Seção 10.1: Execução do Plano de Intervenção – Introdução

Após a etapa de Elaboração do Plano de Intervenção, as ações seguintes fazem parte da etapa de Execução do Plano de Intervenção, as quais visam implementar as medidas de intervenção propostas, conforme o cronograma definido.

A etapa de Execução do Plano de Intervenção prevê a realização das seguintes subetapas, conforme ilustrado na **Figura 10.1**:

- ✓ Implantação das Medidas de Intervenção (tratada na **Seção 10.2**);
- ✓ Elaboração do Sexto Modelo Conceitual da Área (MCA 6) e proposta de Classificação 7 (tratada na **Seção 10.3**);
- ✓ Relatório de Execução do Plano de Intervenção (tratado na **Seção 10.4**).

Finalizada essa etapa, a interpretação das informações geradas será utilizada para elaborar o sexto modelo conceitual da área (MCA 6) e permitir a atualização da classificação da área em avaliação (Classificação 7).

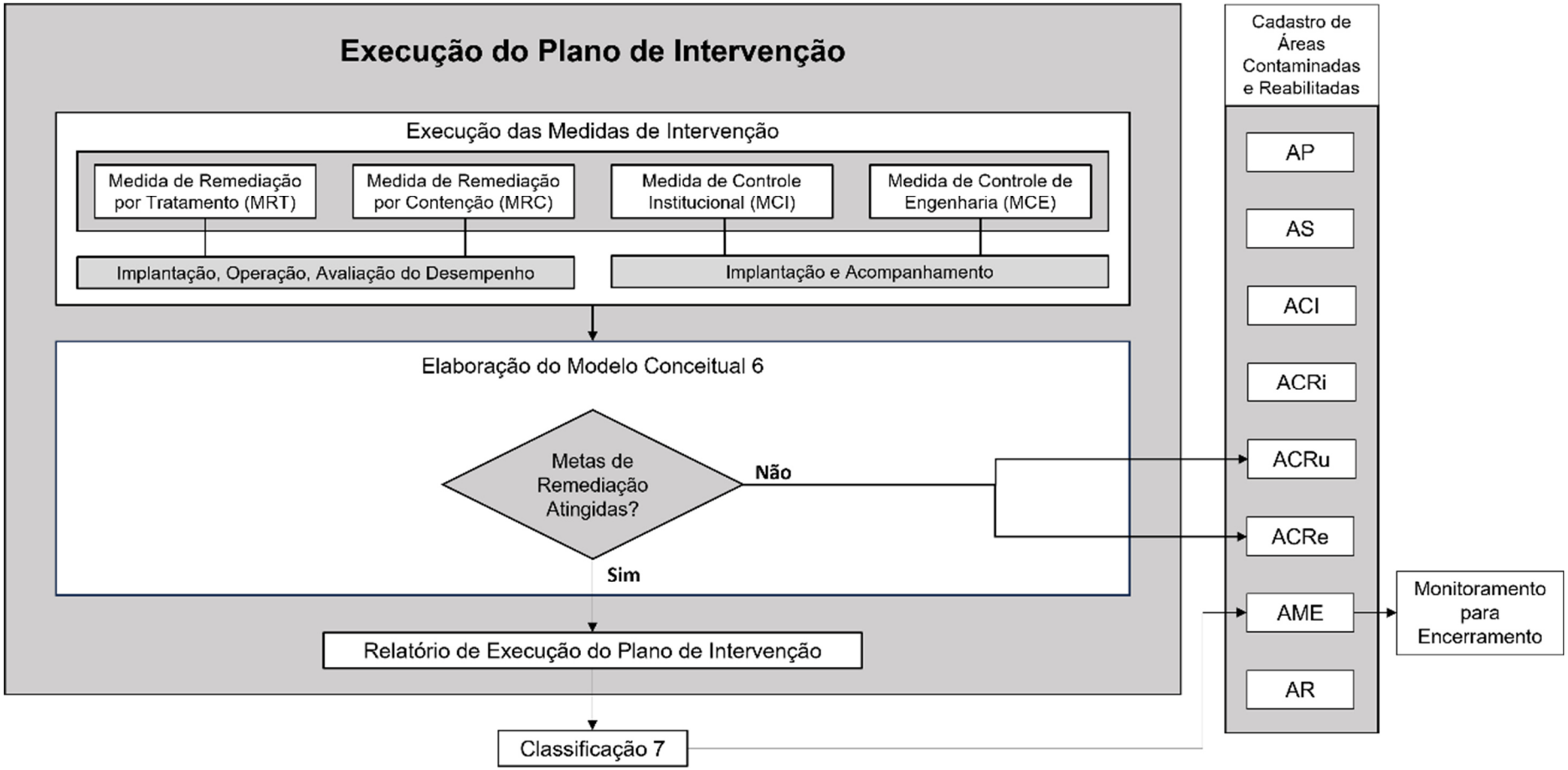
Os resultados obtidos são utilizados para avaliar o próprio Plano de Intervenção aprovado pelo Órgão Ambiental Gerenciador, que pode ter seu escopo alterado a depender da eficácia das medidas de intervenção. Quando as medidas de intervenção se mostrarem bem-sucedidas, os resultados dessa etapa serão utilizados para orientar a realização da etapa seguinte, o Monitoramento para Encerramento.

