

CONTAMINAÇÃO POR BTEX EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: ANÁLISE HIDROGEOLOGICA EM RECIFE

EDUARDO ANTONIO MAIA LINS¹, WILSEPHEM MAX DE FRANÇA BARREIRAS², KELI STARCK³,
LILIA ALBUQUERQUE DA SILVA⁴, ADRIANA PALMÉRIO SILVA⁵

¹Dr. Prof. Adjunto do IFPE e UNICAP, Recife-PE, eduardomaialins@gmail.com;

²Especialista em Gestão de Resíduos, UNICAP, Recife-PE, willsephen@gmail.com;

³Me. em Desenvolvimento Regional, Prof. Adjunta, UNIDEP, Pato Branco-PR, kelistarck@gmail.com;

⁴Me. em Geociências, UFPE, Recife-PE, lilia_albuquerque@hotmail.com;

⁵Esp. Eng. Diagnóstica, BSSP, Goiania-GO, adrianapalmerio@yahoo.com.br.

RESUMO: Este trabalho objetivou identificar possíveis contaminações no lençol freático advindas de um posto de gasolina abandonado na Região Metropolitana do Recife (RMR). O modelo de investigação ambiental foi construído a partir da caracterização física da área estudada, das fontes de contaminação identificadas e dos padrões ambientais aplicáveis a nível federal, estadual e/ou municipal. A amostra coletada da água do Poço de Monitoramento, em fase de instalação apresentou compostos como Cromo (155,20 µg/L) e Molibdênio (169,24 µg/L) acima dos limites de investigação conforme o CONAMA 420/09. Os compostos Alumínio, Ferro e Manganês também apresentaram concentrações acima dos limites de investigação em diversas amostras. Foram identificadas diversas anomalias na água associadas ao BTEX, comprovando a contaminação da área por gasolina.

PALAVRAS-CHAVE: Água, contaminação, hidrocarbonetos, investigação.

BTEX CONTAMINATION IN GROUNDWATER: HYDROGEOLOGICAL ANALYSIS IN RECIFE

ABSTRACT: This work aimed to identify possible contamination in the water table arising from an abandoned gas station in the Metropolitan Region of Recife (RMR). The environmental investigation model was built based on the physical characterization of the studied area, the identified sources of contamination, and the environmental standards applicable at federal, state and/or municipal level. The sample collected from the water from the Monitoring Well, in the installation phase, showed compounds such as Chromium (155.20 µg/L) and Molybdenum (169.24 µg/L) above the investigation limits according to CONAMA 420/09. The compounds Aluminum, Iron and Manganese presented concentrations above the investigation limits in several samples. Numerous anomalies were also found in the water by BTEX, proving the area was contaminated by gasoline.

KEYWORDS: Water, contamination, hydrocarbons, investigation.

INTRODUÇÃO

A poluição ambiental é um dos grandes desafios da atualidade, causado por diversos fatores como o uso inadequado dos recursos naturais, falta de conscientização ambiental e falhas na legislação. Mesmo com décadas de políticas ambientais, a degradação ambiental persiste globalmente. Não basta implementar políticas preventivas; é igualmente necessário adotar iniciativas eficazes para reparar danos ambientais passados, conhecidos como passivo ambiental. Um exemplo significativo de passivo ambiental é a contaminação do solo por atividades industriais e descarte inadequado de resíduos. Esses problemas são complexos e exigem abordagens integradas para mitigar seus impactos a longo prazo (Lins *et al.*, 2019).

O aumento do consumo de produtos derivados do petróleo, impulsionado pelo desenvolvimento econômico, resultou em uma expansão significativa do número de postos de combustíveis. No Brasil, existem cerca de 42 mil postos de gasolina (ANP, 2021), muitos dos quais operam sem atender aos requisitos mínimos de controle ambiental. Essa falta de conformidade resulta em diversos problemas, incluindo vazamentos de combustível dos tanques de armazenamento, destinação inadequada dos resíduos gerados e, como consequência, a contaminação do solo e da água subterrânea. A contaminação ambiental por postos de combustíveis é uma questão séria, uma vez que os poluentes, especialmente hidrocarbonetos, podem causar danos significativos à saúde humana e ao

meio ambiente. É fundamental que as legislações ambientais sejam rigorosamente aplicadas e que as práticas de gestão ambiental sejam aprimoradas para mitigar esses riscos.

