

ANNE BELLACOSA
LINCOLN BELLETTI
MARCELO RENÉ SURJUS

**PREVENÇÃO E MONITORAMENTO DE VAZAMENTOS EM SISTEMAS
DE ARMAZENAMENTO SUBTERRÂNEO DE COMBUSTÍVEIS**

Monografia apresentada a Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para a obtenção do
Título de Engenheiro de Segurança no Trabalho.

São Paulo

2004

Aos nossos professores e colegas do Programa de Educação
Continuada, que têm sido a grande razão e o incentivo do
nosso aperfeiçoamento técnico.

RESUMO

O presente trabalho faz um diagnóstico de um problema ambiental pouco conhecido e divulgado para a população em geral, que é a contaminação do subsolo ocasionada principalmente pelo vazamento de produtos químicos. Pretendeu-se abordar, de maneira geral, um tipo específico de poluição ambiental, bastante comum em grandes centros urbanos como a cidade de São Paulo, que é a contaminação do solo e das águas subterrâneas pelo vazamento de derivados de Petróleo em sistemas de armazenamento subterrâneo de postos de abastecimento de combustíveis.

O trabalho foi baseado em revisão bibliográfica sobre o assunto e acompanhamento em campo de execução e instalação de medidas preventivas. Procurou-se estudar os meios que podem provocar a contaminação do subsolo e a poluição ocasionada por falhas no sistema de armazenamento subterrâneo de combustíveis; tendo como principais agentes contaminantes, a gasolina seguida pelo óleo diesel.

O texto aborda em sua conclusão, conceitos ambientais de forma a dar embasamento ao texto, dissertando sobre o trabalho realizado pela CETESB na cidade de São Paulo e no interior do estado.

Foi levantada a abrangência do problema através de gráficos estatísticos que discriminam as principais causas de vazamentos. Posteriormente foi feito um estudo sobre as formas de detecção de vazamentos, assim como posterior mitigação dos vazamentos, métodos de detecção e prevenção, terminando por apresentar as formas de prevenção e as medidas que vêm sendo adotadas pela CETESB para diminuir e controlar os problemas ambientais causados.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivo	1
1.2	Justificativa	1
2	ÁREAS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO.....	3
2.1	Contaminação do Subsolo.....	6
2.2	Contaminação das Águas.....	10
2.3	Avaliação do Risco da Presença de Determinada Substância na Água.....	11
2.3.1	Avaliação do Perigo.....	11
2.3.2	Avaliação e Administração do Risco.....	13
3	PREVENÇÃO DE VAZAMENTOS.....	15
3.1	Causas de Vazamentos	15
3.1.1	Corrosão	17
3.1.2	Contenção Secundária.....	20
3.1.3	Falha Humana.....	23
3.1.4	Válvula Absorvente	23
3.1.5	Válvula de Bloqueio de Óleo	23
3.2	Análise de Riscos	24
3.2.1	Preparação do Campo	24
3.2.2	Pesquisa da Literatura.....	24
3.2.3	Prioridades em ação	25
4	DETECÇÃO E MONITORAMENTO DE VAZAMENTOS	26
4.1	Investigação Preliminar	26
4.2	Métodos Aceitáveis de Detecção de Vazamento	29
4.2.1	Monitoramento da Água Subterrânea	30
4.2.2	Monitoramento de Vapor	32
4.2.3	Contenção Secundária com Monitoramento Intersticial.....	34
4.2.4	Teste de Estanqueidade do Tanque.....	36
4.2.5	Controle do Estoque.....	38
4.2.6	Sistemas Automáticos de Manômetros.....	40
4.2.7	Sistemas Manuais de Medição nos Tanques	41
4.3	Detecção de Vazamentos na Tubulação Subterrânea	43
4.4	Detecção de Vazamentos na Tubulação Subterrânea de Sucção	46
4.5	Detecção de Vazamentos em Tubulações Subterrâneas Pressurizadas	49

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ILUSTRAÇÃO DOS SISTEMAS SUBTERRÂNEOS PASSÍVEIS DE CONTAMINAÇÃO POR VAZAMENTOS FREÁTICO.....	2
FIGURA 2 - FONTES DE CONTAMINAÇÃO DO SUBSOLO E AQUÍFERO FREÁTICO	3
FIGURA 3 - VISTA GERAL DE UM SASC CONFORME NORMAS ABNT.....	6
FIGURA 4 - ÁREA INDUSTRIAL ABANDONADA.....	7
FIGURA 5 - ANTIGA ÁREA DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS	8
FIGURA 6- MÉTODO DE DETECÇÃO DE VAZAMENTOS PARA TANQUES E TUBULAÇÕES	29
FIGURA 7 - PERFIL DE UM POÇO DE MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA.	31
FIGURA 8 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE MONITORAMENTO DE VAPOR.....	33
FIGURA 9 - SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITORAMENTO INTERSTICIAL:	35
FIGURA 10 - SISTEMA AUTOMÁTICO DE MANÔMETROS.	40
FIGURA 11 - SISTEMA DE MONITORAMENTO EM UMA LINHA DE TUBULAÇÃO.	48
FIGURA 12 - TUBULAÇÃO DE PAREDE DUPLA.....	49
FIGURA 13 - GRÁFICO DE ACIDENTES AMBIENTAIS ATENDIDOS PELA CETESB – PERÍODO 1984 - 2002.	53
FIGURA 14 - GRÁFICO DA DISTRIBUIÇÃO DOS VAZAMENTOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO – PERÍODO 1984-2002	54
FIGURA 15 - GRÁFICO DA DISTRIBUIÇÃO DOS VAZAMENTOS POR PRODUTOS IDENTIFICADOS NOS ATENDIMENTOS	54
FIGURA 16 - GRÁFICO DA DISTRIBUIÇÃO DOS TIPOS DE VAZAMENTOS – DE 1984 A 2002.....	55
FIGURA 17 - RECOLHIMENTO DE ÁGUA/GASOLINA COM CAMINHÃO-VÁCUO EM GALERIA SUBTERRÂNEA.	57
FIGURA 18 - ESCAVAÇÃO DE TRINCHEIRAS PARA INTERCEPTAÇÃO DE PLUMA DE CONTAMINAÇÃO E REMOÇÃO DO SOLO AFETADO	60
FIGURA 19 - REMOÇÃO DE TANQUE AVARIADO	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANP – Agência Nacional de Petróleo
CADAC – Cadastro de Acidentes Ambientais
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
EPAE – Equipe de Pronto Atendimento à Emergência
FRP – Fiberglass-Reinforced Plastic – Plástico Reforçado com Fibra de Vidro
ISR – Instalação de Sistema Retalhista
LII – Limite Inferior de Inflamabilidade
NBR – Norma Brasileira
NR – Norma Regulamentadora
NECNO – Nível de Efeito Colateral Não Observado
PA – Postos de Abastecimento
PR – Postos Revendedores
SASC's – Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustíveis
SMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente
VOC – Compostos Orgânicos Voláteis

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivo

O objetivo do trabalho é estudar as formas de prevenção e monitoramento de vazamentos de produtos químicos no subsolo, ocasionados por Sistemas de Armazenamento Subterrâneo de Combustíveis. Foi realizada através de revisão bibliográfica da literatura existente, normas técnicas e legislação aplicável.

Valendo-se para tal, da experiência que vem sendo adquirida pela CETESB em casos de vazamentos detectados pela própria entidade, ou relatados pela população. Procurou-se estudar as principais causas de vazamentos, e os métodos empregados para o monitoramento de vazamentos, definindo as formas de contaminação a que estão sujeitos o sub-solo e as águas interiores. Estudando as principais causas de vazamentos identificados, e as soluções e métodos existentes atualmente para diminuir, ou mesmo eliminar, os riscos de vazamentos, assim como as formas de monitorar os sistemas subterrâneos prevenindo, ou pelo menos, antecipando as ações na ocorrência de possíveis vazamentos.

Através da interpretação da legislação existente e das medidas de licenciamento que vêm sendo implantadas, pretende-se analisar a eficácia do gerenciamento que vem sendo realizado, na tentativa de salvaguardar nossos recursos hídricos tão importantes nas atividades para consumo humano, uso industrial e agropecuário.

