



TERMO DE REFERÊNCIA – TR CQAI-DT Nº 002/2021

**TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO DETALHADA E
AVALIAÇÃO DE RISCO**

O presente Termo de Referência (TR) visa orientar a elaboração de estudos relacionados as etapas de Investigação Detalhada e da Avaliação de Risco.

1. INFORMAÇÕES GERAIS

1.1. IDENTIFICAÇÕES

- 1.1.1.** Identificar o responsável legal pela atividade (responsável pelo gerenciamento da área): nome completo; razão social; endereço completo para correspondência; nº da Inscrição Estadual; nº do Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ); nº dos telefones para contato e endereço eletrônico;
- 1.1.2.** Identificar o nome do proprietário ou detentor da posse da área, Cópia atualizada (expedida há 3 meses no máximo) de todas as matrículas do imóvel onde se localiza a área sob avaliação; nos casos em que a área do imóvel seja composta por mais de uma matrícula, estas deverão ser identificadas em planta;
- 1.1.3.** Declaração de Responsabilidade, conforme modelo indicado no **ANEXO A**, devidamente assinada pelos Responsáveis Legal e Técnico;
- 1.1.4.** Identificação do Responsável Técnico, especificando o respectivo e-mail, endereços completos, telefone de contato, Registro Profissional.
- 1.1.5.** Cada estudo, plano e projeto a ser apresentado deverá estar acompanhado de identificação do(s) responsável(is) habilitados envolvidos em sua elaboração: nome completo, título(s) e categoria(s) profissional (is), Registro Profissional no respectivo órgão de classe, nº de telefone e endereço eletrônico. Os estudos deverão estar devidamente assinados pelos profissionais citados e possuir todas as páginas rubricadas por eles, além de estar acompanhado da devida Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) de cada profissional responsável por sua elaboração.

1.2. ESTRUTURAÇÃO DOS ESTUDOS

Os estudos relacionados a Investigação Detalhada deverão ser estruturados conforme etapas com os seguintes produtos:



- **INVESTIGAÇÃO DETALHADA**
- **RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO DETALHADA**
- **AVALIAÇÃO DE RISCO**

2. INVESTIGAÇÃO DETALHADA

A etapa de Investigação Detalhada tem como objetivo caracterizar o meio físico onde se insere a Área Contaminada sob Investigação (ACI), determinar as concentrações das substâncias químicas de interesse nos diversos meios avaliados, definir tridimensionalmente os limites das plumas de contaminação, quantificar as massas das substâncias químicas de interesse, considerando as diferentes fases em que se encontram, caracterizar o transporte das substâncias químicas de interesse nas diferentes unidades hidroestratigráficas e sua evolução no tempo e caracterizar os cenários de exposição necessários à realização da etapa de Avaliação de Risco.

A Investigação Detalhada deverá ser planejada com base no Modelo Conceitual 2 (MCA 2) desenvolvido a partir dos dados e resultados obtidos na Avaliação Preliminar e na Investigação Confirmatória, devendo ser consideradas as informações contidas no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas e o que estabelecem as normas técnicas nacionais e internacionais relacionadas às técnicas de investigação.

Nesta etapa, visando subsidiar a execução da etapa de Avaliação de Risco, será necessário estabelecer as substâncias químicas de interesse e determinar suas concentrações nos meios investigados, especialmente nos *hot spots* ou centros de massa, assim como as concentrações que atingem ou atingirão os receptores identificados, tanto na área interna como nas áreas externas. Essa determinação deve ser realizada com base nos resultados analíticos obtidos por meio de métodos diretos de investigação e por meio de modelos matemáticos para determinação das concentrações no futuro.

Após a finalização dos trabalhos de Investigação Detalhada as plumas de contaminação, com origem na área investigada, deverão estar integralmente delimitadas no plano horizontal e vertical. Os *hot spots* ou centros de massa de todas as plumas de contaminação, para cada uma das substâncias químicas de interesse identificadas, deverão ter sido investigados com



a resolução adequada, de modo a proporcionar a delimitação da sua distribuição espacial e permitir a quantificação das massas das substâncias químicas de interesse presentes.

Os resultados obtidos durante a etapa de Investigação Detalhada deverão compor o Modelo Conceitual 3 (MCA 3), que deverá demonstrar que as informações obtidas são suficientes para embasar a realização das etapas de Avaliação de Risco e Elaboração do Plano de Intervenção.

