

RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO

**ESTUDO DA CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA
SUBTERRÂNEA POR BTEX, NO BAIRRO NOVO
HORIZONTE, MACAPÁ-AP**

Tassy Manoela Bongiovani Mantoani – manu-mantoani@hotmail.com

Universidade do Estado do Amapá

Edina Ruth M. Leal Mafra – edinaruth@yahoo.com.br

Universidade do Estado do Amapá

1. Resumo

Este trabalho foi realizado com a intenção de verificar a presença dos contaminantes benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX), nas águas subterrâneas próximas aos postos de combustíveis no bairro Novo horizonte, em Macapá. Foram avaliadas as concentrações de tais contaminantes para identificar se os mesmos estavam dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 396/08 e Portaria MS 2914/2011. Também foi realizada uma comparação entre as concentrações dos compostos BTEX em água subterrânea em dois períodos sazonais diferentes, a fim de verificar a variação das concentrações em decorrência do aumento do nível freático. Os materiais foram coletados em três pontos, em dois períodos sazonais distintos. Diante dos resultados obtidos observou-se a presença de benzeno e xileno em concentrações acima dos valores de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA 396/08 e Portaria MS 2914/11 em dois pontos estudados, indicando a contaminação da água subterrânea. Os demais compostos estudados não apresentaram concentrações significativas para esta pesquisa.

Palavras-chaves: Água subterrânea, Contaminação, BTEX.

2. Introdução

A água subterrânea é intensamente utilizada para o abastecimento humano por apresentar vantagens como baixo custo e boa qualidade. No entanto, devido ao processo de urbanização é comum notar-se mudanças nas características de potabilidade deste recurso, tendo em vista o grande número de fatores que propiciam a contaminação deste bem tão precioso (TEIXEIRA *et al*, 2000).

A contaminação de recursos hídricos por compostos derivados de petróleo, apesar de pouco denunciada, é frequente e tem incentivado diversas pesquisas no país em decorrência do grande número de postos de revenda existentes e de incidentes de contaminação envolvendo os mesmos. Os principais contaminantes encontrados, segundo Zaporozec e Miller (2000), são compostos orgânicos voláteis conhecidos como BTX (benzeno, tolueno, xilenos) e etilbenzeno. Brito *et al* (2005) ao realizarem um estudo envolvendo 16 estados brasileiros no período de janeiro de 2004 a março de 2005, analisando 3.285 amostras de água, constataram a situação delicada quanto a esse tipo de contaminação, principalmente em relação aos compostos benzeno e tolueno.

A maior preocupação quanto a contaminação por compostos derivados de petróleo se dá devido ao seu grau de toxicidade que pode ocasionar diversos danos à saúde humana, principalmente, no que se refere a depressão do sistema nervoso central e a indução do desenvolvimento de cânceres (INMETRO, 2012).

No bairro Novo Horizonte há quatro postos, dos quais três encontram-se instalados a menos de cem metros um do outro, sendo dois deles pertencentes a empresas de transporte público e o outro é de revenda de combustível, o que torna de grande relevância verificar a existência de possíveis contaminações que podem surgir devido a vazamentos nos tanques de armazenamento de combustíveis, tendo em vista que na área ocorre a presença de poços utilizados para a captação de água para o abastecimento humano.

Neste sentido, este trabalho visou diagnosticar a contaminação das águas subterrâneas próximas a postos de combustíveis, no bairro Novo Horizonte, Macapá – AP, pelos derivados de petróleo, benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX), em dois períodos sazonais, avaliando suas concentrações de acordo com os valores de referências da Resolução CONAMA nº 396 de 2008 e Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 2011.

3. Metodologia

3.1 Descrição da área de estudo

A área de estudo selecionada localiza-se no bairro Novo Horizonte, município de Macapá, capital do estado do Amapá, cidade situada a sudeste do Estado e região norte do Brasil. Para a realização do trabalho foi escolhida uma pequena parcela do Bairro Novo Horizonte, localizada na zona norte da cidade.

A área em questão caracteriza-se por um sítio contaminado por óleo diesel combustível o qual foi identificado pelos moradores locais em meados do ano de 2013, tendo como indicio de fonte de contaminação um estabelecimento de armazenamento e distribuição de combustíveis situado nas adjacências.

3.2 Métodos

Foram realizadas análises de amostras de água coletadas em três poços de residências situadas nas proximidades da empresa que armazena combustíveis para fim de verificação da presença e concentração dos compostos orgânicos BTEX. A escolha dos pontos de coleta se deu a partir do relato dos moradores acerca da possível ocorrência de contaminação da água de seus poços.

