

ANÁLISE AMBIENTAL DAS REMOÇÕES DE TANQUES EM POSTOS DE COMBUSTÍVEIS: ESTUDO DE CASO DOS MUNICÍPIOS DE ABRANGÊNCIA DO IAT/ERLON LONDRINA-PR

Elaine Cecília Lopes (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG) E-mail:

elainececilialopes@hotmail.com

Viviane Fernandes de Souza (Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO) E-mail:

vivifdesouza@hotmail.com

Resumo: A comercialização de combustíveis é considerada uma atividade com alto potencial poluidor, uma vez que a contaminação do solo e das águas subterrâneas pode ocorrer devido aos vazamentos dos tanques de armazenamento subterrâneo dos postos revendedores de combustíveis. Revelando-se como um grave problema ambiental e tornando-se objeto de crescentes pesquisas no Brasil. As misturas complexas presentes nesses combustíveis, formadas por muitos de compostos, entre eles os hidrocarbonetos, são extremamente prejudiciais à saúde humana e podem inviabilizar a exploração da água e do solo em áreas contaminadas. O presente estudo apresenta a análise ambiental sobre as remoções de tanques de combustíveis realizadas nos municípios de abrangência do IAT/ERLON, observando os danos causados ao meio, por vazamento nos tanques e/ou equipamentos. Foi realizado o acompanhamento das remoções de tanques com a vida útil expirada, retirados ou substituídos, nos municípios pertencentes ao Escritório Regional de Londrina-PR (IAT/ERLON) no período entre abril de 2018 a abril de 2020 e posteriormente feito o levantamento de dados dos postos que apresentaram o estudo de Fundo de Cava. Os resultados apresentados demonstraram que os postos revendedores analisados possuem grande potencial poluidor, não apenas pela contaminação causada por vazamento dos tanques, mas também em decorrência das outras atividades realizadas nesses empreendimentos como troca de óleo e lavagem de veículos, sendo assim de suma importância a realização de monitoramento e fiscalização.

Palavras-chave: Águas subterrâneas, Contaminação ambiental, Monitoramento ambiental, Hidrocarbonetos.

MO ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF TANK REMOVALS FROM FUEL STATIONS: CASE STUDY IN THE COUNTRIES OF IAT / ERLON LONDRINA-PR, FROM APRIL 2018 TO APRIL 2020

Abstract: Fuel marketing is considered an activity with high polluting potential, since soil and groundwater contamination can occur due to leaks from the underground storage tanks of fuel retail stations. It reveals itself as a serious environmental problem and becomes the object of growing research in Brazil. The complex mixture present in these fuels, formed by many compounds, including hydrocarbons, is extremely harmful to human health and may make it impossible to exploit water and soil in contaminated areas. For this work, a brief study was conducted on the damage caused to the environment by inappropriate activities carried out at fuel stations. This was followed by a survey of the number of service stations with expired tanks, which were removed or replaced, in the municipalities belonging to the Londrina-PR (IAT/ERLON) Regional Office from April 2018 to April 2020. The results presented to us show that contamination at fuel stations is a reality that can be minimized with care and monitoring.

Keywords: Groundwater; Environmental contamination; Environmental monitoring; Hydrocarbons.

1. Introdução

Um dos grandes problemas ambientais existentes atualmente é a contaminação do solo e

das águas subterrâneas, uma vez que compromete o seu uso, além de colocar todo o entorno em risco. Existem várias fontes potencialmente poluidoras que podem inviabilizar o uso dos recursos naturais. Uma dessas fontes altamente poluidoras são os postos de combustíveis e (LORENZETT; ROSSATO, 2010).

Os postos distribuidores de combustíveis causam impactos ao meio ambiente, principalmente por vazamento nos tanques subterrâneos e pelas atividades de troca de óleo. Segundo Lorenzett e Rossato (2010), essas atividades são consideradas potencialmente poluidoras, uma vez que manuseiam produtos derivados de petróleo podem causar danos ao meio ambiente, caso ocorram acidentes ou até mesmo por descuido.