Os hidrocarbonetos monoaromáticos, conhecidos como compostos BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno), são alguns dos principais contaminantes do solo e das águas, devido à sua presença significativa na gasolina e em outros derivados do petróleo. Esses compostos são particularmente problemáticos no meio ambiente, sendo frequentemente liberados através de derramamentos e vazamentos em postos de combustíveis (Martins *et al.*, 2015). Os acidentes ambientais nesses postos são, em grande parte, resultado de falhas construtivas e operacionais. Exemplos incluem a ausência de pavimentação adequada, que facilita a infiltração de combustíveis no solo, e vazamentos durante o processo de descarregamento de combustíveis dos caminhões-tanque. Os compostos BTEX são altamente tóxicos e estão associados a vários problemas de saúde, incluindo efeitos carcinogênicos, o que reforça a necessidade de medidas rigorosas de prevenção e controle nesses ambientes (Lins *et al.*, 2019).

Esse trabalho teve como objetivo a determinação e quantificação dos compostos BTEX na água subterrânea coletada na área de um posto de combustível em diversas profundidades, a fim de mapear as superfícies de contaminação.

MATERIAIS E MÉTODOS

O posto de revenda de combustíveis operava com duas bombas de combustíveis. A capacidade total de armazenamento de combustíveis era de 90 m³ distribuída em três tanques de armazenamento subterrâneos. O posto era classificado como Classe Única conforme ABNT NBR 13786/2019. As principais ocupações no entorno imediato (raio de 100 m) incluem:

- Ao Norte – Residências/ed. Residenciais, igreja e terreno baldio;
- A Sul – Comércio, residências, escola, praça pública e igreja;
- A Oeste – Comércio, oficinas hotel e residências.

De acordo com o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB e a Norma ABNT NBR 15.515-3:2013, a etapa de Investigação Ambiental Detalhada consistiu na coleta e interpretação de dados da área onde a contaminação deve ser confirmada para entender sua dinâmica e os meios pelos quais ela é afetada. O objetivo para este estudo foi principalmente:

- Caracterização do meio físico e entorno;
- Quantificar a massa das substâncias químicas relevantes no solo;
- Identificar e descrever outras fontes de contaminação;
- Identificar as substâncias químicas relevantes para o local;

Os ensaios de permeabilidade (SLUG Test) foram realizados com a finalidade de determinar a condutividade hidráulica o subsolo local. Foram realizados 2 (dois) ensaios de permeabilidade nos poços PM-01 e PM-04, onde a metodologia aplicada foi do tipo recuperação a nível variável.

A avaliação geológica-geotécnica foi realizada através da perfuração de sondagens em áreas estratégicas, sendo possível determinar a geologia local e as propriedades do solo. As sondagens foram realizadas de acordo com a ABNT NBR 15492/07, utilizando-se trado manual, e as amostras coletadas foram cuidadosamente analisadas em laboratório, seguindo os procedimentos padronizados.

Os poços de monitoramento foram instalados de acordo com as orientações da ABNT NBR 15.495-1 e 15.495-2 - Poços de monitoramento para aquíferos granulares. Durante sua construção foram utilizados tubos e filtros feitos de PVC (Tipo Geomecânico) DN 50, tipo liso e ranhurados, caps inferiores roscáveis de PVC, tampas superiores de pressão, betonita e pré-filtro de areia lavada de 1,5 a 3 mm.

O pré-filtro primário foi instalado no espaço anular entre a parede da sondagem e o tubo-filtro. Sua função é evitar a entrada de material fino na tubulação do poço, protegendo o filtro e garantindo a qualidade da água coletada. O pré-filtro primário se estende a uma distância apropriada acima das ranhuras do tubo-filtro, permitindo a captação de água de diferentes níveis.

Na Tabela 1 podem ser verificadas as principais informações e características dos poços instalados e utilizados para monitoramento. Na Figura 1, pode-se verificar a localização dos poços existentes e instalados.

