

AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR POSTOS DE REVENDAS DE COMBUSTÍVEIS

Marcelo Dayron Rodrigues Soares⁽¹⁾, Ludimila Souza Oliveira, Mariano Vieira dos Santos, Rhalisson Lobato Leão, Pedro Henrique Rodrigues Gonçalves

Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – IEAA da Universidade Federal do Amazonas – UFAM – marcelo.dayron@gmail.com.

RESUMO

Com o aumento da demanda dos derivados de petróleo e a necessidade crescente de armazenamento e distribuição desses combustíveis têm como consequências um aumento na ocorrência de derramamento de oleodutos, tanques subterrâneos, entre outros. Neste trabalho, foi feita uma avaliação da qualidade da água de poço com o objetivo de avaliar a contaminação de águas subterrâneas por postos de revendas de combustíveis quanto à presença dos micropoluentes BTEX. A pesquisa foi realizada dentro da área urbana do município de Humaitá-AM, abrangendo uma grande quantidade de atividades que foram aplicadas no desenvolvimento do projeto. Para a realização das análises de BTEX e HPA em água subterrânea foram utilizados Cromatografia Gasosa com Detector por Ionização por Lâmpada em série com detector de Ionização por chama (GC-PID/FID) e Cromatografia Gasosa com Detector de Espectrometria de Massas (CG-MS). Os resultados mostraram que dos três poços avaliados, apenas dois encontram-se com valores de BTEX acima do recomendado pela Portaria 1.469/2000 do Ministério de Saúde, em que o teor máximo permitido para o benzeno é de $5\mu\text{g.L}^{-1}$. A avaliação realizada neste estudo identificou concentrações de BTEX dentro dos valores permitidos pela legislação em dois dos três poços avaliados, com exceção da concentração de benzeno no poço 02, as concentrações dos demais hidrocarbonetos monoaromáticos encontram-se dentro dos limites permitidos pela legislação federal.

PALAVRAS-CHAVE: Água subterrânea, pluma de contaminação, ações antrópicas.

INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda dos derivados de petróleo e a necessidade do aumento de armazenamento e distribuição desses combustíveis têm como consequências um aumento na ocorrência de derramamento de oleodutos, tanques subterrâneos, entre outros. Diante dessas consequências é necessário o conhecimento das interações dos hidrocarbonetos de petróleo com o meio físico em subsuperfície (BRAGA et al, 2008).

As empresas petrolíferas lidam com vários problemas decorrente de vazamentos, derrames e acidentes, decorrente de petróleo, em diversas etapas: do processo de extração até a armazenagem de seus derivados. Os derramamentos têm várias consequências, sendo umas delas a poluição de aquíferos. A ocorrência dessa poluição tem origem, principalmente, em áreas onde os lençóis freáticos são próximos da superfície, ficando mais expostos a contaminação por resíduos de hidrocarbonetos de petróleo oriundos principalmente de postos de gasolina (MACIEL et al, 2015).

Os principais contaminantes que podem prejudicar o meio ambiente devido a ocorrência de vazamentos de combustíveis são os hidrocarbonetos mono aromáticos (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno – os BTEX) e os policíclicos aromáticos, como naftaleno e benzopireno. O benzeno é considerado como carcinogênico, sendo que os restantes como tolueno, etilbenzeno e os xilenos são tóxicos (FORTE et al, 2007).

Os valores máximos permitidos para os diferentes hidrocarbonetos monocromáticos em água para o consumo humano, de acordo com o estabelecido pela Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde são: $5\mu\text{g L}^{-1}$ para o benzeno, $170\mu\text{g L}^{-1}$ para o tolueno, $200\mu\text{g L}^{-1}$ para o etilbenzeno e $300\mu\text{g L}^{-1}$ para o xileno. Esses compostos são poderosos depressores do sistema nervoso central, apresentando toxicidade crônica, mesmo em pequenas concentrações (da ordem de $\mu\text{g L}^{-1}$). O benzeno é reconhecidamente o mais tóxico de todos os BTEX. Trata-se de uma substância comprovadamente carcinogênica (podendo causar leucemia, ou seja, câncer dos tecidos que formam os linfócitos do sangue) se ingerida mesmo em baixas concentrações durante períodos não muito longos de tempo. Uma exposição aguda (altas concentrações em curtos períodos) por inalação ou ingestão pode causar até mesmo a morte de uma pessoa. Enquanto o padrão de potabilidade do benzeno estabelecido pelo Ministério da Saúde (MS) é de $5\mu\text{g L}^{-1}$, sua concentração, quando dissolvida na água em contato com gasolina, pode chegar a $3 \times 10^4\mu\text{g L}^{-1}$.