Caso tenham sido atingidas as metas de remediação das MRT ou MRC, e implantadas as Medidas de Controle Institucional (MCI) ou Medidas de Controle de Engenharia (MCE) previstas no Plano de Intervenção, a área em avaliação passa a ser classificada como Área em Processo de Monitoramento para Encerramento (AME).

As áreas classificadas como AME passam a integrar a Relação de Áreas em Processo de Monitoramento para Encerramento, que será armazenada no Cadastro de Áreas Contaminadas e Reabilitadas.

A compilação e a interpretação das informações obtidas durante a realização da etapa de Execução do Plano de Intervenção são apresentadas em um documento denominado Relatório de Execução do Plano de Intervenção.

Figura 10.1-1: Fluxograma da etapa de Execução do Plano de Intervenção



Fonte: Elaboração própria (CETESB, 2023)

Seção 10.2: Implantação das Medidas de Intervenção

Sumário

1. Introdução 1
2. Implantação das Medidas de Remediação 2
   2.1. Implantação 2
   2.2. Operação e Avaliação do desempenho 2
3. Implantação das Medidas de Controle de Engenharia 3
4. Implantação das Medidas de Controle Institucional 4

1. Introdução

A implantação das medidas de intervenção segue as diretrizes do Plano de Intervenção proposto pelo responsável legal e responsável técnico, e aprovado pelo Órgão Ambiental Gerenciador.

Durante o processo de implantação, em função dos resultados de operação das medidas de remediação e do acompanhamento das Medidas de Controle de Engenharia (MCE) e Medidas de Controle Institucional (MCI), pode-se alterar suas características para melhorar o desempenho. É possível também substituí-las, ao se constatar ineficiência ou ineficácia, mantê-las quando mostrarem uma boa *performance*, ou mesmo desativá-las ou encerrá-las, quando atingidas as metas de remediação ou concentrações máximas aceitáveis (CMA).

Em grande parte dos casos, a implantação das MCI e MCE contribui, juntamente com as Medidas de Remediação por Tratamento (MRT) e Medidas de Remediação por Contenção (MRC) (eventualmente implementadas), para transformar a área em avaliação em uma Área Reabilitada para o Uso Declarado (AR).

Uma vez que a atuação das MCIs e MCEs frequentemente se mantém após a classificação da área como AR, o acompanhamento desses tipos de medidas de intervenção é realizado em etapa posterior ao Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC), denominada Acompanhamento das Medidas de Controle de Engenharia e de Controle Institucional, conforme descrito no **Capítulo 13**.

