



XIX COBREAP | Foz do Iguaçu

INOVAÇÕES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS

**CONGRESSO BRASILEIRO DE
ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS**

21 a 25 agosto de 2017

Hotel Mabu Thermas Grand Resort
Foz do Iguaçu / PR / Brasil

CONTAMINAÇÃO DE SOLO

AMARILIO DA SILVA MATTOS JR

TACITO QUADROS MAIA



O Conteúdo dos trabalhos técnicos apresentados no COBREAP é de inteira responsabilidade dos seus autores.



TRABALHO PARA COBREAP XIX

Trabalho de Perícia Ambiental

SOLO CONTAMINADO POR COMBUSTÍVEIS

Agosto/2017

RESUMO

Os postos de combustíveis de veículos automotores são hoje a maior fonte de contaminação de terrenos urbanos. No Brasil esta preocupação está demonstrada na sua legislação ambiental, que segue na mesma direção que outros países estão tomando há mais tempo, para enfrentar este problema, uma vez que a maioria da população está envolvida com o tema, seja na necessidade de uso do terreno para moradia, comércio ou serviços e também com o abastecimento de veículos automotores. Este trabalho tem o objetivo de apresentar o risco de contaminação de solo e águas subterrâneas por combustíveis, o problema ambiental de contaminação de terrenos por hidrocarbonetos; a necessidade de remediação e seu custo; riscos à saúde, introduzindo a legislação vigente pertinente ao tema, normas construtivas e de instalação de equipamentos dos postos de gasolina. Também faz parte deste trabalho apresentar uma metodologia para explicar os custos de remediação, seu impacto no meio ambiente e potencial perda no valor da transação de compra e venda especialmente quando a recuperação de terrenos contaminados para lançamentos imobiliários está se tornando uma realidade nas grandes capitais.

Palavras Chave: ***Contaminação, Meio Ambiente, Combustível, Solo, Água.***

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

1.1 Metodologia

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Legislação

2.2 Principais compostos químicos e seus riscos à saúde

2.3 Monitoramento e Prevenção

2.4 Remediação

2.5 Custo de Remediação

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Considerações iniciais

3.2 Estudo de Caso

4 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

BIBLIOGRAFIA

ANEXO A

1. INTRODUÇÃO

Desde a Revolução Industrial quando a poluição começou a se manifestar mais intensamente, a qualidade do solo tem sido afetada negativamente. As substâncias nocivas que entram em contato com o solo ali permanecem e podem poluir lençóis freáticos, água subterrânea, mananciais de superfície, além de afetar a biota. De fato, os poluentes ou contaminantes de uma área podem ser transportados por diferentes vias como o ar, o próprio solo, as águas subterrâneas e superficiais, alterando suas características naturais de qualidade e determinando impactos negativos e/ou riscos sobre os bens a proteger, localizados na própria área ou em seus arredores.

Assim, para eliminar ou reduzir os impactos ambientais decorrentes de contaminação é fundamental que haja o seu reconhecimento, identificação, a avaliação dos seus riscos ao homem e ao meio ambiente, e finalmente, o controle da situação, através da remediação e monitoramento da contaminação. Esses procedimentos devem ser tomados para eliminar a fonte causadora do problema. Quanto mais rápido forem tomadas as medidas saneadoras, maior a probabilidade de recuperar os terrenos, rios, lagos e menor o impacto no futuro.

Este trabalho foca o problema da contaminação do solo e água no subsolo por hidrocarbonetos, um dos mais frequentes exemplos de passivo ambiental

Resgatando um pouco de história, a identificação dos vazamentos de tanques metálicos de armazenamento de combustíveis como mecanismo de contaminação do subsolo e de risco para recursos hídricos sub-superficiais, tem sua origem a partir da década de 1950 nos Estados Unidos da América e, a partir da constatação (década de 70), dos riscos para a qualidade da água subterrânea e para a saúde humana, tem sido um assunto de grande interesse para o meio técnico dos EUA.

Desde que tal problema passou a ser uma das prioridades da EPA (Environmental Protection Agency), foram identificados cerca de 1,5 milhões de tanques subterrâneos de armazenamento de combustíveis nos EUA, dos quais, cerca de 400.000 foram substituídos ou adaptados, tendo sido identificados cerca de 250.000 casos de vazamento, os quais resultaram em 97.000 propostas de remediação. Atualmente as atividades da agência EPA registram cerca de 1.000 novos vazamentos em tanques de combustível por semana nos Estados Unidos.

Segundo o Anuário Estatístico da Agência Nacional do Petróleo (ANP), no final de 2014, 39.763 postos revendedores de derivados de petróleo operavam no Brasil. Estes revendedores abastecem diariamente a frota de veículos automotores, principal meio de transporte no território nacional. Desses, 40,2% se localizavam no Sudeste; 23,8% no Nordeste; 20,2% na Região Sul; 8,6% no Centro-Oeste; e 7,2% na Região Norte. Os estados com maior concentração de postos são: São Paulo (22,3%), Minas Gerais (10,9%), Rio Grande do Sul (7,8%), Paraná (7,1%), Bahia (6,4%) e Rio de Janeiro (5,3%) (ANP, 2015).

Na década de 90 o número estimado de tanques subterrâneos no Brasil era da ordem de 100.000. Atualmente esse número é estimado em mais de 110.000. Esta elevada quantidade instalada nos centros urbanos e nas áreas rurais é um fato

significativo, pois coloca em risco tanto o meio ambiente, quanto à população do seu entorno uma vez que a maioria dos postos construídos nas décadas de 70 e 80 têm tanques subterrâneos de metal com vida útil em torno de 20 anos, concentrados em sua grande maioria, nas regiões de alta densidade populacional, local de maior mercado consumidor e maior concentração de veículos.

Segundo Ambiente Brasil (2003) das 727 áreas contaminadas identificadas pela CETESB, até outubro de 2003, 464 foram decorrente das atividades de postos de combustíveis. Em maio de 2005 o número de áreas contaminadas identificadas no Estado de São Paulo tinha crescido para 1.596, das quais 1.164 eram postos de combustível (Folha de S. Paulo, 2006). Dados da CETESB de dezembro de 2014 revelam que 74% da contaminação de solo no Estado de São Paulo, são provenientes desta fonte (posto de combustível), sendo o segundo lugar ocasionado por atividades industriais com 17% do total (CETESB, 2016).

Na Grande São Paulo a CPI do Passivo Ambiental (CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2002) listou 84 áreas contaminadas, sendo 65 delas postos de combustíveis, sendo que mais de 50% dos empreendimentos têm tanques subterrâneos com mais de 20 anos de vida, ou seja, além da vida útil recomendada.

Podemos afirmar que um grande número de postos de combustíveis ainda utiliza tanques inadequados e com idade real muito maior que a sua vida útil projetada, ocasionando a contaminação do sub solo por vazamentos não identificados. A estatística dos acidentes, demonstra os motivos de estarmos todos preocupados com este tipo de ocorrência.

Os acidentes ambientais em postos, estão na sua maioria relacionados com vazamentos ou derramamento dos combustíveis, ocasionados basicamente por: falha construtiva ou de manutenção (corrosão nos tanques e tubulações subterrâneas, falta de pavimentação, drenagem, proteção dos tanques e das tubulações) ou falha operacional (procedimentos de descarga dos caminhões ou de abastecimento dos veículos de clientes).

O vazamento de derivados de petróleo no solo representa um sério risco à qualidade da água subterrânea pois, uma vez no solo tem um grande potencial de contaminação das águas e a permanência destes compostos torna inutilizável os terrenos para ocupação humana.

Dentre tais compostos, o grupo denominado BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno) são os mais perigosos, dada sua alta mobilidade tanto na fase gasosa como na fase líquida. Tais compostos representam grande risco para a saúde humana, pois podem apresentar ação carcinogênica e mutagênica. Sua ação pode causar distúrbios de fala, visão, audição, controle dos músculos e tumores cerebrais, podendo levar à morte (SANDRES & MAINIER, 2004).

O objetivo deste trabalho é chamar a atenção de todos para a importância de evitarmos a contaminação do solo, com foco nos combustíveis, tendo como preocupação principal os riscos que esta contaminação pode causar no ser humano, no meio ambiente, impacto no potencial de uso dos terrenos e impacto no valor dos terrenos e áreas contaminadas.

1.1 METODOLOGIA

Foi realizada ampla pesquisa bibliográfica em artigos, trabalhos, livros, normas da ABNT, legislação, normas reguladoras, manuais, resoluções, órgãos governamentais, subsidiando este trabalho, para mostrar a importância de evitarmos a contaminação e a propagação desta no solo e águas subterrâneas.

Consultamos dados estatísticos da ANP e de órgãos ambientais estaduais como CETESB (SP), INEMA (BA), entre outros. Mostramos os compostos químicos dos contaminantes, suas características, propriedades e seus riscos à saúde.

Apresentamos também a origem do problema dos vazamentos de combustíveis, pois estatisticamente os postos de combustíveis são a maior fonte de geração da contaminação. Apresentamos soluções tecnológicas para eliminar o risco de vazamento dos tanques metálicos com exemplos, fotos e fornecedores.

Mostramos exemplo de estudo de caso ocorrido em terreno sendo transacionado, com contaminação, identificação dos contaminantes, processo de remediação (limpeza do terreno), custos da limpeza e desvalorização do bem na transação comercial.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Legislação:

Em função de vários casos de contaminação do solo por combustível, a legislação vem evoluindo e foram criadas leis, decretos, resoluções e normas para proteção e monitoramento da qualidade do solo e dos recursos hídricos, nas áreas de influência dos postos de combustível.

A legislação vem evoluindo e com a Constituição Federal de 1988, no seu artigo 225, surge uma tentativa de minorar os efeitos nocivos de impactos ambientais das atividades normais da sociedade de produção e consumo que vivemos hoje. Nos parágrafos 2º e 3º do artigo 225 o explorador dos recursos naturais fica obrigado a recuperar o meio ambiente e reparar eventuais danos que venham a causar.

Anteriormente à Constituição de 1988, a Lei nº 6.766 de 1979 de Parcelamento do Solo Urbano, já fazia referências às áreas que apresentassem problemas ambientais, dizendo no seu artigo 3º, que “veda o parcelamento de:

II – terrenos aterrados com material nocivo antes do saneamento;

...

