

# CONTAMINAÇÃO DE AQÜÍFEROS POR COMBUSTÍVEIS ORGÂNICOS EM BELO HORIZONTE: AVALIAÇÃO PRELIMINAR

Leonardo Inácio de Oliveira<sup>1</sup> e Celso de Oliveira Loureiro<sup>2</sup>

**Resumo** - A contaminação de águas subterrâneas por combustíveis derivados de petróleo tem sido objeto de crescente pesquisa no Brasil. Os compostos BTEX, presentes nesses combustíveis, são extremamente prejudiciais à saúde humana e podem inviabilizar a exploração de aquíferos por eles contaminados. Neste trabalho, foi feita uma breve descrição de como os postos de distribuição podem vir a impactar o meio ambiente urbano no caso de um derramamento de combustível no solo. Foram apresentados alguns dados preliminares sobre os postos de distribuição de combustível em Belo Horizonte e o encaminhamento que será dado pelos autores para a conclusão do diagnóstico da atual situação de Belo Horizonte quanto à questão da contaminação de aquíferos por combustíveis.

**Palavras-chave** - BTEX, postos de distribuição, contaminação

## 1. INTRODUÇÃO

A contaminação de águas subterrâneas por derivados de petróleo tem merecido atenção cada vez mais intensa nos meios acadêmicos e empresariais no Brasil, após ter-se revelado um dos mais graves problemas ambientais em países mais industrializados

---

<sup>1</sup> Engenheiro Civil, Aluno do Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG. - e-mail: linacio@desa.ufmg.br

<sup>2</sup> Ph.D., Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG. - e-mail: celso@desa.ufmg.br

Endereço: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental  
Escola de Engenharia da UFMG  
Av. do Contorno, 842 Centro  
CEP 30.110-060 Belo Horizonte - MG

como a Alemanha, a Inglaterra e, principalmente, os Estados Unidos. O assunto já vem sendo tratado extensivamente na literatura internacional, onde muitos pesquisadores têm procurado descrever os processos de transporte de contaminantes não-aquosos no solo [(Mackay et. al. 1985 e 1989), (Hillel, 1988), (Abriola, 1988), (Hunt et. al.,1988), (Domenico, 1990) e (Little et. al., 1992)]. No Brasil, o desenvolvimento do tema ainda está em seu estágio inicial. Alguns pesquisadores apresentaram o problema de contaminação por combustíveis [(Oliveira et. al., 1990) e (Guiguer), entre outros], enquanto outros têm estudado a influência do etanol nos cenários de contaminação [(Corseuil et. al., 1996 e 1997), (Fernandes, 1997) e (Bicalho, 1997)].

Em geral, as águas subterrâneas são potáveis e dispensam tratamento prévio, pois os processos de filtração e depuração do subsolo promovem a purificação da água durante a sua percolação no meio. A exploração dos aquíferos pode ser feita dentro das áreas urbanas e dispensa a construção de grandes instalações. Além disso, muitos aquíferos se encontram mais protegidos dos agentes contaminantes do que os mananciais de águas superficiais. A crescente perda de qualidade das águas superficiais (devido aos intensos processos de degradação ambiental ocorridos nas últimas décadas) tem elevado os custos de tratamento para a potabilização deste recurso, fazendo com que as águas subterrâneas sejam vistas como potenciais fontes de abastecimento de água de boa qualidade e de baixo custo. Citando Rebouças, “a água subterrânea evoluiu da sua condição tradicional de bem livre para um recurso de reconhecido valor social e econômico internacional” (Rebouças, 1996).

## **2. POSTOS DISTRIBUIDORES DE COMBUSTÍVEIS COMO FONTES DE CONTAMINAÇÃO**

Das possíveis fontes de lançamento de derivados de petróleo para o meio ambiente, os postos distribuidores de combustíveis se constituem no alvo de maior preocupação, pois se encontram bastante dispersos por todo o território nacional e a quantidade de combustível estocada em cada um deles, se derramada no solo, pode ser suficiente para inviabilizar o consumo de milhões de metros cúbicos de água subterrânea.

O lançamento acidental de quantidades significativas de combustível no solo, em um posto distribuidor, pode ocorrer devido aos seguintes eventos:

- vazamentos nos sistemas de armazenamento subterrâneo, em decorrência de:
  - a) corrosão dos tanques ou das tubulações fabricados em aço;
  - b) defeitos de fabricação dos tanques;
  - c) instalação defeituosa dos tanques, das tubulações ou dos equipamentos de abastecimento; e,
- transbordamentos ou derramamentos que acontecem durante as operações de descarga de combustível.

