

VI-253 - ETAPAS DE UMA AVALIAÇÃO AMBIENTAL EM UMA ÁREA POTENCIALMENTE CONTAMINADA – INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR, CONFIRMATÓRIA E DETALHADA

Marianne Rachel Abreu Teixeira⁽¹⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Pós-graduanda em Engenharia de Segurança do Trabalho na Fundação de Apoio ao CEFET (FunCEFET). Mestranda em Engenharia Ambiental na UFRJ.

Juacyara Carbonelli Campos

Engenheira Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Licenciatura em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Doutorado em Engenharia Química pela Coordenação dos Programas de Pós Graduação em Engenharias (COPPE/UFRJ). Professora Adjunta do Departamento de Processos Inorgânicos da Escola de Química – UFRJ.

Fabiana Valéria da Fonseca Araujo

Engenheira Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Mestrado e Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Pós-Doutorado em Engenharia Sanitária pela UFRJ. Professora Adjunta do Departamento de Processos Inorgânicos da Escola de Química – UFRJ.

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química – Av. Athos da Silveira Ramos, Bloco E - Centro de Tecnologia - Ilha do Fundão – CEP: 21941-909 - Rio de Janeiro, RJ – Brasil – Tel.: (21) 7712-7927 - e-mail: marianne.teixeira@poli.ufrj.br

RESUMO

Nos últimos dez anos, com a evolução dos procedimentos ambientais, o número de áreas contaminadas em território nacional teve um aumento considerável. Um diagnóstico ambiental focado na investigação do solo e do lençol freático consiste na completa descrição do *site*, de modo a caracterizar a situação ambiental da área estudada. Essa investigação, que deve seguir padrões e normas, tem por objetivo avaliar se atividades potencialmente poluidoras podem ter gerado algum dano ao meio ambiente, através de possíveis vazamentos, descartes inadequados ou má operação. Para um completo estudo de avaliação ambiental, é sugerido pelos órgãos competentes o seguimento da norma brasileira ABNT NBR 15.515, de 2007, que define etapas de uma investigação (preliminar, confirmatória e detalhada) visando o fornecimento de orientações técnicas e de procedimentos para a identificação de indícios de contaminação em terrenos. O presente trabalho tem por objetivo apresentar exigências e procedimentos da norma supracitada, assim como expor sua utilização através de um estudo de caso com histórico de vazamento por combustíveis derivados de petróleo.

PALAVRAS-CHAVE: Investigação Ambiental, Água Subterrânea, Solo, Contaminação, Análise de Risco.

INTRODUÇÃO

Atualmente, em função de exigências ambientais serem itens obrigatórios para instalação, operação e até mesmo encerramento de atividades em uma área, vários empreendimentos têm exibido alterações significativas no solo e no lençol freático local. Isso por que a atividade ali existente pode em algum momento ter gerado um passivo ambiental, sendo por vazamentos de matéria-prima, produtos e/ou óleos combustíveis, disposição inadequadas de resíduos, lançamento irregular de efluentes, dentre outros exemplos de má operação.

Para estabelecimentos como, por exemplo, postos de combustíveis e garagens de ônibus com abastecimento, é item da Licença de Operação a realização de campanhas de monitoramento que contemple a coleta de amostras das águas subterrâneas para análises dos parâmetros relacionados à atividade do empreendimento e aos produtos manipulados. Tal procedimento permite uma frequente avaliação da qualidade da água, de modo a identificar alterações em função de maus procedimentos.

Em áreas sem nenhuma ação ambiental que pudesse caracterizá-las quanto à presença de contaminação no solo e nas águas subterrâneas, vem sido solicitado pelos órgãos ambientais vigentes, por meio de itens de licenças ou

notificações, um estudo de diagnóstico ambiental que siga normas técnicas brasileiras em sua execução. Há diversas normas, publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que padroniza procedimentos para os serviços ambientais, como por exemplo, para construção de poços de monitoramento.

