

## ANÁLISE DE RESÍDUOS DE TIROS

Mayara de Carvalho Santos<sup>1\*</sup> (decarvalho.mayara@gmail.com), Raísa Siqueira Alves<sup>1</sup>, Cláudio Godinho Novaes<sup>2</sup>, Ladário da Silva<sup>3</sup> (Orientador)

1. Licenciatura em Química e bolsista de IC do CNPq, Instituto de Ciências Exatas (ICEx), UFF, Volta Redonda/RJ
2. Mestre em Engenharia Metalúrgica, EEIMVR, UFF, Volta Redonda/RJ; Perito da Polícia Civil do PRPTC, Resende/RJ.
3. Professor Pesquisador, Departamento de Física, ICEx, UFF, Volta Redonda/RJ.

Palavras Chave: *Resíduo de Tiros, Fogos de Artifício, MEV/EDS*

### Introdução

As pesquisas relacionadas aos resíduos de tiros (do inglês, *Gunshot Residues* - GSR), nacionais e internacionais, consideram que as partículas características desse tipo de resíduos, em munição tradicional, são necessariamente esferoidais e constituídas por Pb, Ba e Sb, concomitantemente. As partículas indicativas são compostas por dois ou apenas um dos três elementos supracitados. Entretanto, algumas pesquisas mostram que outros tipos de resíduos de origem ambiental ou ocupacional podem ser confundidos com GSR, devido às semelhanças entre esses tipos de resíduos. Pesquisas internacionais e nacionais investigaram a relação de freios usados no Brasil com tiros; pesquisas internacionais investigaram os resíduos de fogos de artifício e suas semelhanças com GSR. Movidos por esse cenário decidimos estudar os resíduos de fogos de artifícios usados no Brasil, a fim de compará-los com os resíduos provenientes de tiros (GSR). Até o momento, não foi encontrado nenhum artigo de estudo similar para o Brasil, tornando essa pesquisa inédita no país. Portanto, é de suma importância que pesquisas de diagnóstico diferencial desses tipos de resíduos sejam incentivadas e desenvolvidas, de forma a favorecer a justiça.

### Resultados e Discussão

As amostras de fogos de artifício foram coletadas em festas de final de ano nas cidades de Joinville/SC, Angra dos Reis/RJ e Valença/RJ. Já os fogos comprados em comércio local (Volta Redonda) foram explodidos controladamente em São José do Barreiro/SP (SJB). Os tiros de pistola Taurus .380 AUTO também foram realizados em SJB. Seguimos o método padrão, recomendado pela ASTM, que sugere o uso do MEV/EDS. Foram registradas 318 análises nesse estudo. Das 35 análises registradas na amostra de Joinville, encontramos uma partícula classificada como **indicativa** de resíduo de tiro conforme a norma ASTM E1588-10. A partícula identificada como Air-7 foi classificada como indicativa por conter Pb e Al, além de seu caráter esferoidal. Portanto, partículas indicativas de GSR podem sim ser encontradas em resíduos de fogos de artifício, dificultando um possível laudo definitivo do Perito.

Das 97 análises da amostra de Angra, identificamos uma partícula (Sph-3) classificada como **indicativa** de GSR, por ser composta de Ba, apenas. Portanto, a mesma conclusão obtida para a partícula Air-7 de Joinville se aplica nesse caso.

Dentre as 129 análises de SJB, apenas a partícula Sph-6 foi classificada como **indicativa** de GSR, por ser composta apenas por Pb e possuir caráter aproximadamente esferoidal. Por este motivo, ela recebe o mesmo enquadramento que as partículas indicativas de Joinville e Angra. Quase 60 outras partículas continham Ba e/ou Pb em conjunto ou isolados. Entretanto, tais partículas não receberam a classificação de indicativas devido à alta

concentração de Mg que, segundo a norma, é um elemento excludente de GSR. Ou seja, quando encontrado, não pode classificar a partícula como indicativa de tiro.

A amostra de tiros revelou, como esperado, quatro partículas relevantes: Sph-1 como **indicativa**, Sph-3 como **indicativa**, Sph-2 como **característica** e Sph-8 também como **característica**.

Tabela 1. Percentuais dos elementos Pb, Ba e Sb nas três amostras de fogos e na única de tiros.

Elemento	Joinville	Angra	Valença	SJB	Tiros
Ba	2,85%	8,24%	0%	36,4%%	33,30%
Pb	11,24%	6,20%	0%	10,85%	6,70%
Sb	0%	0%	0%	0,77%	13,30%

### Conclusões

Concluimos que é essencial estudar os resíduos dos fogos de artifício, sabendo que não se encontram trabalhos nessa área na literatura brasileira. Além disso, a produção caseira de fogos de artifício ainda é muito grande no Brasil, o que dificulta ainda mais as pesquisas nessa área. É válido ressaltar que a legislação brasileira não permite a presença de Pb em fogos de artifício e, segundo os dados dessa pesquisa, todas as amostras, exceto da cidade de Valença/RJ, possuem esse elemento. Concluimos que o Ba e/ou o Pb isolados não podem ser indicativos de GSR, visto que a incidência desses elementos, em SJB, por exemplo, tem percentuais bastante próximos aos de tiros. Portanto, não existe segurança nesse critério, devendo o mesmo ser reavaliado. E, acima de tudo, concluimos que a norma americana ASTM 2010 precisa ser adaptada ou atualizada à nossa realidade, pois conforme concluimos, partículas indicativas de tiros foram encontradas em resíduos de fogos podendo permitir que um laudo pericial com essa declaração induza a uma interpretação inadequada das análises periciais.

### Agradecimentos

À PROPI-UFF, ao ICEx-UFF, ao IME-EB, ao LMME-EEIMVR-UFF, ao CNPq pela Bolsa de IC, à FAPERJ, ao Ex-Diretor do ICEx Prof. José Augusto Oliveira Huguenin, à Dra. Andersan dos Santos Paula (IME), à Dra. Andrea Porto Carreiro Campos (INMETRO) e aos colaboradores.

ASTM. **Standard Guide for Gunshot Residue Analysis by Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-ray Spectrometry**. American Society for Testing and Materials (E1588-2010). West Conshohocken, p. 1-5. 2010. (10.1520/E1588-10E01). GRIMA, M. et al. Firework displays as sources of particles similar to gunshot residue. **Science and Justice**, Middlesbrough, 20 Abril 2012. 49-57. MARTINY, A. et al. Estudo preliminar por MEV e microanálise por raios-x de partículas do tipo GSR oriundas de pastilhas de freios nacionais. **Os novos rumos da balística forense**. **Perícia Federal**, Brasília - DF, v. ano VI. nº 22, n. Ed. Especial, p. 23-26, Setembro à Novembro 2005. ISSN 1806-8073. TOCCHETTO, D. **Balística Forense: Aspectos técnicos e jurídicos**. 3ª ed. ed. Campinas - SP: Millennium Editora Ltda, v. único, 2003. TRIMPE, M. Analysis of fireworks for particulates of the type found in primer residue (GSR). **Association of Microanalysis**, n. nº 4, p. 1-8, 2003.