1.2 Justificativa

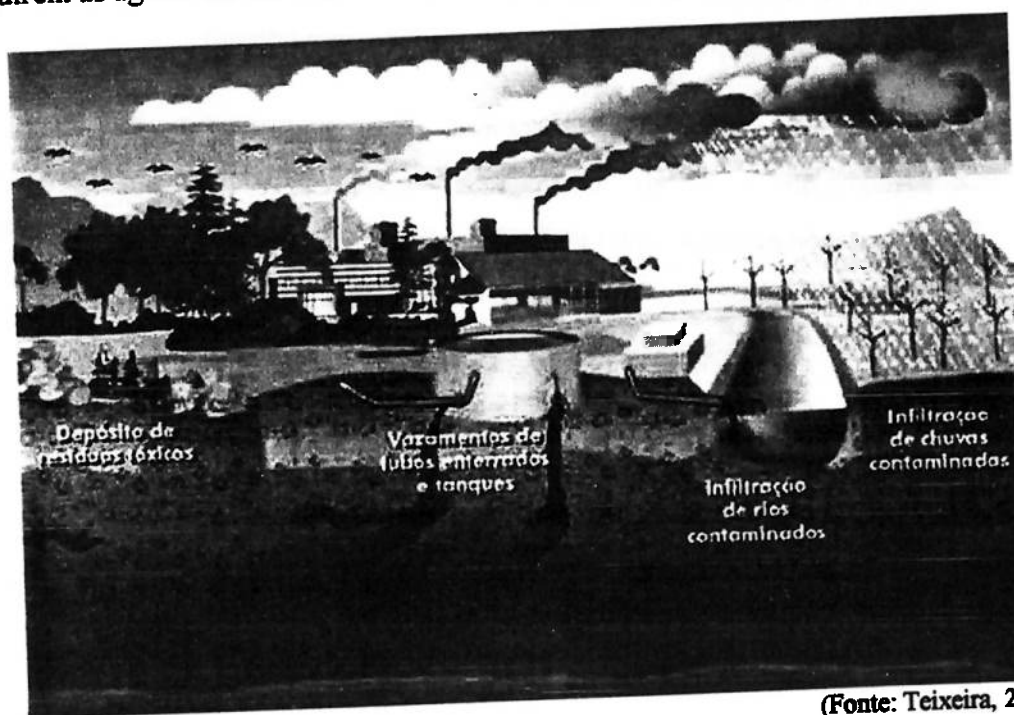
A ocorrência de vazamentos em Sistemas de Armazenamento Subterrâneo de Combustíveis – SASC's tem sido objeto de crescente preocupação em função dos riscos associados a esses eventos, tanto para a segurança e saúde da população como para o meio ambiente.

Estes eventos se manifestam, na grande maioria dos casos, tanto como contaminações superficiais provocadas por constantes e sucessivos derrames junto às bombas e bocais de enchimentos dos reservatórios de armazenamento, como pelos vazamentos em tanques e tubulações subterrâneas, conforme Figura 1.

2 ÁREAS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO

Segundo Braga, B. Et al (2001), a poluição das águas é causada por fatores naturais, tais como, a erosão das margens dos rios e a decomposição de vegetais, bem como, por fatores antropogênicos de origem urbana, industrial e agropecuária, dos quais merece destaque o lançamento de esgotos domésticos e industriais nas águas dos rios sem o prévio tratamento, que são as cargas poluidoras que mais agredem o equilíbrio natural dos corpos d'água.

A água subterrânea é fonte abundante e imprescindível para o abastecimento público e para fins industriais. Dessa forma, torna-se fundamental, que os resíduos sólidos, líquidos e os gasosos, provenientes de atividades agropecuárias, industriais, comerciais ou de qualquer natureza, sejam conduzidos ou lançados, de forma a não poluírem as águas subterrâneas.



(Fonte: Teixeira, 2000)

Figura 2 - Fontes de Contaminação do Subsolo e Aquífero Freático

A água subterrânea é vulnerável a diferentes formas de contaminação química e biológica, notadamente pelo lançamento inadequado de fertilizantes, agrotóxicos, pela disposição inadequada de resíduos sólidos domésticos e industriais e por

- a) Posto Revendedor - PR: Instalação onde se exerça a atividade de revenda varejista de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível e outros combustíveis automotivos, dispondo de equipamentos e sistemas para armazenamento de combustíveis automotivos e equipamentos medidores.
- b) Posto de Abastecimento - PA: Instalação que possua equipamentos e sistemas para o armazenamento de combustível automotivo, com registrador de volume apropriado para o abastecimento de equipamentos móveis, veículos automotores terrestres, aeronaves, embarcações ou locomotivas; e cujos produtos sejam destinados exclusivamente ao uso do detentor das instalações ou de grupos fechados de pessoas físicas ou jurídicas, previamente identificadas e associadas em forma de empresas, cooperativas, condomínios, clubes ou assemelhados.
- c) Instalação de Sistema Retalhista - ISR: Instalação com sistema de tanques para o armazenamento de óleo diesel, e/ou óleo combustível, e/ou querosene iluminante, destinada ao exercício da atividade de Transportador Revendedor Retalhista.

A atividade de comercialização de combustíveis automotivos, quando realizada sem os mínimos requisitos técnicos para a instalação dos Sistemas de Armazenamento Subterrâneo de Combustíveis - SASC's, conforme preconizado pelas Normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas que tratam do assunto, bem como, sem a observação das boas práticas de trabalho, oferece um risco potencial à segurança da população circunvizinha, aos bens patrimoniais públicos e privados e ao meio ambiente, segue abaixo a **Figura 3**, ilustrando um padrão de SASC's.

natural. Nessa área, os poluentes ou contaminantes podem concentrar-se no ar, nas águas superficiais, no solo, nos sedimentos, ou nas águas subterrâneas. Os poluentes ou contaminantes podem ainda ser transportados a partir desses meios, propagando-se por diferentes vias, como por exemplo, o ar, o próprio solo, as águas subterrâneas e superficiais, alterando suas características naturais de qualidades e determinando impactos negativos e/ou riscos sobre os bens a proteger, localizados na própria área ou em seus arredores.

Segundo a Política Nacional do Meio Ambiente (lei 6.938/81), são considerados bens a proteger:

- d) a saúde e o bem-estar da população;
- e) a fauna e a flora;
- f) a qualidade do solo, das águas e do ar;
- g) os interesses de proteção à natureza/paisagem;
- h) a ordenação territorial e planejamento regional e urbano;
- i) a segurança e ordem pública.

As fontes e os cenários de contaminação estão representados nas figuras 4 e 5.



(Fonte: Guiger, N., 1996)

Figura 4 - Área Industrial Abandonada.

2

Fontes de Perigo

12

Cenários

31

Medidas de Identificação de Problemas

2**Fontes de Perigo****12****Cenários****31****Medidas de Identificação de Problemas**

- 16 – Resíduos domésticos
- 17 – Resíduos sólidos industriais e comerciais
- 18 – Aterro com entulho, solo e escória
- 19 – Percolação de poluentes lixiviados para água subterrânea
- 20 – Poluição da água subterrânea pela percolação da água subterrânea
- 21 – Bombeamento de águas contaminadas
- 22 – Irrigação com água subterrânea contaminada
- 23 – Contaminação de água potável
- 24 – Emissão de gases tóxicos por resíduos
- 25 – Infiltração de gases tóxicos nas casas
- 26 – Entrada de gases nocivos através da rede de esgoto
- 27 – Entrada de vapores na edificação
- 28 – Rachaduras nas construções devido a recalques do aterro
- 29 – Contato dermal e ingestão de material tóxico
- 31 – Investigação confirmatória
- 32 – Fechamento da estação de tratamento de água

Nem todas as áreas contaminadas representam um risco para o meio ambiente ou à saúde humana. Um aspecto fundamental para a configuração de risco em uma área contaminada é o uso e ocupação do solo no seu entorno. Um risco só existirá se as concentrações de contaminantes excederem determinados limites considerados aceitáveis e se existirem receptores sensíveis e a possibilidade de um evento adverso.

Como ocorreu nos países desenvolvidos, os problemas de contaminação do solo no Brasil começaram a aflorar na década de 70, mas se intensificaram nos últimos anos com a descoberta de depósitos, usualmente clandestinos, de resíduos químicos perigosos.

Os Quadros apresentados a seguir revelam a distribuição das áreas contaminadas cadastradas no Estado de São Paulo, por atividade e localização.

potáveis do mundo inteiro, nem todas as substâncias estão incluídas nas orientações. Algumas dessas substâncias ocorrem esporadicamente, enquanto outras são regularmente encontradas. As substâncias que estão incluídas nas orientações obedecem padrões diferentes, que variam de agência para agência.

2.3 Avaliação do Risco da Presença de Determinada Substância na Água

Antes de estabelecer qualquer limite numérico, deve-se avaliar o risco que a substância pode representar para a população. O perigo potencial de uma determinada substância química e o nível de exposição são dois pontos principais ao se definir o risco de efeitos colaterais que possam ocorrer em uma determinada população:

$$\text{PERIGO} + \text{EXPOSIÇÃO} = \text{RISCO}$$

Uma vez que o perigo é uma propriedade própria da substância química, deve-se controlar a exposição, caso o risco para a população seja inaceitável. Controles específicos podem ser impostos para eliminar o risco, ou reduzi-lo para um nível aceitável. Um método para controlar a exposição é estabelecer padrões aceitáveis da quantidade de uma determinada substância química em água potável.

Há dois passos principais de procedimento: avaliação do perigo e avaliação e administração do risco.

2.3.1 Avaliação do Perigo

O primeiro passo a ser dado para o desenvolvimento de um padrão (limite numérico) é a avaliação do perigo. Isso envolve uma análise qualitativa e quantitativa, para determinar o efeito potencial que uma substância química pode causar em termos de saúde, segurança ou consequências ambientais. As fontes de dados devem incluir: resultados de testes em animais e plantas, estudos epidemiológicos, estrutura e propriedades físicas e químicas.

Há uma incerteza considerável, associada a esse processo, pelos seguintes motivos:

Os valores de ingestão diária aceitáveis desenvolvidos por agências diferentes podem não coincidir.