Grande parte dos postos revendedores possuem o sistema o Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustíveis (SASC) enterrados e, que com o passar do tempo podem sofrer alterações e causar inúmeros problemas ambientais, principalmente, relacionados aos vazamentos de hidrocarboneto isso dificulta a identificação de vazamentos.

No Brasil existem aproximadamente 40 mil postos de combustíveis (ANP 2020). Considerando que o SASC apresenta a média de vida útil de 25 anos, supõe-se que eles já estejam comprometidos (CETESB 2002).

Segundo CORSEUIL (1996) a implantação e/ou funcionamento de postos de combustíveis, pode proporcionar risco para a saúde humana, devido à natureza tóxica, carcinogênica e mutagênica dos contaminantes hidrocarbonetos que são a base dos produtos revendidos nestes empreendimentos, como a gasolina e o óleo diesel. Outro risco existente, são os incêndios e explosões causados pelo acúmulo de combustíveis e seus vapores, prejuízos à saúde humana por ingestão de líquidos e inalação de vapores dos compostos (OLIVEIRA,1999).

Devido ao risco que pode ocasionar ao meio ambiente foram implantadas leis e normas técnicas para a instalação de novos postos, bem como o monitoramento da qualidade do solo e dos recursos hídricos nas áreas de influência dos postos de combustíveis. Cada estado brasileiro possui a sua própria regulamentação, porém de modo geral pode-se citar a Lei Federal 9.605/1998 e a Resolução CONAMA nº 273/2000 como as principais normas ambientais reguladoras dessas atividades (BRASIL, 1998, 2000).

A Lei nº 9.605/1998, determina as sanções penais e administrativas a serem impostas aos crimes ambientais (BRASIL, 1998). Para evitar maiores prejuízos ambientais e diminuir os riscos de contaminação e os riscos de incêndio e explosão foi publicada a Resolução CONAMA nº 273/2000 tornando obrigatório o licenciamento ambiental para toda instalação e sistema de armazenamento de derivados de petróleo, configurando-os como empreendimentos potencialmente ou parcialmente poluidores e geradores de acidentes ambientais (BRASIL, 2000).

De acordo com a resolução supracitada a licença ambiental deve ser usada pelo órgão de controle ambiental, no Paraná o IAT, a fim de permitir a instalação de atividades com alto potencial de impactos ambientais. No Art. 4º é apresentado a exigência das licenças para que o posto de combustíveis possa operar.

Inicialmente a (LP) licença prévia que deverá ser concedida na fase preliminar do planejamento, posteriormente vem a (LI) licença de instalação que autoriza a instalação do empreendimento e a (LO) licença de operação que concede o direito do empreendimento de operar, sendo necessário as renovações quando cabíveis (BRASIL, 2000).

Os passos para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas são descritos na Resolução CONAMA n° 420/2009 que determina critérios e valores orientadores de referência de qualidade. A referida resolução cita que na ocorrência comprovada de substâncias químicas que possam causar risco à saúde humana e ao meio ambiente, ações específicas para a proteção da população exposta devem ser desenvolvidas por órgãos competentes (BRASIL, 2009).

No estado do Paraná, a legislação vigente para licenciamento ambiental de postos de combustíveis é a Resolução SEDEST n° 03/2020. Esta resolução estabelece os critérios, procedimentos, trâmite administrativo, níveis de competência e premissas para o licenciamento ambiental de Posto Revendedor, Posto de Abastecimento, Instalação de Sistema Retalhista de Combustível, Posto Flutuante e Base de Distribuição de Combustíveis (PARANÁ, 2020).

Os procedimentos mínimos para a manutenção operacional segura e ambientalmente adequada para o posto de combustível é orientado através da NBR 15594-3/2008 (ABNT, 2008).

Com base nas análises realizadas nos projetos apresentados após a remoção dos tanques, juntamente com os dados obtidos no acompanhamento das remoções dos tanques, o objetivo deste trabalho foi observar os principais motivos, pelos quais ocorrem a contaminação em postos revendedores de combustíveis, verificando o potencial de contaminação dos mesmos e sinalizando as formas de prevenção.

