

## II CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO

### ESTUDO DE CONTAMINAÇÃO POR BENZENO EM ÁGUAS DE CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA POR COMBUSTÍVEL NA CIDADE DE MACEIÓ

Costa, Maria Elisa Leite<sup>1</sup>; Freire, Cleuda Custódio<sup>2</sup>;

**Resumo** – Na cidade de Maceió cerca de 60% da população utiliza poços de captação de águas subterrâneas para consumo. Mas uma possível fonte de contaminação são os postos de combustíveis, que são considerados como empreendimentos potencialmente ou parcialmente poluidores e geradores de acidentes ambientais. Esses postos possuem TAS que contêm o benzeno, presentes nos combustíveis. Essa substância é considerada cancerígena e o Ministério da Saúde limita sua quantidade em 5µg/L nas águas potáveis. Através do estudo da migração da pluma desse contaminante, utilizando modelo de simulação, percebeu-se que em muitos poços de abastecimentos estão localizados na região de abrangência da pluma de contaminante, podendo haver contaminação desses poços.

**Abstract** – In Maceió city, 60% of the population use groundwater for consumption through wells. But a source contamination are the fuel stations, which are regarded as potentially or partially polluting generators of environmental accidents. These stations have tanks buried containing benzene in fuels. This substance is carcinogenic and the Ministry of Health limits the quantity of 5mg/L in drinking water. With studies of migration of contaminant plume, using the simulation model it was noticed that in many supply wells are located in the region inside the plume of contaminants.

**Palavras-Chave** – Águas subterrâneas, pluma de contaminação, VisualModflow, abastecimento público.

#### INTRODUÇÃO

No Brasil, de acordo com o Programa Nacional de Águas Subterrâneas de 2009, cerca de 16% dos municípios utilizam exclusivamente águas subterrâneas para o abastecimento. Exemplos como a cidade de Maceió (AL) que supre parcialmente seu abastecimento por meio desse tipo de fonte (ANA, 2009).

Mas deve-se ter um cuidado com a qualidade dessas águas, pois uma potencial agente de contaminação são os postos de combustíveis que vem se destacando negativamente. Como é o caso de São Paulo, onde esses estabelecimentos são responsáveis por 79% das áreas contaminadas, de acordo com os dados da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (2009).

Uma tentativa de minimizar os danos causados aos aquíferos é a adoção do monitoramento nas áreas onde haja um provável o lançamento dos contaminantes. Para isso são necessários estudos para a identificação desses locais e sobre as substâncias envolvidas em cada caso, utilizando simulações computacionais para demarcar a pluma de contaminação.

---

<sup>1</sup> Mestranda em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – UnB. Rua Raphael Perrelli, 206, apt 201. Maceió – AL. (61) 8175-2765, mariaelisaleitecosta@gmail.com

<sup>2</sup> Professora da Universidade Federal de Alagoas. Campus A.C. Simões, Tabuleiro dos Martins. Maceio - AL. (82) 3214-1272 .ccf@ctec.ufal.br

Para tais ações, a aplicação de modelos numéricos é recomendada, pois permite simular cenários contemplando diversas situações, baseando-se nas condições atuais.

A área em estudo foi a Região Metropolitana de Maceió que possui cerca de 130 postos de combustíveis (IMA, 2010) e abastece aproximadamente 60% da sua população com águas subterrâneas (CASAL, 2010), sendo *a priori* considerada uma região com indícios de problemas no tema abordado.

O principal objetivo é avaliar possíveis níveis de contaminação da água que é captada do meio ambiente subterrâneo e identificar as abrangências das zonas de contaminação para cenários de vazamentos oriundos de postos de combustíveis através de estudo da migração da pluma de contaminante em função da concentração de benzeno no aquífero.

## **METODOLOGIA**

De posse dos dados sobre o benzeno e com o entendimento da problemática, utilizou-se uma ferramenta computacional para estudar o transporte do contaminante nos aquíferos. Para a utilização dessa ferramenta fez-se a opção do programa Visual Modflow (VMOD), que foi escolhido devido ao seu emprego na comunidade acadêmica e disponibilidade no Laboratório de Hidráulica do Centro de Tecnologia – CTEC/UFAL.

Quanto às etapas da simulação podemos defini-las como: a discretização do modelo, calibração do fluxo, inclusão de contaminante e utilização do pacote *MT3DMS*, finalizando com a criação dos cenários.

Na primeira etapa, adotou-se uma malha onde célula do domínio representava um tanque de combustível subterrâneo que foi posicionado na primeira camada definindo a profundidade dos aquíferos, através das bases do aquífero Barreiras e Marituba.