Quando implementadas em uma área classificada como AR, as MCIs e MCEs se tornam intrínsecas ao imóvel e, algumas vezes, ao entorno, condicionando a ocupação segura à sua existência. Por conta disso, em favor da publicidade, ciência da sua existência e acompanhamento adequado, as MCIs e MCEs, assim como as MRCs ou MRTs, mantidas após a reabilitação, precisam: constar do Termo de Reabilitação a ser emitido pelo Órgão Ambiental Gerenciador, estarem registradas na matrícula do imóvel e serem compartilhadas com outros órgãos públicos de controle envolvidos, conforme o caso.

Uma frequência adequada de avaliação das medidas de intervenção de longo prazo, quanto à viabilidade de atingimento dos objetivos estabelecidos no plano de intervenção, ocorre uma vez a cada cinco anos. Uma avaliação negativa da medida poderá resultar em um processo de redefinição dos objetivos e, consequentemente, revisão das medidas de intervenção a serem adotadas ou, quando forem avaliadas positivamente, no seu encerramento.

Concluída a implantação das medidas de intervenção, os resultados do trabalho serão registrados no Relatório de Execução do Plano de Intervenção.

2. Implantação das Medidas de Remediação

As medidas de remediação compreendem sistemas para tratamento (medidas de remediação por tratamento – MRT) ou contenção (medidas de remediação por contenção – MRC), que podem utilizar uma ou mais técnicas de remediação de forma conjunta ou isolada.

Quando previstas no Plano de Intervenção, a execução das medidas de remediação pode ser dividida em duas fases, sendo uma de implantação e outra de operação e avaliação do desempenho.

Na **Seção 15.2** são descritas as MRTs e, na **Seção 15.3**, as MRCs com mais detalhes.

2.1. Implantação

A implantação do sistema de remediação envolve a instalação de equipamentos como a poços de extração de gases/vapores, um sistema de extração de vapores, ou a construção de partes, como paredes e cobertura de um confinamento geotécnico de uma fonte primária de disposição de resíduos.

Essa fase inicial também compreende a instalação dos equipamentos para controlar o funcionamento da medida de remediação e avaliar a sua eficiência e eficácia, como a instalação de poços de monitoramento de águas subterrâneas ou poços de monitoramento de gases/vapores, os quais permitem verificar o atingimento das metas de remediação nos pontos de conformidade.

É importante destacar as alterações ou o aperfeiçoamento do projeto da medida de remediação, aprovado no Plano de Intervenção, caso tenham ocorrido por conta de dificuldades, situações inesperadas ou novas informações obtidas durante a implantação do sistema de remediação em escala real.

2.2. Operação e Avaliação do desempenho

Após a instalação dos equipamentos e partida do sistema de remediação, ou depois de construídas as suas partes, inicia-se a fase de operação e avaliação do desempenho. Essa fase se estende até o atingimento das metas de remediação ou quando se verifica que o sistema de remediação proposto é inadequado e não atingirá as metas de estabelecidas.

Em termos práticos, no contexto dos sistemas de remediação, a operação se relaciona aos parâmetros operacionais que indicam o funcionamento adequado do sistema. Já a avaliação do desempenho, com foco na eficiência e eficácia, se relaciona aos pontos de conformidade estabelecidos no MCA 5, nos quais será verificado o atingimento das metas de remediação.

Com relação ao acompanhamento da operação dos sistemas de remediação, é necessário estabelecer os parâmetros operacionais indicativos do seu adequado funcionamento, como valores de pressão, vazão, temperatura, vácuo ou outro parâmetro previsto em projeto, dependendo da técnica utilizada.

Para que seja possível validar a operação adequada dos sistemas de remediação, principalmente por parte do Órgão Ambiental Gerenciador, é imprescindível que seja apresentado, tanto na fase de projeto quanto durante sua execução, quais parâmetros operacionais principais serão acompanhados, e em quais pontos, indicando os valores

ou faixa de valores, é comprovado o funcionamento do sistema de remediação conforme previsto em projeto.

No caso de sistemas de extração de vapores, podem-se citar, por exemplo, os valores de vácuo a serem atingidos em pontos importantes do sistema (cabeça do poço, tanque de vácuo, tubulações), para que se possa considerar adequada a sua operação. Ou no caso de um sistema de remediação termal, quais valores de temperatura têm de ser atingidos e em quais pontos do sistema, para que a operação seja considerada adequada.