Estes últimos podem ser de pequena duração e de pouca intensidade, enquanto que os primeiros podem ocorrer durante meses a fio sem que sejam percebidos, podendo resultar na liberação de uma grande quantidade de combustível no solo. No entanto, ambos podem impactar significativamente a qualidade da água subterrânea nas adjacências do local de origem da contaminação ou mesmo a distâncias de dezenas a centenas de metros daquele local.

A vida útil de um tanque de armazenamento subterrâneo é estimada entre 15 e 20 anos, quando o tanque se encontra instalado em solos pouco agressivos e em condições normais de operação. Tanques com idades superiores a essas são fortes candidatos a ruptura por corrosão. Levando-se em conta que grande parte dos postos de distribuição de Belo Horizonte já ultrapassaram esse limite (muitos deles sem nenhuma troca de tanques) é de se esperar que eventos de contaminação possam vir a ser cada vez mais freqüentes no município.

Uma vez no solo, os combustíveis podem se dispersar de diversos modos, dependendo de vários fatores, entre os quais: a quantidade de líquido despejada; as características físico-químicas dos materiais do solo; as propriedades físico-químicas do contaminante; a profundidade do lençol freático; e a presença de estruturas subterrâneas de origem antropogênica.

Ao serem liberados no solo, os combustíveis derivados de petróleo são condicionados a uma série de processos de transporte através do sistema subsuperficial, destacando-se os seguintes:

- penetração pelo solo até atingir o lençol freático, formando uma camada de produto sobrenadante;

- mobilização horizontal do combustível no solo, em sua fase livre, podendo vir a atingir fundações, garagens, galerias e outras estruturas subterrâneas;
- retenção nos poros dos solos, formando uma fonte perene de contaminação de longo prazo;
- dissolução parcial de componentes solúveis dentro da fase aquosa do solo, contaminando aquíferos e comprometendo a qualidade de cursos d'água e de poços de extração de água de abastecimento;
- volatilização dos componentes mais leves com acúmulo de vapores explosivos em algumas estruturas e provocando poluição atmosférica (que pode ser apenas temporária);
- biodegradação dos hidrocarbonetos resultante de processos físico-químicos e biológicos.

### **3. COMBUSTÍVEIS E SEUS IMPACTOS NA QUALIDADE DAS ÁGUAS**

Gasolina e óleo diesel são misturas complexas de mais de 200 hidrocarbonetos, obtidos da destilação e craqueamento do petróleo. A gasolina é constituída por hidrocarbonetos mais leves (cadeias com 5 a 12 átomos de carbono) enquanto o óleo diesel contém uma proporção maior de hidrocarbonetos um pouco mais pesados (6 a 22 átomos de carbono). Dessa maneira, a gasolina apresenta maior solubilidade, maior volatilidade e menor viscosidade do que o óleo diesel, fatores esses que, somados, conferem à gasolina uma maior mobilidade no solo e, conseqüentemente, um maior potencial de impacto ambiental.

Dos hidrocarbonetos constituintes da gasolina e do óleo diesel os que causam maior preocupação são os compostos aromáticos, principalmente o benzeno, o tolueno, o etilbenzeno e os xilenos (orto, meta e pára), por serem eles os mais solúveis e os mais tóxicos entre os demais. Esses compostos (comumente denominados BTEX) são poderosos depressores do sistema nervoso central, apresentando toxicidade crônica, mesmo em pequenas concentrações (da ordem de ppb – parte por bilhão). O benzeno é reconhecidamente o mais tóxico deles. Trata-se de uma substância comprovadamente cancerígena (pode 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 sugerido pelo Ministério da Saúde é de 10 ppb (equivalente a 0,01 mg/l), sua concentração dissolvida em água em contato com gasolina pode chegar a 30.000 ppb.

O etanol é utilizado no Brasil como combustível de automóveis e como parte da mistura da gasolina comercial, atualmente, na proporção de 24% em volume. Estando no solo, o etanol pode colaborar no processo de solubilização dos compostos BTEX, aumentando a mobilidade com que os mesmos se dispersam pelo solo e pelas águas. Alguns estudos indicam que o etanol em altas concentrações no solo pode até mesmo prejudicar a biodegradação dos compostos BTEX, devido à sua ação inibidora do crescimento bacteriano. Portanto, o etanol traz um componente a mais para o entendimento dos processos de contaminação de solos e águas subterrâneas no Brasil, sendo necessária a adaptação de práticas de avaliação e remediação utilizadas no exterior para acomodar a influência exercida por essa substância.

