

# **INVESTIGAÇÕES FORENSES E A PREVISÃO DA IDADE DA FONTE EM ÁREAS CONTAMINADAS POR GASOLINA COM ETANOL**

Orientador: Henry Xavier Corseuil

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina – Defesa: 2013

## **RESUMO**

Investigações ambientais forenses são comumente realizadas para determinar as responsabilidades penais e civis associadas ao impacto da contaminação antrópica sobre a saúde humana ou sobre o meio ambiente. A crescente utilização global de biocombustíveis pode aumentar significativamente o risco de acidentes ambientais com estes compostos, como por exemplo, a gasolina com etanol. As aplicações forenses para o caso de misturas contendo gasolina e etanol ainda não estão bem estabelecidas e a não inclusão do etanol na modelagem dos BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos) pode acarretar em estimativa equivocada de idade da fonte de contaminação. Neste trabalho dois métodos foram utilizados para estimar a idade da fonte de um derramamento controlado de gasolina comercial brasileira (que contém etanol): o método das razões de BTEX e a modelagem de contaminantes na subsuperfície. Para a aplicação do método das razões de BTEX foram utilizados dados de campo das concentrações de BTEX medidas em água. Na modelagem foi utilizado o modelo matemático SCBR (Solução Corretiva Baseada no Risco), que considera a interferência do etanol sobre o transporte e transformação dos hidrocarbonetos de petróleo para os casos de contaminação por combustíveis onde há adição de etanol, calibrado com as concentrações de etanol e benzeno de um poço perto da fonte do experimento. O método das razões de BTEX não foi adequado para determinar a idade do derramamento e apresentou erro de 53% a 1740% com relação ao tempo real do experimento. A calibração do modelo matemático SCBR com dados de campo mostrou que a concentração aquosa do benzeno ao longo do tempo é distinta em função da consideração dos efeitos do etanol no processo de biodegradação do composto aromático. Estes efeitos, dependentes principalmente do volume de combustível derramado e da velocidade da água subterrânea, impactam de maneira distinta cada área contaminada e influenciam diretamente a estimativa da idade da fonte. Por considerar os efeitos do etanol no transporte e transformação dos BTEX, bem como as características específicas do local impactado, do combustível e do volume derramado, o modelo SCBR pode ser utilizado em abordagens litigiosas como uma ferramenta para estimar a idade da fonte em questões forenses.

Palavras-chave: Investigações Forenses, Água Subterrânea, Idade da Fonte, Gasolina, Etanol, Modelagem.

## ABSTRACT

Environmental forensic investigations are commonly performed to determine the criminal and civil activities associated with the impact of anthropogenic pollution on human health or on the environment. The increasing use of biofuels causes an overall increase on serious accidents risk with these compounds, for example, gasoline with ethanol. The forensic applications of mixtures containing gasoline and ethanol are not well established and the non-inclusion of the ethanol effects on the BTEX modeling (benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes) can lead to erroneous estimates of the contamination source age. Two methods were used to estimate the source age of a controlled release of Brazilian commercial gasoline (containing ethanol): the BTEX ratios method and the modeling of contaminants in the subsurface. For the application of the BTEX ratios method, BTEX field data concentrations measured in water were used. To simulate the spill the mathematical model SCBR (Risk Based Corrective Solution) was used. This model considers the interference of ethanol on the transport and fate of petroleum hydrocarbons for fuel and ethanol blends contamination. The BTEX ratios method was not adequate to determine the source age and presented an error of 53 % to 1740 % compared to the real experiment time.

The calibration of the mathematical model SCBR with field data

from the controlled gasoline release shows that the aqueous concentration of benzene over time is different whether the ethanol effects are considered or not on the biodegradation process of the aromatic compound. These effects, which depend mainly on the volume of gasoline spilled and groundwater velocity, impact differently each contaminated area and influence directly the source age estimation. By considering the effects of ethanol on transport and fate of BTEX as well as the specific characteristics of the contaminated site, and the amount of fuel spilled, the SCBR model can be used in litigious disputes as a

tool to estimate the source age in forensic evidence.

Keywords: Forensic Investigations, Groundwater, Source Age, Gasoline, Ethanol, Modeling.

O resumo aqui apresentado é de responsabilidade exclusiva de seu autor, sendo uma cópia fiel do resumo contido no documento final defendido e aprovado em sua instituição de origem.