1.1. Caracterização geoquímica dos contaminantes e aspectos da remediação

Uma vez no solo, os combustíveis podem se dispersar de maneiras diferenciadas, dependendo de vários fatores, entre eles: o tipo e a quantidade de líquido liberado no solo; as características físico-químicas dos produtos constituintes da mistura combustível, tipo de solo entre outros (HILLEL, 1988; ABRIOLA, 1988). Os contaminantes se propagam alterando as propriedades naturais de qualidade do meio. O desenvolvimento desta contaminação para os diferentes meios pode se dar através da percolação do solo para a água subterrânea, da absorção e adsorção dos contaminantes pelas raízes de plantas, verduras e legumes, escoamento superficial, inalação de vapores, contato da pele com o solo ou ingestão por seres humanos e animais.

O teor de umidade, o grau de saturação, a concentração de sais e a temperatura são alguns dos agentes que influenciam as propriedades térmicas dos solos (GARCIA, 2017). Esta propriedade varia de acordo com o tipo de solo (mineralogia e granulometria), massa específica e umidade (HUKSEFLUX, 2019)

Os líquidos presentes em contaminações podem ser miscíveis ou imiscíveis. Os líquidos miscíveis contêm compostos inorgânicos como ácidos, base e sais, e compostos orgânicos hidrofílicos como éteres, cetonas e os álcoois (VERHNJAK, 2015). Porém, a maior problemática da contaminação com hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP) está relacionado aos hidrocarbonetos aromáticos e os alifáticos. Estes compostos são consideravelmente tóxicos e podem estar presentes no subsolo como líquido de fase não aquosa, ou seja, líquidos imiscíveis ou *Non Aqueous Phase Liquids* - NAPL (GREGORCZYK & PICCIONI, 2011).

Segundo Guiguer (2000) vários fatores podem influenciar significativamente no comportamento dos combustíveis no solo, as características físico-químicas ou até mesmo a temperatura. Os hidrocarbonetos de petróleo são de difícil remediação por serem poluentes hidrofóbicos, ou seja, pouco solúveis em água, tendendo assim a ficar fortemente retidos na matriz do solo.

Dependendo do nível de contaminação dos solos e das águas subterrâneas, o local contaminado precisa passar por processos de remediação para minimizar a extensão dos impactos ambientais e assegurar o seu uso continuado de uma maneira segura e ambientalmente adequada.

Após analisado a área e verificado o tipo de vazamento e as características, se faz necessário o procedimento de remediação da área contaminada. Os custos desses tratamentos podem variar muito, dependendo do grau e extensão da contaminação, do tipo de solo e de muitos outros fatores. Esses tratamentos podem demorar vários anos (COLE, 1994).

Como exemplo de tratamento de remediação podemos citar o SVE (Extração de Vapores no Solo) o qual o custo varia de um local para o outro, dependendo do tamanho da área que será tratada, da natureza e extensão da contaminação e do cenário hidrogeológico do terreno. Esses fatores afetam o número de poços, a capacidade requerida para os equipamentos, o nível de vácuo necessário para extração dos vapores e o tempo requisitado para reduzir a presença dos contaminantes aos níveis aceitáveis. A necessidade de tratamento de efluentes gasosos aumenta significativamente o custo. A água também é frequentemente extraída durante o processo e, em geral, também requer tratamento antes do descarte, aumentando os custos envolvidos (FRTR, 2020).

Devido aos altos custos e longos prazos envolvidos além da complexidade do problema, os procedimentos de remediação precisam ser precedidos por avaliações de risco à saúde humana e ao meio ambiente e monitorados para ajustar as ações corretivas de modo a atender aos padrões recomendados para cada tipo de uso do solo e da água subterrânea.