#### **4. DIAGNÓSTICO DO CENÁRIO NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE**

No município de Belo Horizonte existem cerca de 300 postos distribuidores que colocam no mercado algo em torno de 1.150 m<sup>3</sup> de gasolina e 870 m<sup>3</sup> de óleo diesel por dia. Segundo dados do Ministério das Minas e Energia, esses postos são responsáveis pela venda de 97% da gasolina e de 33% do óleo diesel consumidos na cidade (além de 98% do álcool combustível) (MME, 1997). O restante é destinado a outras instalações pertencentes a grandes consumidores de combustível: garagens de empresas de transporte rodoviário e ferroviário; aeroportos; e indústrias. Essas instalações oferecem os mesmos riscos de vazamentos apresentados pelos postos distribuidores, devendo, portanto, merecer igual atenção dedicada aos postos. A Figura 1 mostra a distribuição dos postos de abastecimento e da rede hidrográfica na região do Município de Belo Horizonte.

Um diagnóstico da atual situação do município, no que se refere aos postos de distribuição de combustível e suas interferências no meio ambiente, tem sido o objetivo de um trabalho em curso, realizado pelos autores, no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG, que resultará em uma dissertação de mestrado.

No momento, está sendo realizada a coleta e a organização de informações sobre os postos distribuidores, incluindo: a) a localização geo-referenciada de cada posto; b) o número, a capacidade e a idade dos tanques de armazenamento subterrâneo de cada posto; c) o tipo das tubulações utilizadas; e, d) os sistemas de segurança e monitoramento adotados no posto. Esses dados, somados a outras informações

relevantes como a distribuição hidrogeológica no município, usos predominantes do solo, pontos de extração de água subterrânea, entre outras, permitirão a investigação das possíveis interferências dos postos com o meio ambiente, tais como:

- a investigação das possíveis interferências desses postos com o meio ambiente, por exemplo: a) proximidade entre poços de abastecimento de água ou cursos d'água e os postos distribuidores; b) possibilidade de contaminação de aquíferos; e c) possibilidade de ocorrência de vazamentos de combustíveis devido a fatores como idade dos tanques em operação etc.;
- a identificação das eventuais áreas de risco na região, observando: a) a distribuição da densidade geográfica de postos; b) as zonas com maior suscetibilidade a contaminações; e c) a proximidade de postos de pontos críticos como hospitais, creches, escolas, túneis etc.

Pretende-se, também, analisar os padrões adotados no projeto e na construção de postos, tentando identificar quais os pontos mais relevantes do ponto de vista da prevenção contra vazamentos de combustível.

Além disso, a questão do licenciamento para o funcionamento de um posto e a legislação nacional referente ao armazenamento e distribuição de combustíveis estão sendo estudadas, por se acreditar que essas são ferramentas eficientes para a prevenção de vazamentos, desde que aplicadas de maneira incisiva por parte das autoridades competentes.

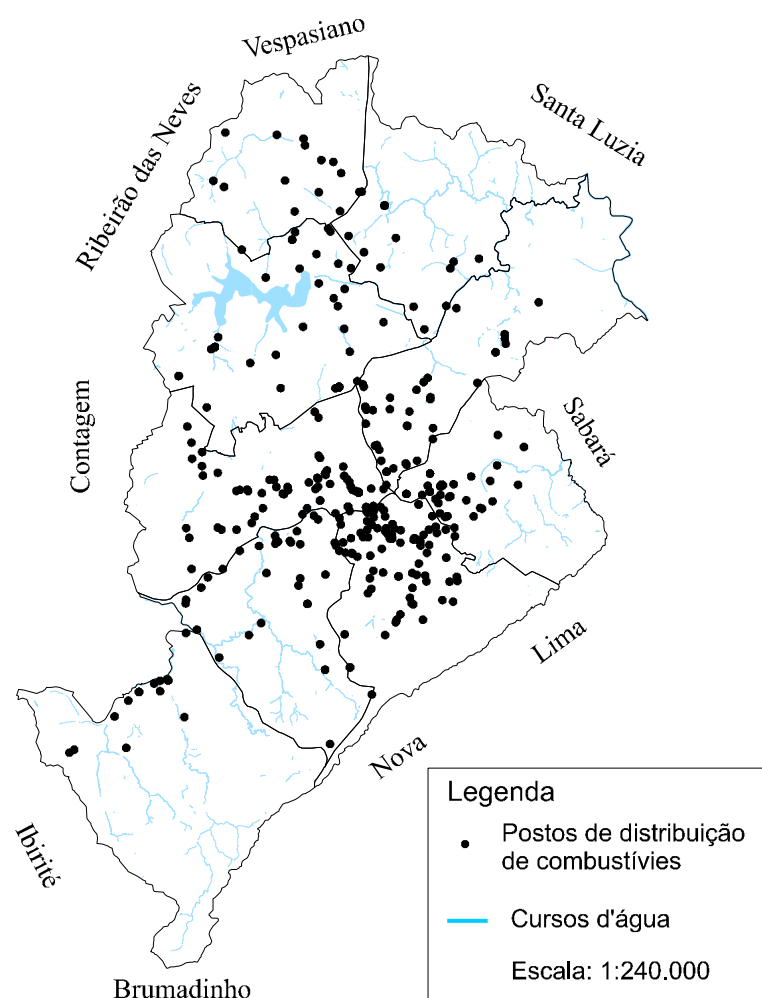
## **5. CONCLUSÃO:**

A contaminação de aquíferos por hidrocarbonetos pode inviabilizar a utilização futura desses recursos naturais. O número elevado de postos de distribuição de combustíveis em Belo Horizonte (cerca de 300) e a idade atingida por grande parte deles justificam a preocupação quanto ao impacto negativo que as águas subterrâneas possam vir a sofrer.