Essa abordagem assume que há um patamar de resposta à dosagem (isto é, há dosagens e graus de exposição onde nenhum efeito colateral é observado). O fator de segurança dá mais garantia que nenhum efeito colateral será observado a níveis baixos de exposição, mesmo nos indivíduos mais sensíveis de uma população.

No caso de substâncias cancerígenas, o conceito de “patamar” não pode ser utilizado, pois qualquer nível de exposição causa o mesmo efeito. Portanto, para esse tipo de substâncias, calcula-se um “nível de risco”. A estimativa de unidade de risco envolve o desenvolvimento de dados adequados sobre dosagens e efeitos em bio-ensaios de exposição (cancerigenidade) em animais, e extrapolação da relação dosagem/efeito para exposição de nível baixo em seres humanos.

2.3.2 Avaliação e Administração do Risco

O segundo passo envolvido no processo de avaliação de um limite numérico (limite de exposição) é a administração do risco. O desenvolvimento de um limite numérico para uma substância na água potável, leva em consideração a ingestão diária aceitável e as estimativas de unidade de risco calculadas para a substância, observando alguns fatores:

- a) Estimativas de ingestão do contaminante por qualquer meio de exposição (ar, água, alimentos e produtos de consumo) e a porcentagem da ingestão diária total resultante desse meio de exposição, que neste caso é a água potável;
- b) Diferenças locais em níveis de exposição (variações em padrões de consumo, locais específicos com alto índice de contaminação, etc.);
- c) Existência de populações especiais correndo risco (gestantes, crianças, população nativa, pessoas que se alimentam de peixe);
- d) O nível de detecção, medição e confirmação da presença do contaminante de cada uma das metodologias analíticas;
- e) Os custos e benefícios de se restringir ou banir uma substância química manufaturada;
- f) Tecnologias de tratamento disponíveis;

3 PREVENÇÃO DE VAZAMENTOS

Este capítulo apresenta métodos de prevenção em postos de abastecimento já existentes, foi adaptado de Guiger, N. (1996). Um bom planejamento de prevenção deve incluir os seguintes passos:

- a) Levantamento da situação dos postos. Este levantamento deverá classificar tanques e tubulações, para que uma maior atenção seja dirigida a situações onde o risco seja maior.
- b) Monitoramento, para que em casos de vazamentos, os custos de limpeza sejam minimizados. Esta etapa inclui o controle de estoque, testes de estanqueidade, "sniffers", entre outros.
- c) Um plano de substituição, melhorias ou fechamento dos tanques e linhas que sejam de alto risco ou que já tenham apresentado vazamento. Neste passo, uma avaliação do uso de proteção catódica deve ser efetuada.
- d) Um plano de ação emergencial para correção de vazamentos recém-ocorridos.

3.1 Causas de Vazamentos

Um sistema eficiente de detecção de vazamentos é um componente essencial de um programa de prevenção de vazamentos. O melhor meio de redução de problemas relacionados a vazamentos é dar mais importância à prevenção dos mesmos.

A prevenção de vazamentos envolve proteção contra corrosão em tanques e tubulações, através de proteção catódica ou revestimento (pintura, por exemplo) e prevenção de descargas e transbordamentos operacionais. Uma análise do envelhecimento do tanque também deve ser incluída num programa de prevenção.

Nesta seção, discutiremos sobre prevenção e contenção secundária. Apesar da contenção secundária não ser um meio de prevenir vazamentos, ela pode ser usada como método de prevenção de espalhamento de produto vazado para uma grande área.

- c) Sobrecarga em linhas de tubulação mal projetadas;
- d) Tensões resultantes de mudanças na temperatura.

Transbordamentos e derramamentos são outras fontes de vazamentos em tanques, e podem ser causados por:

- a) Falha humana;
- b) Falha no sistema de válvulas;
- a) Falha no indicador de nível do tanque.

Esses tipos de vazamento geralmente são pequenos, mas podem se tornar grandes se, durante o enchimento do tanque, não houver supervisão pessoal, ou falha nas válvulas.

3.1.1 Corrosão

A vida útil de um tanque de chapa de aço sem proteção pode variar entre 5 e 50 anos ou mais. Dependendo das condições ambientais do local onde o tanque está instalado. Antes de se iniciar um processo de melhoria do tanque, deve-se conduzir uma pesquisa de corrosão no tanque. Pode-se estimar a possibilidade de corrosão e quando ela pode ocorrer, correlacionando a idade do tanque com o ambiente em que está instalado.

Muitos tanques subterrâneos instalados na década de 60 e que ainda estão em serviço, são feitos de chapa de aço e, portanto, estão sujeitos à corrosão. A corrosão, resultante da interação entre os tanques e as tubulações e o meio, tanto interno quanto externo, é a causa mais comum de falhas nos tanques. O material de fabricação do tanque é importante, mas a corrosão pode ser acentuada devido a instalação inadequada. Por exemplo, arranhões na superfície de tanques de aço revestido que ocorram durante a instalação podem levar a uma corrosão localizada acelerada.

Medidas preventivas devem ser tomadas para evitar a corrosão. Pode-se usar três métodos básicos:

- a) Proteção catódica;
- b) Revestimentos internos e externos;

com alto teor de silício e substratos de metais revestidos com platina. Esse sistema pode ser usado para proteger tanques não-isolados e não-revestidos já existentes, quando aplicado antes de haver uma corrosão extensiva. Além disso, a voltagem pode ser regulada de acordo com diferentes condições do solo e da água subterrânea. Esse método é mais caro como sistema de proteção para tanques. Mas, de qualquer maneira é mais econômico que substituição do tanque. Entretanto, existe a possibilidade de instalações subterrâneas adjacentes serem danificadas E, se a corrente acidentalmente interrompida, a proteção é eliminada.

3.1.1.2 Revestimento Interno e Externo

Os revestimentos não fornecem, isoladamente, uma proteção adequada, mas eles servem como uma forma de prevenção de corrosão quando combinamos à proteção catódica. Se há pontinhos de ferrugem no revestimento, entretanto, o metal exposto estará sujeito a uma corrosão localizada acelerada. Mesmo com a proteção catódica, imperfeições no revestimento podem levar a uma redução na vida útil dos ânodos ou num aumento do consumo de energia elétrica para sistemas de corrente impressa. Um revestimento deve ser altamente resistente e deve ser aplicado de tal forma a cobrir e proteger totalmente o tanque. O revestimento deve ser aplicado e retocado (com o mesmo material) no local, antes e depois do tanque estar posicionado no buraco.

Os tipos de revestimento de tanques incluem:

- a) Asfalto;
- b) Epoxy;
- c) Plástico reforçado com fibra de vidro – FRP;
- d) Silicones;
- e) Borracha;
- f) Polietileno;
- g) Concreto.

O tipo de revestimento mais comumente usado é à base de epoxy de xisto de carvão de 0,3 a 0,4 mm. Esse revestimento pode ser aplicado a frio, através de um spray ou

óleo, borracha de butila, polietilenos clorosulfonados, neopreno, etileno e dieno propileno, têm pouca resistência a hidrocarbonetos e a condições ambientais severas. Conseqüentemente, são impróprias para contenção secundária. De todos esses materiais, o polietileno de alta densidade é resistente a uma grande variedade de substâncias químicas, incluindo substâncias que são comumente utilizadas como aditivos nos produtos de petróleo. O polietileno de alta densidade é fabricado em espessuras que variam entre 0,254 e 2,54 mm. A escolha da espessura depende dos custos, do manuseio e do tipo de produto a ser contido.

A membrana pode ser colocada diretamente na área de aterramento ou pode ser presa ao redor do tanque. No primeiro caso, há duas configurações comumente utilizadas. Uma envolve enterrar uma membrana de polietileno de alta densidade, com espessura de 2,54mm na área de aterramento. No entanto, essa membrana é fabricada em folhas de 7 metros de largura, o que torna o manuseio difícil. Além disso, temperaturas altas podem danificar a membrana. Uma membrana com espessura de 2,54 mm não é tão flexível quanto membranas mais finas. Portanto, quaisquer objetos pontiagudos devem ser removidos do local de aterramento do tanque para evitar que a membrana seja perfurada.

A segunda configuração consiste de uma membrana fina (0,50 mm) intercalada entre dois geo-têxteis (tecidos sintéticos utilizados para aplicações geotécnicas ou construções relacionadas com o solo). Os geo-têxteis são fortes e porosos, fornecendo força e apoio. O polietileno de alta densidade age como uma barreira para os hidrocarbonetos. Para instalar esse sistema não é necessário contratar técnicos especializados porque a membrana é protegida contra perfurações ou rasgos.

Como alternativa, uma membrana (geralmente de polietileno de alta densidade) pode ser colocada ao redor do tanque. O tanque é, primeiramente, envolvido por um material que protege a membrana e que mantém um espaço entre o tanque e a membrana. Um sistema de detecção de vazamentos e um dispositivo que mantenha o pH em um nível constante são instalados no ânulo. Esse dispositivo é necessário para evitar que água, que inevitavelmente se forma no ânulo, cause corrosão quando o pH estiver muito baixo. O detector de vazamentos deve ser instalado de forma que, caso

solos ácidos ou salinos. Falhas de projeto, instalação e operação podem levar a falhas no sistema de tanques e, conseqüentemente, a vazamentos.