Observações:

- Recomenda-se a utilização de métodos de investigação de alta resolução na investigação de áreas com complexidades associadas ao meio físico e à distribuição das substâncias químicas de interesse, além da localização de fontes primárias de contaminação não identificadas nas etapas de Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória.
- A investigação dos casos de contaminação associada a compostos orgânicos voláteis deverá incluir o mapeamento das plumas de vapores para a investigação direta dos cenários de intrusão de vapores.
- Caso sejam identificadas novas fontes potenciais ou fontes primárias de contaminação que não tenham sido investigadas na etapa de Investigação Confirmatória, essas fontes deverão ser caracterizadas durante a execução da Investigação Detalhada.
- A destinação dos solos e resíduos, além de outros materiais, provenientes das atividades relacionadas à Investigação Detalhada deverá considerar os estabelecidos em Lei e/ou por este IEMA.
- Os laudos analíticos das amostras de solo e águas subterrâneas e outros materiais avaliados deverão estar de acordo com o definido na norma ISO – IEC 17025, devendo necessariamente ser identificados o local onde foi coletada a amostra (nome e endereço), o ponto de amostragem, as datas em que as amostras foram coletadas e a extração e a análise foram realizadas, os métodos analíticos adotados, os fatores de diluição, os limites de quantificação, os resultados do branco de laboratório, da recuperação de traçadores (*surrogate*) e da recuperação



de amostra padrão. Os laudos deverão ser acompanhados da ficha de recebimento de amostras (*check list*) emitida pelo laboratório no ato de recebimento das amostras e da cadeia de custódia referente às amostras coletadas, devidamente preenchidas e assinadas.

- Na área atingida pelas plumas de contaminação das águas subterrâneas, incluindo sua possível expansão, deverá ser efetuado um levantamento identificando os poços de abastecimento e outros tipos de captação de água que possam ser atingidos, os quais deverão ser submetidos à caracterização da qualidade das suas águas.
- Caso seja identificada a existência de perigo, deverá ser comunicada de imediato pelo Responsável Legal ao IEMA.

2.1. RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO DETALHADA

O Relatório de Investigação Detalhada deverá conter as seguintes informações:

- a) Texto explicativo sobre a caracterização do meio físico, com plantas e seções estratigráficas e modelos tridimensionais representativos das rochas, sedimentos, solos e aterros identificados no local, especificando o tipo de porosidade (intergranular ou fratura) presente para cada material ou unidade hidroestratigráfica identificada;
- b) Georreferenciamento das sondagens, pontos de amostragem (solo e água, além de outros meios) e poços de monitoramento;
- c) Representação do perfil de cada sondagem realizada, indicando as unidades hidroestratigráficas ou materiais observados (definidos a partir de observações em campo e de análises granulométricas) e suas espessuras, a profundidade do nível d'água, os resultados de medições realizadas em campo e a indicação das profundidades de amostragem para análises químicas e para determinação das propriedades físicas do meio;
- d) Descrição dos procedimentos efetuados durante a instalação de cada poço de monitoramento (perfuração, montagem e desenvolvimento);
- e) Perfil construtivo de cada poço de monitoramento, com a justificativa para o seu posicionamento e da seção filtrante, levando em consideração a distribuição das substâncias químicas de interesse, unidades hidroestratigráficas responsáveis pelo armazenamento e pela movimentação preferencial dos contaminantes;