Na segunda etapa realizou-se um estudo sobre o fluxo das águas subterrâneas na região metropolitana de Maceió, de forma preliminar. De posse do modelo utilizado, algumas alterações foram executadas visando um melhor ajuste. O fluxo foi considerado estacionário, ou seja, mantém as condições de funcionamento, no intervalo de tempo considerado, escolhido para 30 anos (10950 dias). O pacote escolhido foi o USGS MODFLOW 2000, o qual simula o fluxo subterrâneo.

Para a simulação do transporte de contaminante utilizou-se o *Modular Three-Dimensional Multispecies Transport Model Systems* (MT3DMS) que é o modelo de que simula a advecção, dispersão e reações químicas dos contaminantes na água subterrânea. Escolheu-se a dos métodos das diferenças finitas avançadas devido a uma melhor adaptação com o projeto percebido na visualização dos resultados, ou seja, não existiam falhas nas imagens.

A problemática explorada nesse trabalho diz respeito à contaminação de aquíferos por postos de combustíveis na RMM considerando um cenário em que estivessem ocorrendo fugas constantes dos tanques de armazenamento de combustíveis subterrâneos. Assim quantidades de benzeno estariam em contato com os aquíferos e se transportando nesse meio.

Na criação de cenários de contaminação: foram utilizadas os tempos de 1, 3, e 6 meses e em 1, 2, 5, 10, 15, 20 e 30 anos, onde todos os postos estariam contaminando simultaneamente. E utilizando as mesmas escalas de tempo criou-se situações com os postos de combustíveis vazando combustível de maneira individual e combinado com outros postos, alterando também o valor da concentração do benzeno.

## **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Foi criada uma situação hipotética onde os tanques dos postos de combustíveis estariam apresentando um vazamento com concentração constante de 4mg/L para

diferentes intervalos de tempo. Para essa situação foram obtido o resultado, percebido na Figura 1 divulgados a seguir.

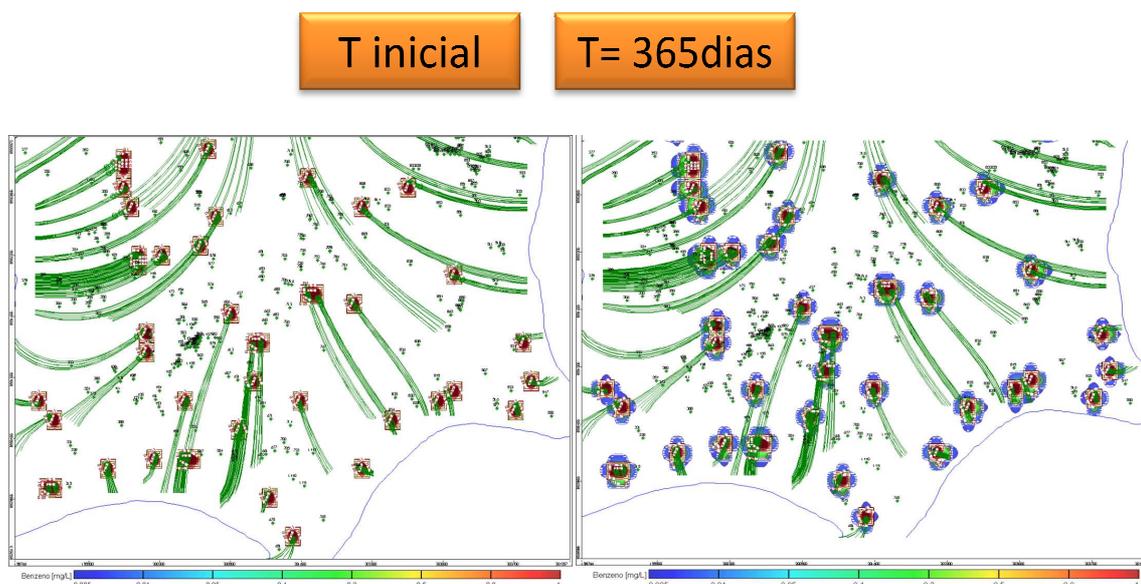


Figura 1. Comparação da evolução da pluma de contaminação.

Em comparação das imagens percebe-se que a do lado esquerdo não apresenta ainda a formação das plumas, enquanto que a do lado direito é perceptível a sua formação ao redor dos postos de combustíveis. Há na imagens o caminho provável que as partículas do contaminante percorreriam nessa região, que permanece constante no tempo.

Em outro cenário, utilizou-se 12 postos de combustíveis com concentrações de benzeno diferentes localizados na parte baixa da cidade, próximo ao litoral vazando durante 30 anos.