3.1.3 Falha Humana

“Falha humana” é responsável por uma grande proporção de vazamentos em tanques subterrâneos de armazenamento. Um sistema sofisticado de prevenção e detecção é inútil se não houver meios de proteção contra derramamento ou transbordamento accidental, especialmente enquanto o tanque está sendo abastecido. Para minimizar a possibilidade desse tipo de derramamento, deve-se instalar um sistema automático de controle de desligamento com material absorvente, ou uma válvula para bloquear óleo.

3.1.4 Válvula Absorvente

Bolinhas absorventes são partículas plásticas que absorvem uma grande variedade de líquidos orgânicos. O fluido é absorvido na rede de polímeros nas bolinhas e não podem ser recuperados uma vez que foram absorvidos. Com alguns fluidos orgânicos, essas partículas podem absorver até 27 vezes mais que seu volume original e aumentar em 3 ou 4 vezes o seu diâmetro. Quando essas bolinhas são colocadas dentro de uma válvula, elas permitem que a água passe, mas elas incham e bloqueiam o fluxo quando em contato com hidrocarbonetos. Uma válvula desse tipo conectada a um tubo de sobrecarga de contenção secundária fornece a proteção necessária para bolinhas ativadas são de difícil remoção e limpeza. Um novo dispositivo que incorpora as bolinhas absorventes está disponível no mercado. Esse dispositivo é de fácil substituição e sua cor muda quando for ativado, indicando vazamento.

3.1.5 Válvula de Bloqueio de Óleo

Quando um tanque vazar ou houver um derramamento ou transbordamento accidental, deve-se prevenir a descarga para esgotos. Para tanto, deve-se instalar nas saídas de esgoto, uma válvula de bloqueio de óleo que possa diferenciar entre água e óleo através de diferenças em gravidade específica. Apesar desse tipo de válvula não prevenir vazamentos, ela é um recurso para contenção dos contaminantes e, conseqüentemente, de custos de descontaminação.

d) relatórios e registros ambientais estaduais ou federais.

Os dados incluem:

- a) tipo e permeabilidade do solo;
- b) profundidade até a água subterrânea;
- c) distância até os poços;
- d) uso das propriedades adjacentes;
- e) distância até a água de superfície ou até um condutor de água.

As regulamentações do local devem ser conduzidas para confirmar os dados coletados durante as pesquisas da literatura e as entrevistas. Cada visita ao local envolve entrevistas com o pessoal a respeito da idade, tipo e utilização dos tanques. Um esquema do tanque deve ser requisitado e, se possível com os detalhes da construção e a distância de cada tanque até os limites da propriedade. Qualquer outra condição específica que possa ter um efeito adverso no tanque, como a proximidade a linhas elétricas também deve ser anotada.

3.2.3 Prioridades em ação

Com base nos dados coletados durante a pesquisa do campo, é dada uma nota para cada tanque em relação aos riscos ambientais e regulamentadores. Um determinado número quantifica os fatores que produzem riscos para cada tanque. Quando maior a nota, maior é o risco que o tanque apresenta. Essas notas são, em seguida utilizadas para classificar os tanques numa ordem decrescente de risco.

Os valores de risco ambiental têm mais peso que os valores de risco regulamentador, e conseqüentemente, o valor de risco ambiental se torna o fator principal de classificação dos tanques. O risco regulamentador é usado como um parâmetro secundário de classificação.

- a) Índice de inflamabilidade (% do LII – Limite Inferior de Inflamabilidade);
- b) Concentrações (PPM – partes por milhão) de compostos orgânicos voláteis (VOC);

Os sistemas mais vulneráveis à emissão de odores são normalmente, as instalações hidráulicas e sanitárias ligados às redes públicas de esgoto e águas pluviais.

Podem ser gerados gases e vapores nessas redes, que são ocasionados pela fermentação natural de matérias orgânicas, por lançamentos de resíduos e por vazamentos de combustíveis automotivos dos sistemas de armazenamentos de combustíveis ou como exemplos desses pontos vulneráveis são os ralos, pias, lavabos, vasos sanitários e as caixas de inspeção doméstica de esgotos e águas pluviais.

As inspeções e monitoramentos no interior das edificações também não devem ser restringidos apenas aos pontos citados, e podem se estender a outros pontos que são sujeitos à migração de vapores ou produtos em fase livre oriundos diretamente do subsolo e aquífero subterrâneo contaminado. Podemos destacar os orifícios e fissuras em pisos e paredes, quadros de força, tomadas, interruptores e condutos de redes elétricas e de telefonia, caixas de rebaixamento de lençol freático em subsolo de edifícios, porões e poços de elevadores e demais sistemas ou instalações que tenha contato com o subsolo.

Após terem constatado irregularidades ou avarias em pontos mencionados, os próprios moradores ou proprietários devem fazer o monitoramento com instrumentos portáteis nas instalações hidráulicas domésticas, devendo receber orientações para manter o local ventilado e providenciarem os reparos interiores das edificações. Esses procedimentos visam a diminuição do incômodo e dos riscos, uma vez que o acionamento ou mesmo a aproximação de interruptores ou qualquer outra fonte que possa gerar faíscas ou inflamáveis. Existindo indícios de contaminantes nas edificações, inicia-se a investigação nas galerias públicas subterrâneas, pois, em sua grande maioria, não são estanques, portanto sujeitas às infiltrações de vapores ou fase líquida dos combustíveis presentes no subsolo e em aquífero freático a partir de vazamentos dos SASC's.

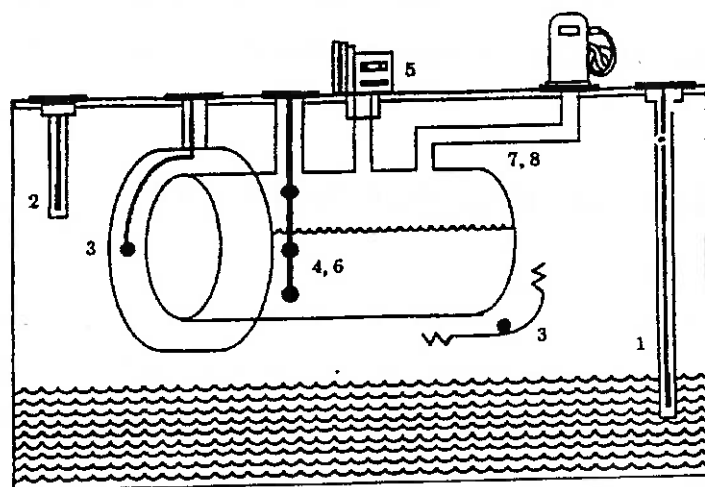
pública de esgotos ou em redes de águas pluviais, de contaminação provocada por vazamento de um produto combustível do SASC's de um ponto de revenda, com consequências quase sempre problemáticas.

Os derivados do petróleo, como solventes, gasolina, óleo diesel os lubrificantes, produtos que normalmente são utilizados por oficinas mecânicas ou pela população em atividades domésticas, serão lançados indevidamente em ralos, pias e tanques, atingem as redes de galerias de águas, acabam gerando odor no interior dos imóveis que possuam instalações hidráulicas inadequadas.

Quando é o caso de contaminação pontual e a emanção de odor ocorre em curtos períodos, dificulta as atividades de rastreamento e identificação dos fontes geradoras.

4.2 Métodos Aceitáveis de Detecção de Vazamento

Os Métodos de detecção de vazamento em tanques de combustíveis mais utilizados atualmente são demonstrados na Figura 6.



(Fonte: Guiger, N. , 1996)

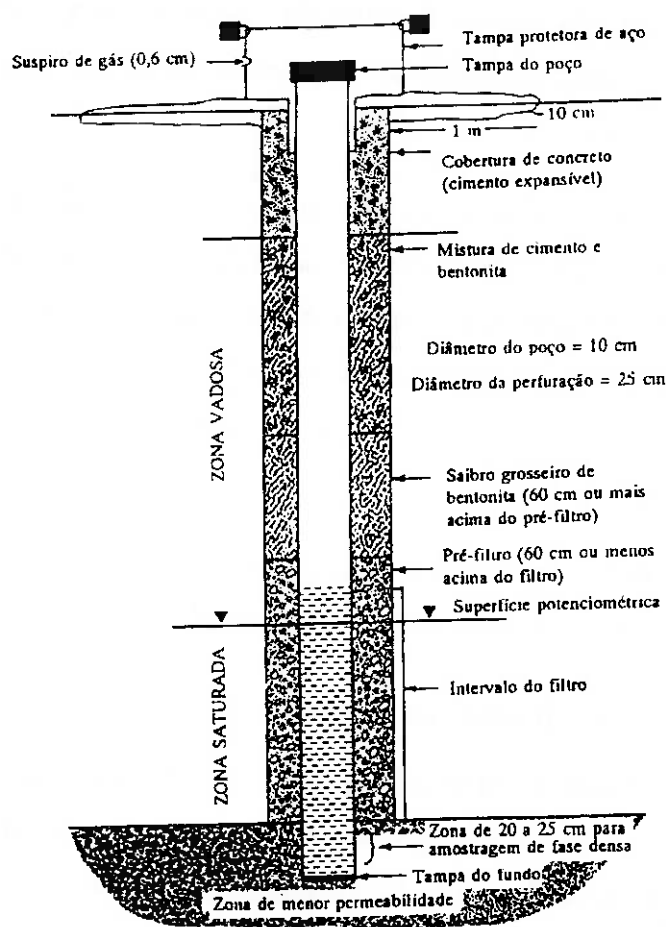
Figura 6 - Método de Detecção de Vazamentos para Tanques e Tubulações

1. Monitoramento de água subterrânea;
2. Monitoramento de vapor;
3. Contenção secundária com monitoramento intersticial (entre as paredes do tanque);
4. Teste de estanqueidade;

local, para determinar o tipo de solo, a profundidade da água subterrânea, a direção do fluxo e a geologia geral do local.