- f) Tabela com os seguintes dados relativos aos poços de monitoramento: profundidade do nível da água subterrânea, profundidade da detecção de produto em fase livre, altura da coluna de fase livre, cota topográfica dos poços, cargas hidráulicas e condutividade hidráulica;
- g) Documentação fotográfica relativa aos serviços de campo;
- h) Texto explicativo com os resultados e interpretação dos métodos de investigação de alta resolução (quando esses forem utilizados), com a apresentação dos resultados em planta e seções transversais e longitudinais;
- i) Texto explicativo com a interpretação dos ensaios destinados à caracterização das propriedades físicas e químicas dos materiais;
- j) Texto explicativo sobre os dados hidrogeológicos obtidos para todos os materiais identificados (porosidade total e efetiva, condutividade hidráulica), destacando as unidades hidroestratigráficas de importância para o transporte e a retenção dos contaminantes;
- k) Plantas e seções representando as superfícies de mesmo potencial hidráulico (nos planos horizontal e vertical) e as relações hidráulicas com os corpos d'água superficiais, poços de captação, nascentes e sistemas de drenagem ou de rebaixamento do nível d'água;
- l) Especificar as substâncias químicas de interesse e o critério empregado para a seleção das mesmas;
- m) Quantificação e caracterização das contaminações associadas a todas as fontes primárias de contaminação, determinando as concentrações das substâncias químicas de interesse a elas associadas que possam estar presentes em fase livre, dissolvida, gasosa e retida, delimitando tridimensionalmente as plumas de contaminação e calculando as massas das substâncias químicas de interesse nas diferentes unidades hidroestratigráficas identificadas;
- n) Texto explicativo sobre a caracterização das contaminações, com plantas, seções e modelos tridimensionais representativos da distribuição das substâncias químicas de interesse identificadas no local, considerando as diferentes unidades hidroestratigráficas e meios que compõem o subsolo (ar, água e solo/rocha);
- o) Planta e seções, com a localização e dimensionamento das fontes potenciais, primárias e secundárias de contaminação, com a representação da localização dos pontos de amostragem executados;
- p) Texto com justificativa da escolha do posicionamento dos pontos de amostragem e das profundidades de investigação;
- q) Texto com descrição dos métodos de investigação e amostragem utilizados, justificando as escolhas realizadas;



- r) Texto e representações gráficas da distribuição das substâncias químicas de interesse (tridimensional), em fase livre, retida, dissolvida e gases/vapores, modelada para o tempo em que será atingida a concentração máxima onde estão localizados os receptores identificados, quando aplicável;
- s) Laudos analíticos, ficha de recebimento de amostras emitida pelo laboratório e as cadeias de custódia devidamente assinadas pelo profissional responsável pelas análises;
- t) Texto e ilustrações com a atualização do Modelo Conceitual (MCA 3), desenvolvido a partir dos resultados obtidos na Investigação Detalhada, acompanhado de discussão dos resultados obtidos, das limitações do MCA 3 e das recomendações de ações a serem realizadas em vista dos resultados obtidos;
- u) Identificação de todos os Responsáveis Legais e do Responsável Técnico, especificando os respectivos *e-mails* e endereços completos;
- v) Declaração de Responsabilidade, conforme modelo indicado no **ANEXO A**, devidamente assinada pelos Responsáveis Legal e Técnico.

Todas as plantas geradas nesse relatório deverão ser georreferenciadas, contendo as coordenadas geográficas em UTM (SIRGAS 2000). O Relatório de Investigação Detalhada deverá ser entregue em formato impresso e digital (pdf, word, excel).

3. AVALIAÇÃO DE RISCO

Os objetivos da Avaliação de Risco são caracterizar a existência de risco aos receptores identificados, expostos e potencialmente expostos às substâncias químicas de interesse presentes na Área Contaminada sob Investigação (ACI) e decidir sobre a necessidade de implementação de medidas de intervenção.

A Avaliação de Risco deverá ser desenvolvida considerando todas as informações geradas nas etapas anteriores, especialmente o Modelo Conceitual gerado ao final da Investigação Detalhada (MCA 3), devendo ser observadas as orientações contidas no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas e normas técnicas nacionais e internacionais. Ao final da execução da etapa de Avaliação de Risco deverá ser elaborado o Modelo Conceitual 4 (MCA 4).

Desta forma, deverão ser desenvolvidas as ações descritas abaixo, quando aplicáveis, para avaliar os riscos relacionados às diferentes situações citadas. Destaca-se que deverão ser executadas somente as ações correspondentes àqueles receptores expostos ou potencialmente



expostos que efetivamente tenham sido identificados na Área Contaminada sob Investigação (ACI) ou em sua vizinhança.

As seguintes situações podem caracterizar a existência de risco acima dos níveis aceitáveis em uma área, determinando sua classificação como Área Contaminada com Risco Confirmado (ACRi):

- *Realizada Avaliação de Risco foi constatado que os valores definidos para risco aceitável à saúde humana foram ultrapassados;*
- *Quando for observado risco inaceitável para organismos presentes nos ecossistemas, por meio da utilização de resultados de Avaliação de Risco Ecológico;*
- *Nas situações em que os contaminantes gerados em uma área tenham atingido compartimentos do meio físico e determinado a ultrapassagem dos padrões legais aplicáveis ao enquadramento dos corpos d'água e de potabilidade;*
- *Nas situações em que os contaminantes gerados possam atingir corpos d'água superficiais ou subterrâneos, determinando a ultrapassagem dos padrões legais aplicáveis, comprovadas por modelagem do transporte dos contaminantes;*
- *Nas situações em que haja risco à saúde ou à vida em decorrência de exposição aguda a contaminantes, ou à segurança do patrimônio público e privado.*

Por outro lado, após a realização da etapa de Avaliação de Risco, não tendo sido verificada qualquer das situações indicadas a área será classificada como Área em Processo de Monitoramento para Encerramento (AME), devendo ser iniciada a etapa de Monitoramento para Encerramento.