V – áreas poluídas até sua correção.”

Com a chegada do Código Civil, instituído pela Lei Federal nº 10.406 de 2002, reforça a preocupação no seu artigo 1.228, parágrafo 1º, que:

“O direito de propriedade deve ser exercido em consonância com suas finalidades econômicas e sociais e de modo que sejam preservados de conformidade com o estabelecido em lei especial, a flora, a fauna, as belezas naturais, o equilíbrio ecológico e o patrimônio histórico e artístico, bem como evitada a poluição do ar e das águas”.

Diversas outras regulamentações surgiram no sentido de auxiliar no processo de gerenciamento de sítios contaminados. Entre elas podemos citar: a Lei nº 6.938/81 (Política Nacional de Meio Ambiente), que define a obrigatoriedade da recuperação de áreas degradadas – uma vez que estas também incluem o caso das áreas contaminadas – imposta aos poluidores identificados; a Lei nº 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais), que no âmbito federal considera a questão ambiental como crime e passa a aplicar sanções penais e administrativas para os responsáveis pela contaminação do solo; e a Ação Civil Pública, que é disciplinada pela Lei nº 7.347/85, e que pode ser utilizada como um mecanismo de ação pelo Ministério Público, caso se comprove a responsabilidade pela poluição do solo, da água subterrânea e do ar.

A quantificação e o exato dimensionamento do dano ambiental resultante da contaminação de áreas com resíduos sólidos ou semilíquidos perigosos ou efluentes industriais é um dos mais tormentosos problemas atinentes à responsabilização civil por danos ambientais. Isso porque tais impactos afetam o ecossistema como um todo, partindo-se da visão sistêmica de meio ambiente, que abrange não apenas os recursos naturais, artificiais e culturais, mas todas as demais condições e influências que regem e abrigam a vida em todas as suas formas.

Apenas em 2009 surgiu uma regulamentação federal específica para o gerenciamento de áreas contaminadas. A Resolução CONAMA nº420, regulamentada em 28 de dezembro de 2009, estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas em decorrência de atividades antrópicas. Em seu Artigo 3º, a Resolução define que *“a proteção do solo deve ser realizada de maneira preventiva, a fim de garantir a manutenção da sua funcionalidade ou, de maneira corretiva, visando restaurar sua qualidade ou recuperá-la de forma compatível com os usos previstos”*. A Resolução também determina em seu Artigo 22º que *“o gerenciamento de áreas contaminadas deverá conter procedimentos e ações voltadas ao atendimento dos seguintes objetivos:*

- I - eliminar o perigo ou reduzir o risco à saúde humana;*
- II - eliminar ou minimizar os riscos ao meio ambiente;*
- III - evitar danos aos demais bens a proteger;*
- IV - evitar danos ao bem estar público durante a execução de ações para reabilitação; e*
- V - possibilitar o uso declarado ou futuro da área, observando o planejamento de uso e ocupação do solo.”*

No Estado do Rio de Janeiro, o problema das áreas contaminadas não é tratado de maneira sistematizada pelos dispositivos legais. Algumas das regulamentações do Estado relacionadas de forma geral às áreas contaminadas são as seguintes: Decreto-lei nº 134, de 06/06/1975, que dispõe sobre a prevenção da Poluição do Meio Ambiente no Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências; Decreto nº 1.633, de 03/08/1977, que regulamenta, em parte, o Decreto-Lei nº 134, de 06/06/1975, e institui o Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras; Decreto nº 8.974, de 15/05/1986, que regulamenta a aplicação das penalidades de interdição ou multas previstas no Decreto nº 134, de 06/06/1975, quando as pessoas físicas ou jurídicas causarem a poluição das águas, do ar ou do solo, conforme definida no Decreto nº 134, de 06/06/1975, deixarem de observar as disposições do Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras (SLAP); Diretriz FEEMA – DZ 056, que estabelece a realização anual de auditoria de conformidade legal para as atividades potencialmente poluidoras.

Destaca-se também a utilização de Termos de Ajustamento de Conduta (TAC), entre órgão ambiental e empresas, como uma iniciativa que tem dado bons resultados no Estado do Rio de Janeiro no que se refere ao gerenciamento de áreas contaminadas, pois o referido instrumento pode ser utilizado para obrigar as atividades com elevado potencial de contaminação a realizarem diagnóstico e recuperação de áreas contaminadas. Este instrumento surgiu com a medida provisória nº 1.949-24/00, relacionada à Lei nº 9.605/98, e tem como finalidade permitir a adequação das empresas às exigências legais.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), publicou a resolução 273 em 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre instalação e operação de postos de combustível. No seu artigo 3º, a resolução determina que os equipamentos e sistemas para armazenamento e distribuição de combustíveis, deverão ser avaliados e testados com periodicidade não maior que 5 anos. Os testes devem garantir que não haja falhas ou vazamentos.

Muitos órgãos ambientais brasileiros, a exemplo da CETESB (SP), utilizam padrões baseados na lista Holandesa, que determina o nível de contaminação aceitável (S) do solo e da água subterrânea para vários possíveis contaminantes.

Por exemplo, em águas subterrâneas, o valor de referência de cada composto BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno) é de 0,0002 mg/L. No caso de solo, estes valores podem variar de 0,01 a 0,05 mg/kg. Os padrões de potabilidade são definidos pela portaria 518 do Ministério da Saúde, onde estão definidos os valores máximos para os compostos do BTEX (0,005, 0,17, 0,2 e 0,3 mg/L, para Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno respectivamente).

Para evitar vazamento de combustíveis, novas normas de construção e instalação de tanques subterrâneos foram emitidas pela ANBT para prevenir vazamento dos tanques no subsolo.

ABNT NBR 16161:2015 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – Tanque metálico subterrâneo – Especificação de fabricação e modulação.

ABNT NBR 13781:2009 – Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Manuseio e instalação de tanque subterrâneo.

ABNT NBR 13783:2014 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis — Instalação dos componentes do sistema de armazenamento subterrâneo de combustíveis (SASC).

A legislação brasileira exige licença ambiental para os postos de combustíveis emitida pelos órgãos ambientais competentes.

2.2 Principais compostos químicos e seus riscos à saúde:

Na composição de um combustível pode haver até 400 componentes e resulta da mistura de vários compostos e produtos orgânicos acrescidos de aditivos antioxidantes, detergentes e oxigenados, como por exemplo o etanol. Em contato com o solo podem permanecer livres ou em mistura, em estado líquido, gasoso ou sólido. Os compostos são complexos e têm propriedades físico química variáveis, cujo comportamento no solo, demanda estudo e avaliação criteriosa.

A gasolina comum é um combustível fóssil produzido a partir do petróleo. É formada, principalmente, por hidrocarbonetos (de 5 a 11 carbonos), porém, possui também em sua composição (em pequena quantidade) produtos oxigenados, enxofre, compostos metálicos e de nitrogênio.

Nossa gasolina comum possui octanagem mínima de 87 unidades, medida pelo índice antidetonante (IAD), e contém até 50 mg/kg (ou ppm – partes por milhão) de teor de enxofre. É um combustível com ultrabaixo teor de enxofre (UBTE ou S-50) desenvolvido para permitir a introdução de veículos com novas tecnologias em controle de emissões atmosféricas e já reduz as emissões de gases no escapamento dos motores atuais de última geração.

O Diesel mais novo lançado é o diesel S-10, que contém o equivalente a um teor máximo de enxofre de 10 ppm (10 partes por milhão) e é adequado para as novas tecnologias de controle de emissões dos motores a diesel fabricados a partir de 2012. O diesel antigo era o S-500, que continha 500 ppm de enxofre.

O enxofre é um contaminante que sai no escapamento dos carros já que não é consumido na combustão. Uma vez na atmosfera, vai reagir com água e formar compostos ácidos, como ácido sulfúrico. Este produto é também mantido no combustível com propósito anti fungicida ou bactericida.

O Etanol, combustível ecologicamente correto, é obtido a partir da cana-de-açúcar, o que ajuda na redução do gás carbônico da atmosfera através da fotossíntese nos canaviais. Seguindo recomendações específicas, este combustível pode ser misturado ao diesel e à gasolina. O etanol é utilizado no Brasil como parte da mistura da gasolina comercial, atualmente em torno da proporção de 24% em volume.

Uma vez no solo, pode ajudar no processo de solubilização dos compostos orgânicos (BTEX), aumentando a mobilidade com que os mesmos se dispersam no solo e nas águas subterrâneas. “Alguns estudos indicam que o etanol em altas

concentrações no solo, pode até prejudicar a biodegradação dos compostos BTEX, devido a sua ação inibidora do crescimento bacteriano” (INÁCIO et al, 1998).

O etanol traz uma nova variável para o estudo dos processos de contaminação do solo e das águas subterrâneas. A adição de etanol na gasolina é uma novidade na maioria dos países. Inclusive o texto menciona que será necessária uma adaptação das práticas de avaliação e remediação utilizadas no exterior e no Brasil, para acomodar a presença e influência desta nova substância.

Dentre os componentes mais poluentes do combustível estão o benzeno, tolueno, etilbenzeno, e xileno mais conhecidos como BTEX.

Estes compostos são considerados muito perigosos por serem depressores do sistema nervoso e a contaminação pode ocorrer por inalação, via oral ou dérmica (pele). De acordo com Siedlieckie e Cava (2008), o benzeno é, com toda certeza, o pior deles e os estudos de laboratório e em animais demonstram que é comprovadamente carcinogênico podendo causar leucemia, leucemia linfóide, leucemia mielomonocítica, neoplasma hematológico, desordens sanguíneas, anemia, aumento do risco de tumores em órgãos, desordens mentais e várias outras doenças ligadas ao sistema nervoso central.

Assim, quando ocorrem vazamentos em tanques, tubulações, filtros e bombas de gasolina, ou óleo diesel ou mesmo contaminações esporádicas de lavagens de carros e caminhões, troca de óleo, caixas separadoras de óleo, etc. os hidrocarbonetos geram 4 tipos de contaminações no meio ambiente: a fase livre onde o contaminante permanece em seu estado original (líquido), a fase gasosa, que é gerada pela evaporação do contaminante, a fase residual que permeia os interstícios e descontinuidades do solo e da rocha, e a fase dissolvida na água subterrânea formando plumas a partir da origem, que se propagam com o fluxo do lençol freático.