Em 2007, foi elaborada uma norma que estabelece os procedimentos mínimos para avaliação de passivo ambiental, visando à identificação de indícios de contaminação de solo e água subterrânea. Trata-se da ABNT NBR 15.515 – Passivo Ambiental em Solo e Água Subterrânea, que se divide em três etapas de investigação: Avaliação Preliminar, Avaliação Confirmatória e Avaliação Detalhada.

Alinhada a procedimentos estabelecidos pela CETESB (CETESB, 2007), com propostas de resolução CONAMA e com norma técnica supracitada, as etapas de uma investigação ambiental visam o fornecimento de orientações técnicas e de procedimentos para a identificação e avaliação de indícios de contaminação em terrenos.

A avaliação preliminar tem como objetivo principal identificar situações ambientais de uso presente e pretérito associadas com a área objeto de análise e propriedades vizinhas, que possam representar passivos ambientais potenciais para o meio em que se inserem. Esta avaliação mostra-se fundamental no estabelecimento do potencial de contaminação de solo e águas subterrâneas e no modelo conceitual inicial de uma eventual seqüência de investigações.

Uma vez identificados indícios de contaminação, a área estudada passa a ser denominada de área potencialmente contaminada e, com isso, a próxima etapa a ser realizada é a de investigação confirmatória. Nesta fase, há a execução de perfurações e sondagens, com caracterização do subsolo e determinação de sua permeabilidade e profundidade do nível d'água; confecção de mapa potenciométrico; e análise química do solo e das águas subterrâneas.

Confirmando-se a contaminação no site em estudo, torna-se necessária a realização da etapa de investigação detalhada, que terá como objetivo a delimitação das plumas de contaminação observadas e um estudo de Análise de Risco, que visa definir valores mínimos de referência de acordo com o uso preponderante da área e identificar se as concentrações de contaminantes existentes causam riscos à saúde humana.

Na Figura 1 são apresentadas as etapas da avaliação de passivo ambiental.

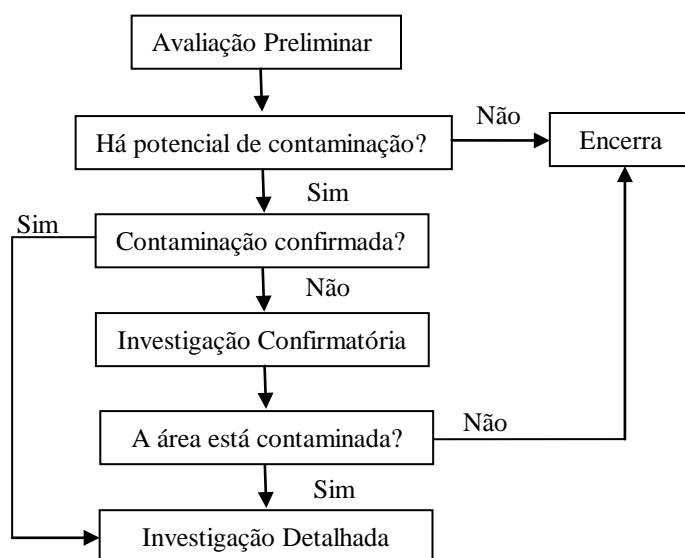


Figura 1 – Fluxograma das etapas da avaliação de passivo ambiental.
Fonte: ABNT NBR 15515-1:2007. Passivo ambiental em solo e água subterrânea.

Para melhor visualização da aplicação desta norma, como exigência do órgão ambiental do Rio de Janeiro, o Instituto Estadual do Ambiente – INEA notificou um empreendimento, cujo nome necessita ser preservado, por possuir anteriormente um tanque de combustíveis. A notificação consistia na elaboração de avaliações preliminar e confirmatória, segundo a ABNT 15.515 na área. Caso fossem obtidas concentrações de contaminantes superiores aos valores de referência da Lista CONAMA n.º 420, de 2009, realizar investigação detalhada da área com Análise de Risco.

Com base nesta solicitação do INEA, serão abordados os itens da ABNT 15.515 e os resultados obtidos ao longo de todo o estudo de caso.