O projeto e a construção apropriada de um sistema de poços de monitoramento são cruciais para que se obtenha um método de detecção de vazamentos eficiente. Para tanto, projeto e construção devem ser feitos por profissionais experientes. Um exemplo de poço de monitoramento da água subterrânea é apresentado na Figura 7.

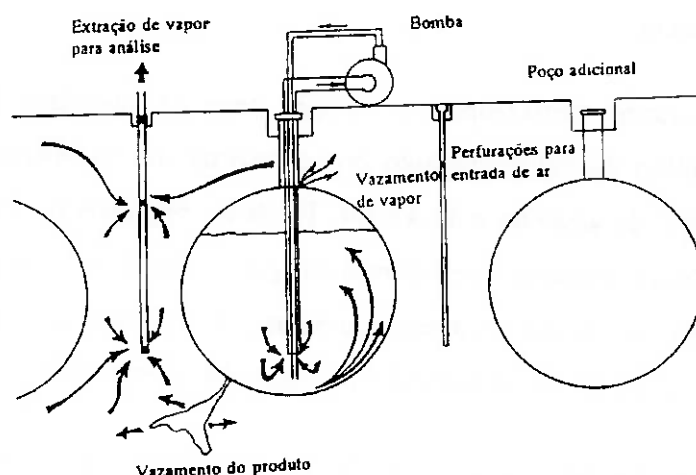
Dispositivos de detecção podem ser instalados no poço, a fim de se obter medições automáticas e constantes de eventuais vazamentos. Há também dispositivos manuais, que variam desde uma caçamba (usada para coletar uma amostra de líquido para inspeção visual) até um dispositivo que pode ser inserido no poço para indicar, eletronicamente, a presença de produto proveniente de vazamento. Tais dispositivos manuais devem ser utilizados pelo menos uma vez por mês.



(Fonte: Guiger, N., 1996)

Figura 7 - Perfil de um Poço de Monitoramento da Água Subterrânea

O monitoramento de vapor requer a instalação de poços de monitoramento na área de aterramento do tanque. Geralmente, é suficiente que haja um poço a cada 7 ou 14 metros ao redor dos tanques e das tubulações.



(Fonte: Guiger, N. , 1996).

Figura 8 - Representação Esquemática de Monitoramento de Vapor

Sistemas de monitoramento de vapor totalmente automatizados apresentam dispositivos que coletam e analisam amostras de vapores continuamente e, ao detectarem um vazamento, acionam alarmes sonoros ou visuais.

Sistemas manuais de monitoramento de vapor variam desde equipamentos que analisam imediatamente uma amostra de vapor recolhida, até dispositivos que recolhem uma amostra para ser enviada para análise em laboratório. Os resultados do monitoramento através desses sistemas manuais são, geralmente, menos precisos que os resultados obtidos a partir de sistemas automatizados. Os sistemas manuais devem ser utilizados no monitoramento de um local pelo menos uma vez por mês.

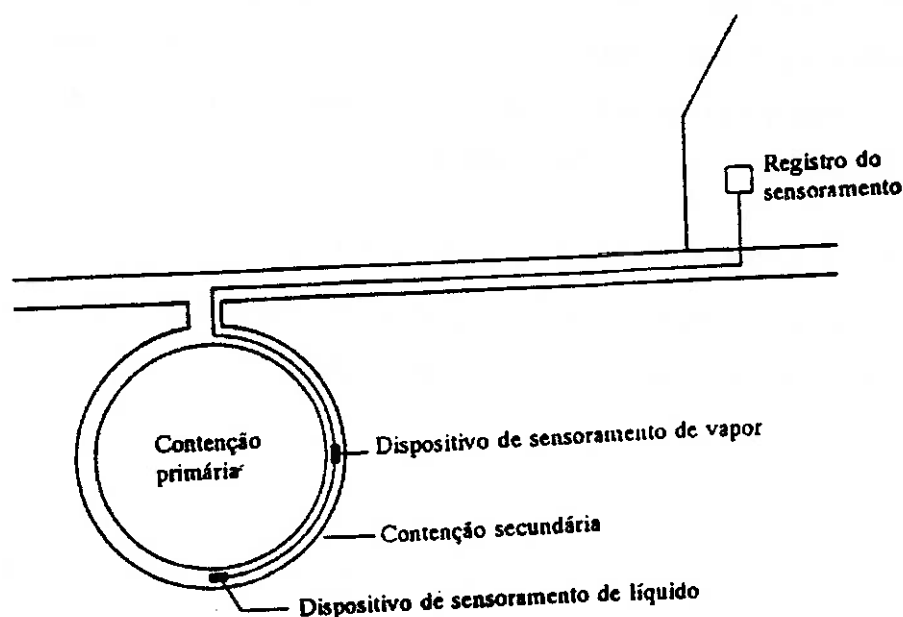
Todos os dispositivos de monitoramento de vapor devem ser calibrados anualmente, para assegurar um funcionamento eficiente.

Os itens de manutenção podem variar de acordo com o sistema utilizado. Em geral, os sistemas manuais necessitam de uma maior manutenção que os sistemas automatizados.

Os monitores são utilizados para checar se há vazamentos na área entre o tanque e a barreira, e para alertar o operador do tanque que há suspeita de vazamento.

Alguns monitores indicam a presença física do produto proveniente do vazamento, que seja líquido ou gasoso. Outros monitores checam se há mudanças que possam indicar uma abertura no tanque, tais como perda de pressão ou mudança no nível de água entre as paredes de um tanque com paredes duplas.

Os dispositivos usados como monitores podem ser bem simples, como por exemplo, uma vareta de controle a ser usada mais baixo da contenção, para verificar se houve vazamento de produto líquido e se o produto empoçou nesse ponto mais baixo. Há também, sistemas automatizados mais sofisticados, que fazem um monitoramento contínuo para detectar possíveis vazamentos, como mostrado na Figura 9.



(Fonte: Guiger, N. , 1996).

Figura 9 - Sistema Automatizado de Monitoramento Intersticial.

A instalação correta da barreira e do monitor intersticial é um pouco difícil, mas crucial para um funcionamento eficiente do sistema. Portanto, é necessário que um profissional treinado e experiente seja responsável pela instalação do sistema.

for diferente do resultado da subtração entre a quantidade entregue e a quantidade vendida, o tanque pode estar apresentando vazamento.

Este método “combinatório” só deve ser usado durante os primeiros dez anos após a instalação de um tanque novo ou após a reforma de um tanque já existente. Depois disso, deve-se usar os métodos de monitoramento mensal.

Há alguns testes de estanqueidade que não fazem medição do nível ou do volume do produto. Ao invés disso, esses métodos usam um determinado princípio (como a acústica, por exemplo) para determinar a presença física de uma abertura no tanque.

Entretanto, a maioria dos testes de estanqueidade, são chamados “testes volumétricos”, em que uma mudança no nível ou no volume do produto é precisamente medida (em milímetros, geralmente), durante algumas horas. Também para a maioria dos métodos, mudanças na temperatura do produto devem ser medidas precisamente (em milésimos de grau) junto com as medições do nível, porque essas mudanças de temperatura causam mudanças no volume, o que pode interferir na detecção de um vazamento.

Para se aplicar o teste, deve-se retirar o tanque de funcionamento por seis a doze horas. Alguns métodos também requerem que o produto armazenado no tanque esteja em um determinado nível antes do início do teste, o que frequentemente requer que se adicione produto proveniente de um outro tanque ou que se compre mais produto.

O equipamento utilizado para aplicar o teste é instalado temporariamente no tanque, geralmente através do tubo da gasolina. A informação de um vazamento ocorre quando há uma diminuição no volume do produto durante o período do teste, descontando-se mudanças no volume provocadas por mudanças na temperatura.

Tanques múltiplos devem ser desconectados e testados separadamente. Em métodos que utilizam sistemas automatizados de testes de estanqueidade, até quatro tanques podem ser testados simultaneamente.

Essas medições diárias devem ser feitas pela manhã e noite, ou depois de cada turno de trabalho, utilizando-se uma vareta de medição e os dados devem ser anotados em um formulário padrão. O nível indicado pela vareta de medição pode ser convertido para volume do produto no tanque, utilizando-se um quadro de calibragem que geralmente é fornecido pelo fabricante do tanque. Além disso, deve-se anotar diariamente, as quantidades de produto que foram colocadas e retiradas do tanque.

Pelo menos uma vez por mês, os dados a partir da vareta de medição devem ser confrontados com os dados de compra e venda, para verificar se há falta de produto ou se há produto excedente a 1% do volume total de produto que passou pelo tanque mais 480 litros, o tanque deve estar apresentando vazamento.