Esses vazamentos atingem o solo e a água subterrânea contaminando fontes de abastecimento de água com produtos tóxicos. Por ser pouco solúvel na água, a gasolina derramada ficará no subsolo como líquido na fase não aquosa. Em contato com água do subsolo esta (gasolina) se dissolve parcialmente. A presença de etanol na gasolina aumenta a solubilidade do BTEX, dificulta a biodegradação natural e aumenta a persistência do BTEX na água do subsolo.

Dentre os componentes mais solúveis da gasolina estão os hidrocarbonetos monoaromáticos (apenas 1 anel benzênico): benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX), sendo um dos primeiros a atingir o lençol freático.

Compostos oriundos do óleo diesel (de 6 a 22 carbonos) e óleos lubrificantes, possuem cadeias mais longas, o que contribui para menor mobilidade e solubilidade na água subterrânea, quando comparados com a gasolina. Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (mais de um anel benzênico) também são considerados carcinogênicos.

2.3 Monitoramento e Prevenção:

A detecção da contaminação torna-se assim, muito importante, a fim de que se tomem providências para contê-la, evitando seu espalhamento no ambiente, bem como sejam iniciados os procedimentos de limpeza do subsolo.

Sem dúvida a melhor solução e a menos onerosa para os problemas de contaminação é a prevenção. Uma das formas de se evitar vazamentos por falha ou falta de manutenção nos antigos tanques enterrados é troca-los por novos, de nova tecnologia.

Os novos tanques (jaquetados) são construídos para prevenir que vazamentos cheguem ao solo ou subsolo. Tanque jaquetado é um tanque construído com duas paredes e um espaço entre elas. Sua construção é baseada na norma NBR 16161 (2015).

O tanque primário (interno) é construído em aço carbono. O tanque secundário (externo) é construído em resina poliéster e reforçado com fibra de vidro resistente a hidrocarbonetos com espessura mínima de 3 mm. Sua segunda parede funciona como uma barreira de contenção contra eventuais vazamentos para o meio ambiente, podendo suportar a retenção de combustíveis como gasolina, diesel, etanol e metanol. Possui tubo de monitoramento e permite instalação de sensor eletrônico que detecta qualquer possível vazamento.

O posto de serviço deve monitorar o tubo diariamente e registrar, documentando o processo com data, hora e nome do inspetor.



Figura 1: Tanque jaquetado visão externa

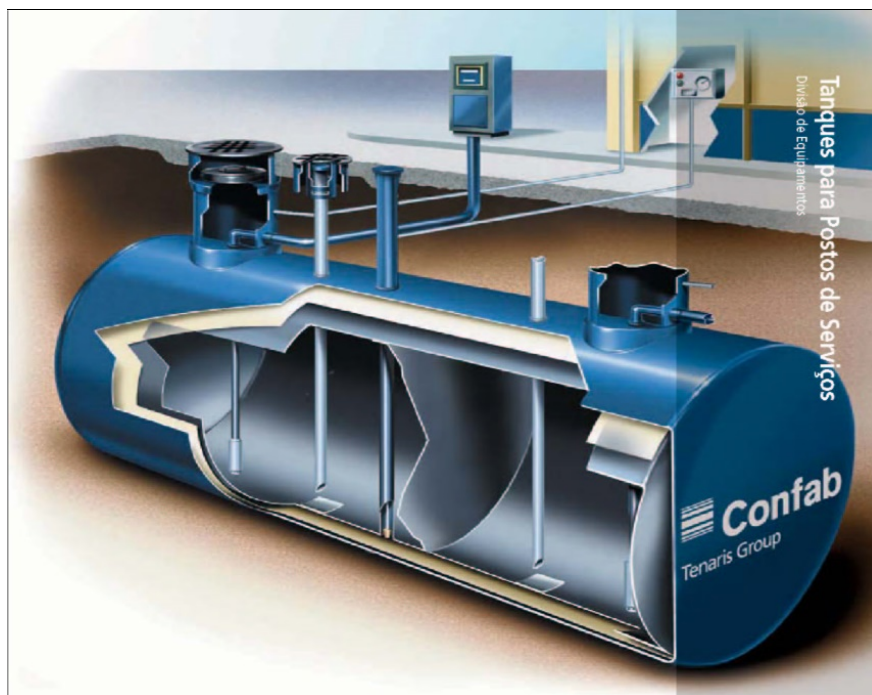


Figura 2: Tanque jaquetado visão interna. Parte azul de resina poliéster, parte cinza de metal e parte amarela é o enchimento entre as duas paredes.

2.4 Remediação:

No caso do subsolo de um posto de gasolina ou terreno vizinho estar contaminado deve-se confirmar a suspeita e para isto deve-se contratar uma empresa especializada para diagnosticar a origem ou fonte e planejar a remediação. O especialista deverá seguir as seguintes etapas (HAUS, 2014):

1. Suspeita de Contaminação
2. Fazer um Diagnóstico Preliminar
3. Técnicas para confirmar o Diagnóstico
4. Fazer uma Análise de Risco
5. Executar a Remediação
6. Monitorar durante um período

1. Suspeita de contaminação: normalmente se inicia com algum incômodo ou inconveniente causado pelo cheiro. Os proprietários ou vizinhos sentem-se incomodados e resolvem chamar alguém (especialista ambiental ou perito) para avaliar o que está ocorrendo.

2. Diagnóstico Preliminar: o especialista faz uma inspeção visual no local e na área em volta e entrevista os proprietários e vizinhos. Levanta o histórico de uso das áreas do entorno. Com todas as informações obtidas vai tentar identificar as possíveis fontes do vazamento ou contaminação.

3. Técnicas: para se encontrar alguma fonte ou vazamento deve-se buscar os indícios de contaminantes. Para isto deve-se usar a técnica de *Soil Gas Survey* (pesquisa do solo para gases voláteis). São perfurações no solo com diâmetro pequeno para medição da concentração de compostos orgânicos voláteis.

Se positivo, o processo de investigação deve continuar. O processo pede sondagens, novos poços de monitoramento (maior diâmetro), coleta de amostras do solo e subsolo, coleta de amostras de água subterrânea. Este processo de sondagem e perfuração de poços deve seguir a norma NBR 15492/2007 da ABNT.

Os métodos mais usados para sondagem são:

- Trado manual helicoidal
- Trado mecanizado sólido
- Trado mecanizado ôco

As análises mais comuns do subsolo e água subterrânea para combustíveis são:

- BTEX – Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno
- PAH – Hidrocarboneto Aromático Policíclico
- TPH – Hidrocarboneto Total do Petróleo

Os poços de monitoramento devem ser feitos seguindo a norma NBR 15495-1/2007 da ABNT. Esses poços permitem a coleta de amostras de água subterrânea ao alcançar o lençol freático para identificar fase livre no sobrenadante e monitorar o nível d'água.

4. Análise de Risco: se os resultados das amostras estiverem acima dos limites aceitáveis (Lista da Holanda) uma avaliação de risco deve ser feita. Como referência de análise de risco podemos usar a Decisão de Diretoria da CETESB (SP) nº 263/2009, ou alguma outra metodologia de análise de risco. Como exemplo podemos citar:

- ✓ APR – Análise Preliminar de Riscos
- ✓ APP - Análise Preliminar de Perigos
- ✓ “What-if” - “E Se Ocorrer...”
- ✓ HAZOP - “Hazard and Operability Study” – Análise de Perigo e Operacionalidade
- ✓ FMEA - “Fail Mode & Effect Analysis” ou, em português AMFE (Análise de Modos de Falhas e Efeitos)
- ✓ RBCS - “Risk Based in Corrective Actions” – Ações Corretivas com Base em Riscos

Para o emprego dessas técnicas utiliza-se uma sistemática técnico-administrativa que inclui princípios de dinâmica de grupo e que pode ser reaplicado periodicamente. Para maior efetividade em sua aplicação, recomenda-se que sempre seja eleito um facilitador no grupo, com conhecimentos suficientes da técnica e do processo, para conduzir efetivamente a identificação dos perigos ou riscos da instalação em estudo.

Devido ao seu caráter bem estruturado e sistemático, essas técnicas podem demandar um alto consumo de tempo na detecção de potenciais de risco. Todas elas possuem planilhas de aplicação, onde são registrados os estudos e as conclusões de seu emprego.

5. Remediação: a execução da remediação pode ser feita de três formas, dependendo de cada caso e do custo:

- *In situ* (no local da contaminação)
- *Ex situ* (fora do local da contaminação)
- Combinação de *in situ* e *ex situ*

As técnicas de remediação mais utilizadas são:

- ✓ *Pump & Treat* – Bombear e Tratar
Esta técnica retira os contaminantes da água do subsolo para tratamento na superfície, retirando os contaminantes por processos físicos (ex: decantação) ou químicos (reação química).
- ✓ *Multiphase Extraction* (MPE) – Extração Multifase
A técnica usa um sistema de vácuo combinado com uma bomba de poço para extrair várias combinações de água subterrânea contaminada, separando a fase orgânica (combustível) e/ou vapores. O sistema abaixa o nível do lençol freático em volta do poço, expondo uma área maior para extração de vapores orgânicos. Acima do solo, o líquido e vapores orgânicos extraídos são separados e tratados.
- ✓ *Soil Vapor Extractions* (SVE) + *Injection Air Sparging* (IAS) – Extração de vapor orgânico misturado ao solo, através de injeção de ar em torno do local.
- ✓ *In Situ Chemical Oxidation* (ISCO) – Oxidação química no local utilizando-se de um composto oxigenado (ex. água oxigenada) para reagir com os contaminantes orgânicos e decompô-los.
- ✓ Bioremediação – Utiliza-se de enzimas ou bactérias, em combinação com outras técnicas, para decompor os contaminantes orgânicos por oxidação.
- ✓ Remoção e tratamento do solo (*ex situ*) – Esta técnica remove o solo contaminado para ser tratado em outro local. A movimentação ou logística deste material encarece substancialmente o custo da remediação.

6. Monitorar: para garantir que a contaminação vai diminuir ao longo do tempo, deve-se acompanhar os poços de monitoramento por 2 anos ou por 2 ciclos hidrológicos completos. A eliminação, tratamento ou diluição vai ocorrer e diminuir os contaminantes a níveis aceitáveis sem risco para a população, solo, subsolo ou água subterrânea. Abaixo algumas figuras de poços de monitoramento.

