

# COMPORTAMENTO DE HIDROCARBONETOS POLIAROMÁTICOS EM LATOSSOLO ARGILOSO: CONTROLE DE SOLUBILIDADE NO PERFIL COMPOSICIONAL EM PROFUNDIDADE E NA TRANSFERÊNCIA PARA O AQUÍFERO

João Eduardo Addad<sup>1</sup>; Angela Maria Gonçalves Frigerio<sup>2</sup>; Luiz Fernando de Melo Correia<sup>3</sup>

## RESUMO

Este trabalho aborda a distribuição de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs) em um perfil de latossolo argiloso impactado por uma fonte superficial, amostrado em profundidades entre 30 e 330 cm e no aquífero associado. A carga de HPAs emitida apresentou um máximo de correlação, entre concentração e coeficiente de solubilidade, na profundidade de 90 cm, com diminuição de valores para níveis mais profundos e mais rasos. O aquífero livre, posicionado a 14 m de profundidade, sofreu inicialmente o impacto de naftaleno. Após oito meses, outros HPAs leves atingiram a água subterrânea. O comportamento descrito evidencia a participação de outros controles como sorção e partição na distribuição e retardo diferencial entre HPAs leves e pesados, pelas argilas e matéria orgânica presentes no solo.

## ABSTRACT

This work addresses the distribution of polyaromatic hydrocarbons (PAHs) in a profile of loamy soil impacted by a shallow source, sampled at depths between 30 and 330 cm and at the associated aquifer. The released HPAs presented a maximum correlation, between concentration and solubility coefficient, at 90 cm deep, with a decrease at deeper and shallower levels. The free aquifer, positioned at 14 m initially suffered the impact of naphthalene. After eight months, other lightweight PAHs reached the groundwater. The described behavior highlights the participation of additional controls such as sorption and partition in the distribution and differential retardation between light and heavy PAHs, by clays and organic matter present in the soil.

Palavras-chave: naftaleno, HPAs leves, HPAs pesados, retardo.

Key words: naphthalene, light PAHs, heavy PAHs, retardation.

---

<sup>1</sup> Eng. Geol. Dr., IPECI-UNISANTOS, Av. Conselheiro Nebias, 300, Vila Mathias, Santos, SP, CEP 11015-002, 013-3228-1261, joao.addad@unisantos.br

<sup>2</sup> Geóloga, Esp., Grupo de Geotecnologia Ambiental-UNISANTOS, Av. Conselheiro Nebias, 300, Vila Mathias, Santos, SP, CEP 11015-002, 013-3228-1261, angela.frigerio@unisantos.br

<sup>3</sup> Eng. Civil, MSc., Grupo de Geotecnologia Ambiental-UNISANTOS, Av. Conselheiro Nebias, 300, Vila Mathias, Santos, SP, CEP 11015-002, 013-3228-1261, luiz.correia@unisantos.br

## 1 - INTRODUÇÃO

Hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs) são contaminantes importantes e de ocorrência generalizada, sendo encontrados em todas as matrizes ambientais. O comportamento de uma contaminação por compostos orgânicos hidrofóbicos, como os HPAs, vai ser determinado pelas características de cada um dos componentes presentes (*i.e.* solubilidade, partição, degradabilidade), além das propriedades da matriz impactada (*i.e.* tipologia de argilominerais, potencial de formação de coloides, ocorrência e distribuição de matéria orgânica) [1, 2, 3, 4].

Este trabalho descreve a distribuição de HPAs em um perfil de latossolo argiloso impactado pela presença de uma lagoa de rejeitos industriais durante cerca de uma década. Os dados aqui apresentados fizeram parte dos procedimentos de remediação do solo afetado, após verificação do impacto no aquífero livre e consequente desativação da lagoa, para substituição da impermeabilização anterior, de argila compactada, por manta de polietileno de alta densidade. O aquífero livre ocupa uma profundidade de cerca de 14m.

## 2 - METODOLOGIA

Em um ponto central da lagoa, foram retiradas amostras de solo por meio de sondagem, a 30, 60, 90, 120, 150, 220 e 330 cm de profundidade. Foi coletada amostra de água de um poço de monitoramento localizado a uma distância de 30 metros da extremidade da lagoa de rejeito desativada, no sentido do fluxo subterrâneo. As amostras de solo e água foram analisadas por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-MS EPA 8270D), com brancos de análise e recuperação de padrões internos.

