



Química Forense: A Utilização da Química na Pesquisa de Vestígios de Crime

Marcelo Firmino de Oliveira

Neste artigo, uma breve introdução à área de Química Forense é realizada, bem como busca-se mostrar a importância da Química na elucidação de crimes. Neste contexto, são descritos como exemplos dois procedimentos experimentais realizados nos laboratórios de Química Forense, compreendendo as reações químicas empregadas nas análises de disparos de armas de fogo e na identificação de adulterações em veículos.

► Química Forense, Química Legal, exames periciais ◀

Recebido em 10/3/06; aceito em 10/10/06

A atuação das forças policiais no combate ao crime no Brasil dá-se de um modo geral em três vias concomitantes: 1) o policiamento ostensivo, realizado pelas forças policiais militares de cada Estado, o qual compreende o confronto físico direto com os criminosos; 2) a investigação policial, realizada pela polícia civil; 3) a pesquisa de vestígios em cenas de crime, realizada pela polícia científica.

Neste terceiro setor, a coleta e análise de vestígios encontrados em cenas de crime é de responsabilidade do *perito criminal*, um policial atuante junto ao instituto de criminalística de cada Estado. Em locais de crimes contra a pessoa, onde existe a presença de cadáveres (homicídio, suicídio etc.), cabe também ao perito criminal a análise superficial dos corpos, visando a coleta de possíveis elementos que forneçam correlação com o fato criminoso, sendo tais exames conhecidos por *perinecropsópicos*. A *causa mortis*, bem como a descrição detalhada dos ferimentos internos presentes no cadáver, é de responsabilidade do médico legista, o qual é subordinado ao Instituto Médico Legal.

A análise da cena de crime

Os locais de crime, bem como os elementos de interesse pericial nele contidos devem ser fotografados do modo como foram encontrados pelo perito ou levantados por meio de desenhos esquemáticos, plantas que são previstas no código de processo penal.

Os vestígios encontrados na cena do crime (peças, instrumentos de crime, substâncias químicas etc.) devem ser analisados e interpretados pelo perito e reportados de modo descritivo em um relatório denominado laudo técnico-pericial. Assim, entende-se por levantamento técnico-pericial do local do fato a reprodução fiel e minuciosa do espaço físico onde ocorreu um evento de interesse judiciário, bem como da importância de cada vestígio coletado e sua relação com o fato criminoso (Block, 1979; Else, 1934).

Os exames laboratoriais

Após a etapa de coleta de vestígios, cabe ao perito criminal proceder à análise laboratorial dos mesmos. Tais análises podem ser realizadas utilizando-se métodos físicos e químicos. Como exemplos de métodos físicos,

podem ser citados: a pesagem de peças e amostras, a determinação de ponto de fusão de substâncias sólidas, visualização de elementos ocultos utilizando-se lentes de aumento (lupas e microscópios óticos) e fontes de luzes especiais (ultravioleta e polarizada), dentre outros.

Quando a determinação da natureza de uma substância química torna-se necessária, ou quando existe a necessidade de detecção de traços de determinadas substâncias químicas de interesse forense, torna-se imprescindível a utilização de métodos químicos de análise, sendo tais análises químicas o tema principal deste trabalho.

Química Forense

Conceito

Segundo Zarzuela (1995), denomina-se Química Forense o ramo da Química que se ocupa da investigação forense no campo da química especializada, a fim de atender aspectos de interesse judiciário. Tal ramo da Química atende basicamente as áreas de estudos da Criminalística e da Medicina Forense.

São exemplos de análises químicas de interesse forense possíveis as

reações empregadas nas análises de disparos de armas de fogo (Zarzuela, 1995; Reis *et al.*, 2004), identificação de adulterações em veículos (Stumvoll e Quintela, 1995), revelação de impressões digitais (Ho, 1990), identificação de sangue em locais de crime e peças relacionadas a estes (Zarzuela, 1995; Ho, 1990), bem como constatação de substâncias entorpecentes como maconha e cocaína (Ho, 1990; CEBRID, 2005; Gaensslen, 1983a e 1983b). Destas, constituem objeto de estudo deste trabalho os exames de análise de disparo de arma de fogo e exames de verificação de adulteração de veículos.

Disparos de armas de fogo

Na utilização de armas de fogo em episódios de crime, são produzidos vestígios de disparo, os quais são expelidos pela expansão gasosa oriunda da combustão da carga explosiva presente nos cartuchos que compõem a munição dessas armas. Tal expansão gasosa dá-se preferencialmente através da região anterior do cano da arma, orientada para a frente; porém, uma parcela desse fluxo de massa gasosa é também expelida pela região posterior da arma, em decorrência da presença de orifícios da culatra (para revólveres) ou do extrator (no caso de pistolas), conforme visualizado na Figura 1.