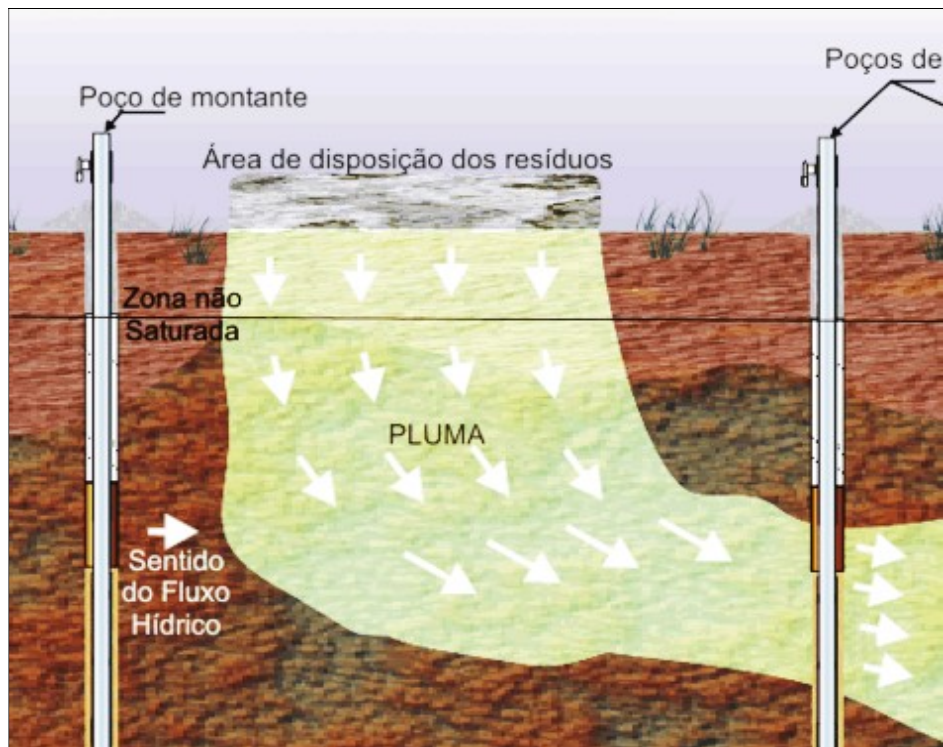


Figura 3: A figura mostra o sentido do fluxo hídrico ou pluma que carrega a contaminação e o posicionamento dos poços de remediação ou monitoramento.



Figura 4: Poço de monitoramento com análise de contaminantes no local.

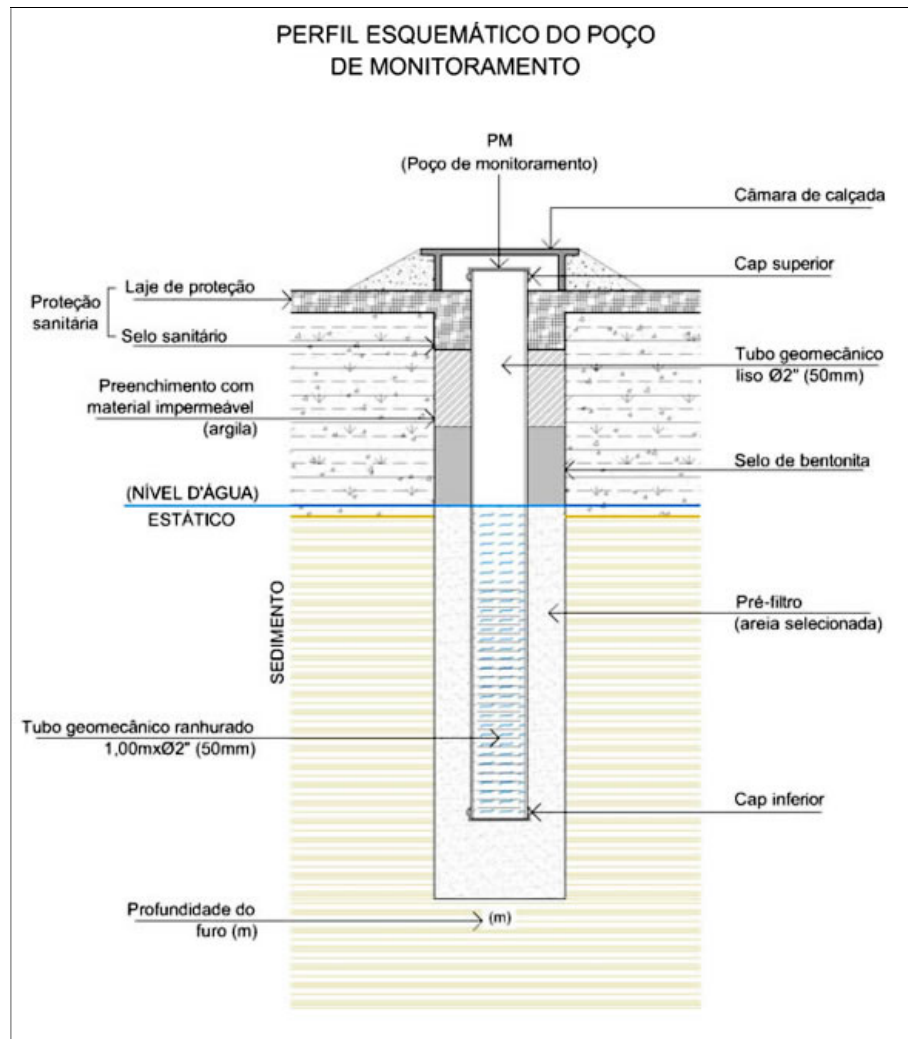


Figura 5: Perfil esquemático de poço de monitoramento.

2.5 Custos de Remediação:

O custo de remediação pode variar muito em função do tipo de contaminação, extensão e método de remediação. Em ordem de grandeza pode variar muito chegando até a mais de R\$ 1 milhão de reais. O maior custo na remediação será quando houver necessidade de retirar o material do solo para ser tratado ou queimado em outro local (*Ex situ*). Na maioria destes casos, a recuperação se torna inviável para novos empreendimentos imobiliários pois há uma grande movimentação de terra contaminada para incineração ou para aterro específico com custos elevados.

Nos casos de imóveis residenciais ou pequenos terrenos, o custo pode tornar inviável a negociação ou o desconto requerido poderá ser significativamente alto, inviabilizando a transação.

Nos casos de terrenos ou imóveis comerciais e industriais, o custo de remediação será levado em conta e mesmo havendo desconto no preço de venda, a

transação poderá ser efetuada, se o valor do imóvel avaliando for suficiente para absorver o custo de remediação.

A tecnologia de descontaminação vem avançando e diminuindo estes custos. Em função do valor do terreno, o custo de remediação ainda pode permitir que a transação seja viável. Porém isto ocorre apenas para certos nichos de mercado ou locais de grande concentração urbana onde a escassez de terrenos pode elevar seu valor, e o custo menor de remediação viabiliza o empreendimento imobiliário.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Considerações iniciais:

Com a evolução da tecnologia de limpeza e remediação do solo e de águas subterrâneas, terrenos conhecidamente contaminados passaram a ganhar valor pela escassez da oferta de terrenos em centros urbanos e pelo menor custo de remediação desta contaminação.

Remediação de terrenos contaminados, com a queda dos custos de remediação, passou a ser um fator positivo no mercado imobiliário. A escassez de terrenos grandes e vazios em centros urbanos, tem levado investidores a comprar estes tipos de terrenos e investir na remediação para futuros empreendimentos imobiliários.

Isto se deve a severa expansão do mercado imobiliário nos últimos anos, associado à pequena oferta de terrenos livres para compra. Os incorporadores, dos mais diversos tamanhos, que atuam no mercado imobiliário da Cidade de São Paulo, sentiram a necessidade de aumentar seu estoque de terrenos, objetivando aumentar seus lucros e suprir a demanda existente. Para que a necessidade de compra do mercado fosse atingida, os investidores do setor deram início à busca de terrenos em áreas anteriormente ocupadas por postos de abastecimento de combustíveis e grandes indústrias desativadas.

De maneira geral, pode-se dizer que as áreas citadas anteriormente possuem, em sua grande maioria, contaminações no solo e nas águas subterrâneas, ocasionando restrições no uso e ocupação do terreno. Se existirem indícios fortes de não conformidades ambientais severas, já nesta etapa da investigação pode-se optar por não prosseguir no desenvolvimento imobiliário.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) já vem cadastrando, controlando, fiscalizando e monitorando as áreas contaminadas no estado, com a finalidade em preservar e, quando necessário, implementar medidas para recuperar a qualidade das águas, do ar e do solo.

De acordo com as suas funções, a CETESB desenvolveu estudos que culminaram com o cadastramento de novas áreas com contaminação em potencial. Sabe-se que em determinadas regiões da cidade de São Paulo, durante muitos anos, diversas indústrias de grande porte ocasionaram algum tipo de contaminação no solo ou nas águas destes locais. Essas áreas foram caracterizadas, em sua essência, como áreas potenciais com contaminação, cabendo sempre um estudo

prévio aprofundado do local, a fim de identificar possíveis riscos à saúde humana e ao desenvolvimento de qualquer tipo de atividade no local.

Os resultados dos estudos apresentados pela CETESB, em dezembro de 2013, mostraram crescimento de modo exponencial. Em maio de 2002 haviam 255 áreas cadastradas com problemas de contaminação, e em dezembro de 2013 esse número saltou para 4.771.

É nesse contexto que, a partir da aquisição de terreno contaminado com hidrocarbonetos, passou-se a estudar formas de descontaminação para viabilizar a edificação de novo condomínio vertical na cidade de São Paulo. Neste novo nicho de mercado, algumas empresas têm por objetivo específico a realização de investigações ambientais para caracterização dos contaminantes e discutir o método adotado para reparar a área a fim de se obter a autorização para construção da edificação.