Quando ocorre os vazamentos decorrente de gasolina uns dos principais problemas é a contaminação de aquíferos que são utilizados para o fornecimento de águas para a população. Devido ser pouco solúvel em água, o derramamento de gasolina, é constituído por inúmeros elementos, estando presente inicialmente no subsolo em fase não aquoso (NAPL). Na presença de água, os compostos BTEX dissolve parcialmente, e são os primeiros a entrar em contato com o lençol freático (SILVA et al, 2002).

OBJETIVOS

GERAL

Verificar a influência do vazamento de tanques de gasolina, na contaminação da água subterrânea.

ESPECÍFICOS

Avaliar a qualidade do ambiente em determinado momento, assim como a longo prazo;

Verificar o período de seca e chuvoso da pluma de contaminação.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada dentro da área urbana do município de Humaitá-AM, abrangendo uma grande quantidade de atividades que foram desenvolvidas no decorrer do projeto. A pesquisa foi subdividida em quatro etapas sendo que: a primeira consistiu no levantamento bibliográfico referente ao tema. Para essa fase da pesquisa foram utilizadas teses, periódicos, revistas e outras publicações a fim de obter um maior conhecimento sobre o assunto. Na segunda, mapeamento e georreferenciamento dos poços convencionais. Para, assim, visualizar a situação atual do local de estudo. A terceira, coleta das amostras da água nos poços. E a quarta, análise quali-quantitativa das concentrações de HPA e BTEX em laboratório, para assim contextualizar a problemática da contaminação das águas subterrâneas por derramamentos em postos de combustíveis.

O Município de Humaitá-AM situa-se na região sul do Estado do Amazonas, cujas coordenadas geográficas são 07° 30' 22" S e 63° 01' 15" W (Figura 01), admitindo uma população estimada em 51.302 habitantes (IBGE, 2015).

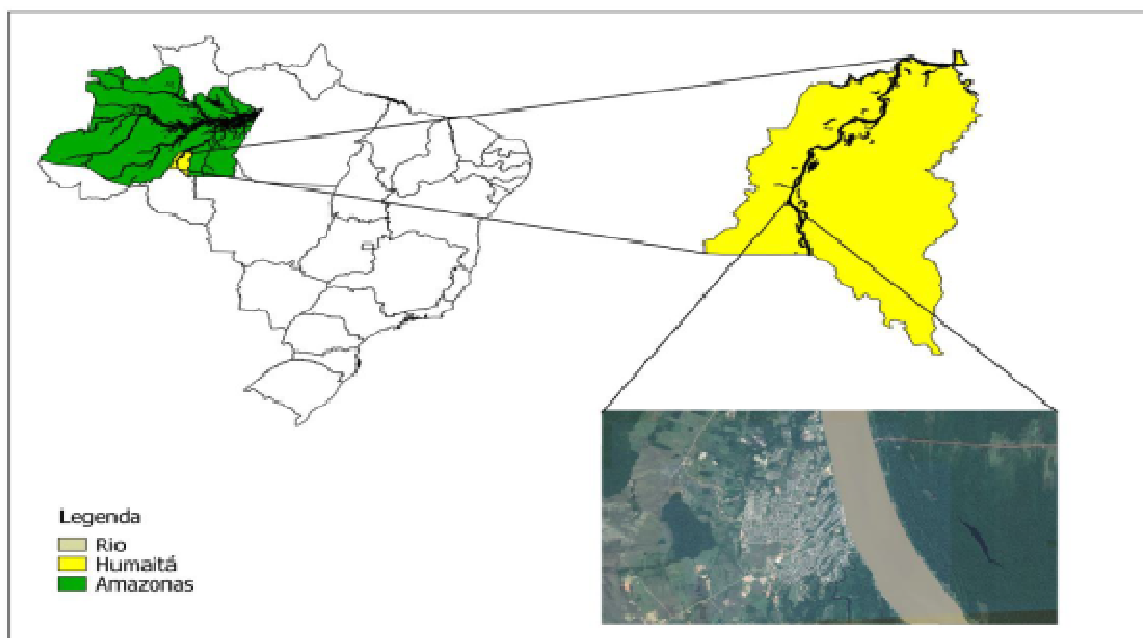


Figura 1:Localização da área de estudo.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima de região é caracterizado como tropical úmido apresentando um período chuvoso prolongado e com pouca duração de período seco, entre os meses de junho e agosto. A temperatura média anual de 25°C e a pluviosidade variando em torno de 2.500 mm, com umidade do ar entre 85 e 90%. (Martins et al., 2006).

A pesquisa foi realizada no período seco no mês de julho de 2018, as amostras de água foram coletadas em apenas três poços, Na Figura 02, é mostrada a localização dos pontos de coleta (poços) numerados de 1 a 3.



Figura 2. Localização dos pontos de coleta.

Os poços foram escolhidos na área central do município nas proximidades dos postos de combustíveis para analisar se a uma contaminação residual próxima da fonte. Na realização da coleta foram tomados os devidos cuidados com a preservação das amostras (refrigerados a 4°C, até chegar ao laboratório), armazenamento (recipientes *vial* com septo exposto faceado de teflon, 40 mL, frasco de vidro âmbar, 1 L) e transporte (caixa de isopor com gelo), para a conservação das mostras para não haver alterações na qualidade físico, químico e bacteriológico das mesmas. Os recipientes foram todos identificados com os respectivos pontos de coleta e parâmetros a serem realizados.

Para a realização das análises de BTEX e HPA em água subterrânea as técnicas de coleta, acondicionamento e determinações físicas, químicas e microbiológicas das amostras seguiram a *U.S. Epa. 2007. Method 8270d Semivolatile Organic Compounds By Gas Chromatography/Mass Spectrometry (Gc/Ms)* e *SW-846 Test Method 5021A: Volatile Organic Compounds (VOCs) in Various Sample Matrices Using Equilibrium Headspace Analysis* e comparadas com a Resolução CONAMA n° 396/2008 e Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O padrão de potabilidade aprovado pela Portaria 1469/2000 é definido como um conjunto de valores máximos permissíveis para os parâmetros físicos, químicos, físico-químicos e biológicos característicos de qualidade da água, acima do qual ela é considerada não potável (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000).

A Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde, que substitui a Portaria 36/90, aprova a norma e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano que deve ser observada em todo o território nacional. Uma das modificações significativas é a inclusão das fontes alternativas de abastecimento de água para consumo humano, que inclui toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta da fornecida pelas companhias de abastecimento de água, onde se podem destacar poços comunitários, distribuição por veículo transportador, instalações horizontais e verticais em condomínios, que devem ser fiscalizadas e analisadas, devendo seguir a mesma qualidade das águas de abastecimento público. De acordo com esta Portaria, o controle da qualidade da água de abastecimento deve ser realizado pelas companhias de abastecimento de água e a vigilância sanitária estadual competente, que deve avaliar a qualidade da água e tomar medidas necessárias se a água não atende ao padrão de potabilidade (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000).

Os valores máximos permissíveis para os vários constituintes da água potável na Portaria 1469/2000 são baseados principalmente nas normas de potabilidade do Guia para a Qualidade da Água Potável da OPAS de 1987, além do Guidelines for Canadian Drinking Water de 1987, o Conselho das Comunidades Europeias de 1980 e do Federal Register de 1982 - 1983 dos Estados Unidos, entre outros (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1990 e 2000).

Quanto aos teores de compostos orgânicos em água, a Portaria sofreu mudanças drásticas em seus teores máximos permissíveis e na inclusão de várias substâncias que não constavam na anterior, como tolueno, etilbenzeno e xilenos, e

ainda reduziu o teor máximo permitido do benzeno de 10 $\mu\text{g L}^{-1}$ para 5 $\mu\text{g L}^{-1}$, com isto se adequando perfeitamente às normas internacionais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000).

Na Tabela 1 são mostrados os dados da pesquisa com os limites máximos permitidos no Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000).

Tabela 1: Limites máximos permitidos para a potabilidade de águas e teores máximos de contaminantes orgânicos segundo a Portaria 1469/2000.

Parâmetros	Valores máximos permitidos ($\mu\text{g L}^{-1}$)
Benzeno	5
Tolueno	700
Etilbenzeno	300
Xilenos	500

Uma das principais preocupações em um vazamento de combustível é a contaminação de aquíferos que sejam usados como fontes de abastecimento de água para consumo humano. A gasolina e os combustíveis derivados do petróleo são muito pouco solúveis em água. A gasolina comercializada no Brasil é bastante diferenciada da de outros países, pois é misturada com 24% de etanol. Deste modo, as interações entre o etanol e os compostos BTEX podem causar um comportamento completamente diferente no deslocamento da pluma do que aquele observado em países que utilizam gasolina pura (FERNANDES & CORSEUIL, 1996), (SANTOS et al., 1996). Os hidrocarbonetos mono aromáticos, benzeno, tolueno, etilbenzeno e os três xilenos, orto, meta e para, chamados de BTEX, são os constituintes da gasolina que possuem maior solubilidade em água e, portanto, são os contaminantes que primeiro atingirão o lençol freático.

A Tabela 2 apresenta as concentrações de BTEX e HPA. Analisando-a pode-se observar que, na segunda amostragem (P2), dos três poços avaliados, somente no poço 02 foi encontrada uma concentração de benzeno acima do recomendado (MS, 2000). Comparando-se os resultados obtidos das amostragens dos demais poços observa-se que, à exceção do benzeno, as concentrações dos demais hidrocarbonetos monoaromáticos encontram-se dentro dos limites permitidos pela legislação federal (MS, 2000), e atende aos padrões de qualidade para águas subterrâneas no Brasil que estão previstos na resolução 396/2008 do CONAMA, onde a concentração máxima permitida para o benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos são de 5 $\mu\text{g.L}^{-1}$, 24 $\mu\text{g.L}^{-1}$, 200 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e 300 $\mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 2: Concentração de BTEX ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em amostras de água de poços, no mês de julho de 2018. Humaitá – AM.

Ponto de Coleta	Mês de Coleta	Benzeno	Tolueno	Etilbenzeno	Xileno	HPA
P1	Julho	<0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03
P2	Julho	<0,08	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03
P3	Julho	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03

As concentrações de benzeno no segundo poços (P2) está cerca de <3 $\mu\text{g.L}^{-1}$ acima do valor máximo estabelecido pelo Ministério da Saúde (MS) é de 5 $\mu\text{g L}^{-1}$, e sua concentração, quando dissolvida na água em contato com gasolina, pode chegar a 3 x 10⁴ $\mu\text{g L}^{-1}$., indicando risco no consumo dessa água pela população, que por exposição crônica, pode desenvolver doenças do sistema nervoso central ou leucemia (Corseuil & Marins, 1997; Mendes, 1993; Oliveira & Loureiro, 1998). O benzeno está na lista de substâncias perigosas por ser regulamentado pela Occupational Safety and Health Administration (OSHA) e citado pelo Department of Environment Protection (DEP), Environmental Protection Agency (EPA), entre outros.

O benzeno consta da lista especial de substâncias danosas à saúde por ser carcinogênico, substância capaz de induzir câncer em consequência de exposição aguda ou crônica (tal como leucemia) (AIRES, 1999).

Quanto ao risco à saúde, os efeitos de curta duração, agudos, podem ocorrer imediatamente ou pouco tempo após a exposição ao benzeno provocando 31 sintomas, tais como: tonteados, delírios, dores de cabeça, vômitos, convulsões, coma ou morte súbita proveniente de batimentos cardíacos irregulares que podem advir se a dose de benzeno for elevada; risco de câncer, tal como leucemia. Quanto ao risco na reprodução, existem evidências limitadas de que o

benzeno seja teratogênico em animais (logo, até que testes comprobatórios sejam realizados, deve-se tratá-lo como um possível teratogênico em humanos). Outros efeitos, tais como a exposição prolongada, podem causar ressecamento e escamamento da pele. A exposição repetida pode causar danos a alguns órgãos produtores de sangue, gerando uma condição denominada anemia apática, que pode levar à morte (MENDES, 1993).

CONCLUSÕES

A avaliação realizada neste estudo identificou concentrações de BTEX dentro dos valores permitidos pela legislação em dois dos três poços avaliados, com exceção da concentração de benzeno no poço 02, as concentrações dos demais hidrocarbonetos monoaromáticos encontram-se dentro dos limites permitidos pela legislação federal.

É importante ressaltar que o monitoramento da qualidade da água de poço, ministrado pela distribuidora responsável pelo posto, deve ser acompanhado pelo órgão público competente sobre o assunto para respaldar e proteger a população local, além de fiscalizar e avaliar os trabalhos que estão sendo realizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRAGA, A. C. O.; MOREIRA, C. A.; CARDINALI, M. T. Variação temporal da resistência elétrica em contaminação por gasolina. São Paulo: Geociência, v. 27, n. 4, p.517-525, 2008.
2. FERNANDES, M. & CORSEUIL, H.X., Contaminação de águas subterrâneas por derramamento de gasolina: Efeito cosolvência. In 3º Simpósio ÍtaloBrasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiente, Gramado, junho, 1996.
3. FORTE, E. J.; AZEVEDO, M. S.; OLIVEIRA, R. C.; ALMEIDA, R. Contaminação de aquíferos por hidrocarbonetos: Estudo de caso na Vila Tupi, porto Velho – Rondônia. São Paulo: Quim. Nova, v. 30, n. 7, p.1539-1544, 2007.
4. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativas da População (2015). Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2017.
5. LOPES, V. S. M. Avaliação preliminar da contaminação por BTEX, em água subterrânea de poços tubulares, no Município de Natal/RN. 2011. 84 p. Dissertação (mestrado em ciências e Engenharia de Petróleo) – Universidade Federal do Rio Norte.
6. MACIEL, A. G. P. C.; SOBREIRA, D. E. L. S.; PACHECO, G. A. G.; PONTES, L. F. M.; SILVA, P. L.; SILVA, G. S. Contaminação do subsolo por hidrocarbonetos do petróleo. Maceió: Caderno de graduação, v. 3, n. 1, p.57-64, 2015.
7. MARTINS, G. C.; FERREIRA, M. M.; CURI, N.; VITORINO, A. C. T.; SILVA, M. L. N. Campos nativos e matas adjacentes da região de Humaitá (AM): atributos diferenciais dos solos. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 2, 2006.
8. MS (MINISTÉRIO DA SAÚDE), 2000. *Portaria No. 1469*. 17 Setembro 2001 <<http://www.funasa.gov.br/amb/pdfs/portaria-1469.pdf>>.
9. SANTOS, R.F.; MONTENEGRO, M.A.P.; LUZ L.B.; COURSEUIL, H.X. Influência do etanol na biodegradação do benzeno em aquíferos contaminados com derramamentos de gasolina In: 3º Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Gramado, junho, 1996
10. SILVA, R. L. B.; BARRA, C. M.; MONTEIRO, T. C. N.; BRILHANTE, O. M. Estudo da contaminação de poços rasos por combustíveis orgânicos e possíveis consequências para a saúde pública no Município de Itaguaí, Rio de Janeiro, Brasil. Rio de Janeiro: Cad. Saúde Pública, p.1-9, 2000..