Tal fluxo gasoso carrega em sua composição os gases oriundos da combustão (CO₂ e SO₂), bem como uma ampla gama de compostos inorgânicos, tais como nitrito, nitrato,



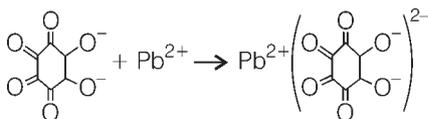
Figura 1: Durante um disparo, gases são expelidos também para a região posterior da arma, depositando resíduos na mão do atirador.

cátions de metais como chumbo e antimônio e particulados metálicos oriundos do atrito e da subsequente fragmentação dos projéteis metálicos disparados. Quando o fluxo gasoso emitido pela região traseira da arma atinge a superfície da mão do atirador, tais partículas sólidas aderem à superfície da pele. Um teste comumente utilizado para a detecção de vestígios de disparo de arma de fogo nas mãos de um possível suspeito consiste na pesquisa de íons ou fragmentos metálicos de chumbo, em decorrência da maior quantidade desta espécie metálica em relação a outras.

O chumbo presente nos vestígios de disparo pode ser proveniente do agente detonador da espoleta, na qual encontra-se presente na forma de trinitroresorcinato de chumbo; da carga de espoleteamento, na forma de estifinato de chumbo; bem como pode ser gerado pelo atritamento do corpo dos projéteis de chumbo com as paredes internas do cano da arma.

A análise química de chumbo consiste na coleta prévia de amostra das mãos do suspeito, mediante aplicação de tiras de fita adesiva do tipo esparadrapo nas mesmas e subsequente imobilização dessas tiras em superfície de papel de filtro. As referidas tiras, ao serem borrifadas com solução acidificada de rodizonato de sódio, se apresentarem um espalhamento de pontos de coloração avermelhada, indicam resultado positivo para o disparo. Tal exame é conhecido como *residuográfico* (Figura 2).

A reação química envolvida no processo consiste na complexação de íons chumbo pelos íons rodizonato:



O complexo resultante apresenta coloração avermelhada intensa, diferentemente da solução inicial de rodizonato de sódio, a qual apresenta-se amarelada, nas concentrações utilizadas pelos laboratórios de Química Forense.

Identificação de adulterações em veículos

Os veículos envolvidos em episódios de furto ou roubo (automóveis, motocicletas, caminhões etc.) apresentam comumente duas opções de destino: 1) desmanche ilegal e subsequente comercialização de peças; 2) remarcação de seus sinais de identificação (placas, numeração de chassi, de motor etc.) para utilização dos mesmos como *clones*.

Considerando-se o fato de que as numerações de chassi e motor apresentam-se gravadas para a maioria dos modelos nacionais em baixo relevo nas superfícies metálicas dos automóveis, por cunhagem a frio (salvo os casos em que estas se apresentam na forma de plaquetas metálicas afixadas por rebites), constitui-se como um tipo muito comum de adulteração a remoção da numeração original da peça, mediante desgaste mecânico e polimento, e subsequente aplicação de nova numeração por punção, obviamente diferente da original.

O processo de gravação dos caracteres originais dos veículos, produzidos ainda na linha de montagem, produz uma compactação diferenciada na região da estrutura cristalina abaixo e adjacente aos referidos caracteres. Após a remoção da numeração original por desgaste mecânico do tipo lixa, tais imperfeições produzidas na estrutura cristalina da peça metálica, decorrentes da gravação original, permanecem na mesma, porém são invisíveis à vista desarmada.

Neste caso, a identificação da presença de sinais de adulteração pode



Figura 2: No exame residuográfico, após fixação em tiras de papel, vestígios de chumbo na mão do atirador podem ser revelados como solução ácida de rodizonato de sódio.

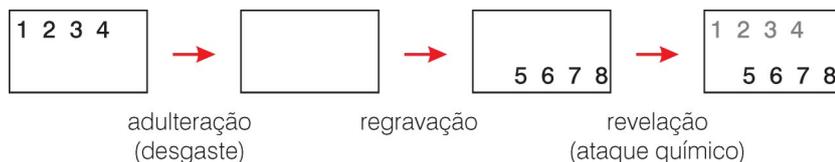
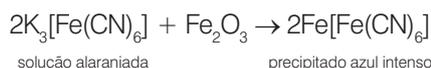


Figura 3: A adulteração na numeração original de uma peça de automóvel pode ser constatada com o uso de agentes reveladores.

ser feita realizando-se um ataque químico na referida superfície metálica, utilizando agentes reveladores apropriados (Figura 3). Um reagente amplamente empregado no estudo de revelações de numerações em chassi constitui-se de uma solução aquosa alcalina de hexacianoferrato de potássio, denominado *reagente de Murikami*. Nessas condições, a aplicação da referida solução à superfície metálica adulterada possibilita a revelação da numeração original previamente removida.