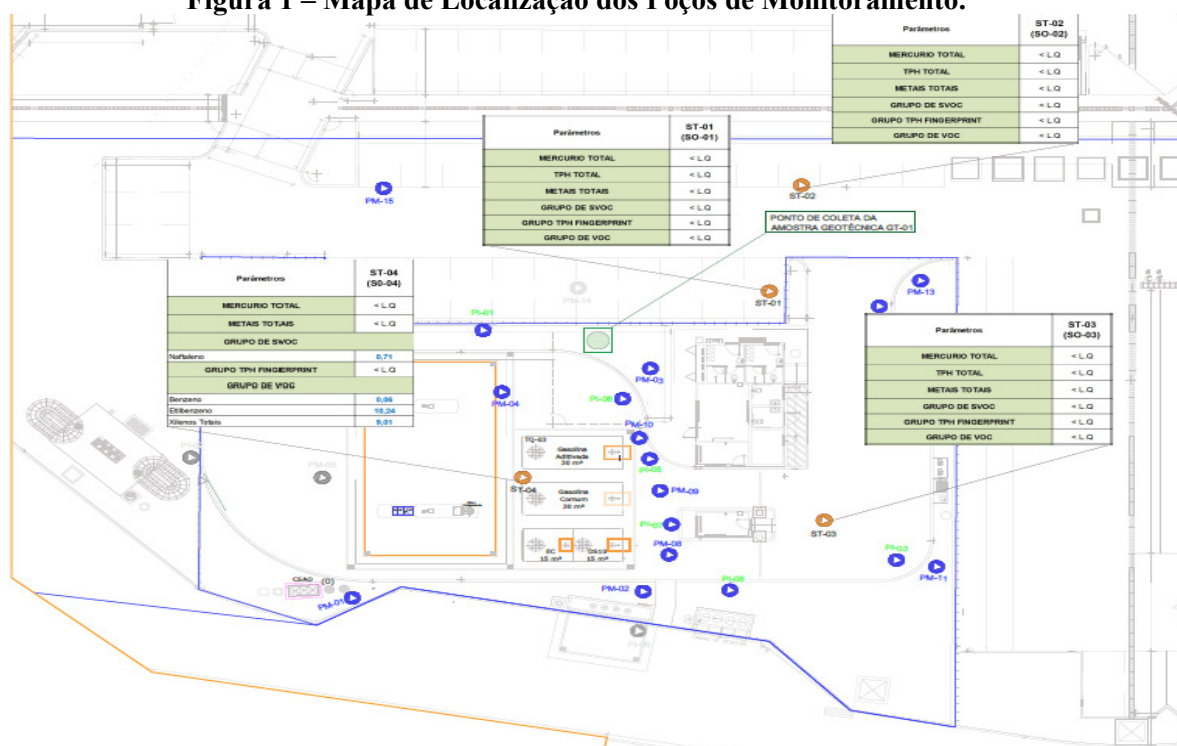
Tabela 1 – Resumo dos Poços de Monitoramento.

Id do Poço	N.A no poço (m)	Prof. Total (m)	Presença de Fase Livre?			Observações
			Sim / Não	Esp. (cm)	Características do Produto	
PM-01	3,83	4,50	Não	-	-	Sem Indícios (odor)
PM-02	3,88	5,10	Não	-		Forte Indícios (odor)
PM-03	3,88	5,28	Não	-		Forte Indícios (odor)
PM-04	3,71	5,15	Não	-		Forte Indícios (odor)
PM-05	-	-	-	-		Não localizado
PM-06	-	-	-	-		Não localizado
PM-07	3,79	4,64	Não	-		Sem Indícios (odor)
PM-08	3,74	5,09	Não	-		Forte Indícios (odor)
PM-09	3,70	5,02	Não	-		Forte Indícios (odor)
PM-10	3,70	5,45	Não	-		Forte Indícios (odor)
PM-11	3,92	5,22	Não	-		Forte Indícios (odor)
PM-12	3,47	5,32	Não	-		Forte Indícios (odor)
PM-13	4,14	4,98	Não	-		Forte Indícios (odor)
PM-14	-	-	Não	-		Não localizado
PM-15	4,49	5,93	Não	-		Fracos Indícios (odor)
PM-16	3,93	4,79	Não	-		Forte Indícios (odor)
PM-17	4,00	4,66	Não	-		Sem Indícios (odor)
PM-18	3,87	4,87	Não	-		Fracos Indícios (odor)
PM-19	3,92	4,50	Não	-		Sem Indícios (odor)
PI-01	3,83	5,02	Não	-		Forte Indícios (odor)
PI-02	-	-	-	-		Não localizado

PI-03	3,88	4,51	Não	-		Forte Indícios (odor)
PI-04	3,88	4,82	Não	-		Forte Indícios (odor)
PI-05	3,68	4,34	Não	-		Forte Indícios (odor)
PI-06	3,70	4,58	Não	-		Forte Indícios (odor)
PI-07	3,71	3,83	Não	-		Forte Indícios (odor)
PI-08	3,95	4,78	Não	-		Forte Indícios (odor)
PI-09	4,10	4,83	Não	-		Forte Indícios (odor)

Fonte: Os Autores (2024).

Figura 1 – Mapa de Localização dos Poços de Monitoramento.