Tais informações são importantes para constatar, em campo, por meio de inspeções do Órgão Ambiental Gerenciador, o adequado funcionamento operacional do sistema de remediação, mesmo quando não houver o acompanhamento do responsável técnico.

Com relação à avaliação do desempenho das medidas de remediação, com foco na sua eficiência e eficácia, são previstos monitoramentos dos compartimentos ambientais sob influência do sistema de remediação, visando avaliar a redução das concentrações das Substâncias Químicas de Interesse (SQIs), ou sua contenção em determinada direção, em conformidade com as metas de remediação estabelecidas.

Ao longo desse processo, o responsável técnico faz uma avaliação contínua do desempenho do sistema de remediação nos pontos de conformidade, visando implementar eventuais complementações, adequações ou alterações ao projeto, caso o seu desempenho se mostre insatisfatório.

3. Implantação das Medidas de Controle de Engenharia

As medidas de controle de engenharia (MCE) utilizam as partes constituintes das obras civis – como pisos, contrapisos, drenos, paredes e fundações – como dispositivos para interromper os caminhos de exposição e evitar a exposição real dos bens a proteger às SQIs, eliminando-se, consequentemente, os riscos inaceitáveis associados.

A descrição das técnicas utilizadas para a implantação das MCE é apresentada na **Seção 15.4**.

Quando prevista a adoção de uma MCE no Plano de Intervenção, a sua implantação ocorre na etapa de Execução do Plano de Intervenção.

A implantação da MCE engloba a execução de obras civis destinadas a construir suas partes, como um piso de concreto em um estabelecimento comercial, por exemplo, que tem a função de impedir o contato dérmico do receptor humano com solo contaminado subjacente. Além da obra civil em si, faz parte da implantação de uma MCE, quando cabível, a instalação de pontos de monitoramento para avaliar a continuidade da sua aplicação. Isso pode ser verificado no caso de um sistema passivo de drenagem de gás, que evita a intrusão de metano em um ambiente fechado, por exemplo, e que requer a instalação de poços de monitoramento de gás.

Após a fase de implantação, as MCEs apresentam certa dificuldade de serem inspecionadas, no sentido de verificar a sua correta construção, conforme definido em projeto. Um colchão drenante abaixo de um piso de concreto é um exemplo dessa situação, pois não está mais acessível quando finalizado o piso. Dessa maneira, durante a execução da MCE precisam ser realizados registros fotográficos das obras civis que comprovem a correta instalação dessa medida de intervenção.

A MCE atuará enquanto permanecerem concentrações das SQIs acima das respectivas concentrações máximas aceitáveis nos pontos de conformidade. Essa condição demanda, portanto, o seu acompanhamento após a etapa de Execução do Plano de Intervenção, o qual, na maioria das vezes, se estende após a classificação da área como Área Reabilitada para o Uso Declarado (AR).

Mais informações sobre o acompanhamento das MCEs de áreas classificadas como AR podem ser consultadas na **Seção 13.2**.

4. Implantação das Medidas de Controle Institucional

As MCIs estabelecem restrições de uso e ocupação, ou de exploração dos recursos ambientais ou naturais, com o objetivo de evitar a exposição real dos bens a proteger às SQIs, eliminando-se, consequentemente, os riscos associados.

Quando previstas no Plano de Intervenção, as MCIs são implementadas na etapa de Execução do Plano de Intervenção. Considerando que as MCIs são restrições, sua implementação pode se dar imediatamente, mesmo que de uma maneira preliminar, passível de aperfeiçoamento até a emissão do Termo de Reabilitação.

O Órgão Ambiental Gerenciador poderá implementar restrições diretamente dentro de suas atribuições e competências legais. No entanto, quando a restrição envolver atribuições de outros órgãos, como por exemplo de gerenciamento de recursos hídricos, ou de gerenciamento territorial de uso e ocupação local, o Órgão Ambiental Gerenciador tem de fazer uma notificação ao órgão responsável da necessidade de implantar a MCI.