As amostragens ocorreram em dois períodos sazonais distintos, no primeiro período de coleta a região apresentava-se ainda em tempo de estiagem, enquanto na segunda coleta o solo já havia recebido uma grande quantidade de chuvas.

As coletas das amostras de água obedeceram aos padrões estabelecidos pelo Guia Nacional de Coleta e preservação de Amostras (CETESB, 2011). Após as coletas as amostras foram transportadas sob refrigeração, tendo sido enviadas imediatamente para análise, através de transporte aéreo, para o laboratório CEIMIC Análises Ambientais Ltda, - São Paulo.

Para a análise dos compostos BTEX foi utilizada a cromatografia gasosa seguindo os métodos EPA 5021 (2014) para o preparo das amostras e EPA 8021b (1996) para análise. A extração dos analitos se deu através do uso de *headspace* estático e para a detecção dos compostos utilizou-se o cromatógrafo modelo 5890 SÉRIES II da marca HP, acoplado ao detector de fotoionização (FID) em serie com detector de ionização por chamas (PID).

Para a análise cromatográfica, as amostras foram acomodadas no amostrador *headspace Triplus TP100*, permanecendo por 30 minutos a 85°C, até que houvesse o equilíbrio entre as fases líquido-vapor. Para isso foi necessária agitação ligada por 10 segundos em intervalos de 20 segundos desligada. Posteriormente a extração, uma amostra de 1 ml foi injetada diretamente na coluna OV-624 de modo *splitless*. Na sequência as amostras passaram pela coluna e finalmente ao detector de fotoionização-PID seguido pelo detector de ionização por chamas FID.

A calibração do equipamento se deu pelo uso de soluções-padrões (50, 50, 50, 100, 50 e 150 $\mu\text{g.L}^{-1}$) contendo benzeno, tolueno, etilbenzeno, o-xileno, *m,p*-xileno, e xilenos totais.

4. Resultados e Discussões

4.1 Presença e concentração dos contaminantes BTEX nas amostras estudadas

A partir das análises laboratoriais constatou-se a presença de todos os compostos investigados, conforme exposto na Tabela 1. Os compostos que apresentaram concentrações relevantes para esta pesquisa foram benzeno e xilenos totais, sendo que etilbenzeno e tolueno mostraram-se em baixas concentrações e somente para o ponto C.

Tabela 1: Concentrações de BTEX, período seco e chuvoso

	Período seco			Período chuvoso		
	PONTO A	PONTO B	PONTO C	PONTO A	PONTO B	PONTO C
	CONCENTRAÇÕES ($\mu\text{g.L}^{-1}$)					
BENZENO	ND	ND	15	ND	ND	16
TOLUENO	ND	ND	ND	ND	ND	2
ETILBENZENO	ND	ND	ND	ND	ND	2
m, p-XILENO	ND	288	30	ND	ND	10
o-XILENO	ND	45	19	ND	3	25
XILENOS (Totais)	ND	333	49	ND	3	35

ND: Não detectável

A amostragem de número 1 (um) teve sua coleta realizada no mês de novembro, período seco, enquanto a amostra 2 (dois) foi coletada no mês de fevereiro, ocasião em que as chuvas são mais intensas, tendo como intenção, analisar a variação da concentração dos compostos em ambos os períodos.

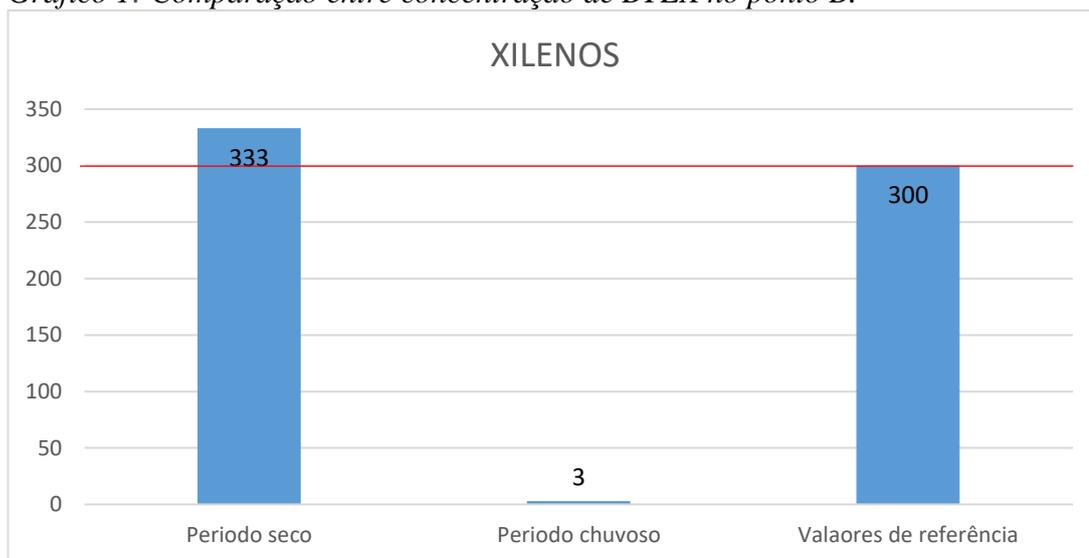
A partir das análises, constatou-se que o ponto A apresentou resultados não detectáveis para os dois períodos em análise, sendo esses devido à existência ou não de concentrações inferiores ao limite de detecção fornecido pela metodologia de análise.

É importante ressaltar que este é o ponto mais distante da possível fonte de contaminação, cerca de 75 metros, o que indica a ocorrência de atenuação natural na área, a qual reduz gradativamente as concentrações dos contaminantes por processos físicos, químicos e bioquímicos como a dispersão, volatilização, adsorção e absorção.

Em compensação, o ponto B apresentou valores relevantes quanto à concentração do analito xileno ($333 \mu\text{g.L}^{-1}$) no período seco, não apresentando resultados significativos em relação aos demais analitos como é demonstrado pelo Gráfico 1.

Em relação ao período chuvoso, as concentrações encontradas distinguiram-se do período seco, em razão da necessidade de alteração de local de coleta, em virtude do poço originalmente estudado ter sido lacrado pela moradora. Assim, coletou-se a amostra de um poço adjacente para prosseguir com a análise, já que o mesmo se localizava na mesma residência.

Gráfico 1: Comparação entre concentração de BTEX no ponto B.



Este gráfico nos permite visualizar a comparação entre os dois poços estudados: o poço estudado no período seco; e o poço utilizado como fonte para análise no período chuvoso.

Os resultados obtidos foram bastante singulares. Para o período seco foi verificada concentração de xilenos acima dos valores de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008 e pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011 indicado pela linha vermelha, enquanto para o período chuvoso obteve-se valores pouco representativos para esse composto. De acordo com Lopes (2011), deve-se considerar que os processos de poluição de aquíferos são lentos e avançam alguns metros ou mesmo centímetros por dia e como os poços rasos são mais superficiais tendem a ser os primeiros a apresentarem indícios de contaminação.

O ponto C, apresentou concentrações importantes, principalmente em relação ao benzeno para o qual foram encontrados os valores $15 \mu\text{g.L}^{-1}$, para o período seco e $16 \mu\text{g.L}^{-1}$, para o período chuvoso. Esse contaminante tem uma rápida dissipação devido a sua molaridade, ficando retido em maior concentração em fase residual e livre ao migrar pelas várias camadas de solo onde ocorre a volatilização (LIMA, 2010), ocorrendo somente na área mais próxima a origem da contaminação. Com relação aos demais analitos, tolueno, etilbenzeno e xilenos, os mesmos apresentaram baixas concentrações.

A maior detecção dos compostos benzeno e xileno podem se dar devido a suas características e interações com solo e água, pois ambos possuem maior grau de solubilidade em água, 35% e 31% respectivamente, em comparação aos demais (LOPES, 2011). A presença de xileno também ocorre em decorrência da sua facilidade

em se deslocar para o lençol freático, em função de sua maior densidade relativa (SANTOS, 2008).

Observa-se desta forma, que para os pontos B e C as concentrações dos compostos benzeno e xilenos totais apresentam-se acima dos valores de intervenção definidos pelas normas vigentes atualmente em nosso país, causando preocupação quanto ao consumo deste recurso por parte da população residente na área em estudo.

A resolução CONAMA 396/08 e a Portaria MS 2914/2011, estabelecem como valor máximo permitido a concentração de $5 \mu\text{g.L}^{-1}$ para o benzeno e de $300 \mu\text{g.L}^{-1}$ para xilenos. Assim, foi possível verificar que no ponto C, o composto benzeno apresenta-se em concentração três vezes maior do que a permitida, o composto xileno também ultrapassa a concentração permitida, no ponto B, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Comparação entre as concentrações de Benzeno e Xilenos e Valores de referência da Resolução CONAMA 396/08 e Portaria MS 2914/11.

Parâmetros	Valores de referência	Ponto B		Ponto C	
		Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso
Benzeno	$5 \mu\text{g.L}^{-1}$	ND	ND	$15 \mu\text{g.L}^{-1}$	$16 \mu\text{g.L}^{-1}$
Xilenos	$300 \mu\text{g.L}^{-1}$	$333 \mu\text{g.L}^{-1}$	$3 \mu\text{g.L}^{-1}$	$49 \mu\text{g.L}^{-1}$	$35 \mu\text{g.L}^{-1}$

Ribeiro e Bezerra (2011), ao verificarem a qualidade da água subterrânea nas proximidades de um posto de combustível em Belém-PA, também contataram altas concentrações dos compostos BTEX em poços tubulares utilizados para captação de água para o abastecimento humano. O composto benzeno chegou a apresentar concentração 191 vezes superior ao estabelecidos pelas normas. Além disso, todos os demais compostos apresentaram-se em concentrações superiores as permitidas pelas legislações ambientais.

O benzeno é um composto extremamente tóxico e sofre diferentes graus de absorção pelo organismo humano dependendo da área do corpo que entra em contato com a substância (ARCURI et al, 2012). Isso gera um risco maior de intoxicação quando a água contaminada é utilizada para fins domésticos em que a população entrará em contanto direto com o agente contaminante, podendo ser absorvido, inalado ou mesmo ingerido.

Em seus estudos Silva (2002) confirmou a resistência do benzeno à biodegradação ao verificar que os demais hidrocarbonetos obtiveram redução de 97% em suas concentrações entre os dois períodos de coleta e o benzeno somente 35%, o que explica

o fato deste composto apresentar concentrações relativamente maiores, quando considerado seus parâmetros de referência, em relação aos demais.

Assim, os resultados apontam para a vulnerabilidade dos aquíferos subterrâneos rasos e da população do entorno do posto de combustível. Segundo Kaipper (2003) a contaminação de sítios por óleo diesel é tão preocupante quanto a causada pela gasolina, tendo em vista que em seus estudos constatou-se que este produto pode apresentar uma maior fração molar para os compostos BTEX (~11%), do que a existente na gasolina (~9%).

4.2 Comparação dos resultados entre os períodos sazonais

No ponto A não ocorreu nenhuma variação nas concentrações dos compostos orgânicos BTEX em decorrência da sazonalidade, tendo sido obtido o resultado não detectável para as duas fases do estudo. Quanto ao Ponto B, não foi possível realizar a comparação dos resultados encontrados entre os períodos sazonais, devido a mudança do ponto de coleta, o que inviabilizou o prosseguimento da investigação. Embora o poço alternativo fosse apenas alguns metros do primeiro, podem ocorrer alterações no resultado, desta forma não pode ser comparado o resultado da primeira amostragem com a segunda.

Já para o ponto C foi percebida uma pequena variação entre as concentrações do composto benzeno entre o período seco e o chuvoso, alterando de $15\mu\text{g.L}^{-1}$ para $16\mu\text{g.L}^{-1}$ tendo aumento de concentração de $1\mu\text{g.L}^{-1}$, contrariando as expectativas de menor concentração em decorrência do aumento do volume de água, como foi apresentado por Silva (2002) em seu trabalho no município de Itaguaí.

Com relação aos analitos xilenos, estes apresentaram pequena redução em suas concentrações que passou de $49\mu\text{g.L}^{-1}$ para $35\mu\text{g.L}^{-1}$. Os compostos etilbenzeno e tolueno também sofreram variações em suas concentrações, passando do resultado não detectáveis para a primeira estação e em concentrações de $2\mu\text{g.L}^{-1}$, no período chuvoso. Essa condição pode ser explicada pela sazonalidade do poço, que de acordo com Santos (2008), passado a chuva o poço por ser uma superfície livre, sofre redução em seu nível de água que, somado a outros fatores como a evaporação e exposição a temperaturas mais elevadas, sofre rebaixamento mais rápido do que as áreas adjacentes, originando um cone de rebaixamento pelo qual os compostos contaminantes irão se deslocar em direção ao poço, aumentando suas concentrações.

5. Conclusões e Recomendações

Diante do estudo realizado verificou-se que os compostos BTEX são contaminantes em potencial e que prejudicam a qualidade da água subterrânea, impedindo a utilização da mesma, causando, deste modo, danos tanto sanitários quanto financeiros aos moradores da área, tendo em vista a necessidade de consumo de água fornecida pela empresa de abastecimento da cidade ou mesmo água mineral.

Foi verificada a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos no bairro Novo Horizonte, sendo constatada a presença dos compostos em estudo, em concentrações superiores aos valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA 396/2008 e Portaria MS 2914/2011, revelando assim, a necessidade de remediação do sítio e de se tomar cuidados em relação ao consumo da água coletada nos locais estabelecidos próximos aos postos. Mesmo nos locais onde os índices foram considerados abaixo ocorre a necessidade de um controle sistematizado e periódico quanto a presença de contaminantes petrolíferos na água coletada nestes locais.

Diante disso, fica claro o transtorno gerado a comunidade principalmente pela incerteza da qualidade da água de seus poços que deixou de ser consumida pela população local. Para evitar os transtornos que estes contaminantes trazem a população se faz necessário uma fiscalização mais rigorosa pelos órgãos públicos responsáveis, punindo os que não cumprem com as regras mínimas de conservação e preservação ambiental.

A população, como maior interessada em manter a qualidade da água que consome, pode atuar como agente de fiscalização, denunciando os possíveis, casos de falta de cuidado observados no lugar onde reside. É importante também que os proprietários de postos de combustíveis façam revisões periódicas nos tanques que estão sobre sua responsabilidade, evitando que um problema mais grave se consolide, contribuindo assim para a segurança e o bem-estar de todos seja uma realidade.

6. Referências

ARCURI, A.S.A. *et al.* **Efeitos da exposição ao benzeno para a saúde.** São Paulo. Fundacentro. 2012.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 abr. 2008, Seção 1, p. 64-68. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 06 de junho de 2016.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria 2914/2011, de 12 de dezembro de 2011.**
Disponível em: < <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2015/maio/25/Portaria-MS-no-2.914-12-12-2011.pdf>>. Acesso em: 27 de dezembro de 2016.

BRITO, F.V. et al. Estudo da Contaminação de Águas Subterrâneas por BTEX oriundas de postos de distribuição no Brasil. 2005. In: 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Rio de Janeiro. 2005.

INMETRO. **Ficha de informação de segurança de produtos químicos.** 2012.
Disponível em:< <http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/MRC/FISPQ-8298.pdf>>.
Acesso em: 16 de setembro de 2016.

KAIPPER, B.I.A. 2003. **Influência do etanol na solubilidade de hidrocarbonetos aromáticos em aquíferos contaminados por óleo diesel.** 2003. Florianópolis. Tese (Pós-graduação em química). Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.
Disponível em:
<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/85329/197737.pdf?sequence=1>>.
>. Acesso em: 20 de dezembro de 2016.

LIMA, R.M.S. **Avaliação de risco a saúde humana decorrentes da contaminação da água subterrânea por BTEX provenientes de postos de revenda de combustíveis em Manaus.** 2010. Manaus. Dissertação (Pós-graduação em Ciências do Ambiente). Universidade Federal do Amazonas. 2010.

LOPES, V. S.M. **Avaliação preliminar da contaminação por BTEX, em águas subterrâneas de poços tubulares, no município de Natal/RN.** 2011. Natal-RN. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2011.

RIBEIRO, H. M.C., BEZERRA, G.R. **Avaliação de BTEX em poços tubulares de captação de água para o consumo humano nas proximidades de um posto de combustível de Belém-Para-Brasil.** 2011. Belém. Universidade do Estado do Pará. 2011.

SANTOS, D.A. **Presença de hidrocarbonetos e nitrato nas águas freáticas de Dourados-MS.** 2008. Aquidauana-MS. Dissertação (Pós-graduação em Geografia). Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. 2008. Disponível em: <
[File:///C:/Users/Tassy/Downloads/Daniel%20Alves%20dos%20Santos%20\(1\).pdf](File:///C:/Users/Tassy/Downloads/Daniel%20Alves%20dos%20Santos%20(1).pdf)> .
Acesso em: 02 de fevereiro de 2017.

SILVA, R. L.B. **Contaminação de poços rasos no bairro Brisamar, Itaguaí, RJ, por derramamento de gasolina: concentração de BTEX e avaliação da qualidade da água consumida pela população.** 2002. Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Saúde Pública). Escola Nacional da Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz. 2002.

TEIXEIRA, W. *et al.* **Decifrando a Terra.** São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

ZAPOROZEC, A., MILLER, J. C. **Groundwater pollution.** Paris: UNESCO, 2000.
Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001325/132503e.pdf>>. Acesso em: 25 de agosto de 2016.