

Investigação Geoforenses de Solo e Vapor de Solo em Volta Grande IV

José Carlos Rocha Gouvêa Júnior¹; Fernando Simão e Silva²; Tiago Rodrigues Moura³;
William Stuart Odle⁴

RESUMO

Antes da construção do bairro residencial Volta Grande IV em Volta Redonda, RJ, foi disposto material de origem siderúrgica em uma porção da área. Estudos anteriores detectaram hidrocarbonetos no solo, especialmente HPAs. A CSN realizou estudo geoforenses para investigar a origem dos hidrocarbonetos. No solo, foram analisados TPH, TPH *fingerprint* (método EPA 8015D modificado), HPAs e biomarcadores (método EPA 8270D modificado); no vapor de solo, foram analisados VOCs (método TO-15) e PIANO - parafinas, isoparafinas, aromáticos, naftênicos e olefinas (método TO-15 modificado). O solo da porção leste do bairro apresentou assinaturas químicas similares ao alcatrão de hulha; as de outros pontos eram similares a asfalto degradado e fuligem urbana. Resíduos siderúrgicos foram delimitados a cerca de 10% do bairro, em profundidades de 1 a 3m.

Palavras-chave: Geoforenses, PIANO, Assinatura Química, Siderurgia

ABSTRACT

Before establishment of Volta Grande IV, a residential neighborhood in Volta Redonda, RJ, Brazil, material from steel industry had been disposed in a portion of the area. Previous studies detected hydrocarbons in soil, especially PAHs. CSN conducted a geoforensic study to investigate the origin of hydrocarbons in soil and soil vapor. Soil samples were analyzed for TPH, TPH *fingerprint* (modified EPA 8015D method), PAHs and biomarkers (modified EPA 8270D method); soil vapor samples were analyzed for VOCs (method TO-15) and PIANO - paraffins, isoparaffins, aromatics, naphthenes e olefins (modified TO-15 method). Soil from the eastern portion of the neighborhood contained chemical signatures similar to coal tar; signatures from other samples were comparable to degraded asphalt and urban soot. Residues were limited to approximately 10% of the area, between 1 and 3m of depth.

¹ Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Volta Redonda, RJ, Brasil, jose.gouvea@csn.com.br

² NewFields Brasil Consultoria Ambiental, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, fsilva@newfields.com

³ NewFields Brasil Consultoria Ambiental, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, tmoura@newfields.com

⁴ NewFields, Atlanta, GA, EUA, wodle@newfields.com

Keywords: Geoforensic, PIANO, Chemical Signature, Steel Industry

1 INTRODUÇÃO

Volta Grande IV é um bairro residencial em Volta Redonda, RJ, implantado em 1995. Antes da construção das residências, aproximadamente de 1978 a 1993, foi disposto resíduo siderúrgico composto principalmente por um *blend* de escória de aciaria com subprodutos de origem carboquímica neutralizado com carbonato de cálcio em uma porção da área. Estudos anteriores detectaram hidrocarbonetos no solo, especialmente HPAs. A CSN realizou estudo geoforense para:

- Investigar a origem dos hidrocarbonetos no solo e vapor de solo, comparando-os aos de uma área residencial típica;
- Delimitar os locais com presença de resíduo siderúrgico;
- Investigar a potencial migração de hidrocarbonetos do solo para fase vapor.

2 METODOLOGIA

A investigação forense seguiu uma abordagem por etapas: baseado no mapeamento aéreo histórico e resultados de estudos anteriores, 36 amostras de solo foram coletadas para análise de TPH e TPH *fingerprint*. Nas 13 amostras com concentrações mais elevadas de TPH *fingerprint*, foi realizada uma análise completa de HPAs e biomarcadores (compostos recalcitrantes gerados na formação dos combustíveis fósseis). Essa mesma análise completa foi realizada em três amostras adicionais coletadas na margem oposta do rio Paraíba do Sul, representando as condições *background* (Figura 1).

Doze poços de vapor do solo foram instalados em pontos de maior leitura do detector de ionização de chama (FID) durante a amostragem de solo. Os pontos de amostragem se encontravam a aproximadamente 50cm abaixo da superfície; três poços possuíam um ponto extra a aproximadamente 100cm. Um total de 17 amostras (12 normais, 1 branco, 1 duplicata e 3 amostras de vapor do sistema de esgoto/água pluvial para referência) foram enviadas para análise da lista expandida de HPA's PIANO. A amostragem foi realizada com *canisters* higienizados, certificados e importados temporariamente para o Brasil.

Os métodos analíticos utilizados foram EPA 8270D modificado (solo) e TO-15 (vapor). As modificações nos métodos analíticos consistiram em alterações dos instrumentos de varredura completa para monitoramento de íons e aumento da resolução da cromatografia (por exemplo, devido a ajustes no tempo de execução), para permitir a identificação de mais compostos que as versões convencionais da EPA.

Para delimitação da área com presença de resíduos de siderurgia, foram analisadas a distribuição espacial de compostos discutidos abaixo e imagens aéreas históricas.

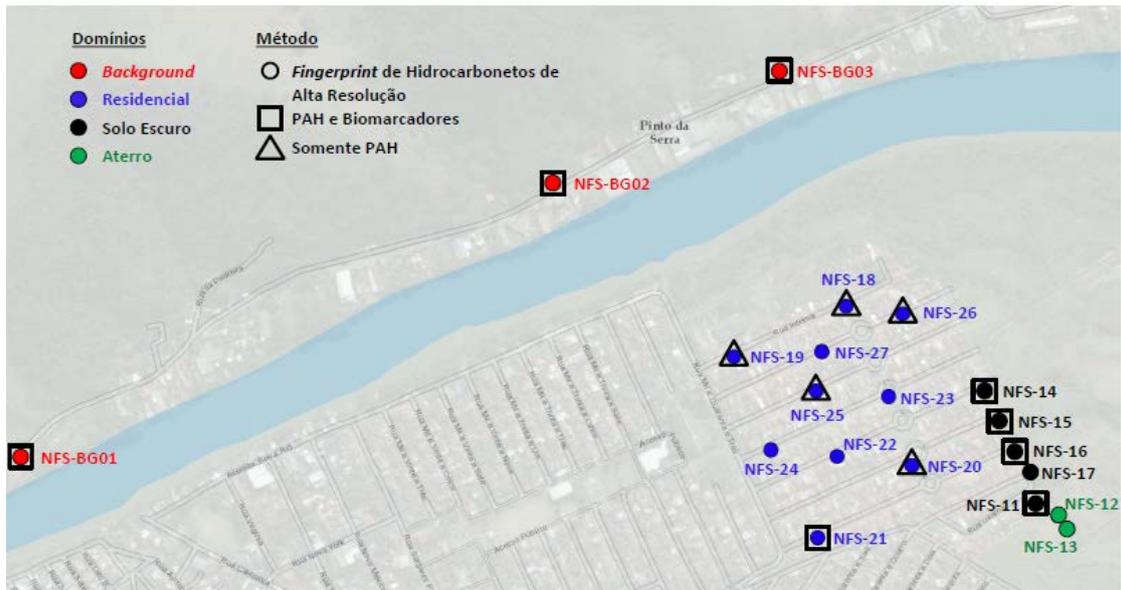


Figura 1: Localização das amostras de solo

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Comparação de Assinaturas Químicas

As amostras de solo da parte mais ao leste do bairro localizadas de um a três metros de profundidade continham assinaturas químicas similares ao alcatrão de hulha, utilizado na indústria siderúrgica, apesar de se apresentar em concentrações inferiores às encontradas em resíduos siderúrgicos puros; amostras de outras regiões do bairro continham assinaturas químicas comparáveis a asfalto degradado e fuligem urbana (Figura 2). As assinaturas químicas no vapor do solo coincidiram com gasolina fresca e degradada.

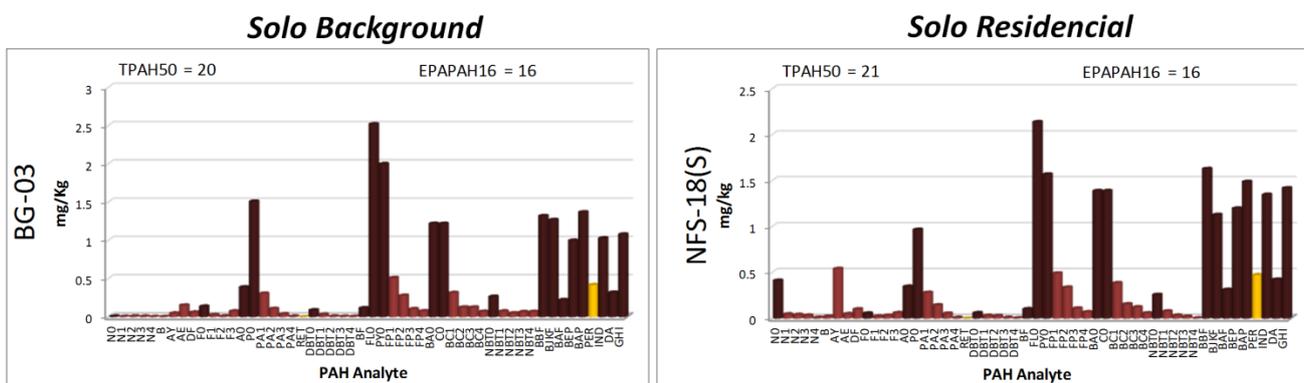


Figura 2: Comparação entre amostras de solo da área residencial e da área *background*

As concentrações de triterpanos e esteranos (Biomarcadores Totais ou TBIO) variaram de 0,052 mg/kg a 1,0 mg/kg nos solos *background* e de 0,12 a 1,2 mg/kg nos solos

residenciais. A maior parte dos solos escuros apresentaram concentrações de TBIO levemente elevadas (1,2 mg/kg a 2,1 mg/kg).

As amostras de vapor do solo e esgoto apresentaram detecção de parafinas, indicando vazamento e derramamento de gasolina locais. As amostras de solo escuro não contêm o perfil de gasolina identificado nas amostras de vapor.

3.2 Distribuição Espacial de Compostos Químicos

Com base nos dados amostrais desta investigação e históricos, os compostos que forneceram uma delimitação das áreas com resíduos de origem siderúrgica foram: Fe, Cr, Sb, B, Pb, Ni, Zn, 2,4-dinitrotolueno e naftaleno. Portanto, o 2,4-dinitrotolueno foi o único COSV detectado apenas na área com presença de material associado à siderurgia. HPA's também estão presentes no aterro superficial, onde não foram verificados resíduos siderúrgicos. Essa classe de compostos é comumente encontrada em áreas urbanas.

A delimitação foi corroborada pela análise de imagens aéreas históricas, mostrando que uma parte da área era ocupada antes da disposição de resíduos (Figura 3).

Imagem da Área Residencial Volta Grande IV - 1980



Figura 3: Distribuição espacial de ferro e análise de imagem histórica

4 CONCLUSÃO

A utilização de técnicas geoforenses ajudou a traçar a área com resíduos siderúrgicos dispostos e rastrear a fonte de HPAs no solo e no vapor do solo, indicando que a maior parte do bairro sofre influência de fontes comuns de poluição urbana.