Para essa simulação foi necessário a modificação da malha utilizada para que as células adotassem um tamanho semelhante aos dos tanques dos postos de combustíveis, 11.2m de comprimento com 4.7m de raio, visto que existem tanques comercializados com comprimentos variando de 5 a 12m e raio de 2 a 5m.

As concentrações de benzeno também foram alteradas, continuam sendo do tipo carga fixa, mas cada célula apresenta diferentes valores variando de 0.0924 até 5mg/L por posto, conforme os observados pela análises das águas exigidas pelo IMA.

Assim foi possível encontrar a distância máxima que cada pluma atingia, conforme observado na Tabela 1. Nela, percebe-se que o maior valor foi de 77,51m, para a concentração de benzeno, que neste posto foi de 4,47mg/L. Nota-se que o posto com maior concentração, 5mg/L não obteve uma distância muito elevada ficando a sua pluma bastante distribuída, mas sem muita atenuação, pois o vetor velocidade na região, próximo à Lagoa Mundaú, não era muito elevado.

Tabela 1: distâncias máximas calculadas para os postos de combustíveis em diferentes concentrações

	<b>Posto</b>	<b>Concentração (mg/L)</b>	<b>Distância máxima horizontal (m)</b>	<b>Profundidade (m)</b>
1	P91	0.873	62.56	42.60
2	P35	5	46.16	42.30
3	P27	0.0924	33.5	39.5
4	P16	0.495	51.21	34.70

5	P88	0.105	29.46	32.50
6	P90	0.155	34.38	39.20
7	P124	0.0827	28.60	32.10
8	P53	2.324	65.93	42.70
9	P70	4.47	77.51	49.40
10	P83	2.324	68.11	49.20
11	P30	0.0924	26.96	43.90
12	P23	0.0924	29.00	43.20

Outra observação foi de que nos postos 3, 5, 6, 7, 11, mais de 40% dos postos analisados, houve maior migração vertical do que horizontal. Esse fato pode ser atribuído a localização dos postos, próximo a Lagoa Mundaú e ao oceano Atlântico, onde adota-se o valor de zero correspondente ao fluxo das águas subterrâneas para essas células, influenciando no gradiente da carga hidráulica e conseqüentemente no fluxo do contaminante nessa região.

Esses resultados são importantes para constatar a importância de se estudar com mais detalhes o problema, analisando cada posto individualmente, cada qual com a sua particularidade e com isso, pode-se mensurar as conseqüências de um vazamento desses produtos nos tanques.

## CONCLUSÃO

Notou-se que mesmo em pequenas concentrações, o benzeno migra para as regiões vizinhas e que em alguns casos atinge os poços de abastecimento ultrapassando o limite permitido pela portaria do Ministério da Saúde para a potabilidade da água que é de 5µg/L. O benzeno é uma substância bastante tóxica, causadoras de muitas doenças inclusive o câncer e por isso deve ser destinado a ela uma atenção especial onde já foi identificado o vazamento.

Quando os poços de abastecimento não se encontravam localizados dentro das zonas delimitadas pela pluma de contaminação muitos deles encontravam-se nos caminhos das partículas traçadas pelos contaminantes. Com o bombeamento ativo para a captação de água, sabe-se que aumenta significativamente a possibilidade de que às águas extraídas sejam contaminadas por esse poluente que pode ser trazido para os reservatórios.

Enfatiza-se também que o trabalho apresentado é somente uma análise preliminar. Recomendando-se a realização de estudos, com bases mais aprofundadas para dar mais consistência aos resultados.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. Plano Nacional De Águas Subterrâneas. Brasil. 2009.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo. Lista das áreas contaminadas (2009). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>> Acesso em: 29/08/2010.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS – CASAL. 2010. Disponível em <http://www.casal.al.gov.br/areas.abastecidas-capital-agua> acessado dia 19 de agosto de 2010.
- DUARTE, J.F.G. Characterization of contaminat plume and evaluation of descontaminating measures. Dissertação de Mestrado. Orientadora: Susete Maria Martins Dias. Uninersidade Técnica de Lisboa. Lisboa-Portugal. 2008.
- FIRTA, I.N. Extensão de plumas em aquíferos contaminados por derramamento de gasolina sob influência do etanol. Tese de Mestrado. Orientador: Henry Xavier Corseuil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC. 2000
- TÁVORA, B.E. Estudo da Contaminação do lençol freático por hidrocarbonetos utilizando modelagem computacional. Dissertação de Mestrado. Orientador Sergio Koide. Universidade de Brasília. Brasília. 2010.