a norma ABNT NBR 15492 e as normas técnicas ABGE da série 100.



Observação 2: os equipamentos utilizados nas sondagens de reconhecimento deverão ser compatíveis com as condições do solo e com a profundidade do freático local e deverão ser capazes de obter amostras com qualidade suficiente para a descrição do perfil e identificação das unidades hidroestratigráficas.

iii. Consolidação do modelo conceitual hidrogeológico inicial

Texto síntese sobre as informações obtidas, integrando aspectos da hidrogeologia regional e local que permitam uma compreensão inicial das dinâmicas de infiltração e circulação da água subterrânea na área de estudo.