ESTUDO DE CASO

O trabalho consiste na investigação da área notificada seguindo os procedimentos listados na ABNT NBR 15.515, que divide o serviço em três etapas. Cada qual será apresentada abaixo separadamente.

A Avaliação Preliminar consistiu na primeira etapa do diagnóstico de passivo ambiental, que objetivou encontrar indícios de uma possível contaminação, realizada com base nas informações disponíveis, como levantamento histórico da área, entrevistas com colaboradores do empreendimento, imagens e fotos, inspeções em campo, visando fundamentar a suspeita de contaminação no local.

A norma, dividida em três partes, disponibiliza no anexo da Parte 1 um Modelo de Ficha Técnica, que corresponde a diversas lacunas a ser preenchida com informações pertinentes a área, como: Disposição de Resíduos Sólidos, Fontes Potenciais de Contaminação e etc.

Segundo informações obtidas no local em agosto de 2010, na área investigada havia um tanque aéreo de 15.000 L que armazenava diesel para o abastecimento de máquinas e carretas. Este tanque foi instalado em 1999 e removido da área em 2008. A antiga área de abastecimento era pavimentada em concreto, possuía bacia de contenção e era contemplada por canaletas de drenagem oleosas ligadas à caixa separadora de água e óleo (SAO). Na Tabela 1 é exibida a caracterização da área com relação à fonte de contaminação identificada.

Tabela 1 – Caracterização da área quanto à fonte de contaminação.

Fontes	Classificação (AP ou AC)	Substâncias ou produtos	Mecanismos de liberação	Vias de transporte dos contaminantes	Receptores/bens a proteger
Antiga área de abastecimento	AP	óleo diesel	vazamentos/ derramamentos	infiltração no solo/ transporte pela água subterrânea	trabalhadores; solo; água subterrânea, corpos hídricos;

AP – Área com potencial

Segundo colaboradores do empreendimento, não há registros da ocorrência de vazamentos, perda de produto, histórico de acidentes ambientais, envolvimento com órgãos ambientais ou reclamações das circunvizinhanças devido a odor e/ou presença de combustíveis. Entretanto, em estudo realizado em maio de 2010 por outra empresa, foram obtidas concentrações dos compostos PAH (hidrocarbonetos poliaromáticos) acima dos níveis de intervenção.

A partir da existência de uma antiga área de abastecimento, classificada como área com potencial de contaminação, torna-se necessária a segunda etapa do processo – Investigação Confirmatória. Iniciou-se esta etapa com medições de Compostos Orgânicos Voláteis, que têm como finalidade determinar e quantificar sua presença no subsolo da área investigada e, desta forma, contribuir para a locação das sondagens.

As perfurações são locadas em malha com espaçamento regular, de acordo com a área total do estabelecimento, com adensamento nas áreas críticas (tanques, bombas, filtros, caixa SAO, e do percurso inferido das linhas subterrâneas) e áreas com histórico de contaminação. As leituras de VOC são realizadas em perfurações, executadas com perfuratriz de 1” de diâmetro, onde é introduzida uma sonda de 3/4” de diâmetro, com orifícios de 3 mm de diâmetro em sua parte inferior e borracha de vedação em sua parte superior. Esta sonda é conectada por mangueira de teflon ao analisador de gases, até a profundidade de 0,9 m, para execução

das medições de VOC *in situ*. A campanha de VOC é realizada utilizando-se aparelhos eletrônicos apropriados, que detectam e quantificam os gases, por correlação com a explosividade inerente dos hidrocarbonetos voláteis de baixo peso molecular, típicos de derivados leves (combustíveis, solventes, nafta etc.). A faixa de utilização destes aparelhos, para concentrações de Compostos Orgânicos Voláteis varia entre 0 ppm e 10.000 ppm.

Foram realizadas 45 perfurações (P-01 a P-45), acompanhadas de leituras de VOC. Os pontos foram escolhidos de acordo com a Avaliação Preliminar que permitiu identificar a área com potencial de contaminação. A campanha de VOC obteve valores entre 0 ppm e 740 ppm.