## 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados composicionais dos HPAs do perfil de solo amostrado são apresentados na Figura 1. Pode ser observado que a partir da segunda profundidade, 60 cm, ocorreu a diminuição progressiva das concentrações de cada HPA. As concentrações de HPAs nas amostras de água subterrânea correspondentes à primeira ocorrência de contaminação no aquífero e sua evolução após oito meses, são apresentadas na Figura 2. Os índices de correlação entre a solubilidade dos HPAs e a concentração nas amostras de solo e água subterrânea são apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 - índices de correlação entre a solubilidade dos HPAs e a concentração nas amostras de solo e água subterrânea

Amostra	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm	150 cm	220 cm	330 cm	água
Correlação	0,9205	0,9236	0,9371	0,9288	0,9052	0,8704	0,8888	0,9976

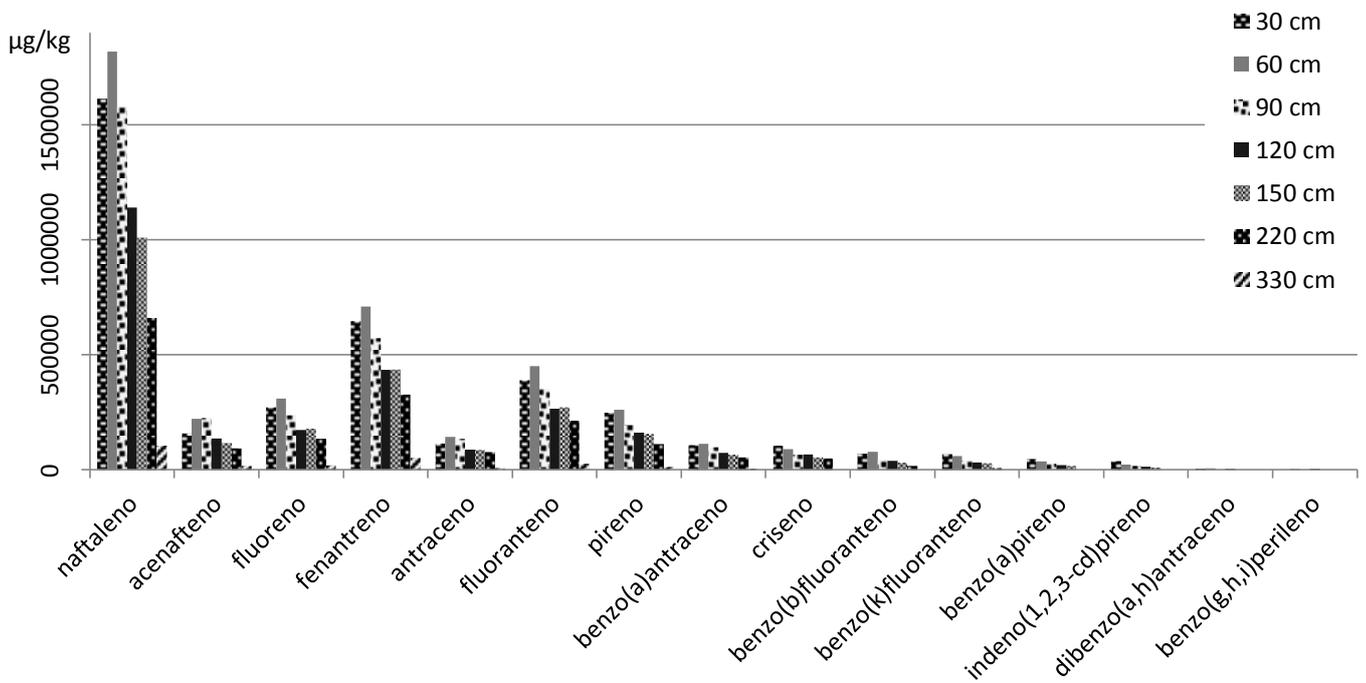


Figura 1. Distribuição das concentrações de HPAs nas profundidades amostrais em latossolo.

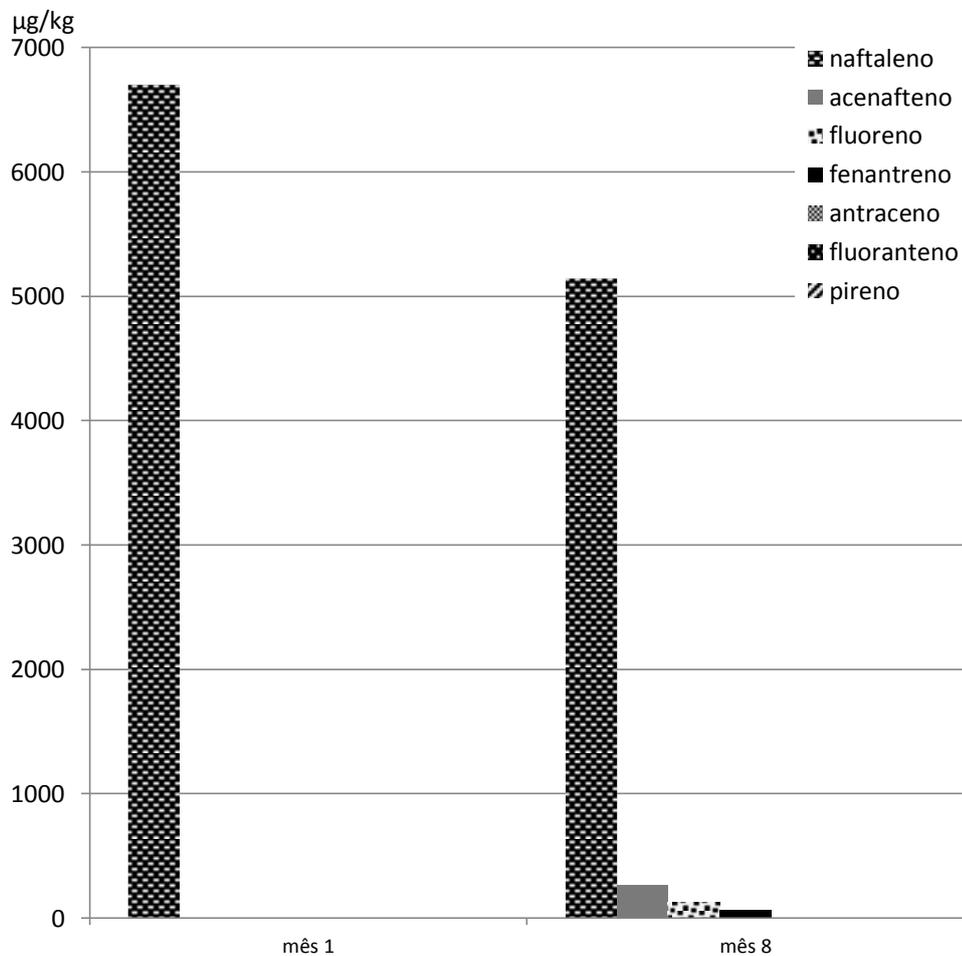


Figura 2. Evolução composicional da carga contaminante de HPAs que atingiu o aquífero livre após percolação por latossolo.

A primeira profundidade de solo, 30 cm, apresenta menor concentração do que a segunda, 60 cm, para os HPAs entre naftaleno e pireno (Figura 1). Considera-se que a maior taxa de degradabilidade destes HPAs leves, de menor número de anéis aromáticos, esteja relacionada com a sua menor concentração no trecho raso. Por outro lado, HPAs pesados, com maior número de anéis, são relacionados com alta retenção e baixa transferência para os mecanismos de atenuação, como biodegradação, resolubilização ou volatilização [6].

A partir do aporte inicial de naftaleno no aquífero, no mês 1, pode ser notado que no oitavo mês, outros HPAs leves atingiram a água subterrânea (Figura 2). Ao serem comparados os índices de correlação entre as solubilidades de HPAs e as concentrações encontradas nas diferentes profundidades e na água subterrânea, pode-se verificar que, para solo, os valores apresentam maior correlação em 90 cm, com diminuição para trechos mais profundos. Este comportamento evidencia a participação de outros controles como sorção e partição na distribuição dos HPAs, pelas argilas e matéria orgânica presentes. Para a água subterrânea, a correlação atingiu 0,9976, confirmando a evidente dominância da solubilidade.

#### 4 - CONCLUSÃO

Os resultados indicam que a carga de HPAs apresentou como fatores de condicionamento de comportamento, a solubilidade e o particionamento de seus diferentes componentes, estabelecendo relações de retardo diferencial para os HPAs pesados na transferência da contaminação para trechos mais profundos do perfil do latossolo.

#### 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GAO Y.Z., ZENG Y.C., SHEN Q., LING W.T., HAN J. Fractionation of polycyclic aromatic hydrocarbon residues in soils. **J Hazard Mater**, v. 172, p.897–903, 2009.
- [2] LAEGDSMAND, M., JONGE, L. W. DE, MOLDRUP, P., KEIDING, K. Pyrene sorption to water-dispersible colloids: effect of solution chemistry and organic matter. **Vadose Zone Journal**, v. 3, p. 451–461, 2004.
- [3] FETTER, C.W. **Contaminant Hydrology**. Second Edition. Prentice Hall, NJ, 1993.
- [4] WATTS, R.J. **Hazardous Wastes, Sources, Pathways and Receptors**. John Wiley & Sons, New York, 764p, 1998.
- [5] REEVES, W.R., MCDONALD, T.J., CIZMAS, L., DONNELLY, K.C. Partitioning and desorption behavior of polycyclic aromatic hydrocarbons from disparate sources. **Science of the Total Environment**, v.332, p.183-192, 2004.
- [6] Haritash, A.K., Kaushik, C.P. Biodegradation aspects of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs): A review. **Journal of Hazardous Materials**, v. 169, p. 1–15, 2009.