O controle de estoque é um método prático e comumente usado, porque não requer o fechamento do tanque e porque pode ser feito pelo próprio proprietário ou operador do tanque. A precisão desse método pode ser aumentada pelo uso de uma pasta detectora de produto.

Para que haja maior eficiência no controle de estoque, ele deve ser acompanhado por testes periódicos de estanqueidade do tanque. Além disso, deve ser feita uma medição mensal para identificar a presença de água na parte inferior do tanque.

Em relação à vareta de medição, ela deve ser comprida o suficiente para atingir o fundo do tanque, e deve ser marcada milimetricamente, para que o nível do produto possa ser determinado com maior precisão. O tubo através do qual o produto é escoado para o tanque deve se estender até pelo menos 30 cm acima do fundo do tanque.

É importante lembrar que todo equipamento envolvido deve estar calibrado de acordo com as medidas de peso, volume, extensão, etc, utilizadas na região.

Se o tanque não estiver nivelado, o sistema de controle de estoque deve ser modificado. Deverá ser criado um quadro de controle apropriado para o tanque em questão.

Geralmente, o sistema está programado para aplicar o teste uma vez por mês. Entretanto, caso seja desejável que se faça o teste mais frequentemente, basta reprogramar o sistema.

O sensor do sistema automático de manômetros deve ser instalado através de um tubo (que não seja o tubo de gasolina) na parte superior do tanque. Cada tanque deve ser equipado com um sensor próprio. Esse sensor deve ser conectado a um monitor que mostra as informações a respeito do nível do produto e os resultados dos testes mensais.

Para a maioria dos sistemas automáticos de manômetros, até oito tanques podem ser conectados ao mesmo monitor. Para se ter registros dessas informações, pode-se conectar impressoras ao monitor. Além disso, o sistema pode estar ligado a computadores em outros locais, a partir dos quais pode-se programar o sistema ou pegar as informações.

Os sistemas automáticos de manômetros, também vêm equipados com alarmes para: nível alto ou baixo do produto armazenado; nível alto de água; roubo.

O sistema automático de manômetros deve ser capaz de detectar um vazamento de 0,74 litros por hora.

A aplicação deste sistema deve ser em tanques que contem gasolina ou diesel, com uma capacidade menor que 55000 litros. Para tanques maiores ou que armazenam produtos que não sejam gasolina ou diesel, deve-se discutir a aplicabilidade do sistema com o fabricante.

A presença de água ao redor do tanque pode esconder um vazamento, porque previne, temporariamente, que o produto vaze do tanque. Para detectar um vazamento nessa situação, o sistema automático de manômetros deve ser capaz de detectar a presença de água na parte inferior do tanque.

4.2.7 Sistemas Manuais de Medição nos Tanques

Quatro medidas do nível do produto devem ser tiradas semanalmente, com o auxílio de uma vareta de medição, marcada milimetricamente: duas no início e duas no final

Entretanto, há algumas restrições em relação ao uso deste método: este sistema só pode ser utilizado em tanques pequenos. Tanques com capacidade até 3700 litros podem utilizar somente este método de monitoramento. Tanques com capacidade entre 3700 e 7400 litros podem utilizar este método, desde que acompanhado de testes de estanqueidade. Para tanques com capacidade superior a 7400 litros, o sistema manual de manômetros não pode ser utilizado.

4.3 Detecção de Vazamentos na Tubulação Subterrânea

Os dados obtidos em campo até o momento demonstram que uma grande porcentagem de vazamentos em sistemas de armazenamento ocorre no sistema de tubulação. Apesar disso, muitas vezes as linhas de tubulação não são levadas em consideração em muitos programas de detecção e monitoramento.

Além disso, o tipo de sistemas de bombeamento, ou seja, linhas de sucção ou pressurizadas, usado em um sistema de tanques subterrâneos de armazenamento podem limitar os tipos de sistemas de detecção e monitoramento de vazamentos que podem ser aplicados eficientemente.

Os principais métodos de detecção de vazamentos em linha são:

- a) Medição de pressão na tubulação;
- b) Teste de estanqueidade;
- c) Poços de monitoramento de vapor.

Escolher um desses métodos de detecção de vazamentos não é algo que pode ser "pré-estabelecido". Não há um método que possa ser aplicado em todos os locais, nem há um tipo de detecção que seja mais aceitável.

Cada um dos métodos apresenta vantagens e desvantagens. Por exemplo, os dispositivos de detecção de vapores funcionam mais rapidamente e mais eficientemente em solos mais secos, enquanto os detectores de líquidos são mais apropriados para áreas onde o lençol freático é mais elevado. Identificar a opção correta ou a combinação de opções mais satisfatória, depende de uma série de fatores, tais como: custos, tipo de tanque, profundidade da água subterrânea, tipo do

A precisão com que os métodos de detecção de vazamentos localizam e medem as quantidades de um vazamento, depende de uma série de variáveis e do próprio método. A **Tabela 5** lista as principais variáveis que afetam a precisão dos atuais métodos de detecção de vazamento.

Tabela 5 - Variáveis que Afetam a Precisão da Detecção de Vazamentos.

VARIÁVEL	IMPACTO
Mudança da Temperatura	Expansão ou contração do tanque, ou de seu conteúdo pode camuflar um vazamento, ou quantidade de um vazamento.
Lençol Freático	Cargas hidrostáticas e forças de tensão superficiais causadas pela água subterrânea, podem camuflar os vazamentos parcialmente ou completamente
Deformação do Tanque	Mudanças ou distorções do tanque causadas por mudanças na pressão ou na temperatura, podem causar uma mudança aparente no volume que, na verdade, não existe.
Bolhas de Vapor	Bolhas de vapor formadas quando o tanque estiver cheio para testes, podem ser liberadas durante o teste, ou se expandir, ou contrair devido a mudanças na temperatura e na pressão, causando uma mudança aparente no volume.
Evaporação do produto	A evaporação do produto pode causar uma diminuição no volume que deve ser levada em consideração durante os testes.
Vazamentos nas tubulações	Vazamentos nas tubulações podem causar falsas medições durante os testes, porque muitos métodos não conseguem diferenciar vazamentos na linha de vazamentos no tanque.
Geometria do tanque	As diferenças entre as especificações reais do tanque e especificações do fabricante podem afetar os resultados dos testes.
Vento	Quando as tubulações e os respiradores são deixados abertos, o vento pode causar uma flutuação irregular da pressão na superfície do líquido e/ou uma onda na superfície do líquido livre, que podem afetar os resultados dos testes.
Vibração	A vibração pode causar ondas na superfície livre do líquido, afetando a precisão dos resultados dos testes.
Barulho	Alguns testes – não volumétricos, são sensíveis a sons, e vibrações sonoras podem causar ondas que afetam os resultados de testes volumétricos.
Precisão do Equipamento	A precisão do equipamento pode mudar de acordo com o ambiente (temperatura e pressão).

Entretanto, se a linha não apresentar os critérios acima, um dos seguintes métodos terá de ser utilizado:

- a) um teste de estanqueidade na linha, pelo menos a cada 3 anos;
- b) monitoramento mensal de vapor;
- c) monitoramento mensal da água subterrânea;
- d) monitoramento mensal intersticial.

O teste de estanqueidade na linha deve ser capaz de detectar um vazamento de 0,37 litros por hora.

Os monitoramentos da água subterrânea, de vapor e intersticial apresentam os mesmos requisitos, tanto para tanques quanto para tubulações.

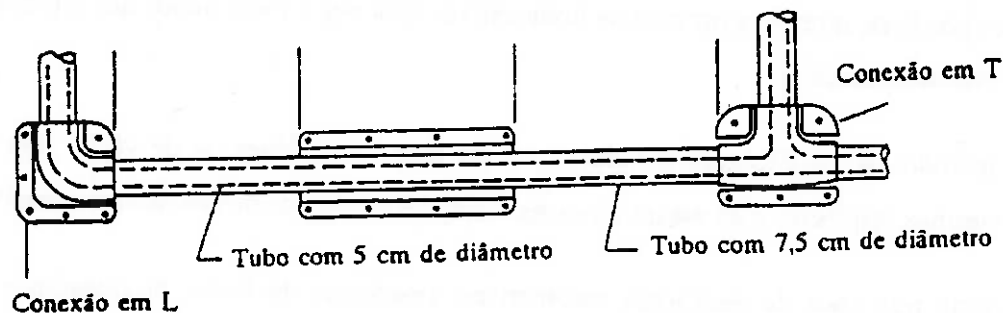
Para a aplicação da maioria dos testes de estanqueidade da linha, não há necessidade de se instalar permanentemente um determinado equipamento. Para que o teste possa ser efetuado, a linha deve ser retirada de funcionamento pelo menos algumas horas antes do início do teste, para que haja maior estabilidade.

Após ser retirada de funcionamento, a linha deve ser pressurizada a menos de 15 psi (= 15 libras ou 776 mm Hg). Uma queda na pressão durante um certo período de tempo (geralmente uma hora), sugere que há possibilidade de haver um vazamento na linha.

Os testes de estanqueidade devem ser aplicados pelo menos a cada três anos, de preferência por uma empresa especializada. Alguns testes de estanqueidade do tanque podem incluir um teste de estanqueidade na tubulação adjacente.

No caso de haverem bolhas de vapor presas, não será possível conduzir um teste de estanqueidade da linha que seja válido. Não há meios de se detectar este problema antes do início do teste; entretanto, deve-se levar em consideração que linhas de tubulações longas e complexas, com muitos degraus e extremidades fechadas, são mais propensas a apresentar bolhas de vapor.

O monitoramento de vapor detecta um vazamento a partir da presença de vapores no solo, provenientes da volatilização dos produtos resultantes do vazamento. O



(Fonte: Guiger, N. , 1996).

Figura 12 - Tubulação de Parede Dupla

A instalação adequada da contenção secundária é o aspecto mais importante para a eficiência deste método. Portanto, é necessário que a instalação seja feita por profissionais treinados e experientes.

4.5 Detecção de Vazamentos em Tubulações Subterrâneas Pressurizadas

Todas as tubulações pressurizadas devem conter mecanismos de detecção de vazamentos. Cada tubo pressurizado deve apresentar pelo menos um método de cada uma das categorias abaixo:

- a) um detector automático de vazamentos na linha, que pode ser: um restritor automático de fluxo; um bloqueador automático de fluxo; ou um sistema contínuo de alarmes;
- b) um método de monitoramento: monitoramento mensal da água subterrânea; monitoramento mensal de vapor; monitoramento intersticial mensal; teste anual de estanqueidade.

O detector automático de vazamentos na linha deve ser capaz de detectar um vazamento de pelo menos 11 litros por hora, numa pressão de 10 psi (= 10 libras ou 510 mm Hg), dentro de uma hora após o bloqueio ou a restrição do fluxo do produto, ou após o acionamento de um alarme sonoro ou visual.

uma linha de tubulação pressurizada, isto é, apresenta um método de monitoramento combinado a um detector automático de vazamento na linha.

Para a realização da maioria dos testes de estanqueidade, não há necessidade de se instalar um equipamento permanente. O procedimento básico para se aplicar o teste é retirar a linha de funcionamento com algumas horas de antecedência, para que a linha possa se estabilizar. Após ser retirada de funcionamento, a linha deve ser pressurizada, geralmente a uma pressão acima da pressão normal de operação. Uma queda da pressão durante um certo período de tempo sugere que há a possibilidade de um vazamento.

Os testes de estanqueidade devem ser aplicados anualmente e, de preferência, por uma empresa especializada. Alguns testes de estanqueidade do tanque podem incluir um teste de estanqueidade na tubulação adjacente.

No caso de haver, bolhas de vapor presas, não será possível conduzir um teste de estanqueidade válido. Não há meios de se detectar este problema antes do início do teste, entretanto, deve-se levar em consideração que linhas de tubulações longas e complexas, com muitos degraus e extremidades fechadas, são mais propensas a apresentar bolhas de vapor.

Este método consiste em colocar uma barreira entre a tubulação e o meio ambiente. Para tanto, pode-se utilizar tubulações com paredes duplas ou revestimentos impermeáveis nas escavações das tubulações. Além disso, um monitor é colocado entre a tubulação e a barreira, para detectar a ocorrência de um vazamento.

Os tipos de monitores utilizados variam desde uma simples vareta, que é inserida numa caixa coletora a fim de detectar a presença de produto evaporado.

A instalação adequada da contenção secundária é um dos aspectos mais importantes nesse método, portanto, é necessário que a instalação seja feita por profissionais treinados e experientes.

Através do monitoramento da água subterrânea pode-se verificar a presença de produtos resultantes de vazamento que estejam flutuando na superfície da água

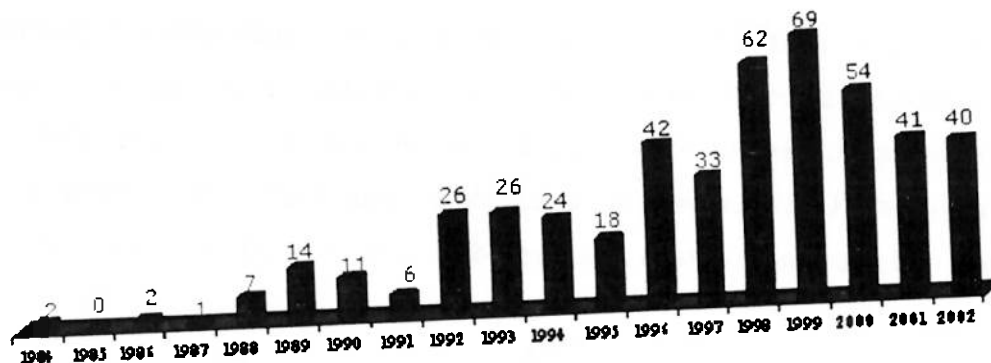
5 CETESB – ESTATÍSTICAS E AÇÕES EMERGENCIAIS

5.1 Sistema de Cadastro de Acidentes

A CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, órgão vinculado à Secretaria Estadual do Meio Ambiente, vem desenvolvendo o controle preventivo e corretivo de fontes potencialmente poluidoras do solo desde a década de 70 e atendendo a casos de áreas contaminadas desde o início dos anos 80.

A CETESB, através da sua Divisão de Tecnologia de Riscos Ambientais, mantém atualizado, desde 1.978, o CADAC - Cadastro de Acidentes Ambientais, banco de dados no qual estão listados todos atendimentos a acidentes com produtos realizados pela empresa.

No Estado de São Paulo, foram realizados 478 atendimentos emergenciais no período de 1.984 a 2.002, envolvendo vazamentos de combustíveis em postos de revenda e de prestação de serviços, conforme demonstrado na **Figura 13**.



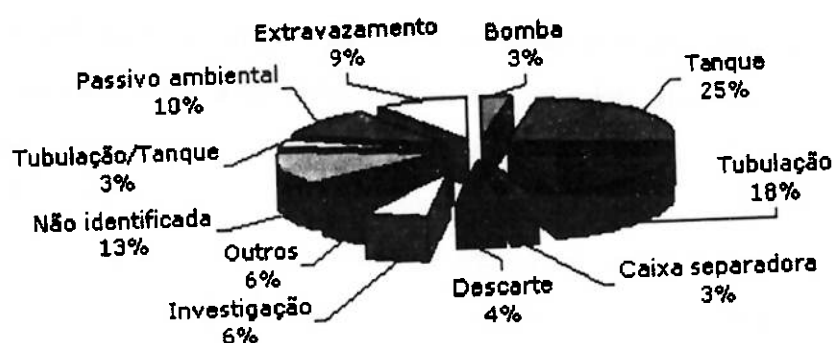
(Fonte: Cetesb, 2004)

Figura 13 - Gráfico de Acidentes Ambientais Atendidos pela CETESB
Período 1984 - 2002.

Para a Divisão de Tecnologia de Riscos Ambientais, os vazamentos em postos e sistemas retalhistas de combustíveis têm sido responsáveis por cerca de 10% de todas as emergências atendidas no Estado de São Paulo, sendo estes 10% responsáveis por:

- a) 62 casos registrados em 1998;
- b) 69 casos registrados em 1999;
- c) 54 casos registrados em 2000;

No tocante às causas dos vazamentos de combustíveis, no mesmo período, constata-se que 25% deveram-se a vazamentos em tanques, 18% a vazamentos nas tubulações e 10% a passivos ambientais. O percentual relativo à tubulação/tanque refere-se àqueles atendimentos nos quais a causa apurada revelou a existência de vazamentos em ambos os equipamentos, e é de 3% do total das ocorrências apuradas. Foi adotada ainda, a nomenclatura passivo ambiental, para os casos nos quais a causa do atendimento foi devida a uma contaminação de solo ou água subterrânea remanescente de outros eventos, como demonstra a Figura 16.



(Fonte: Cetesb, 2004)

Figura 16 - Gráfico da Distribuição dos Tipos de Vazamentos – de 1984 - 2002.

Convém esclarecer que os números apresentados não refletem a realidade dos vazamentos ocorridos no passado, nem os vazamentos que efetivamente estejam ocorrendo no Estado de São Paulo, pois muitos casos não foram e ainda não são comunicados à CETESB, segundo a própria CETESB.

5.2 Ação Emergencial

Ocorrendo a vazão contínua de volumes consideráveis de produto combustível nos ambientes pode optar pela sucção do produto, através de caminhões-vácuo ou por bombas de transferência de produtos, devendo observar que esses equipamentos e veículos devem possuir características que evitem a geração de calor ou centelhas. O aterramento é outro fator importante tanto para o conjunto como para o veículo e bomba, evitando fontes de ignição geradas pela diferença de potencial elétrico, é um ponto fundamental para o procedimento.



(Fonte: Cetesb, 2004)

Figura 17 - Recolhimento de água/gasolina com caminhão-vácuo em galeria subterrânea.

Mesmo sendo os hidrocarbonetos dos combustíveis considerados praticamente imiscíveis em água, pequenas frações acabam se dissolvendo em água, razão que deve-se realizar análises químicas orgânicas durante os trabalhos de recuperação.

Em corpos d'água superficiais são utilizadas várias técnicas, onde destacam-se instalação de barreiras de contenção absorventes, o direcionamento do produto e recolhimento através de caminhões-vácuo e a aplicação de produtos sólidos absorventes.

Uma vez que os vapores inflamáveis dos derivados de petróleo possuem densidade maior que a do ar atmosférico e, portanto, acumulam-se nas partes mais baixas dos ambientes, formando atmosferas com potencial de inflamabilidade, dependendo do grau de confinamento, dificilmente ocorrerá a expulsão desses vapores, de forma natural. Assim sendo, deve-se promover o arraste dos vapores do produto, por vias mecânicas, sendo a exaustão e a ventilação por meio de equipamentos fixos ou móveis, as técnicas mais utilizadas. Os equipamentos fixos são os mais

despejo nas galerias de águas pluviais ou de esgoto, o que, evidentemente, ampliaria a contaminação.

Outra técnica largamente empregada para evitar o acúmulo de vapores inflamáveis em ambientes confinados, sobretudo nas galerias subterrâneas, é a aplicação de líquido gerador de espuma. Uma vez preenchido todo o ambiente, evita-se a continuidade da evaporação pela criação de uma barreira física, bem como eliminam-se os espaços passíveis de serem ocupados pelos vapores. O inconveniente dessa ação é a durabilidade da espuma, em torno de 8 horas, que torna necessária sua constante renovação até a solução final do problema.

Conjuntamente com as outras medidas emergenciais, a CETESB tem exigido outras ações do suposto ou supostos responsáveis pela contaminação, evitar a continuidade do aporte do combustível para o ambiente.

Dentre essas ações, destacam-se:

- a) eliminação da fonte do vazamento;
- b) interceptação da pluma de contaminação;
- c) instalação de barreiras físicas de contenção.

A eliminação da fonte do vazamento de combustível compreende os reparos ou as substituições necessárias, sendo que se tratando de tanques, recomenda-se o esvaziamento e, em seguida, desativação e remoção. Havendo impossibilidades técnicas para a remoção, podem ser desativados definitivamente, mantidos enterrados no local e preenchidos com material inerte.

A escavação de trincheiras ao longo do possível caminho preferencial do produto combustível no subsolo, apresenta resultados positivos na interceptação do produto, pois impede a continuidade da migração para os ambientes que se almeja proteger como segue na **Figura 18**.

A instalação de barreiras físicas que impeçam a continuidade da migração do produto infiltrado no subsolo, como por exemplo, o envolvimento externo das redes subterrâneas ou das caixas ou poços de visita de acesso às mesmas com mantas impermeáveis, resistentes aos combustíveis automotivos, também surtem efeitos satisfatórios. Outro método é o bloqueio dos condutos das redes subterrâneas, evitando a ampliação das áreas afetadas e restringindo o risco.

Esses procedimentos, em sua maioria, são paliativos e visam a eliminação ou a redução imediata de riscos acentuados, não sendo encarados como solução da contaminação ocorrida, para a qual, são necessárias medidas de médio e longo prazo, que possibilitem a remediação do local e das áreas adjacentes impactadas e seu restabelecimento às condições normais. Caso ocorra o aumento das concentrações de vapores e dos índices de inflamabilidade, os procedimentos são imediatamente revistos, em função do cenário e dos resultados das monitorações realizadas e, se necessário, diferentes procedimentos emergenciais podem ser aplicados, simultaneamente.

5.3 Remoção e Recuperação de Áreas Degradadas

Posteriormente à fase emergencial, inicia-se uma outra etapa mais depurada e prolongada de remoção e recuperação das áreas degradadas. Esse processo de remediação envolve a caracterização geomorfológica e hidrológica da área de interesse; o mapeamento da pluma de contaminação a fim de delimitar sua área de abrangência; a definição das técnicas de remoção de fase livre e posteriormente das fases dissolvida e adsorvida considerando as peculiaridades do local de trabalho e do volume de produto a ser removido; a implementação da técnica ou técnicas mais apropriadas e um programa de análises físicas e químicas do solo e aquífero até o saneamento da área impactada.

Estas ações são normalmente adotadas após a emergência, porém, em muitas oportunidades podem ser implementadas com caráter de medidas mitigadoras dos riscos. Isto ocorre porque, não raro, somente com o efetivo bombeamento do produto infiltrado ou remoção do solo contaminado é que será eliminado o risco em áreas confinadas externas ao empreendimento.

- b) Remover qualquer líquido inflamável do tanque que possa ser bombeado. Uma bomba manual pode ser necessária para remover os últimos centímetros de produto no fundo do tanque;
- c) Escavar até o topo do tanque;
- d) Remover o tubo de gasolina; desconectar as linhas de manômetros, do produto e de ventilação; tampar as aberturas terminais das linhas que não serão mais utilizadas;
- e) Tampar temporariamente, todas as aberturas do tanque e completar a escavação; remover o tanque e coloca-lo em um local seguro; calçar o tanque para evitar movimentação. Antes de remover vapores, e necessário remover o tanque do solo, porque o produto que vazou para o solo pode reentrar no tanque;
- f) Remover vapores;
- g) Tampar todas as aberturas, depois da remoção de vapores e antes do tanque ser retirado do local;
- h) Finalmente, se o tamanho permitir, o tanque deve ser transportado para um local de rejeitos através de um caminhão (Figura 19).



(Fonte: Cetesb, 2004)

Figura 19 - Remoção de tanque avariado

significativamente nos últimos anos em função da manutenção inadequada ou insuficiente, da obsolescência do sistema e equipamentos e da falta de treinamento de pessoal; e, considerando os riscos de incêndio e explosões, decorrentes desses vazamentos, principalmente, pelo fato de que parte desses estabelecimentos localizam-se em áreas densamente povoadas; a ausência e/ou uso inadequado de sistemas confiáveis para a detecção de vazamento; e, a insuficiência e ineficácia de capacidade de resposta frente a essas ocorrências e, em alguns casos, a dificuldade de implementar as ações necessárias, resolveu que a localização, construção, instalação, modificação, ampliação e operação de postos revendedores, postos de abastecimento, instalações de sistemas retalhistas e postos flutuantes de combustíveis dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente, sem prejuízo de outras licença legalmente exigíveis.

Com o cadastramento dos empreendimentos finalizado em outubro de 2001, a CETESB passou a dispor de informações precisas sobre a localização e o número de postos em operação e, por meio de um amplo diagnóstico do atual estado dos seus equipamentos e instalações, passou a prevenir eventuais problemas de vazamento e exigir as providências necessárias.

Como Plano de Emergência, em 26 de agosto de 1.999, através do Decreto N. 38.231, a Prefeitura do Município de São Paulo, exigiu que todos os estabelecimentos ou distribuidoras de combustíveis que possuam SASC's, passassem a atender aos critérios e às exigências da Norma NBR 13.786/97 da ABNT e contar com uma Equipe de Pronto Atendimento à Emergência - EPAE, treinada e habilitada para atuar, de imediato, em situações de emergência, sob a coordenação do órgão do Poder competente, e dispor dos equipamentos necessários para:

- a) eliminar, de imediato, o vazamento ou o transbordamento do produto;
- b) retirar ou coletar o produto que vazou, em fase livre;
- c) esvaziar o tanque que apresentou ou que esteja sob suspeita de vazamento;
- d) medir e eliminar os riscos de explosividade em ambientes fechados;
- e) outras ações que se fizerem necessárias para a eliminação de riscos.

8 BIBLIOGRAFIA

8.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil. ANP - AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. **Classificação de Postos Distribuidores de Combustíveis**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>> Acesso em: 15 de fev. 2004.

Brasil. NBR 13.786. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Postos de Serviço - Seleção de equipamentos e sistemas para instalações subterrâneas de combustíveis**. Agosto 2001.

Braga, B., Hespanol, I., Lotufo Corejo, J. **Introdução a Engenharia Ambiental** – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Junho 2001.

CETESB. **Acidentes em Postos de Combustíveis**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 16 de jan. 2004.

CETESB. **Prevenção e Atendimento a Vazamentos em Postos de Combustíveis**. São Paulo. 2002.

CETESB. **Encontro Técnico sobre Questões Ambientais em Postos de Serviços**. São Paulo. Maio de 1993.

Lei 6.938. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus Fins e Mecanismos de Formulação e Aplicação, e dá outras Providências**. Governo Federal. Agosto de 1981.

Gloeden, E. **Gerenciamento de Áreas Contaminadas na Bacia Hidrográfica do Reservatório Guarapiranga**. Tese de Doutorado. IG. USP. 1999.

Guiger, N. **Poluição das Águas Subterrâneas e do Solo Causada por Vazamentos em Postos de Abastecimento**. Waterloo Hydrogeologic. 1996.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Legislação**. Brasília. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 15 de fev. 2004.

Oliveira, E. **Gerenciamento de Aquíferos por Hidrocarbonetos Provenientes de Vazamentos de Tanques de Armazenamento Subterrâneo**. Dissertação de Mestrado. São Paulo. IG. USP. 1992.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 273. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Novembro de 2000.

Teixeira, W., Toledo, M. **Decifrando a Terra**. Ed. Oficina de Textos. São Paulo. 2000.

Zeppini. **Equipments for gas station and works**. São Bernardo do Campo. Disponível em <<http://zeppini.com.br>>. Acesso em 15 de Fevereiro de 2004.