3.1. AVALIAÇÃO DE RISCO A SAÚDE HUMANA

A Avaliação de Risco à Saúde Humana, visando à determinação dos riscos e das Concentrações Máximas Aceitáveis (CMA) para os receptores humanos identificados, deverá ser realizada por meio do uso da Planilha para Avaliação de Risco para Áreas Contaminadas sob Investigação da CETESB.

No desenvolvimento da Avaliação de Risco à Saúde Humana deverão ser adotados os seguintes procedimentos:

- a) Identificar as unidades de exposição;



- b) Identificar os receptores humanos considerando o uso atual e futuro da área, em cada unidade de exposição, bem como os receptores que se situam fora da área de exposição mas que possam vir a ser atingidos em decorrência da expansão da pluma de contaminação;
- c) Identificar as substâncias químicas de interesse em cada unidade de exposição;
- d) Identificar todos os caminhos de exposição presentes e potenciais, atuais e futuros, para todos os em cada unidade de exposição;
- e) Calcular o risco para cada substância química de interesse considerando os diferentes receptores e caminhos de exposição, para cada unidade de exposição;
- f) Calcular o risco total para cada unidade de exposição, por receptor, considerando a soma dos riscos individuais das Substâncias Químicas de Interesse, agrupando-as em função dos seus efeitos carcinogênicos e não carcinogênicos;
- g) Calcular as Concentrações Máximas Aceitáveis para as Substâncias Químicas de Interesse existentes, para cada meio, considerando cada caminho de exposição e receptor identificado;
- h) Apresentar mapas de risco com a indicação dos receptores e dos hot spots;
- i) Apresentar conclusão sobre a necessidade de implementação de medidas de intervenção.

Para a conclusão acerca da existência de risco deverá ser adotado o valor de 1×10^{-5} como o limite aceitável de risco total à saúde humana para exposição a substâncias carcinogênicas. Para substâncias não carcinogênicas o valor correspondente ao limite de aceitação para o quociente de risco total será igual a 1 (um).

Observação 1: Os cálculos do risco deverão se basear nas maiores concentrações detectadas junto aos receptores ou decorrentes do tratamento estatístico das concentrações determinadas em cada Unidade de Exposição;

Observação 2: No caso das substâncias com efeitos não carcinogênicos a soma dos riscos individuais poderá se aplicar somente às substâncias que possuam mecanismos semelhantes de ação, devidamente demonstrados com base em estudos toxicológicos publicados.

3.2. IDENTIFICAÇÃO DE RISCO CONSIDERANDO PADRÕES LEGAIS APLICÁVEIS

A execução dessa etapa deverá proporcionar a identificação dos riscos potenciais e presentes por meio da constatação de concentrações das substâncias químicas de interesse que superem os padrões legais aplicáveis.



A Identificação de Risco considerando Padrões Legais Aplicáveis relativa à qualidade dos corpos d'água superficiais deverá ser realizada utilizando os padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 e suas atualizações. A existência de risco à qualidade do corpo d'água será confirmada quando forem observadas concentrações das substâncias químicas de interesse acima dos padrões legais citados, nos pontos de conformidade posicionados junto ao corpo d'água superficial.

A Identificação de Risco considerando Padrões Legais Aplicáveis relativa à ingestão das águas subterrâneas deverá ser realizada utilizando os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 e suas atualizações. A existência de risco para ingestão de águas subterrâneas será confirmada quando for constatado que a concentração das substâncias químicas de interesse nas amostras coletadas em poços e nascentes de captação de água para abastecimento ou em poços de monitoramento, ultrapassam o padrão de potabilidade.

Os resultados dessas avaliações deverão ser apresentados por meio de:

- a) Texto explicativo, plantas e seções, indicando a posição dos receptores (corpos d'água superficiais, poços de abastecimento de água e nascentes) e pontos de conformidade, além da distribuição das concentrações de cada substância química de interesse;
- b) Mapas de risco com a indicação dos receptores;
- c) Conclusão sobre a necessidade de implementação de medidas de intervenção.