Implantada a MCI em uma Área Contaminada (AC), a sua formalização pode ser feita via emissão de um documento pelo Órgão Ambiental Gerenciador, ou via inserção dessa informação em sistema de informações público oficial, que registre as suas dimensões, aplicabilidade, tempo de vigência e o responsável por sua implementação e acompanhamento.

Para que haja eficácia das MCIs implementadas, é necessária uma integração eficiente entre órgãos de diferentes esferas da administração pública.

O dimensionamento de uma MCI de restrição de uso das águas subterrâneas demanda, por exemplo, o estabelecimento de um volume de restrição e a instalação dos equipamentos necessários para avaliar, nos pontos de conformidade, a necessidade de continuidade da sua aplicação, como poços de monitoramento das águas subterrâneas.

Na **Seção 15.5** são descritos os tipos de MCI e as metodologias para sua implementação.

A MCI se mantém vigente enquanto permanecerem concentrações das SQI acima das respectivas concentrações máximas aceitáveis (CMA) nos pontos de conformidade definidos no plano de intervenção. Portanto, precisa ser acompanhada ao longo do período de vigência.

Mais informações sobre o acompanhamento das MCIs de áreas classificadas como AR podem ser consultadas na **Seção 13.2**.

Seção 10.3: Elaboração do Sexto Modelo Conceitual e Classificação 7

Sumário

1. Introdução 1
2. Estrutura do MCA 6 1
2.1. Plantas georreferenciadas 2
2.2. Representações tridimensionais 2
2.3. Fluxograma de exposição 2
2.4. Tabelas resumo 3
2.5. Texto explicativo 3
3. Classificação 7 3

1. Introdução

O sexto modelo conceitual da área (MCA 6) é uma representação geral e concisa dos resultados alcançados, em termos de eliminação ou redução do risco existente para níveis aceitáveis, após a execução das medidas de intervenção.

A elaboração do MCA 6 é feita por meio da atualização das plantas, representações, texto explicativo e tabela, geradas durante as etapas do Processo de Identificação de Áreas Contaminadas (MCA 1 a MCA 4) e da etapa de Elaboração do Plano de Intervenção (MCA 5).

O resultado da etapa de Execução do Plano de Intervenção, além de embasar a construção do MCA 6, é utilizado para a realização da Classificação 7 pelo Órgão Ambiental Gerenciador, que pode classificar a área como Área em Processo de Monitoramento para Encerramento (AME).

Nesta seção, são apresentadas, no item 2, as diretrizes para a construção do MCA 6 e, no item 3, a metodologia para a classificação da área após a Execução do Plano de Intervenção.

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 6

O MCA 6 representa os resultados principais da etapa de Execução do Plano de Intervenção, organizados por bens a proteger, formando uma estrutura que contenha o seguinte:

- ✓ plantas georreferenciadas com a representação da área;
- ✓ representações tridimensionais das medidas de intervenção implementadas;
- ✓ fluxograma de exposição;
- ✓ tabela com resumo das informações;

- ✓ texto explicativo com integração e interpretação das informações sobre as medidas de intervenção implementadas.

2.1. Plantas georreferenciadas

As plantas do MCA 6 são obtidas por meio da atualização das plantas dos MCAs anteriores, cuja primeira versão se deu na etapa de Avaliação Preliminar, sendo posteriormente atualizadas até a etapa de Elaboração do Plano de Intervenção, sendo elas:

- ✓ **Planta da área com proposta de classificação como ACRe, ACRu ou AME** – contém 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 Área Contaminada em Processo de Remediação - ACRe, Área Contaminada em Processo de Reutilização - ACRu ou Área em Monitoramento para Encerramento - AME. Na sua legenda, são inseridas informações sobre o CNAE da atividade potencialmente geradora de áreas contaminadas, sua razão social, o número da matrícula do imóvel, as coordenadas do centro da área, dimensões e pontos de acesso.