Para a avaliação da qualidade do solo e das águas subterrâneas, são executadas sondagens com a instalação de poços de monitoramento. Foram realizadas 06 sondagens (S-01 a S-06) com profundidade máxima de 5,60 m, e um total de 37,5 m perfurados. A sondagem S-01 foi realizada próxima a antiga caixa SAO. A sondagem S-02 foi realizada no ponto que apresentou a maior concentração de VOC. A sondagem S-03 foi realizada no estacionamento, à montante da antiga área de abastecimento. As sondagens S-04, S-05 e S-06 foram realizadas em pontos com altas concentrações de VOC seguindo a direção do fluxo das águas subterrâneas.

As sondagens foram executadas com trado manual, tipo concha, de 4" de diâmetro. Ao longo da execução das sondagens são coletadas amostras de solo a cada 0,5 m onde são efetuadas medições de VOC (Composto Orgânicos Voláteis), análise organoléptica para avaliação de indícios de hidrocarbonetos, e descrição do material quanto à textura, cor e granulação.

Em cada sondagem, a amostra que apresentar o maior valor de VOC e, eventualmente, possuir algum indício da presença de hidrocarbonetos, será acondicionada, rapidamente, em um frasco de vidro de boca larga e tampa de teflon, de modo que não haja espaços vazios em seu interior, evitando-se assim, a perda de gases por volatilização. No caso de valores nulos ao longo do perfil, as amostras são coletadas na franja capilar, visando a análise química do material mais próximo ao lençol freático.

Após coleta de amostras de solo, em cada sondagem realizada, foi instalado um poço de monitoramento. Os poços são revestidos com tubos geomecânicos de 2" e filtro de mesmo material com ranhuras de 0,50 mm apropriados à granulometria local. Os espaços anelares são preenchidos com pré-filtro constituído de areia grossa, homogênea e selecionada, com diâmetro de 2 a 3 mm, sendo que os primeiros 30 cm são preenchidos com bentonita.

Previamente à amostragem, os poços de monitoramento foram esgotados, evitando-se a coleta de água estagnada. As amostragens foram realizadas através de um bailler descartável (amostrador específico composto de um tubo de PVC transparente equipado com uma válvula de retenção de teflon tipo portinhola na extremidade inferior).

Foram coletadas amostras de solo e das águas subterrâneas para análises químicas de BTEX, PAH e TPH. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em frascos apropriados, armazenadas em cooler com gelo e enviadas ao laboratório.

Além da coleta de análises químicas, foram realizados ensaios que permitiram a caracterização hidrogeotécnica da área estudada, como levantamento planialtimétrico e ensaio de permeabilidade, para a determinação do fluxo e da velocidade das águas subterrâneas, respectivamente.

Segundo os resultados analíticos de BTEX, as amostras dos poços PM-02, PM-03, PM-04, PM-05 e PM-06 apresentaram concentrações de benzeno superiores aos valores orientadores (CONAMA 420/2009). Nas análises de PAH, foram obtidas concentrações superiores aos valores orientadores para os compostos (benzo(a)antraceno) no poço PM-01 e naftaleno no poço PM-04. As demais amostras de água e todas as amostras de solo apresentaram concentrações inferiores ao limite de detecção do método/aparelho e/ou abaixo dos valores orientadores.

Tendo em vista que foram obtidas concentrações superiores aos valores adotados como referência, se fez necessária a continuidade dos serviços de Avaliação Ambiental, passando então para a etapa de Investigação Detalhada para delimitação da pluma de fase dissolvida encontrada e execução de Análise de Risco, nos moldes RBCA Tier 2 (*Risk-Based Corrective Action*), para avaliação da possibilidade de risco para os receptores

locais, assim como a definição de níveis-alvo específicos à área investigada (*SSTL - Site Specific Target Levels*).