3.2 Estudo de Caso:

Um certo terreno estava sendo vendido para uma construtora com objetivo de construir um prédio comercial. Foi percebido que havia um cheiro (intermitente) no ar, semelhante ao de combustível, durante a visita do vendedor e comprador. Para tirarem dúvida sobre o que estava ocorrendo, decidiram chamar um perito para avaliar a fonte do odor. Para estes casos as etapas a serem seguidas são:

- 1) Suspeita de Contaminação
- 2) Fazer um Diagnóstico Preliminar
- 3) Técnicas para confirmar o Diagnóstico
- 4) Fazer uma Análise de Risco
- 5) Definir a Executar da Remediação
- 6) Monitorar durante um período

O Perito contratado visita o terreno e identifica que há um posto de combustível à cerca de 5 casas do terreno em discussão. A vistoria ao posto é planejada. A visita acontece em diversos dias e horários, durante as diferentes operações e atividades do posto de gasolina. Assim, o perito, acompanha o abastecimento de carros e caminhões, descarga de combustível (caminhão tanque), troca de óleo, lavagem de carros, drenagem de todas as áreas do posto, sistema de canaletas, contenção em caso de vazamento, entre outras.

Durante estas visitas, o perito entrevista o maior número de funcionários que pode, coletando vários depoimentos sobre a operação do posto. Pede também os desenhos dos equipamentos e tanques de combustível, onde identifica que os tanques são subterrâneos, alguns bem antigos e outros mais novos. São 2 tanques de gasolina comum, 1 tanque de diesel, 1 tanque de gasolina aditivada e 1 tanque de etanol. Um dos tanques de gasolina comum tem mais de 30 anos, construído em aço carbono, e sem as funcionalidades de tanque novo, como parede dupla (jaquetado), sensores de vazamentos entre as paredes do tanque (ver figuras 1 e 2 nas páginas 11 e 12 deste trabalho), material de construção entre outras.

Nas entrevistas com os funcionários, descobre-se que todo mês o balanço do inventário ou fechamento do combustível gasolina comum dá uma diferença para menos, criando um cenário de perda ou de roubo. Por dedução, porém sem

comprovação, o perito leva o relatório parcial ao dono do posto, relatando que há possibilidade de um vazamento de gasolina do tanque antigo e que estaria permeando para o terreno vizinho. O dono do posto confessa que já desconfiava deste possível vazamento, mas que ainda não trocou o tanque antigo de aço carbono por um novo jaquetado devido ao alto investimento e prejuízo no faturamento. No entanto, em função do relatório e do cenário de potencial problema no terreno vizinho, ele se comprometeu a trocar o tanque em prazo curto.

O perito retorna aos 2 clientes (vendedor e comprador) e relata o que descobriu. Comenta que mesmo eliminando a fonte ou origem do vazamento no prazo de 90 a 120 dias, não cessa a possível contaminação no solo e subsolo do terreno avaliando (e possivelmente outros terrenos ou imóveis vizinhos).

Para concluir a transação imobiliária comprador e vendedor acordam que irão confirmar a contaminação e se positivo, descontaminar o terreno e que os custos serão arcados pelo vendedor ou proprietário do terreno.

O mesmo perito, com formação em engenharia química, é contratado para descontaminar o terreno. Seguindo a etapa 3 (confirmar o diagnóstico) e identificar o contaminante, o perito decide usar o processo de sondagem manual helicoidal perfurando um pequeno poço com 10 cm de diâmetro seguindo a norma 15492 da ABNT para processo de sondagem e perfuração de poços. Amostras de solo e de vapor são coletadas no poço e analisados por cromatografia. É confirmada a contaminação e os produtos são identificados como gasolina e seus componentes.

Neste momento o vendedor e comprador se reúnem e definem que concordam em avançar com a investigação, com ônus da descontaminação para o vendedor.

Uma vez confirmado o diagnóstico e o contaminante, a próxima etapa (4ª Etapa), aprovada pelo vendedor é fazer uma análise de risco que é iniciada pelo método “What-If” ou “E Se Ocorrer...”. A conclusão da análise de risco, é que deve-se eliminar o máximo que seja possível do contaminante do solo, para evitar mais contaminação do lençol freático com BTEX que é altamente tóxico. Deve-se eliminar também a fonte do vazamento (trocar o tanque do posto). Assim, para melhor resultado, a remediação deve ser iniciada o mais rápido possível, com a maior eficácia e no menor tempo possível. Desta forma estaria sendo evitada a solubilidade da gasolina com a água do subsolo e minimizando a contaminação do lençol freático.

No caso, foi selecionada a remediação (5ª Etapa) “*in situ*” ou no local e o método escolhido foi o da “*Multiphase Extraction*” ou “Extração em Fases Múltiplas”. Este método foi escolhido por causa da sua eficiência e por ter sido verificado, durante a sondagem, que o lençol freático está em baixa profundidade. O método combina um sistema de vácuo com uma bomba de poço. Decidiu-se fazer 3 poços para acelerar a retirada do contaminante. A ideia é retirar o máximo possível em 6 meses para não atrasar o possível início das obras do prédio (terraplanagem, fundação) e minimizar a contaminação do solo.

É importante que em paralelo ao processo de remediação, a troca do tanque furado no posto de combustível seja efetuada. Caso contrário a descontaminação fica comprometida, sem eliminar a fonte contaminante.

A técnica extrai várias combinações de água subterrânea contaminada, separando a fase orgânica (combustível) e vapores. O sistema abaixa o nível do lençol freático em volta do poço, expondo uma área maior para extração de vapores orgânicos. Acima do solo, o líquido e vapores orgânicos extraídos passam por separadores para tratamento.

Prosseguindo com a 5ª Etapa (Executar a Remediação), os equipamentos são alugados e uma equipe de campo contratada para executar os serviços. O custo envolvido monta em torno de R\$ 28.500,00 por mês, durante 6 meses, incluindo mão de obra, aluguel dos equipamentos (compressores, trado, separadores), diesel, análise da água em laboratório entre outros. Abaixo uma estimativa mensal detalhada dos custos:

<u>Descrição</u>	<u>Custo Mensal</u>
• Aluguel equipamentos (diesel)	R\$ 11.000,00
• Análise de laboratório	R\$ 3.000,00
• Mão de obra (2 técnicos, 8 hrs por dia)	R\$ 6.000,00
• Perito (eng. químico 1 hora por dia)	R\$ 7.000,00
• Despesas indiretas	R\$ 1.500,00
Total	R\$ 28.500,00 / mês

Vale ressaltar que durante a 5ª etapa (Remediação), pode existir a necessidade de abrir mais poços em função das análises obtidas. O custo acima é uma estimativa, porem sempre poderá haver imprevistos que pode aumentar este valor.

Após 6 meses, a 6ª Etapa (Monitoramento) inicia com monitoramento dos poços e acompanhamento das análises de contaminantes na água. Quando a obra do prédio iniciar espera-se ter eliminado a maior parte do contaminante e o restante deve ter sido solubilizado na água subterrânea. Durante a escavação para a fundação, o método MPE (Multiphase Extraction) ainda pode estar em operação com coleta e tratamento da água nos poços da fundação.

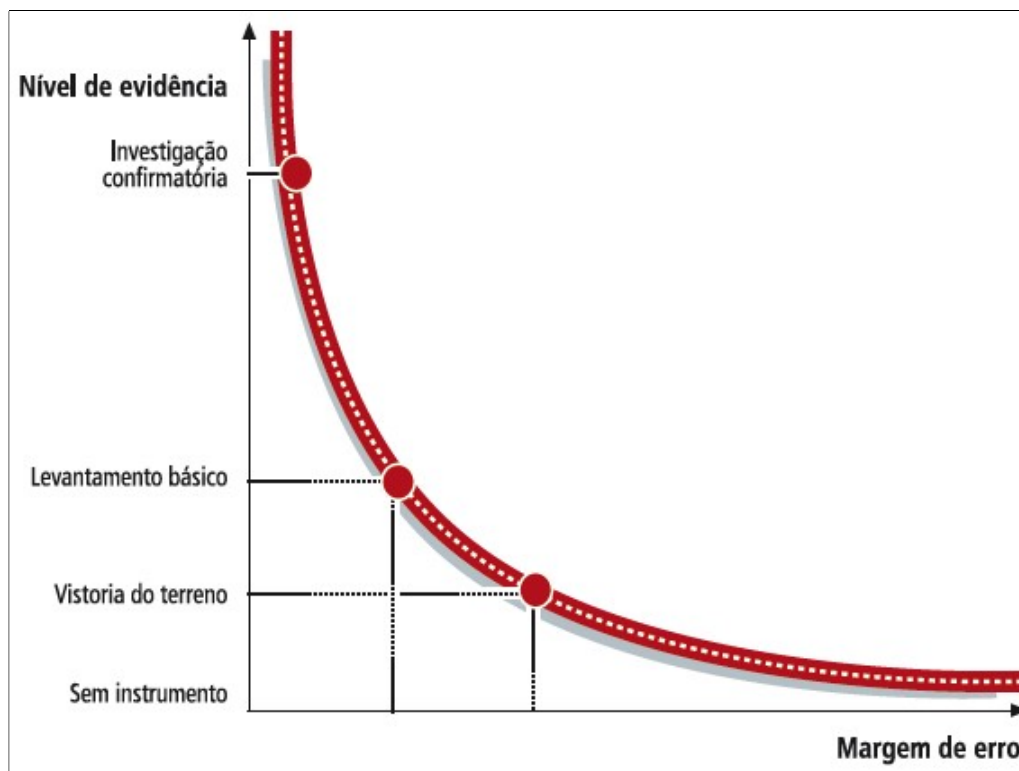
Com a conclusão do trabalho de remediação, fica definido o custo a ser deduzido da transação de venda do terreno.

Valor de avaliação do Terreno	R\$ 4.000.000,00
Custo da sondagem	- R\$ 10.000,00
Custo da Remediação	- R\$ 171.000,00
Custo do Avaliador (50%)	- R\$ 10.000,00
Custo do Perito (100%)	- R\$ 20.000,00
Valor final do terreno	R\$ 3.789.000,00

A relação entre margem de erro e complexidade de investigação nas etapas de gerenciamento de risco ou avaliação da extensão da contaminação relacionados a áreas contaminadas, podem ser vistas no gráfico abaixo.

Por analogia, podemos afirmar que quanto menor a margem de erro, maior será o custo de investigação / remediação, pois busca confirmar e encontrar mais evidências, o que vai onerar a investigação.

Ver gráfico abaixo.