Traçar um diagnóstico das interferências causadas pelos postos distribuidores no meio ambiente urbano constitui um importante passo para o estabelecimento de medidas de prevenção e correção que venham a ser tomadas num futuro próximo.

Apesar dos dados de estudo ainda não estarem devidamente consolidados e analisados, este artigo indicou o encaminhamento dado pelos autores para a conclusão

dos trabalhos sobre o tema, ora proposto, em Belo Horizonte. O resultado final será uma dissertação a ser defendida no final do presente ano.



**FIGURA 1:** Distribuição espacial dos postos de abastecimento no Município de Belo Horizonte (Fonte: PRODABEL)

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] ABRIOLA, L.M. *Multiphase Flow and Transport Models for Organic Chemicals: a Review and Assessment*. Electric Power Research Institute, Final Report. Ann Arbor, Michigan, September, 1988. 93p.
- [2] BICALHO, Klítia Valeska. *Dissolução de Gasolina em Presença de Água e Etanol*. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1997. 163 p. (Tese, Doutorado em Ciências de Engenharia Civil: Geotecnia).
- [3] BRASIL - Ministério da Saúde - Portaria nº 36, de 19/01/1990.
- [4] CORSEUIL, Henry X. and Alvarez, Pedro 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.



- [5] CORSEUIL, Henry X., MARINS, Marcus Dal Molin. *Contaminação de Águas Subterrâneas por Derramamentos de Gasolina: O Problema é Grave?* Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997. 8p.
- [6] CORSEUIL, Henry X., SANTOS, Ruy C. F., MARINS, M. D. *Gasoline Spills in Brazil : Effect of Ethanol on Groundwater Contamination.* IAWQ International Conference on Waste Control and Environmental Management in Large Metropolitan Areas, São Paulo, 1997. 5p.
- [7] DOMENICO, P. A., SHWARTZ, F. W. *Physical and Chemical Hydrogeology.* John Wiley & Sons, 1990. 824p.
- [8] FERNANDES, Marilda. *Influência do Etanol na Solubilidade de Hidrocarbonetos Monoaromáticos em Aquíferos Contaminados com Gasolina.* Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1997. 112p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental).
- [9] GUIGUER, Nilson. *Poluição das Águas Subterrâneas e do Solo Causada por Vazamentos em Postos de Abastecimento.* Waterloo Hydrogeologic Inc.
- [10] HILLEL, Daniel. *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.
- [11] HUNT, J. R., SITAR, N., UDELL, K. S. *Nonaqueous Phase Liquid Transport and Cleanup: 1 - Analysis of Mechanisms.* Water Resources Research, v.24, n.8, p.1247-1258, 1988.
- [12] LITTLE, J. C., DAISEY, J. M., NAZAROFF, W. W. *Transport of Subsurface Contaminants into Buildings.* Environmental Science & Technology, v. 26, n.11, p,2058-2065, 1992.
- [13] MACKAY, Douglas, CHERRY, John A. *Groundwater Contamination: Pump-and-Treat Remediation.* Environmental Science & Technology, v.23, n.6, 7p., 1989.
- [14] MACKAY, Douglas, M., ROBERTS, P. V., CHERRY, J. A. *Transport of Organic Contaminants in Groundwater.* Environmental Science & Technology, v.19, n.5, p.384-392, 1985.
- [15] MME-DNC. Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional de Combustíveis. *Relatórios disponibilizados pessoalmente e pela rede Internet (<http://www.dnc.gov.br>).* Maio de 1997.
- [16] OLIVEIRA, E. et al. *Gasoline Hydrocarbons: Groundwater Pollution Potential in Metropolitan São Paulo.* Internatioanal Seminar of Pollution, Protection and Control

of Ground Water. ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, Porto Alegre, 1990, p.92-103.

[17]REBOUÇAS, Aldo Cunha. *Diagnóstico do Setor Hidrologia*. Caderno Técnico. São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, agosto de 1996. 46p.

### **AGRADECIMENTOS:**

À PRODABEL pela cooperação na disponibilização de dados e na confecção de mapas temáticos. À Agência Nacional do Petróleo pelos dados sobre os postos distribuidores. Ao CNPq pelo financiamento do mestrando.