Nesta etapa, foram instalados mais seis poços de monitoramento (PM-07 a PM-12) para delimitação da área contaminada. Foram coletadas amostras das águas subterrâneas e do solo para os parâmetros BTEX, PAH e TPH. Ainda foi coletada uma amostra indeformada para alimentação do software *RBCA Tier 2*.

A Análise de Risco realizada seguiu a metodologia *RBCA*, estabelecida através das normas *ASTM (American Society for Testing and Materials)* E-1.739/1995 e *ASTM PS-104/98*, amplamente utilizada pelas autoridades ambientais dos Estados Unidos da América para o gerenciamento de áreas contaminadas, tendo sido desenvolvidas adaptações desta metodologia para as condições específicas de cada região ou estado daquele país e de outros países como o Canadá, Austrália e União Européia. No Brasil, esse instrumento tem sido aplicado e aceito por diferentes órgãos ambientais.

A Análise de Risco nos moldes *RBCA* tem sido utilizada em casos de investigação e remediação de áreas contaminadas por hidrocarbonetos, com o objetivo de priorizar as ações, de acordo com os riscos que representam aos receptores (residentes, trabalhadores, corpos d'água, etc.) suscetíveis à contaminação. Tal metodologia representa uma ferramenta auxiliar de tomada de decisões relacionada à alocação de recursos, à necessidade de remediação, à urgência de ações corretivas, aos níveis de remediação aceitáveis e às alternativas tecnológicas aplicáveis tendo como objetivo principal a proteção da saúde humana e meio ambiente.

O risco é calculado através de um modelamento matemático onde são simulados os efeitos da presença dos contaminantes nos solos e águas subterrâneas sobre os ocupantes do site, levando-se em consideração a forma de utilização da área (residencial ou comercial), ou possíveis cenários fictícios ou cenários futuros.

O software *RBCA Tool Kit for Chemical Releases* calcula o risco de toxicidade e o risco de carcinogenicidade que o site representa aos seus potenciais receptores. O risco tóxico é a concentração máxima que os receptores possam ficar expostos aos contaminantes e não venham a desenvolver doenças não cancerígenas ao longo do tempo de exposição. O risco de carcinogenicidade constitui as concentrações máximas aceitáveis para que os receptores não venham a contrair doenças cancerígenas durante o tempo de exposição.

Caso a análise conclua que o risco é real, e fiquem caracterizadas as vias de exposição, será necessária a implementação de um sistema de remediação que reduza os teores dos contaminantes presentes a níveis que não ofereçam risco, ou a implementação de medidas mitigatórias, que descaracterizem as vias de exposição.

De acordo com os valores *SSTL* calculados, a partir da Análise de Risco, e os resultados analíticos das amostras coletadas, não foi identificado risco à saúde humana, tendo em vista que todas as concentrações foram inferiores aos valores orientadores utilizados.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, conclui-se que:

A norma *ABNT NBR 15.515*, juntamente com *CONAMA* e Diretrizes de órgãos ambientais, procuram contemplar todo o serviço de diagnóstico, desde o levantamento histórico da área até a investigação detalhada com Análise de Risco, para definição de valores específicos para o *site*;

Embora sejam realizados levantamentos históricos e entrevistas com colaboradores do empreendimento, faz-se necessária a etapa de investigação confirmatória, tendo em vista que nem sempre são obtidas informações verdadeiras ou completas sobre a área;

No estudo de caso apresentado, as concentrações obtidas foram inferiores aos valores *SSTL* calculados para área. Desta forma, além de não oferecerem risco à saúde humana, também não prevê ações de intervenção na área;

Caso fosse necessária uma remediação na área, a mesma seria realizada até que as concentrações atingissem valores inferiores aos SSTL calculados e não inferiores ao CONAMA 420/2009, bem inferior e mais restritivo que o primeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT NBR 13895:1997. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Construção de poços de Monitoramento e Amostragem.
2. ABNT NBR 15515:2007. Passivo ambiental em solo e água subterrânea.
3. CETESB, 2007. Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.
4. CONAMA nº420/2009 – "Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas."
5. FEITOSA, Fernando A. CARNEIRO, João Manoel Filho, 1997. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações.