

# AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM ESTAÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SÃO PAULO

Viviane Bianchi<sup>1,2</sup>, Danil Lopes<sup>1</sup>, Renato Kinoshita<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Haztec Tecnologia e Planejamento Ambiental. Rua Samuel Morse, 134. São Paulo (SP)

<sup>2</sup> UFABC - Universidade Federal do ABC. Avenida dos Estados, 5001. Santo André (SP).  
viviane.bianchi@ufabc.edu.br

**Palavras-Chave:** Estação Transformadora de Distribuição; Contaminação; Chumbo

## INTRODUÇÃO

A sociedade atual é totalmente dependente de energia elétrica, sendo indispensável o fornecimento desse recurso para a população. A energia elétrica em seu caminho até o consumidor final, seja industrial ou doméstico, vem das centrais de geração de alta tensão (em média 88 kV) e passa por estações de transformação e distribuição (para saída em 13,8 kV). Essas subestações são formadas por uma estrutura com barramentos, linhas de alta tensão, disjuntores e transformadores entre outros equipamentos (Barbosa, 2015). Esses equipamentos utilizam óleos e outros produtos para seu isolamento, resfriamento ou em sua manutenção, sendo passíveis de vazamento ou derramamento no solo por desgaste natural de vedação de emendas e falta de manutenção preventiva, podendo contaminar o lençol freático caso sejam lixiviados. Sendo assim, este trabalho pretende avaliar a contaminação de água subterrânea em áreas destinadas a atividades de transformação e distribuição de energia elétrica.

## OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo avaliar a incidência de contaminantes (Metais, VOC, SVOC, PCBs, TPH) em água subterrânea, em áreas de bases operacionais e de estações transformadoras de distribuição de energia elétrica na Região Metropolitana de São Paulo e investigar as possíveis origens dos compostos encontrados nas amostras de água subterrânea coletadas.

## METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido em 19 áreas na Grande São Paulo, incluindo 10 bases operacionais e 9 Estações Transformadoras de Distribuição de energia elétrica (ETD). O estudo envolveu investigações no solo e na água subterrânea nas dependências das bases e ETDs.

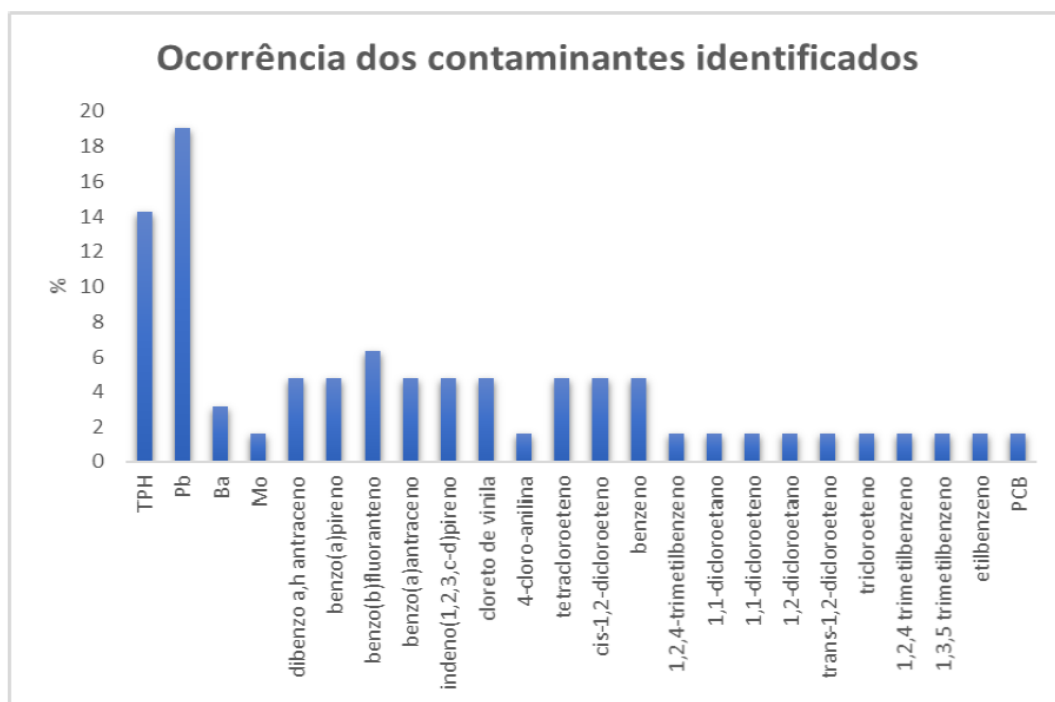
Foram realizadas a instalação de poços de monitoramento nas áreas mencionadas. A instalação de poços foi alocada de acordo com plano de investigação elaborado, conforme a Decisão de Diretoria n° 038 de 2017 da CETESB. A instalação dos poços de monitoramento foi realizada de acordo com a norma interna da CETESB 06.010/1986 e a norma ABNT NBR 15.847/2010. Os poços de monitoramento foram purgados previamente a coleta para garantir que a amostra coletada represente as condições reais dos aquíferos, de acordo com a ABNT NBR 15.495-1/2007.

As amostras coletadas de água subterrânea foram submetidas a análises laboratoriais de metais, compostos orgânicos voláteis (VOC), compostos orgânicos semi-voláteis (SVOC), bifenilas policloradas (PCBs) e hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH), em laboratório acreditado pelo INMETRO. Foram analisadas também amostras de água para o controle de qualidade dos dados obtidos (duplicata, branco de equipamento, branco de campo e branco de viagem). Os resultados obtidos foram comparados com os valores orientadores para solo e água da CETESB e na ausência destes com valores da USEPA e Lista Holandesa.

Os compostos encontrados em valores maiores que os valores orientadores estabelecidos foram analisados quanto a frequência de ocorrência e a localização na planta da área estudada, a fim de diagnosticar os contaminantes mais comumente encontrados nas áreas de atividades relacionadas a distribuição de energia elétrica. Estudos prévios foram consultados para avaliar o histórico da presença de contaminantes nas áreas investigadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as 19 áreas estudadas, apenas 1 das 8 Estações Transformadoras de Distribuição não apresentou compostos acima dos valores orientadores estabelecidos e apenas 1 das 11 bases operacionais não estava contaminada. Na Figura 1, é apresentada a frequência de ocorrência dos contaminantes encontrados na água subterrânea.



**Figura 1:** Ocorrência em porcentagem dos contaminantes identificados nas áreas estudadas

Foram inferidas possíveis origens dos contaminantes encontrados. Para isso, considerou-se a localização dos poços de monitoramento na planta da área avaliada, histórico de atividades realizadas e equipamentos alocados, identificação de áreas contaminadas adjacentes ao local de estudo, consultado o cadastro na lista de áreas contaminadas e reabilitadas no Estado de São Paulo, da CETESB, atividades industriais e áreas potenciais de contaminação no entorno. A partir disso, foram identificadas as seguintes possíveis fontes de contaminantes para ETDs: transformadores, disjuntores, banco de capacitores, área de equipamentos elétricos, baterias de chumbo-ácidas e caixa separadora de água e óleo. Para as áreas de bases de serviço, também são identificadas as áreas de tancagem, de lavagem de equipamentos, de abastecimento de combustíveis e galpões para armazenamento de equipamentos. Além disso, considera-se possíveis contaminações externa e origem desconhecida. Na Tabela 1, são apresentadas as subáreas de ocorrência e os contaminantes nelas identificados.

Entre os pontos identificados como origem desconhecida, uma hipótese seria a formação litológica, que naturalmente apresenta metais em sua composição, os quais poderiam ter sido lixiviados até o aquífero (hipótese verificado com poços *background*), ou ainda alguns materiais utilizados na instalação dos poços, como tubos, compactolite e a bentonita, que podem conter metais.

O contaminante mais identificado foi o chumbo, seguido pelos hidrocarbonetos totais de petróleo. O metal chumbo foi associado a diversas fontes, especialmente a equipamentos de transformação de energia elétrica. Já o TPH foi identificado em áreas relacionadas tanto aos equipamentos quanto a área de combustíveis. Isso é esperado, já que esse parâmetro, presente de forma mais difusa nas áreas estudadas, pode indicar hidrocarbonetos em estado de degradação (identificados nas análises como mistura complexa não resolvida), associado então a combustíveis e óleos derivados de petróleo.

**Tabela 1:** Subáreas de ocorrência dos contaminantes identificados nas áreas estudadas

Área de Ocorrência da Contaminação	Contaminantes Identificados
Transformadores	Chumbo; dibenzo(a,h)antraceno; benzo(a)pireno; benzo(b)fluoranteno; benzo(a)antraceno; indeno-1,2,3,c-d-pireno; TPH; cloreto de vinila; 4-cloro-anilina; PCB.
Disjuntores	Chumbo.
Banco de Capacitores	
Tancagem	Dibenzo(a,h)antraceno.
Equipamentos elétricos	TPH; benzeno; 1,2,4-trimetilbenzeno
Área de abastecimento	TPH; 1,1-dicloroetano; 1,1-dicloroetano; 1,2-dicloroetano; cis-1,2-dicloroetano; trans-1,2-dicloroetano; benzeno; cloreto de vinila; tricloroetano; 1,3,5-trimetilbenzeno; etilbenzeno.
Área de lavagem	Benzo(b)fluoranteno
Caixa SAO	TPH
Baterias	Chumbo
Contaminação externa	Chumbo; tetracloroetano; cis-1,2-dicloroetano; cloreto de vinila.

As áreas de transformadores apresentaram a maior quantidade de contaminantes encontrados (metais, VOC, SVOC, TPH e PCB). Esses equipamentos estão sujeitos a vazamento de óleo durante falhas na operação ou manutenção (Takayanagi et al. 2003). Os compostos da classe de PCBs faziam parte da composição dos óleos utilizados em transformadores antigamente, substituídos por óleos livres desses poluentes orgânicos persistentes após a proibição pela Portaria Interministerial nº 19, de 29 de janeiro de 1981. Apesar das propriedades desses contaminantes conferirem baixa mobilidade em solo e por isso menor possibilidade de lixiviação e presença em água, identificou-se PCB em água subterrânea. Vale ressaltar que trata-se de um poluente orgânico persistente, com potencial de bioacumulação e não degradável facilmente, permanecendo por muitos anos no ambiente. Portanto, é de fundamental importância identificar e monitorar esses compostos em solo e em água, mesmo que não sejam mais utilizados.

Observa-se que compostos orgânicos voláteis são encontrados principalmente em bases operacionais, onde haviam áreas de abastecimento de combustíveis e inflamáveis, inferidas aqui como possíveis fontes.

A área de estudo com contaminação externa apresentou cloreto de vinila, produto da degradação de tetracloroetano e cis-1,2-dicloroetano, também encontrados, corroborando com a descrição da área contaminada adjacente ao terreno da ETD. Percebe-se então a necessidade de averiguar as possíveis contaminações externas para isenção de responsabilidade pelos prejuízos causados ao meio ambiente.

As estações transformadoras de energia estão distribuídas por toda Região Metropolitana de São Paulo e apresentam potencial de contaminação em função das atividades desenvolvidas e produtos utilizados, portanto é fundamental avaliar a ocorrência de contaminação para preveni-la, para preservação dos recursos hídricos e para assegurar a qualidade das águas subterrâneas, sendo estas duas metas estabelecidas pela Agenda 21 Brasileira e Mundial.

## **CONCLUSÃO**

O trabalho avaliou 19 áreas de atividades relacionadas a transformação e distribuição de energia elétrica na RMSP, sendo que apenas duas áreas não apresentaram contaminação. Os contaminantes mais encontrados foram o chumbo e hidrocarbonetos totais de petróleo. Investigando a localização dos pontos com contaminantes, equipamentos alocados e atividades desenvolvidas, identificou-se como possível fonte de chumbo os transformadores, disjuntores e bancos de capacitores e o TPH em áreas de abastecimento de combustível e equipamentos com óleo. O presente estudo pode servir de orientação para futuros trabalhos para uma investigação mais minuciosa da contaminação de água subterrânea em virtude de atividades relacionadas a distribuição de energia elétrica. Verifica-se a importância de realizar estudos de investigação nas áreas com essas atividades para prevenir contaminações e preservar a qualidade das águas subterrâneas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Barbosa, J.D. Metodologia para a Determinação dos Índices de Confiabilidade em Subestações de Energia Elétrica com Ênfase nos Impactos Sociais de uma Falha. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Energia. Universidade Federal do ABC. 83 p., 2015.
- Takayanagi, H. et al. Mitigação das Causas da Queima de Transformadores de Distribuição – Ciclo II. Anais do II Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica, p. 1113 – 1115. 2003.