Fonte: GUIA-CAIXA da CEF na pag. 47.

Atalho: http://www.caixa.gov.br/Downloads/desenvolvimento-urbano-gestao-ambiental/GuiaCAIXA_web.pdf

4 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Embora as técnicas de recuperação ou remediação do meio ambiente tenham avançado bastante, a prevenção ainda é a melhor forma de conservação dos recursos naturais e de proteger a saúde do ser humano.

Apenas 3 estados brasileiros (SP, MG e RJ) têm hoje publicada, a lista de áreas contaminadas. O estado de São Paulo tem 328 áreas cadastradas como contaminadas, sendo 74,3% de postos de combustíveis. Em Minas Gerais, são 250 de 378 áreas cadastradas como contaminadas, ou seja, 66,1% são áreas contaminadas por postos de combustíveis. (Christopher Wells, 2016).

Esta estatística recente, corrobora a estatística da ANP de 2015 e demonstra como os postos de combustíveis são a fonte da maioria das áreas contaminadas nos centros urbanos do país. Nos outros estados não deverá ser muito diferente, mesmo não tendo estatística.

Fica demonstrado através dos dados estatísticos encontrados, que a maioria dos contaminantes de terrenos urbanos vem de postos de combustíveis, não se restringindo a estes. A alta probabilidade de ocorrência de vazamento de combustíveis, devido ao alto número de tanques enterrados, feitos de aço carbono, são a origem do problema.

A corrosão é um fenômeno físico-químico que impacta os materiais metálicos e não metálicos, sendo, desta forma, um permanente desafio ao homem, pois quanto mais a ciência cria e evolui, e a tecnologia aplica e avança, mais este fenômeno encontra meio e maneiras de se fazer presente.

No passado os tanques de aço carbono eram projetados apenas para armazenar combustíveis. Itens que hoje são considerados imprescindíveis, como: segurança, resistência à corrosão, inspeção interna, responsabilidade social, entre outros, não eram levados em consideração.

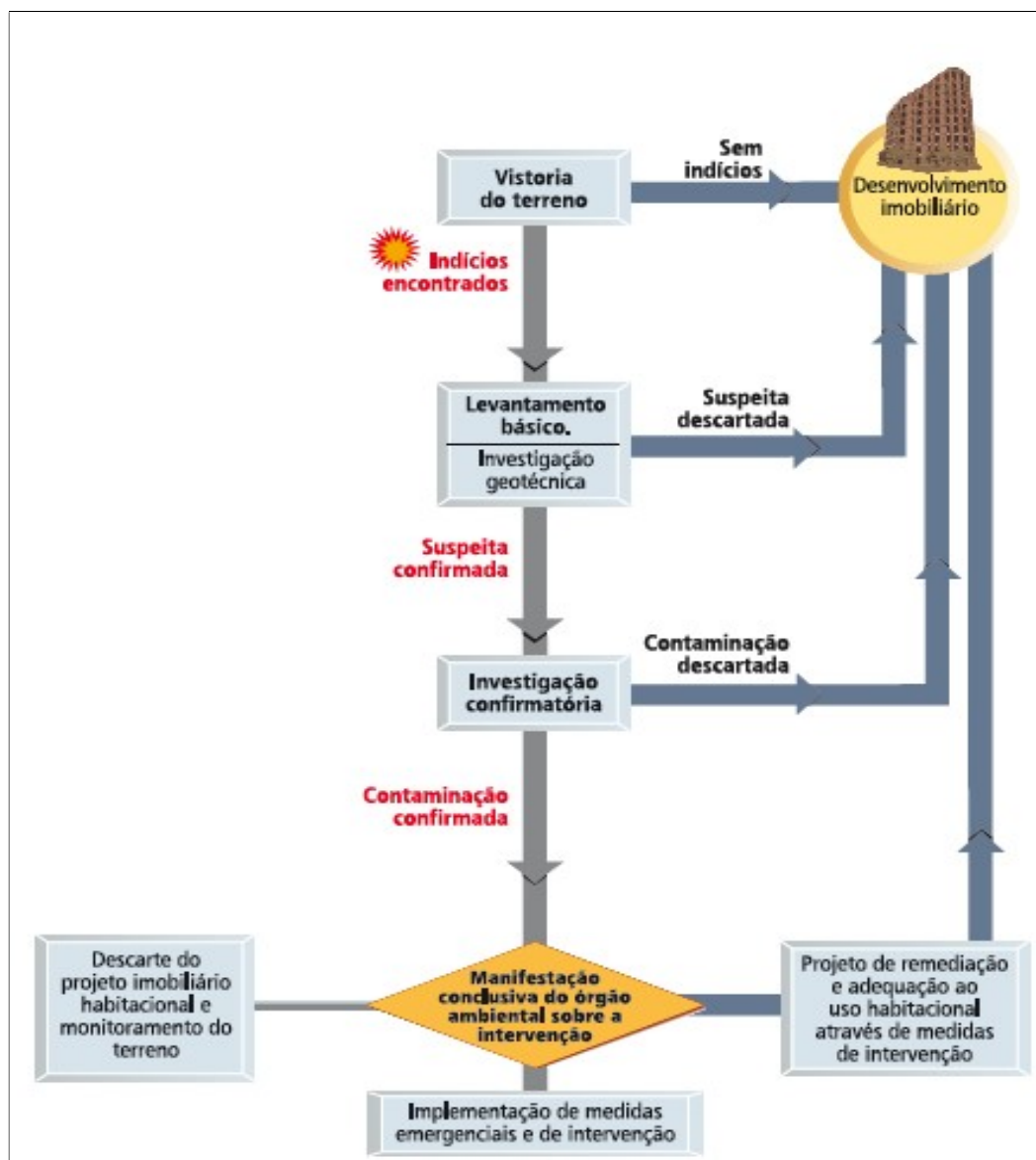
Desta forma temos um rastro de contaminações ambientais causadas pelo vazamento destes tanques projetados no passado, e que muitos dos estabelecimentos em funcionamento ainda não os substituíram.

No entanto, a tecnologia já encontrou solução duradoura e segura, que é a recomendação de novos tanques jaquetados (parede dupla) que identifica o vazamento antes que alcance o solo e o lençol freático.

Os dados de literatura sobre os contaminantes e seus efeitos nocivos sobre o meio ambiente e saúde do homem é esclarecedor. O vazamento de combustíveis tem sido levada a sério pelos órgãos ambientais e a legislação tem evoluído e acompanhado a preocupação de todos com o problema de vazamento e contaminação do solo e águas subterrâneas.

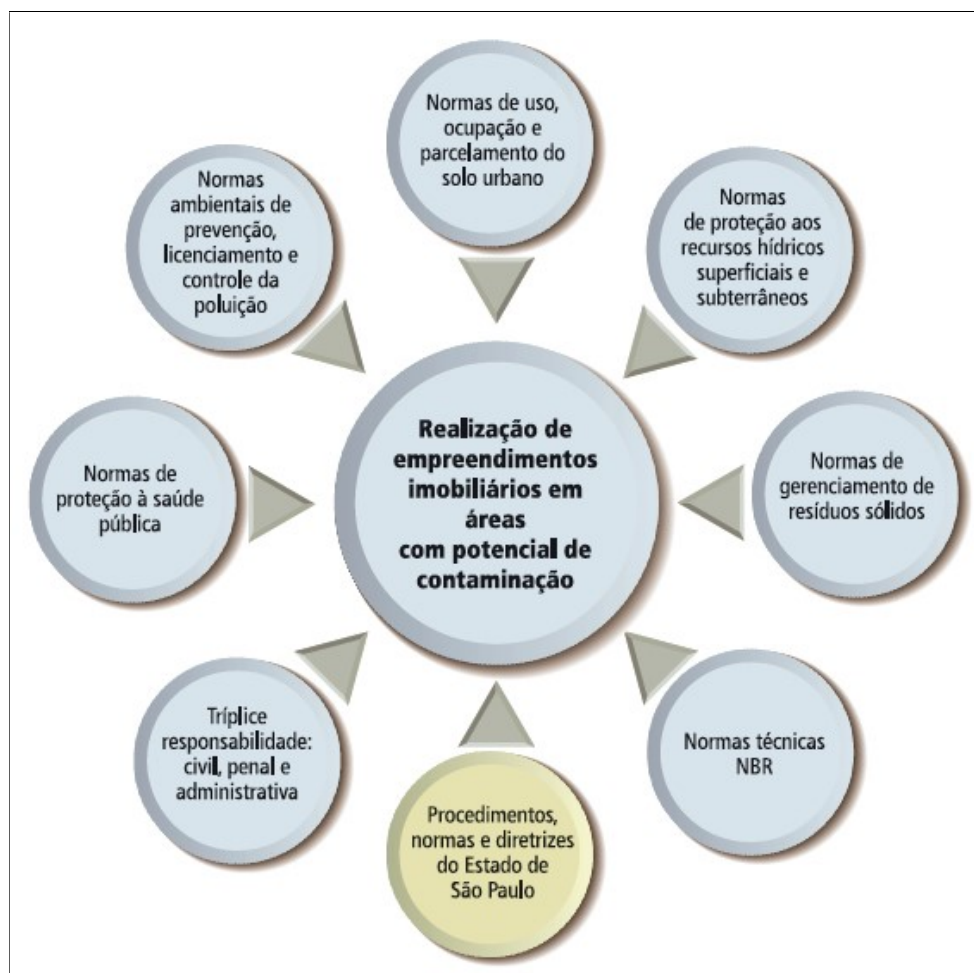
Recomendamos o uso do Guia da Caixa Econômica Federal - Sustentabilidade Ambiental – Avaliação Ambiental de Terrenos com Potencial de Contaminação, onde na página 49 vemos um fluxo que descreve de forma bem clara como os avaliadores e peritos devem proceder em casos de contaminação de terrenos ou imóveis.

Atalho: http://www.caixa.gov.br/Downloads/desenvolvimento-urbano-gestao-ambiental/GuiaCAIXA_web.pdf



Fonte: GUIA-CAIXA da CEF na pag. 49.

No mesmo Guia da Caixa Econômica Federal - Sustentabilidade Ambiental – Avaliação Ambiental de Terrenos com Potencial de Contaminação, na sua página 29, vemos um Quadro Setorial das principais normas brasileiras aplicáveis e frequentemente utilizadas no contexto da reutilização de áreas com potencial de contaminação para ocupação imobiliária, com destaque do Estado de São Paulo.



Fonte: GUIA-CAIXA da CEF na pag. 29.

Atalho: http://www.caixa.gov.br/Downloads/desenvolvimento-urbano-gestao-ambiental/GuiaCAIXA_web.pdf

Os avaliadores de imóveis e terrenos urbanos devem estar cientes de como proceder nos casos de terrenos contaminados ou com potencial de estarem contaminados.

Demonstra-se também que um terreno urbano que esteja contaminado ou tenha indícios ou risco de estar contaminado, vai valer menos para seu proprietário no caso de venda ou pode sofrer restrição, se houver necessidade de obter licença ambiental para implantar algum tipo de empreendimento.

Pode-se usar o check list de Levantamento de Indícios de Contaminação (LIC), criado pela Febraban e em uso como pré-requisito para financiamento bancário. O procedimento e checklists está no anexo A deste trabalho.

A ética exige que se emita o laudo de avaliação sem ocultar ou omitir potenciais passivos que no futuro podem vir a causar transtornos para o engenheiro de avaliação ou perito que assina a ART.

“Faça o que é certo, não faça o que é fácil – o nome disso é Ética”

O nosso futuro e o futuro dos nossos descendentes é o mesmo: o planeta Terra. Se cada profissional exercer no seu dia a dia, sua parcela de colaboração como cidadão e como profissional, outros seguirão o exemplo.

Na avaliação de terrenos ou imóveis urbanos o profissional deve informar no laudo ou parecer técnico, se há passivo ambiental ou probabilidade de existir.

Em ambos os casos, se for do conhecimento do avaliador, informar se há riscos ou possibilidade de ter contaminação do solo, subsolo ou água do subsolo por combustíveis (ou qualquer outro contaminante) de origem remota.

Recomendamos ao comprador de terrenos e áreas que seja bastante cauteloso sempre que for adquirir um imóvel. Não deixe de pedir uma avaliação, vistoria ou, dependendo do que vai fazer no imóvel, contratar uma avaliação de riscos.

Como recomendação, o avaliador deverá levar em consideração no seu check list de avaliação, inspeção e vistoria os seguintes pontos:

- Avaliar qual a probabilidade de termos uma contaminação no solo. Siga um check list (LIC, CETESB ou Guia da CEF).
- Olhar a vizinhança para depósitos, indústrias, antigos galpões, postos, lixões, áreas comerciais de produtos químicos ou locais de descarte de lixo. Faça a caracterização do local e da vizinhança.
- Consulte o órgão ambiental para saber o histórico do terreno, quais as licenças anteriores e quais as atividades que já funcionaram no local.
- Peça a licença de operação de antigos galpões (circunvizinhos) e locais de armazenamento de produtos químicos.
- Peça a lista de produtos manuseados no terreno pelos antigos donos do imóvel em questão e dos imóveis vizinhos.
- Avalie potenciais contaminantes (combustíveis e outros)

Recomendamos que o avaliador ou perito utilize literatura e material existente, que citamos com fartura na bibliografia deste trabalho. Como por exemplo, temos o Guia de Sustentabilidade Ambiental da Caixa Econômica Federal - “Avaliação Ambiental de Terrenos com Potencial de Contaminação”. Este guia tem um material extenso que mostra como lidar com a vistoria, identificação, diagnóstico, confirmação e remediação. Tem também um exemplo preenchido da página 130 à 160, que pode ser seguido como roteiro de avaliação ou perícia.

Outra referência a ser seguida é o processo e fluxo do “Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas” da CETESB, artigo 1º da Decisão de Diretoria 103/2007/C/E de 22 de junho de 2007. O Fluxograma das páginas 29 e 30 do procedimento, mostra como a CETESB irá atacar o problema de forma técnica e bem estruturada.

O trabalho subsidia e ensina o avaliador e perito mais detalhes sobre contaminação, remediação, impacto ambiental, vazamento por combustíveis de posto de varejo, estatística de áreas contaminadas, fontes de contaminação, check list, perguntas de caracterização de terrenos, análise de risco, procedimentos de vistoria, avaliação, remediação e muitos outros dados, melhorando nossa

capacitação de lidar com futuros trabalhos envolvendo imóveis e terrenos com potencial de contaminação.

Assim, todos estarão mais preparados para trabalhar com relação aos riscos de vazamento de combustíveis para o meio ambiente, seu impacto e custo, e considerar estes riscos na avaliação de imóveis e terrenos.

Mencionamos as normas de manutenção, correção e prevenção de acidentes e vazamentos com posterior contaminação do solo e como todos devem proceder.

Concluimos, sem surpresa, que a contaminação é uma variável depreciativa do imóvel. O mercado vai se comportar de forma a desvalorizar o imóvel. Sua identificação é difícil, necessita de etapas técnicas e muitas vezes onerosas. Não existe uma fórmula que possa ser aplicada e usar um fator depreciativo para calcular o valor do imóvel. Em cada caso a avaliação será impactada de forma diferente. Este trabalho é apenas uma coletânea de trabalhos, artigos, normas, casos e exemplos que devem ser utilizados pelo profissional quando atuar em casos de terrenos contaminados.

Concluimos também que a fonte mais frequente de contaminação do solo e lençol freático são os tanques subterrâneos de posto de combustível.

Esperamos ter esclarecido e aumentado a preocupação de todos, principalmente os profissionais da área, peritos e avaliadores com relação aos riscos de contaminação e aos trabalhos que devem ser executados de forma coerente e idônea.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15492**. Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental: Procedimento. Rio de Janeiro, 2007. 35 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15495-1**. Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados: Parte 1 - Projeto e construção. Rio de Janeiro, 2007. 25 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15515-1**. Passivo Ambiental em solo e água subterrânea: Parte 1 - Avaliação Preliminar. Rio de Janeiro, 2007, 51 p..

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16161**. Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis: Tanque metálico subterrâneo – Especificação de fabricação e modulação. Rio de Janeiro, 2015, 38 p..

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13781**. Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis: Manuseio e instalação de tanque subterrâneo. Rio de Janeiro, 2009, 11 p..

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13783**. Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis: Instalação dos componentes do sistema de armazenamento subterrâneo de combustíveis (SASC). Rio de Janeiro, 2014, 22 p..

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO (ANP). **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis**. Rio de Janeiro, 2015. 249 p.. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 07.fev.2016.

ALMEIDA, Fabíola Magalhães de, et al. **Contaminação por Hidrocarbonetos em Postos de Serviços de Abaetetuba-PA: Um Estudo com Georadar**. Campinas, 2007, 8 pp.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL E GTZ. **Guia Caixa – Sustentabilidade Ambiental – Avaliação Ambiental de Terrenos com Potencial de Contaminação**. Publicação realizada no âmbito de Cooperação Técnica Brasil – Alemanha. Brasília - DF, 2010, 160 pp..

CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Relatório Final da CPI do Passivo Ambiental**. São Paulo, 2002, 710 p..

CENTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA (CENED). **Postos de Combustíveis: Contaminação de aquíferos e solos por vazamentos em tanques subterrâneos**. Descrição de contaminação e legislação. 2008. Disponível em: <<http://www.cenedcursos.com.br/postos-de-combustiveis-contaminacao-de-aquiferos.html>>. Acesso em: 27.mai.2016

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Relação de áreas contaminadas**. Apresenta no site, mapas e relação de áreas contaminadas e reabilitadas no Estado de S. Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/2015/08/21/cresce-numero-de-areas-reabilitadas-no-estado/>>. Acesso em: 25.abr.2016.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas – Decisão de Diretoria nº 103/2007/C/E de 22 de junho de 2007**. Dispõe sobre o procedimento para gerenciamento de áreas contaminadas. São Paulo, 2007, 40 pp..

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 273/2000**. Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. Brasília, DF. Publicada no DOU nº 5, de 8 de janeiro de 2001, seção 1, p. 20-23.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 420/2009**. 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. Brasília, DF. Publicada no DOU nº 249, de 30 de dezembro de 2009, p. 81 - 84.

FURTADO, Zeide Nogueira; OLIVEIRA, Jefferson Nascimento de; LOLLO, Jose Augusto de. **Investigação Confirmatória de Contaminação do subsolo por Hidrocarbonetos em um Posto de Combustível em Araçatuba/SP**. XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Natal, 2008, 12 p..

JERONIMO Jr, João; PASQUALETTO, Antonio. **Contaminação Ambiental movida por postos retalhistas de combustíveis**. 2008, 25 p.. Monografia. Curso de Engenharia Ambiental. Universidade Católica de Goiás. Goiânia. Disponível em: <<http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/CONTAMINAC3%87%C3%83O%20AMBIENTAL%20POR.pdf>> Acesso em: 24.mai.2016

HAUS, Tiago Luis MSc. **Investigação de Passivos Ambientais**. Apresentação em powerpoint no II Seminário Nacional de Perícias do IBAPE. Foz do Iguaçu, 2014. 36 slides.

INÁCIO, Leonardo; OLIVEIRA, Celso. **Contaminação de aquíferos por combustíveis orgânicos em Belo Horizonte: Avaliação Preliminar**. X Congresso de Águas Subterrâneas, S. Paulo, 1998. 10 p.. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/22287/14630>>. Acesso em: 07.fev.2016.

MARANHÃO, Denise; TEIXEIRA, Carlos Andre; TEIXEIRA, Tiago M. A.. **Procedimentos de Investigação e Avaliação da Contaminação em postos de combustíveis, utilizando Metodologias de Análises de Risco: Aplicação da ACBR em estudo de casos na RMS**. 2007, 121 p.. Monografia. Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria. Departamento de Hidráulica e Saneamento, UFBA, Salvador. Disponível em:

<http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/monografias/mono_denise_carlos_tia_go.pdf> Acesso em: 27.mai.2016

MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. **Operação Urbana Consorciada da Região do Porto do Rio de Janeiro: V Situação Atual e Futura; 4. Caracterização do Solo 4.2 Áreas Contaminadas.** 2014, 221 p.. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/15763682/v-situacao-atual-e-futura-4-caracterizacao-do-porto-maravilha>. Acesso em 2.jan.2017.

NAKAMURA, Juliana. **Revista Construção Mercado – Terreno Reciclado.** Edição 122, 2011, 15 pp..