- ✓ **Planta multitemporal das áreas fonte** – contém as áreas fonte levantadas na Avaliação Preliminar, e novas áreas fonte eventualmente identificadas nas etapas subsequentes de Investigação Confirmatória, Investigação Detalhada, Avaliação de Risco, Elaboração do Plano de Intervenção e Execução do Plano de Intervenção.

2.2. Representações tridimensionais

- ✓ **Representação tridimensional das medidas de intervenção (Mapa das Intervenções Executadas)** – plantas e seções verticais longitudinais e transversais, ou outra maneira de representação tridimensional, contendo:

    - o os volumes de influência das medidas de intervenção executadas;
    - o a indicação da localização dos pontos de conformidade;
    - o a situação atingida nos pontos de conformidade.

No Mapa de Intervenções Executadas, os volumes de influência das medidas de intervenção são representados em áreas ou volumes georreferenciados.

Nesse mapa, também são indicadas a localização de todos os pontos de conformidade e a situação atingida neles após a execução do Plano de Intervenção, considerando as metas de remediação e as CMAs definidas para as MCEs ou MCIs.

2.3. Fluxograma de exposição

A partir das novas informações obtidas na etapa de Elaboração do Plano de Intervenção, o fluxograma do MCA 6 é elaborado para representar uma atualização dos caminhos de exposição.

Com essa representação visual, busca-se indicar os caminhos e vias de exposição ainda considerados potenciais, se houver, os caminhos de exposição sob efeito de medidas de intervenção e os caminhos de exposição considerados eliminados ou gerenciadas com a finalização de medidas de intervenção.

Um exemplo do fluxograma de exposição pode ser consultado no item 2.2 da **Seção 5.4**.

2.4. Tabelas resumo

Para se obter uma visão geral e resumida dos resultados da etapa de Execução do Plano de Intervenção, pode-se elaborar uma tabela para cada compartimento do meio ambiente objeto de medidas de intervenção (solo, água subterrânea, ar do solo etc.). Cada linha da tabela deve corresponder a uma SQI e conter, nas colunas, as seguintes informações:

- ✓ tipo de medida de intervenção que atuou sobre a SQI;
- ✓ concentração da SQI obtida na etapa de Investigação Detalhada;
- ✓ CMA calculada na etapa de Avaliação de Risco;
- ✓ concentração da SQI obtida após a execução da medida de intervenção;
- ✓ número de campanhas de monitoramento da eficiência e eficácia realizadas.

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

2.5. Texto explicativo

O texto explicativo do MCA 6 é um recurso para integrar e conectar, de maneira lógica e concisa, os resultados obtidos com a execução das medidas de intervenção, tendo como ponto de partida a eficácia de cada uma delas em remover ou reduzir os riscos inaceitáveis a que os bens a proteger estavam submetidos.

Na elaboração do texto explicativo, é necessário que haja uma descrição das eventuais mudanças de dimensionamento que possam ter ocorrido ao longo da execução das medidas de intervenção. Isso permite que o Órgão Ambiental Gerenciador compreenda determinadas situações quando a execução das medidas de intervenção difere do projeto constante do Plano de Intervenção.

3. Classificação 7

Quando bem-sucedida, a etapa de Execução do Plano de Intervenção tem seus resultados utilizados para embasar a classificação da área em avaliação (Classificação 7) como AME, além de orientar as demais etapas do GAC, especialmente o Monitoramento para Encerramento.

A área em avaliação será classificada como AME quando, nela e em sua vizinhança, forem constatadas as seguintes situações:

I. os riscos inaceitáveis, atuais ou futuros, aos bens a proteger foram eliminados ou reduzidos estando no intervalo de risco aceitável, sem possibilidade de retorno à faixa de risco inaceitável – situação essa constatada nos pontos de conformidade dos bens a proteger avaliados.

II. os danos aos bens a proteger identificados foram minimizados, visando viabilizar o uso declarado da área em avaliação e de sua vizinhança, se for o caso.

Caso a área em avaliação não atenda às situações I e II, ela permanecerá classificada como ACRe ou ACRu, com a consequente continuidade da execução ou, se for o caso, revisão do Plano de Intervenção.

Seção 10.4: Relatório de Execução do Plano de Intervenção

Sumário

1. Introdução 1
2. Relatório de Execução do Plano de Intervenção 1
2.1. Resultados da subetapa de Implantação das Medidas de Intervenção 1
2.2. MCA 6 e Classificação 7 2

1. Introdução

Após a execução das subetapas de Implantação das Medidas de Intervenção e Elaboração do Sexto Modelo Conceitual da Área (MCA 6) e Classificação 7, o responsável técnico compilará os resultados e a interpretação dessas ações no Relatório de Execução do Plano de Intervenção.

2. Relatório de Execução do Plano de Intervenção

Em sua estrutura, o Relatório de Execução do Plano de Intervenção contém os seguintes itens:

- ✓ descrição dos resultados da subetapa de Implantação das Medidas de Intervenção;
- ✓ o MCA 6 e a proposta de classificação da área (Classificação 7).

2.1. Resultados da subetapa de Implantação das Medidas de Intervenção

Sobre as medidas de remediação, os seguintes elementos são importantes de serem apresentados:

- ✓ "*As built*" do sistema de remediação, com descrição do processo de implantação, operação, alterações, manutenção e desativação.
- ✓ Totalização dos quantitativos registrados ao longo da execução da medida de remediação, em termos de tempo de operação, recuperação de produto, volumes de água subterrânea bombeados, volume de solo escavado, volume de produto injetado etc.
- ✓ Avaliação do funcionamento do sistema de remediação em relação aos parâmetros técnicos definidos no projeto de remediação.
- ✓ Conformidade das concentrações das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) atingidas nos pontos de conformidade das medidas de remediação, em relação às metas de remediação.
- ✓ Relatórios periódicos de monitoramento da eficiência e eficácia da medida de remediação.

Durante a operação do sistema de remediação, são elaborados pelo responsável técnico relatórios periódicos de monitoramento de eficiência e eficácia, contendo análise sobre o desempenho do sistema e o cumprimento do cronograma previsto. A frequência

de elaboração desses relatórios dependerá do sistema de remediação a ser utilizado e do projeto de remediação. Nesses relatórios periódicos são apresentados os seguintes dados:

- ✓ Resultados das campanhas do monitoramento da eficiência e eficácia do sistema de remediação, bem como a interpretação desses dados;
- ✓ Representação gráfica da evolução dos resultados relacionada ao sistema de remediação implementado;
- ✓ Alterações de layout ou alterações funcionais que tenham sido implementadas no sistema visando uma melhoria ou adaptação a situações específicas;
- ✓ Acidentes ou outros episódios que tenham causado a paralisação do sistema, registrando o período de paralisação e sua função;
- ✓ Alterações nos cenários de risco que possam ter ocorrido em função de mudanças de *layout*, uso e ocupação local ou em seu entorno;
- ✓ Atividades de manutenção do sistema de remediação.

Sobre as Medidas de Controle de Engenharia, o Relatório de Execução do Plano de Intervenção descreverá a comprovação da execução dessas medidas, na maioria das vezes, mediante um relatório fotográfico feito durante e após a finalização das obras civis com esse propósito.

O resultado da implantação das Medidas de Controle Institucional (MCI) pode ser registrado no Relatório de Execução do Plano de Intervenção, mediante a apresentação de plantas que indiquem as coordenadas do polígono da restrição imposta. Quando for o caso de um volume restringido, complementarmente à área em planta, a profundidade da restrição precisará ser apresentada.

Além dessa informação visual da MCI por meio de plantas, para cada uma delas, é importante que seja avaliada a necessidade de se elaborar um documento formalizando-as, contendo informações detalhadas o suficiente para que sejam compreendidas, registradas e acompanhadas.

2.2. MCA 6 e Classificação 7

A apresentação do MCA 6 e da proposta de Classificação 7 segue as diretrizes apresentadas na **Seção 10.3**.