A explicação para o contraste visual observado consiste na diferença de reatividade dos sítios da referida superfície metálica, sendo observada uma maior velocidade de reação (no caso, precipitação de hexacianoferrato de ferro III, ou Azul da Prússia) na região da numeração original removida.



Por se tratar de um exame destrutivo, em decorrência do processo de corrosão empregado na referida superfície, as revelações de caracteres originais presentes nas superfícies metálicas estudadas apresentam-se visíveis por um intervalo de tempo limitado, devendo ser prontamente fotografadas.

Considerações finais

Conforme se pôde observar no presente trabalho, as reações químicas constituem importantes ferramentas utilizadas no campo das ciências forenses, na elucidação de crimes. Em decorrência dos exames reportados constituem reações colorimé-

tricas e de fácil reprodutibilidade, bem como de fácil preparo das soluções dos reagentes empregados, tais exames podem culminar em possíveis atividades de laboratório de Química junto aos alunos do nível médio.

Para a realização dos exames metalográficos de revelação de caracteres, pode-se utilizar como peça de exame a superfície de lâminas de facas de cozinha, as quais frequentemente apresentam inscrições em baixo relevo referentes à marca e ao fabricante. Tais superfícies podem ser previamente desgastadas na região das inscrições, podendo ser realizados posteriormente os exames metalográficos descritos neste trabalho.

Agradecimentos

O autor agradece o suporte financeiro da FAPESP, bem como o apoio logístico da EPC de São Carlos e do CEIC - Departamento de Química da FFCLRP-USP.

Marcelo Firmino de Oliveira (marcelex@posgrad.iq.unesp.br), bacharel, licenciado em Química e mestre em Ciências (Química) pela USP, doutor em Química pela Unesp, é perito criminal do Instituto de Criminalística "Perito Criminal Dr. Octávio de Brito Alvarenga" – Equipe de Perícias Criminalísticas de São Carlos, SP.

Referências bibliográficas

BLOCK, E.B., *Science vs. crime: The evolution of the police lab*. São Francisco: Cragmont Publications, 1979.

CEBRID - Centro Brasileiro de Informações sobre Drogas Psicotrópicas. Efeitos físicos agudos da cocaína. http://www.unifesp.br/dpsicobio/cebrid/quest_drogas/cocaina.htm#7 (acesso em 14/10/2006).

ELSE, W.M. e GARROW, J.M. *The detection of crime*. Londres: Office of the Police Journal, 1934.

GAENSSLEN, R.E. (Ed.). *Sourcebook in forensic serology. Unit IX: Translations of selected contributions to the original literature of medicolegal examination of blood and body fluids*. Washington: National Institute of Justice, 1983a.

GAENSSLEN, R.E. *Sourcebook in forensic serology, immunology and biochemistry*. Washington: U.S. Government Printing Office, 1983b.

HO, M. H. *Analytical methods in forensic chemistry*. Nova Iorque: Ellis Horwood, 1990.

REIS, E.L.T.; SARKIS, J.E.S.; RODRIGUES, C.; NETO, O. N. e VIEBIG, S. Identificação de resíduos de disparos de armas de fogo por meio da técnica de espectrometria de massas de alta resolução com fonte de plasma indutivo. *Química Nova*, v. 27, p. 409-413, 2004.

STUMVOLL, V.P. e QUINTELA, V. Criminalística. Em: TOCHETTO, D. (Coord.). *Tratado de perícias criminalísticas*. Porto Alegre: Ed. Sagra-DC Luzzatto, 1995. p. 47-52.

ZARZUELA, J.L. Química Legal. Em: TOCHETTO, D. (Coord.). *Tratado de perícias criminalísticas*. Porto Alegre: Ed. Sagra-DC Luzzatto, 1995. p. 164-169.

Para saber mais

DI MAIO, V.J.M. *Gunshot wounds: Practical aspects of firearms, ballistics, and forensic techniques*. 2ª ed. Boca Raton: CRC Press, 1999.

ROWE, W.F. Firearms/residues. Em: SIEGEL, J.; KNUPFER, G. e SUAKKO, P. (Eds.). *Encyclopedia of forensic sciences*. Nova Iorque: Academic Press, 2000. p. 953-961.

Na Internet

Sítio da American Academy of Forensic Sciences: <http://www.aafs.org> (acesso em 18/9/2006).

Abstract: *Forensic Chemistry: The Use of Chemistry in The Research of Crime Vestiges* – In this paper, a brief introduction to the area of forensic chemistry is given, as well as to show the importance of chemistry in the elucidation of crimes. In this context, two experimental procedures carried out in forensic-chemistry laboratories are described as examples, involving the chemical reactions used in the analysis of gunshot residues and in the identification of vehicle adulterations.

Keywords: forensic chemistry, legal chemistry, forensic exam