

QUÍMICA FORENSE: UTILIZANDO MÉTODOS ANALÍTICOS EM FAVOR DO PODER JUDICIÁRIO

MOTA, Leandro; DI VITTA, Patrícia Busko

mota.leandro@hotmail.com

Centro de Pós Graduação Oswaldo Cruz

Resumo: A aplicação de conhecimentos químicos para esclarecimentos de casos de crimes é como se define a química forense. O conhecimento científico vem sendo utilizado no esclarecimento de fraudes, infrações e assassinatos desde os primórdios da humanidade, ajudando os sistemas judiciais a distinguir inocentes de criminosos. O avanço tecnológico e o desenvolvimento de conhecimentos correlatos auxiliaram na expansão do termo forense como é conhecido atualmente. Porém ainda existe muito campo a ser explorado, assim como aprimoramentos em muitas técnicas e métodos utilizados, principalmente no Brasil, onde a área de química forense ainda é carente de trabalhos e pesquisas específicos.

Palavras chave: Química Forense, Espectrometria de Massa, Cromatografia, Teste de Cor, Drogas de Abuso, Toxicologia, Envenenamento por Tóxicos.

Abstract: The application of chemical knowledge for clarification of cases of crimes is defined as the forensic chemistry. Scientific knowledge has been used in the clarification of fraud, violations and murders since the beginning of mankind, helping the judicial systems to distinguish innocent from criminals. Technological advances and the development of knowledge related assisted in the expansion of forensic term as it is known today. But there is still much ground to be explored, as well as improvements in many techniques and methods used, especially in Brazil, where the area of forensic chemistry is still lacking specific work and research.

Key Words: Forensic Chemistry, Mass Spectrometry, Chromatography, Color Test, Drugs of Abuse, Toxicology, Toxic poisoning.

1 INTRODUÇÃO

A química forense pode ser definida como a aplicação de conhecimentos químicos em auxílio à justiça na resolução de assuntos de natureza criminosa.

Dentro dessa conceituação, podemos elencar as diversas áreas das quais o trabalho do químico forense é decisivo: perícias policiais, ambientais, trabalhistas, industriais (alimentos e medicamentos), doping esportivo, etc. Cada uma dessas áreas abre um leque de possibilidade para atuação do químico, visto que são vários os tipos de fraudes e contravenções a qual a sociedade é vítima, sendo dever do poder judiciário julgar e condenar tais ações.

Apesar de antiga a idéia de se juntar conhecimentos científicos aos interesses judiciais, a área forense em um todo (o que inclui a química), ganhou grande destaque nos tempos atuais com séries televisivas como *Bones*, *NCIS - Investigações Criminais*, e o mais popular do gênero *CSI (crime scene investigation)*, as quais retratam a rotina de

peritos, desvendando crimes através da ciência. Essa exposição na mídia despertou grande interesse do público, o qual vê a área forense como uma ciência aplicada, diferente daquele estereótipo de que ciência é algo distante, ministrada por um pequeno grupo de cientistas. Tal exposição é tida como positiva, pois atraindo atenções, aumenta o número de interessados por segmentos ligados à química forense, havendo com isso mais estudos e trabalhos divulgados na área, levando assim a sua evolução, principalmente no Brasil onde a realidade, como traz Stefani, as condições de trabalho são precárias, sem suporte financeiro, com técnicas e equipamentos ultrapassados, muito diferentes do cenário retratado em seriados televisivos. Atualmente no Brasil ainda é bem baixa a quantidade de trabalhos publicados na área de química forense, assim como a necessidade de se aperfeiçoar e até mesmo criar técnicas mais precisas, rápidas e sensíveis.

A rotina de um profissional da área de química forense, ao contrário do que se pensa, não se limita a laboratórios, visto que muitas vezes, o trabalho de perícia é realizado em locais externos, onde as condições encontradas são totalmente diferentes de um ambiente controlado. Sendo assim, é essencial que além de seus conhecimentos em analítica e destreza em manipulação dos instrumentos, o perito químico tenha um vasto conhecimento em outras áreas da química (físico-química e orgânica, por exemplo), e também em áreas correlatas, como biologia, física, geologia, criminalística, toxicologia e noções de medicina.

Como existe a necessidade de desenvolver o trabalho de perícia fora de ambientes controlados, fato esse que pode comprometer o futuro de um julgamento, é que o desenvolvimento de técnicas melhores, mais eficientes, baratas, o que inclui também instrumentos e equipamentos, se faz importante.

Drogas de abuso, um dos males que assola populações em todo o mundo, causando dependência e destruindo famílias, são comercializadas amplamente de forma ilegal, sendo muito difícil estancar tais vendas. As forças policiais necessitam de equipamentos de fácil transporte e manuseio, permitindo assim maior êxito nas operações de inibição de tráfico. Nessa primeira fase, a identificação das drogas, como maconha e cocaína, pode ser feito por métodos colorimétricos, que são simples, dando positivo para os materiais em questão. No entanto, numa segunda fase, uma análise mais apurada dos componentes do material apreendido é feito no laboratório, através de equipamentos e técnicas mais refinadas (como a espectrometria de massas), as quais garantem, por exemplo, determinar a origem dos entorpecentes através de impurezas contidas no produto, que difere de uma localidade à outra.

Além das diversas técnicas e equipamentos utilizáveis nas análises de vestígios, o conhecimento em toxicologia (área que estuda as substâncias nocivas à saúde, seus sintomas e efeitos, assim como a quantidade com que tais substâncias agem no organismo) é essencial para casos de intoxicação, envenenamento acidental ou criminoso. Em tais casos, a análise por ser feita com amostras de fluídos orgânicos da vítima, dependendo do contaminante, até mesmo em suas vestimentas.

Dentre os diversos agentes tóxicos, o arsênio é historicamente famoso, por se tratar de uma substância muito utilizada na Idade Média para assassinatos com interesses políticos. Podemos até dizer que as mortes por arsênio foi o precursor da química forense, visto que na época havia uma epidemia destes casos, o qual era muito difícil prevenir, visto que óxido de arsênio, As_2O_3 , é um sólido branco, solúvel, sem cheiro e gosto, e é difícil de ser detectado por análises químicas convencionais, dando a ele o status de óxido do crime perfeito (FARIAS, 2010).

O presente trabalho tem como finalidade apresentar a química forense, assim como algumas de suas aplicações, procurando mostrar sua importância quanto à utilidade como ferramenta no combate a criminalidade.

2 ASPECTO HISTÓRICO

A utilização de conhecimentos científicos em auxílio a questões judiciais teve seu início registrado na antiga Grécia, com certa contribuição da química para assuntos da medicina. Na Roma antiga a química se mostrou decisiva para esclarecer casos de mortes por envenenamento, que tornara corriqueiros, principalmente de figuras públicas. Este foi o primeiro grande indicio de que havia a necessidade de promover conhecimento que auxiliassem a justiça contra tais crimes.

Mathieu-Joseph Bonaventura Orfila, natural da Espanha e crescido na França (1787-1853), considerado o pai da toxicologia, foi também um dos pioneiros na fase moderna da ciência forense. Atuou certa vez como perito em um caso de suspeita de assassinato por envenenamento, o qual conseguiu provar a intoxicação por arsênio recolhendo amostras do corpo exumado da vítima e através de análises que o mesmo não advinha do solo onde o corpo havia sido enterrado. Orfila trabalhou em fazer das análises químicas, uma parte da rotina da medicina forense, havendo estudado os efeitos de asfixia, exumação e decomposição de corpos. De todos seus estudos, Orfila deixou para a ciência forense um *Tratado de Medicina Legal* (FARIAS,2010).

Na mesma época, outra importante figura aparece, o químico inglês James Marsh (1794-1846). O temível arsênio continuava a fazer suas vítimas, pois até então era praticamente indetectável; as análises químicas eram precárias e seus sintomas se assemelhavam aos sintomas do cólera, doença muito comum naquele tempo. Marsh propôs um método de detecção para o arsênio, onde se borbulha sulfeto de hidrogênio em uma solução onde supostamente acredita-se ter o agente intoxicante, onde o positivo se observa quando a solução assume um tom amarelado. Porém tal método não foi considerado confiável pelas autoridades na época, pois não era possível ver o arsênio na forma metálica. Esse desafio fez Marsh desenvolver um teste, o qual leva o seu nome, onde se adiciona zinco metálico e ácido sulfúrico à amostra.

Identificar o agente intoxicante foi uma grande vitória da ciência, porém também se fazia necessário a identificação do criminoso.

Desde os primórdios das civilizações, os homens desenvolveram métodos próprios de identificação daqueles que transgrediam as leis e a ordem. Ações como infringir cicatrizes, tatuagens, marcas e até mesmo mutilações de membros eram utilizadas, que também serviam como inibidores de qualquer infração. Tais métodos foram abandonados em um modo geral com o avanço das civilizações e do reconhecimento de direitos humanos. Porém, não foi abandonado a ideia de identificação humana, e a descoberta de tendências únicas das impressões digitais em cada indivíduo foi tomada como padrão neste intuito. Francis Galton, primo de Charles Darwin, em 1892 publico um livro intitulado “Impressões Digitais”, o qual incluía o primeiro sistema de classificação destas impressões. Surgia a datiloscopia.

A ideia daquilo que estava por trás de um crime e do criminoso por ele cometido sempre foi discutida desde a antiguidade. Nos tempos mais remotos, os crimes eram entendidos como manifestações sobrenaturais, havendo forte ligação com a religião, onde o criminoso apresentava personalidade demoníaca. Essa relação crime e criminoso foi sendo analisada e ganhando novas explicações como: certas características físicas de um indivíduo com a predisposição às ações transgressoras; ao estado mental deficiente,

onde o indivíduo não assimilaria a ordem, a lei; a desorganização social e a pobreza, entre outros.

A criminologia, ou o termo desenvolvido por Hans Gross (1847 – 1915), “criminalística”, é o pensamento moderno a respeito de toda atmosfera em volta ao crime, não somente o estudo dos vestígios concretos materiais do crime, mas também o exame dos indícios abstratos, psicológicos do criminoso, na medida em que esta ciência pode ser distraída da psicologia geral, considerando que a investigação judiciária, para a descoberta do autor de um crime. Gross (que era professor) foi um dos primeiros a compreender a importância de agregar outras diversas áreas do conhecimento (química, física, botânica, toxicologia, geologia, etc) no auxílio à questões judiciais, tendo ele estudado essas diversas áreas para ter uma maior compreensão de suas interligações. Por tais considerações que ele é tido como o fundador da criminologia.

Um dos maiores nomes da ciência forense é Edmond Locard (1877 – 1966), francês, nascido em uma família rica e culta, dedicou sua vida a medicina legal e a estudos de criminalística, devido às formações em medicina e direito, influenciadas por seu pai e sua mãe, respectivamente. Com sua principal ajuda, foi construído o primeiro laboratório científico da polícia em Lyon, o qual levou o nome de Laboratório de Polícia Técnica de Lyon. Locard publicou um tratado de criminalística, e é dele a frase “todo contato deixa um rastro”, enunciada como “princípio da troca”. Tornou-se conhecido pelos seus feitos, e chamado “Sherlock Holmes francês”.

O desenvolvimento das áreas de papiloscopia e datiloscopia, as quais promovem a identificação de impressões deixadas nas cenas dos crimes, a fundamentação da criminologia (que visa o ato criminoso em todas suas partes), a descoberta do luminol (composto que revela vestígios de sangue, reagindo com estes, dando origem a um azul fosforescente) e também o desenvolvimento tecnológico e procedimental, promoveram a aliança definitiva entre ciência e justiça.

3 ALGUMAS TÉCNICAS E EQUIPAMENTOS NA ROTINA FORENSE

3.1 Espectrometria de Massas (MS)

A espectrometria de massas é uma técnica usada para o estudo das massas de átomos, moléculas ou fragmentos de moléculas. Para se obter um espectro de massa, as moléculas no estado gasoso ou espécies dessorvidas a partir de fases condensadas são ionizadas (HARRIS, 2003). Trata-se de uma técnica destrutiva, ou seja, necessita-se de alíquotas das amostras que serão destruídas no decorrer da análise, porém é uma técnica com bastante sensibilidade, sendo amplamente utilizada em diversas aplicações.

A partir do reservatório do sistema de amostragem, moléculas neutras são inseridas no espectrômetro, o qual apresenta feixes de elétrons responsáveis pela ionização dessas moléculas. Placas aceleradoras e de focalização mandam esses íons na direção de um tubo analisador, porém antes passam por um campo magnético, para que pela diferença de suas cargas e massas, sofram diferença na trajetória. O campo separa os íons em um padrão chamado espectro de massas. A leitura dos espectros possibilita conhecer ou comparar com espectros de bancos de dados, a identidade das espécies-problema.