2. Área de estudo

A análise ambiental das remoções de tanques, neste estudo, foi realizada em postos de combustíveis dos municípios de abrangência do Escritório Regional de Londrina do Instituto Água e Terra - IAT/ERLON Londrina-PR. O regional de Londrina é composto por 26 municípios, dos quais cinco municípios (Londrina, Pitangueiras, Jandaia do Sul, Cambé e Apucarana) removeram tanques no período de abril de 2018 a abril de 2020.

As remoções dos SASCs foram acompanhadas por técnicos do IAT/ERLON e um residente técnico, além de geólogo de empresas contratadas pelos proprietários dos postos de abastecimento para remoção dos tanques.

A Figura 1 mostra o mapa de localização dos municípios pertencentes ao IAT/ERLON de Londrina, a região norte do Paraná e em destaque os municípios que tiveram os postos avaliados.

Primeiramente foi realizado um levantamento de processos de autorização ambiental para remoção de tanques. No escritório regional de Londrina IAT/ERLON dos postos de combustível que estariam com a vida útil dos tanques vencidas e possuíam autorização ambiental para sua remoção. Dessa análise foram selecionados 17 postos distribuídos nos municípios de abrangência do escritório regional de Londrina (figura 1).

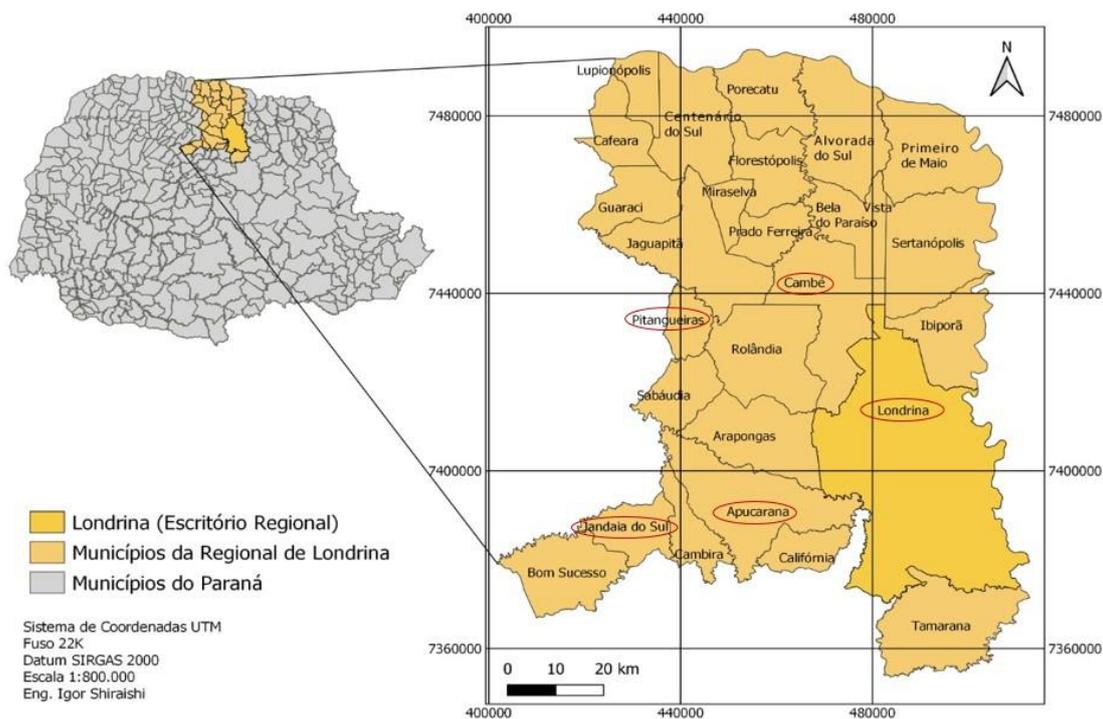


Figura 1 - Mapa de localização dos municípios pertencentes ao IAT/ERLON de Londrina, Paraná. No mapa estão circulos, em vermelho, os cinco municípios (Londrina, Pitangueiras, Jandaia do Sul, Cambé e Apucarana) que removeram tanques no período de abril de 2018 a abril de 2020. Fonte: Igor Shiraiishi

Em seguida, foi realizado o acompanhamento das remoções e posteriormente a análise do relatório conciso, objetivo e conclusivo com a identificação e ART do profissional responsável pelos trabalhos realizados na área.

As análises de solo foram realizadas por geólogo contratado pelo empreendimento. O geólogo retirou várias amostras de diferentes pontos da cava e encaminha para laboratório, para posteriormente elaboração do “estudo de fundo de cava”.

No momento de cada remoção foi realizada uma avaliação preliminar, observando as características do solo (cor e cheiro) para cada posto analisado. Além da análise de contaminação visível, realizada no momento das remoções, os geólogos que acompanhavam os procedimentos, também realizavam a leitura de VOC (compostos orgânicos voláteis) e retiram amostras de solo que posteriormente são encaminhadas para laboratório para análise.

As amostras coletadas foram encaminhadas para o laboratório, para determinação das concentrações de BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos) e de PAH (hidrocarbonetos aromáticos polinucleados). As amostras coletadas nas áreas de armazenamento de resíduos oleosos e demais áreas com operação de óleos combustíveis foram analisadas para TPH (Hidrocarbonetos Totais de Petróleo).

3. Resultados e Discussão

No estado do Paraná, de acordo com as normas da Resolução SEDEST no 003/2020, os postos de combustíveis que necessitam remover e/ou substituir seus tanques precisam solicitar ao órgão ambiental (IAT) autorização ambiental para a remoção dos tanques (PARANÁ, 2020).

Obrigatoriamente, após a realização dos procedimentos das remoções, elaboração do

relatório conciso, objetivo e conclusivo com a devida identificação do empreendimento e a ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) do profissional responsável pelos trabalhos realizados na área. Cada empresa pode nomear o relatório de uma forma diferente (Estudo de Fundo de Cava), documento que deve ser apresentado ao IAT após as remoções de tanques.

No período de abril de 2018 a abril de 2020 no Escritório Regional de Londrina - IAT/ERLON, antigo IAP/ERLON, foram analisados os estabelecimentos que tiveram os tanques retirados e/ou substituídos, por estarem com vida útil expirada. Foram acompanhadas a remoção de tanques em 17 postos de combustíveis e observadas as características visíveis de contaminação para cada remoção (Figura 2). É possível perceber que a corrosão causada pelos efeitos tempo de uso e armazenagem dos combustíveis (Figura 2a e 2b, seta). Esta corrosão pode também ocasionar o vazamento de maiores quantidades de líquidos ainda armazenados nos tanques no momento da remoção, como mostra a Figura 2c-d. estes vazamentos, seja no momento da remoção e principalmente ao longo do tempo de uso dos tanques provocam a alteração da coloração do solo e consequente contaminação (Figura 2e-f).



Figura 2 – Registro fotográfico do momento da remoção de SASC dos postos de combustíveis localizados nos municípios pertencentes ao IAT/ERLON de Londrina, Paraná. a) Tanque de gasolina com corrosão (seta); b) Tanque de gasolina com corrosão (seta) e solo escuro (ponta de seta); c-d) Líquido vazando de tanque no momento da remoção; e-f) solo com coloração escura. Fonte: o autor

Sendo que, no momento da retirada dos tanques foi analisado se o solo apresentava algum tipo de contaminação visível (como coloração ou cheiro característico de

combustíveis). Observou-se que 100% dos postos apresentaram alguma das características que indicavam contaminação como alteração na cor e/ou cheiro do solo (Quadro 1).

De acordo com Resolução SEDEST 003/2020, as amostras coletadas devem ser encaminhadas ao laboratório, para determinação das concentrações de BTEX e PAH, bem como as amostras coletadas nas áreas de armazenamento de resíduos oleosos e demais áreas com operação de óleos combustíveis devem ser analisadas para TPH. O laboratório deve ser informado de que a análise a ser realizada deve possibilitar a quantificação dos hidrocarbonetos que compõem o óleo lubrificante. Sendo que os valores de referência para análise dessas amostras estão descritos na tabela 2 da referida resolução (PARANÁ, 2020).

Quadro 1 - Lista de postos de combustíveis em que foram removidos os tanques indicando município, estudo apresentado, empresa que realizou e resultados do estudo

Postos	Cidade	Data da retirada dos tanques	Contaminação visível	Apresentação de relatório conciso, objetivo e conclusivo	Empresa que realizou o estudo	Conclusão do estudo
1	Apucarana	06-07/11/2018	Sim	Sim	O ² Solução Integradas em Geologia e meio Ambiente	Analisando os resultados analíticos das amostras de solo, todas abaixo do valor permitido pela SEMA/IAP.
2		26/03/2019	Sim	Sim	FUEL Ambiental Soluções Ambientais	Os resultados analíticos obtidos nas amostras de solo, não apresentaram concentrações superiores aos valores orientados da Resolução SEMA 032/2016, para solos em áreas residenciais. O presente estudo concentrou-se nas cavas dos tanques retirados.
3	Cambé	02/10/2018	Sim	Sim	GEOXACTA	As amostras analisadas não apresentaram teores de BTEX, PAH OU TPH que ultrapassem os valores de orientação da resolução sedest 03/2020 tabela 2.
4		01/10/2019	Sim		GEOXACTA	As amostras analisadas não apresentaram teores de BTEX, PAH OU TPH que ultrapassem os valores de orientação da resolução sedest 03/2020 tabela 2.
5		17/03/2020	Sim	Não foi entregue até o momento da conclusão deste estudo		
6		17/07/2019	Sim	Não foi entregue até o momento da conclusão deste estudo		
7	Jandaia do Sul	07/08/2018	Sim	Sim	Água & Minério - Sondagem de Solo Ltda.	O fundo de cava, não possui concentrações de hidrocarbonetos e não precisa de intervenções

8	Londrina	05-06/11/2019	Sim	Não foi entregue até o momento da conclusão deste estudo		
9		22/01/2020 04/03/2020	Sim	Não foi entregue até o momento da conclusão deste estudo		
10		26/07/2018	Sim	Sim	Geoparana Engenharia e Meio Ambiente	Nenhuma amostra de de solo das cavas, apresentou teores superiores aos valores de referência estabelecidos na Resolução SEMA 032/2016
11		24/05/2018	Sim	Sim	FUEL TECHCNN Equipamentos e Manutenção de Bombas LTDA	APOS A REMOÇÃO DE 34.130 KG DE SOLO SEGREGADO, CONSIDERA QUE A CAVA DOS TANQUES 1,2,3,4 NÃO ENCONTRA-SE CONTAMINADAS
12		04/12/2018	Sim	Sim	Água e Minério, 12/2018	As amostras coletadas do solo remanescente para cada um dos tanques mostraram-se isentas de contaminação para BTEX, PAH e TPH.
13		12/11/2018	Sim	Sim	Água e Minério Sondagens de Solo	Nas amostras coletadas no fundo de cava não apresentaram qualquer valor de hidrocarbonetos para o grupo e compostos analisados
14		21/08/2019	Sim	Sim	Geoexacta, 10/2019	Apontou que as amostras coletadas de solo e água subterrânea encontravam-se abaixo dos valores orientadores.
15		29/08/2018	Sim	Estudo de Contaminação de Cava	Geoparana 10/2018	TPH na antiga cava do tanque - TQ02
16		16/08/2018	Sim	Não foi entregue até o momento da conclusão deste estudo		
17		Pitangueiras	20/11/2018	Sim	Sim	Fuel Ambiental, dez/18

Fonte: O Autor

Estatísticas internacionais mostraram que tanques de combustíveis com mais de 20 anos de instalação têm uma grande possibilidade de apresentarem vazamentos decorrentes da corrosão dos mesmos (COLE, 1994; BLACKMAN,1996).

No Brasil, na década de 70, houve um grande incentivo no aumento do número de postos de combustíveis (álcool, gasolina e diesel). Nessa época, a vida útil dos tanques enterrados de combustíveis era estimada em média entre 20 e 25 anos. Deve-se alertar

que naquela época não havia uma preocupação com a corrosividade causada pelo solo (JERONIMO J., J., PASQUALETTO, A. 2008).

Assim, a idade dos postos e, principalmente a dos SASCs neles instalados, passa a ser um dos pontos-chaves para a caracterização e avaliação do potencial de impacto ambiental representado por essa atividade comercial.

Conforme apresentado no Quadro 01, todos os 17 postos revendedores de combustíveis onde foram acompanhadas as remoções e/ou substituições dos tanques mostraram algum tipo de contaminação visível. Todos possuíam 20 anos ou mais de instalação. O Posto 15 foi o único que apresentou Estudo de Fundo de Cava (Quadro 1). Pode se confirmar a presença ou não de contaminação após a limpeza da cava, com os resultados das análises de solo que foram encaminhadas para laboratório para elaboração do Estudo de Fundo de Cava.

Diversos fatores contribuem para a ocorrência de vazamentos nos postos, entre os quais: a corrosão dos tanques de armazenamento e das tubulações das linhas de distribuição; a instalação defeituosa de equipamentos; o despreparo no manuseio dos combustíveis; falhas na manutenção dos SASC; e fenômenos geológico-geotécnicos como abatimentos do solo, acidentes, entre outros (MATTOS e MAIA, 2017).

Os contaminantes benzeno, tolueno e xilenos (BTXs) são frequentemente encontrados em águas subterrâneas em regiões onde estão localizados postos com tanques que têm mais de 25 anos de uso. Acredita-se que a possibilidade de ocorrerem vazamentos é extremamente grande, principalmente pelo surgimento de rachaduras ou corrosão (TIBURTIUS; PERALTA-ZAMORA; LEAL, 2004).

O aspecto mais importante para evitar a contaminação ambiental é o monitoramento dos volumes dos tanques. Ao acompanhar os níveis de forma contínua, é possível identificar mesmo pequenos vazamentos. Assim, a atuação é rápida e previne problemas maiores.

Atualmente, os postos têm a possibilidade de realizar o monitoramento eletrônico, uma ferramenta de suma importância para o controle de vazamentos nos tanques. Porém, ainda existem postos mais antigos que não possuem essa tecnologia instalada em seus empreendimentos.

Para evitar que ocorram as contaminações do ambiente são necessárias as manutenções frequentes. Bem como, o monitoramento de caráter preventivo que permitirá a identificação de problemas possibilitando evitar impactos irreversíveis.

4. Conclusão

A crescente perda de qualidade da água e do solo, devido à contaminação por combustíveis pode inviabilizar a utilização futura desses recursos naturais. O número elevado de postos de combustíveis e a idade avançada, por grande parte, dos tanques de armazenamento justificam a preocupação quanto à poluição ambiental.

Embora, atualmente existem técnicas avançadas de remediação de ambientes contaminados, a prevenção ainda é a melhor forma de conservação destes recursos.

Todos os postos de combustíveis analisados nesse estudo possuíam Autorização Ambiental para retirada dos SASC e todos demonstraram através da análise visual no momento das remoções que possuem um potencial elevado de risco de contaminação. Contudo, a maioria possuía mais de 20 anos de funcionamento.

Conhecendo-se os impactos dos hidrocarbonetos nos solos, nota-se que a melhor alternativa ainda continua sendo a prevenção, por meio de monitoramento dos gestores

de cada posto de combustíveis, assim como a fiscalização pelos órgãos ambientais.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas técnicas. *NBR 15594-1: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – Posto revendedor de combustíveis veicular (serviços)*. Parte 1: Procedimento de operação. Rio de Janeiro, 2008.

ABRIOLA, L.M. *Multiphase Flow and Transport Models for Organic Chemicals: a Review and Assessment*. Electric Power Research Institute, Final Report. Ann Arbor, Michigan, 1988. 93p.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. *Fiscalização do Abastecimento em Notícias*. Superintendência de Fiscalização do Abastecimento. Brasília, 2020).

BLACKMAN, W. C., JR. *Basic Hazardous Waste Management*. 2 ed. Boca Raton, FL, USA: Lewis Publishers, 1996. 397p.

BRASIL. *Lei Federal Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998*. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1998/lei-9605-12-fevereiro-1998-365397-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: novembro de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº 273, de 29 de novembro de 2000*. Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27300.html>>. Acesso em: novembro de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 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. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em: novembro de 2020.

CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO 2002. *Proposta de Índices de Qualidade de Água para o Estado de São Paulo*. Coletânea de Textos da Cetesb.

COLE, G. M. *Assesment and Remediation of Petroleum Contaminated Sites*. Boca Raton, FL, USA: Lewis Publishers, 1994. 360p.

CORSEUIL, H. X. & ALVAREZ, P. J.J. *Natural Bioremediation Perspective for BTX-Contaminated Groundwater in Brazil: Effect of Ethanol*. Wat. Sci. Tech. v.34, n.7-8, 1996. p.311-318.

FRTR. Federal Remediation Technologies Roundtable, FRTR, 2020. *4.37 Thermal Treatment*. Texto disponível em: . Acesso em 19 de janeiro de 2020.

GREGORCZYK, G. & PICCIONI, W. J. *Análise de eficiência da remediação por sistema extração multifásica em postos de combustíveis*. 2011. 146 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

GUIGUER, N. *Poluição das águas subterrâneas e do solo causada por vazamentos em postos de abastecimento.* Waterloo Hydrogeologic, Inc. 356p., 2000.

HILLEL, D. *Movement and Retention of Organic in Soil: A Review and a Critique of Modeling.* In: KOSTECKI, P. T., CALABRESE, E. J. *Petroleum Contaminated Soils - Volume 1.* Chelsea: Lewis Publishers, 1988. p.81-86.

HUSEFLUX T. S. 2019, *Geotechnics / soil thermal route analysis.* Texto disponível em . Acesso em: 19 de outubro de 2019.

JERONIMO, J.J. & PASQUALETTO, A. *Contaminação ambiental movida por postos retalhistas de combustíveis.* Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia - Engenharia Ambiental, Goiânia, 2008.

LORENZETT, D.B. & ROSSATO, M. V. *A gestão de resíduos em postos de abastecimento de combustíveis.* Revista Gestão Industrial, v. 6, n. 2, p. 110-125. Ponta Grossa, PR, 2010. Disponível em: . Acesso em: 10 out. 2020.

MATTOS J.R.A.S. & MAIA, T.Q. *Solo Contaminado por Combustíveis,* XIX Congresso Brasileiro De Engenharia De Avaliações E Perícia. Foz do Iguaçu, PR 2017.

OLIVEIRA, L.I. *Postos Distribuidores de Combustíveis em Belo Horizonte: Caracterização do Problema Ambiental em Potencial.* Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 1999, 232p.

PARANÁ. Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Turismo. *Resolução SEDEST no 003 de 17 de janeiro de 2020.* Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental, estabelece condições e critérios para Posto Revendedor, Posto de Abastecimento, Instalação de Sistema Retalhista de Combustível - TRR, Posto Flutuante, Base de Distribuição de Combustíveis e dá outras providências. Diário Oficial do Estado, 24 jan. 2020.

GREGORCZYK, G. & PICCIONI, W. J. *Análise de eficiência da remediação por sistema extração multifásica em postos de combustíveis.* 2011. 146 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

TIBURTIUS, E.R.L.; PERALTA-ZAMORA, P. & LEAL, E.S. *Contaminação de águas por BTXs e processos utilizados na remediação de sítios contaminados.* Química Nova, v. 27, n. 3, p. 441-446, 2004.

VERHNJAK, M. S. de S. *Avaliação do processo de contaminação e remediação de água subterrânea por hidrocarbonetos /* Maria Silvia de Souza Verhnjak, 2015. 153 f.