3.3. IDENTIFICAÇÃO DE RISCO CONSIDERANDO PADRÕES LEGAIS APLICÁVEIS E MODELAGEM MATEMÁTICA

A modelagem matemática deverá ser empregada para simular o comportamento temporal da contaminação, possibilitando a verificação de alterações nos cenários de exposição, e prever a potencial alteração da qualidade de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, assim como definir a necessidade de adoção de medidas de intervenção.

No caso da verificação da ultrapassagem dos padrões legais para as águas subterrâneas por meio de modelos matemáticos, a modelagem deverá contemplar o transporte tridimensional das substâncias químicas de interesse, assim como os efeitos de retardamento, a influência de eventual bombeamento de poços de captação e outras interferências.

Os resultados dessa avaliação deverão ser apresentados por meio de:



a) Texto explicativo, plantas e seções, para cada substância química de interesse, indicando a posição dos receptores e a distribuição das concentrações das substâncias químicas de interesse atual e futura obtida por modelagem matemática;

b) A partir dos resultados da modelagem, deverão também ser apresentadas as concentrações máximas aceitáveis (CMA), em plantas e seções, para cada substância química de interesse junto a cada receptor e nos hot spots;

c) Conclusão sobre a necessidade de implementação de medidas de intervenção.

3.4. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGO À VIDA OU À SAÚDE DA POPULAÇÃO

A Identificação de Perigo à Vida ou à Saúde da População, em decorrência da contaminação de uma área, também determina a classificação da área como Área Contaminada com Risco Confirmado (ACRI).

Nesses casos, a análise da situação deverá caracterizar o vínculo entre a contaminação e o perigo existente, sendo recomendável, para tanto, a utilização dos resultados do mapeamento das plumas de contaminação e de resultados de medições que possibilitem a identificação de exposição aguda, como do índice de inflamabilidade e amostragem de gases e vapores.

Os resultados dessa avaliação deverão ser apresentados por meio de:

a) Texto explicativo, plantas e seções, indicando a posição dos receptores e a distribuição das concentrações das substâncias químicas de interesse;

b) Mapas de risco com a indicação dos receptores;

c) Conclusão sobre a necessidade de implementação de medidas de intervenção.

Observação 1: Nos casos em que seja constatada exposição aguda aos contaminantes ou condição de risco à segurança dos receptores, as medidas emergenciais deverão ser prontamente adotadas.

3.5. RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE RISCO

Nos Relatórios de Avaliação de Risco deverão ser apresentadas as seguintes informações, além daquelas especificadas nos itens já descritos:

a) Texto contendo conclusão acerca da existência de risco acima dos níveis considerados aceitáveis e da necessidade de adoção de medidas de intervenção;

b) Análise das incertezas associadas à Avaliação de Risco realizada;

c) Texto e ilustrações com o Modelo Conceitual (MCA 4);



d) Proposta de Plano de Monitoramento para Encerramento, nos casos em que a área sob avaliação tenha sido classificada como Área em Processo de Monitoramento para Encerramento (AME);

e) Identificação de todos os Responsáveis Legais e do Responsável Técnico, especificando os respectivos e-mails e endereços completos;

f) Cópia atualizada (expedida há 3 meses no máximo) de todas as matrículas do imóvel onde se localiza a área sob avaliação, nos casos em que a área do imóvel seja composta por mais de uma matrícula, estas deverão ser identificadas em planta.

Todas as plantas geradas nesse relatório deverão ser georreferenciadas, contendo as coordenadas geográficas em UTM (SIRGAS 2000).

O IEMA analisará as informações contidas no relatório de Avaliação de Risco e comunicará ao Responsável Legal a aceitação ou não do relatório, demandando-o a apresentar o Plano de Intervenção.



ANEXO A

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

_____(Responsável Legal)_____, em conjunto com _____(Responsável Técnico)_____, **DECLARAM**, sob as penas da lei e de responsabilização administrativa, civil e penal, que todas as informações prestadas ao IEMA – Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo, nos estudos ora apresentados (discriminar), são verdadeiras e contemplam integralmente as exigências estabelecidas pelo IEMA por meio da (especificar número da Licença, Autorização ou Auto em que foi estabelecida a exigência).

Data.

Responsável Técnico

Nome

CPF

Responsável legal

Nome

CPF