Fonte: Os Autores (2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra coletada da água do Poço de Monitoramento, em fase de instalação apresentou compostos como Cromo ($155,20 \mu\text{g/L}$) e Molibdênio ($169,24 \mu\text{g/L}$) acima dos limites de investigação conforme o CONAMA 420/09. Os compostos Alumínio, Ferro e Manganês também apresentaram concentrações acima dos limites de investigação em diversas amostras. Esses elementos, como o Alumínio, o Ferro e o Manganês, provavelmente surgiram pela carga industrial recebida pelo rio Paratibe, que se encontra a poucos metros do local dos ensaios.

Para análise TPH Fingerprint, as amostras coletadas nos poços PI-07 ($1336,35 \mu\text{g/L}$) e PM-19 ($1212,56 \mu\text{g/L}$) ultrapassaram os limites de referência preconizado pela Lista Holandesa. Quanto à

análise de Compostos Orgânicos Semivoláteis (SVOC), alguns dos compostos foram detectados, no entanto, não ultrapassaram os limites de referência do CONAMA 420/09 ou não possuíam limites de referência.

Em relação à análise dos Composto Orgânicos Voláteis (VOC), foi identificada a existência de compostos em fase dissolvida na água subterrânea local. A comparação das concentrações detectadas com os Valores Orientadores (VO) da Resolução CONAMA 420/2009 para Investigação (VI) permitiu identificar anomalias hidro químicas relacionadas a seguir:

- Benzeno – Anomalias identificadas nas amostras de água do lençol freático coletadas nos poços de monitoramento: PM-02, PM-03, PM-04, PM-07, PM-08, PM-09, PM-10, PM-11, PM-12, PM-13, PM- 15, PM-16, PM-18, PM-19, PI-01, PI-03, PI-04, PI-05, PI-06, PI-07, PI-08 e PI-09.

- Tolueno – Anomalias identificadas nas amostras de água do lençol freático coletadas nos poços de monitoramento: PM-02, PM-03, PM-08, PM-09, PM-10, PM-11, PM-13, PM-16, PI-03, PI-04, PI-05, PI-06, PI-07, PI-08 e PI-09.

- Etilbenzeno – Anomalias identificadas nas amostras de água do lençol freático coletadas nos poços de monitoramento: PM-02, PM-03, PM-04, PM-08, PM-09, PM-10, PM-11, PM-16, PI-03, PI-04, PI-05, PI-06, PI-07, PI-08 e PI-09.

- Xilenos Totais – Anomalias identificadas nas amostras de água do lençol freático coletadas nos poços de monitoramento: PM-02, PM-03, PM-08, PM-09, PM-10, PM-11, PM-13, PM-16, PI-03, PI-04, PI- 05, PI-06, PI-07, PI-08 e PI-09.

CONCLUSÃO

Os compostos Cromo e Molibdênio detectados na amostra do poço de consumo, que fica distante do posto de combustível, podem estar relacionados a uma contaminação local que necessita de uma investigação mais aprofundada, não abordada neste estudo. Quanto aos elementos como Alumínio, Ferro e Manganês, que surgiram em inúmeros poços de investigação, há indícios de que o lençol freático esteja sendo influenciado pelo rio Paratibe, que recebe dejetos industriais.

Foi identificada a presença de uma pluma de fase dissolvida composta pelas substâncias Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno, Xilenos Totais e Hidrocarbonetos Totais de Petróleo, indicando a contaminação lençol freático pelo posto de gasolina abandonado.

REFERÊNCIAS

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Petróleo e gás. ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. Anuário Estatístico de Petróleo e do Gás Natural 2021. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/>. Acesso em: ago. 2024.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, NBR 15492/07: Sondagem de Reconhecimento Para Fins de Qualidade Ambiental. Rio de Janeiro, RJ. Julho de 2007. 31p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 2013. Norma NBR 15.515-3/2013 – Avaliação de passivo ambiental em solo e água subterrânea. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, BR, 2013.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução 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.

LINS, E. A. M.; BARROS, C. M. T.; PAIVA, S. C.; LINS, A. S. B. M. Avaliação de Área Atingida por BTEX: Possíveis Impactos ao Meio Ambiente e à Saúde Pública. In: André Cardim de Aguiar, Kardelan Arteiro da Silva, Soraya Giovanetti El-Deir. (Org.). Resíduos Sólidos: Impactos Ambientais e Inovações Tecnológicas. 1ed. Recife: Edufrpe, 2019, v. 1, p. 31-43.

MARTINS S. S. S., SILVA, M. P.; AZEVEDO, M. O.; SILVA, V. P. Produção de Petróleo e Impactos Ambientais: algumas Considerações, Holos, ano 31, volume 6, 54-76, 2015.