Resolução CEPRAM nº 3656 e Norma Técnica (NT) 02/06. **Licenciamento ambiental de atividades de armazenamento e comércio varejista de combustíveis líquidos derivados de petróleo, biocombustíveis, gás natural veicular e comprimido, bem como óleos lubrificantes.** Salvador, 2006. 33 p..

SANDRES, G. C.; MAINIER, F. B. **Estudo de Modelo de proteção de tanques subterrâneos como proposta de gestão ambiental em postos de gasolina. Simpósio de Administração de Produção, Logística e Operações internacionais.** São Paulo, 2005.

SIEDLIECKI, Kátia; CAVA, Luis Tadeu. **Contaminação por combustível é passivo ambiental comum.** Texto publicado na internet sobre passivo ambiental no Paraná, publicado por geólogos da empresa Mineropar. Março, 2008. 4 p.. Disponível em:<http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/artigos/contaminacao_texto_boletim.pdf>. Acesso em 27.mai.2016

SOUZA, Felipe R. V. et al. **Investigação e Remediação de Solos Contaminados em Posto de Combustível.** São Paulo, 2015, 9 pp..

WELLS, Christopher. **Levantamento de Indícios de Contaminação em Imóveis Urbanos – LIC.** Apresentação em powerpoint no Workshop Levantamento de Indícios de Contaminação em Laudos de Avaliação de Garantias Bancárias. S. Paulo, 2016. 28 slides.

ANEXO A

Levantamento de Indícios de Contaminação (LIC)

Recentemente, a Febraban e o IBAPE Nacional publicaram um formulário (LIC) para ser implementado nas avaliações de terrenos e áreas urbanas a serem utilizados em garantia bancária.

O motivador para que este formulário fosse criado, remonta da Resolução 4.327 que o Banco Central publicou em 2014, que determina que bancos tem que criar políticas e procedimentos para minimizar os riscos socioambientais. A Febraban publicou a norma de auto regulação nº 14, também em 2014, que inclui os pontos da Resolução e ainda trata de terrenos oferecidos como garantia bancária. Chama-se SARB 14.

Desta forma, cada avaliação de terreno ou área urbana que tenha como garantidor do negócio um banco, membro da Febraban, deverá fazer uso deste formulário. Os avaliadores devem estar cientes deste novo pré-requisito para terrenos e imóveis.

O formulário do LIC solicita informar se a área em avaliação está presente na lista de áreas contaminadas ou reabilitadas do órgão ambiental do estado.

O LIC tem o objetivo de dar subsídio aos analistas dos bancos em prosseguir e buscar mais evidências ou proceder direto para uma análise de contaminação. Esta segunda etapa deve seguir a norma NBR 15515-1 de Passivo Ambiental e Avaliação Preliminar ou Resolução Conama 420, que 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.

Ver o abaixo o check list completo do LIC:.

Formulário do Levantamento de Indícios de Contaminação

Data da Visita: ____/____/____

1. DADOS GERAIS DO IMÓVEL

1.1. Identificação do Imóvel: _____

1.2. Endereço: _____ Cidade: _____ UF: _____

1.3. Uso atual do imóvel: _____ Uso pretendido: _____

1.4. Coordenadas Geográficas: _____

1.5. Foto aérea ou imagem de satélite (Google Earth): Inserir fotos aéreas e/ou imagens do presente e/ou passado do imóvel, conforme disponibilidade, no Anexo I.

2. IDENTIFICAÇÃO DE ESTUDOS AMBIENTAIS DO IMÓVEL REFERENTES AO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO

2.1. O imóvel está cadastrado em alguma lista pública oficial de áreas contaminadas? (Realizar busca no site do IBAMA, nos órgãos ambientais estaduais e municipais, ex: CETESB/SP, FEAM/MG, INEA/RJ, Município de São Paulo).

☐ Não ☐ Sim Não existe lista pública de áreas contaminadas.

Citar as fontes consultadas:

Órgão Ambiental Estadual: _____

Órgão Ambiental Municipal: _____

Nota: Caso a resposta seja “sim”, favor pular para o item 7, indicando “sim” na pergunta 7.1.

2.2. Teve acesso a alguma avaliação ambiental no imóvel? Se sim, favor encaminhar cópia.

☐ Não ☐ Sim. Que tipo? _____ Quando? _____

2.3. Os logradouros que perfazem o polígono onde está localizado o imóvel avaliando estão cadastrados em alguma lista pública oficial de áreas contaminadas? (Realizar busca no site do IBAMA, nos órgãos ambientais estaduais e municipais, ex: CETESB/SP, FEAM/MG, INEA/RJ, Município de São Paulo).

☐ Não

☐ Sim. Qual o endereço do imóvel na vizinhança? _____

☐ Não existe lista pública de áreas contaminadas.

Citar as fontes consultadas:

Órgão Ambiental Estadual: _____

Órgão Ambiental Municipal: _____

3. IDENTIFICAÇÃO DE POTENCIAIS FONTES DE CONTAMINAÇÃO

3.1. Há indícios de que no imóvel existiu ou existe:

Passado	Presente	Ocorrências no imóvel
☐	☐	Descarte de efluentes no solo ou esgoto a céu aberto.
☐	☐	Respiros, bocais de enchimento, tubulações saindo do solo ou poços de monitoramento.
☐	☐	Armazenamento de baterias automotivas ou industriais usadas, derivados e petróleo (combustíveis), pesticidas, herbicidas e outros biocidas, tintas, vernizes, solventes ou detecção de substâncias tóxicas. Se sim, que tipo?
☐	☐	Produtos químicos armazenados em recipientes de 20L ou maiores bombonas, tambores ou sacos. Quais produtos?
☐	☐	Corpos d'água (rio, poço, lago, lagoa). Se poço de água, possui outorga? Sim Não
☐	☐	Manchas no solo, odores de substâncias químicas, alterações na vegetação, ocorrência de animais mortos, gosto ou cheiro estranho na água.
☐	☐	Explosão ou incêndio, vazamento ou derramamento de substâncias químicas, odor de gás e/ou combustível.
☐	☐	Outros. Descrever:

Fontes de Informação: _____

Observações e/ou justificativa: _____

3.2. No entorno (*) do imóvel avaliando, foram observadas potenciais fontes de contaminação, como por exemplo: descarte de efluentes no solo ou esgoto a céu aberto, manchas no solo, odores de substâncias químicas, alterações na vegetação, ocorrência de animais mortos, vazamento ou derramamento de substâncias químicas, odor de gás e/ou combustível, etc.?

(*) Entende-se como entorno as situações demonstradas nos croquis presentes no Anexo II. Para áreas industriais considera-se como entorno o raio de 100 metros m a partir dos limites do imóvel.

Caso afirmativo, indicar: _____

3.3. No entorno do imóvel avaliando, indicar se há atividades potencialmente poluidoras como:

Existe	Informação não acessível	Atividade
☐	☐	Indústrias. Quais?
☐	☐	Mineradora. Qual?
☐	☐	Posto de gasolina, abastecimento de veículos ou tanque de combustível.
☐	☐	Oficina mecânica, troca de óleo, galvanoplastia, lavanderia, tinturaria.
☐	☐	Bota-Fora, armazenamento de entulho, lixão, aterro

		<i>sanitário, ferro-velho ou Cemitério.</i>
☐	☐	<i>Armazenamento de resíduos. Descrever resíduos:</i>
☐	☐	<i>Armazenamento de baterias automotivas ou industriais usadas, derivados de petróleo (combustíveis), pesticidas, herbicidas e outros biocidas, tintas, vernizes, solventes ou detecção de substâncias tóxicas. Se sim, que tipo?</i>
☐	☐	<i>Outros. Descrever:</i>

Fontes de Informação: _____

Foi observada alguma atividade desativada no entorno, como por exemplo, posto de combustível, indústria, oficina mecânica, etc.?

Observações e/ou justificativa: _____

4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO IMÓVEL

4.1. Indicar abaixo se o imóvel teve uso passado ou tem uso presente para quaisquer dos seguintes fins:

Passado	Presente	Uso do imóvel
☐	☐	<i>Indústrias. Quais?</i>
☐	☐	<i>Posto de gasolina, abastecimento de veículos ou tanque de combustível.</i>
☐	☐	<i>Oficina mecânica, troca de óleo, galvanoplastia, lavanderia, tinturaria.</i>
☐	☐	<i>Bota-Fora, armazenamento de entulho, lixão, aterro sanitário, ferro-velho ou Cemitério.</i>
☐	☐	<i>Armazenamento de resíduos. Descrever resíduos:</i>
☐	☐	<i>Armazenamento de baterias automotivas ou industriais usadas, derivados de petróleo (combustíveis), pesticidas, herbicidas e outros biocidas, tintas, vernizes, solventes ou detecção de substâncias tóxicas. Se sim, que tipo?</i>
☐	☐	<i>Hospital ou outro serviço de saúde. Descrever:</i>
☐	☐	<i>Comércio. Que tipo:</i>
		<i>Outros. Descrever:</i>

Fontes de Informação: _____

Observações e/ou justificativa: _____

5. FONTES

5.1. Informar quais fontes de consulta e documentos foram utilizados como base para a elaboração deste levantamento:

6 PRESSUPOSTOS E CONDIÇÕES LIMITANTES

6.1. O presente relatório é resultado de observações visuais do avaliador e baseado na documentação descrita no item 5, que tem como objetivo nortear o Banco para a realização de Diagnósticos e Perícias ambientais, para os casos por ele identificados.

6.2. O presente levantamento aponta apenas os indícios de contaminação, os quais podem ser posteriormente averiguados pelo Banco.

6.3. Eventuais passivos ambientais não foram considerados para valoração do imóvel. Estes passivos podem ser mensurados apenas após um diagnóstico ambiental amplo, que apontem as causas e mitigação dos eventos ambientais.

7. RESUMO

7.1. Indícios de Contaminação no Imóvel:

☐ Não ☐ Sim ☐ Informação insuficiente (obrigatório justificar). Justifique:

7.2. Indícios de Contaminação na Vizinhança:

☐ Não ☐ Sim ☐ Informação insuficiente (obrigatório justifique). Justifique:

Nome do Responsável pelo preenchimento:

Nome da Empresa representada:

Assinatura do Responsável pelo preenchimento

CNPJ da empresa representada