Existem diferentes tipos de espectrômetros, suas escolhas dependem especificamente do tipo de analito que está sendo trabalhado, quanto a sua quantidade e sensibilidade, por exemplo. Uma técnica utilizada pela polícia científica no Brasil, é o Easy Ambient Sonic-spray Ionization Mass Spectrometry (EASI-MS), desenvolvida por uma equipe do Instituto de Química da Universidade de Campinas (UNICAMP)

(BRITO, 2010). No EASI-MS o processo de ionização é feito por um spray (metanol acidificado) sônico, não havendo a necessidade de alta voltagem (fonte de elétrons), nem alta temperatura. O spray sônico passa por um tubo, arrastado por ar comprimido, atingindo assim a amostra, onde ocorre uma dessorção e sua ionização. Tais íons são transferidos para o espectrômetro de massa, para que ocorra a identificação das espécies. A técnica EASI-MS está ganhando muito espaço devido ao seu simples procedimento e também por ser considerada uma técnica não destrutiva. A técnica pode ser utilizada na identificação de drogas ilícitas e na análise de documentos falsificados, por exemplo.

3.2 Cromatografia

A cromatografia é um método físico-químico de separação. Ela está fundamentada na migração diferencial dos componentes de uma mistura, que ocorre devido a diferentes interações (DEGANI et al. 1998). De um modo geral, a separação por cromatografia se deve uma fase estacionária e uma fase móvel, onde passa a mistura, havendo interações diferentes entre seus componentes (soluto) com as respectivas fases. A fase estacionária é fixa (se a separação for feita em coluna, a fase estacionária fica fixada a coluna), sendo um material poroso, sólido ou líquido viscoso. Já a fase móvel pode ser líquida ou gasosa, a qual se move através da coluna.

Os diferentes tipos de cromatografia se devem aos diferentes tipos de interações possíveis entre os solutos e as fases estacionárias e móveis, podendo ser realizadas em uma coluna ou de forma planar. A cromatografia líquida se dá quando a fase móvel é líquida, enquanto a fase estacionária é sólida, havendo interação soluto-fase estacionária, como na cromatografia de adsorção, onde um soluto tem mais facilidade em ser adsorvido por poros na fase estacionária, levando mais tempo para se deslocar. A cromatografia gasosa se dá quando a fase móvel é gasosa, enquanto a fase estacionária é líquida ou sólida. A fase móvel é um gás de arraste, o qual leva os componentes da mistura analisada (no estado gasoso), e a fase estacionária exerce atração sobre um dos componentes, retardando o tempo de eluição e promovendo assim a separação das espécies.

Através do cálculo do tempo de retenção de um determinado analito sobre um determinado tipo de cromatografia, é possível comparar e chegar à identidade da espécie presente na mistura analisada. Existe a possibilidade também da junção dos cromatógrafos e de espectrômetros, os quais juntos potencializam o trabalho, levando a resultados mais rápidos nas análises realizadas.

3.3 Testes Colorimétricos

O uso de teste de cor talvez seja a forma de análise mais comum e utilizada para se determinar a presença de certa substância em uma amostra, se tratando unicamente de uma técnica qualitativa.

Devido ao baixo custo de reagentes, fácil reprodução, a qual por uma reação química simples revela resultados que podem ser interpretadas a olho nu, as técnicas colorimétricas ainda hoje são utilizadas largamente em rotina de laboratórios de química analítica. Até mesmo quem não é químico por formação pode utilizar os testes de cor sem larga experiência, como o exemplo de policiais em procedimentos de rotina, na busca de substâncias ilícitas, sem a necessidade de um laboratório.

O desenvolvimento de uma cor pode indicar a presença de uma droga ou de uma determinada classe de drogas. Uma vez que mais de um composto pode dar o mesmo

resultado, os testes de cor não são específicos e não identificam conclusivamente a presença de um composto (LINCK, 2008). Devido a esse fato, o uso do teste colorimétrico entra como uma técnica primária, servindo para identificar a presença do possível grupo alvo na amostra, para posteriormente passar por uma técnica analítica mais sofisticada, determinando o teor e a composição da amostra problema.

4 APLICAÇÕES DA CIÊNCIA FORENSE

A rotina forense, como já citado, não se restringe apenas a laboratórios e a ocorrências policiais, sendo essas apenas uma parte do vasto ramo de aplicação dos conhecimentos forense. Os serviços de um perito podem ser solicitados em perícias ambientais, onde este avaliará possíveis danos causados por pessoas ou empresas, perturbando o equilíbrio e a preservação do meio ambiente; perícias industriais, avaliando o espaço físico, equipamentos e condições de trabalho, ou então sobre os produtos ali fabricados, se há riscos para trabalhadores e consumidores; na análise de vestígios deixados pelo disparo de armas de fogo, os quais são expelidos na combustão da carga explosiva contidas nos cartuchos que compõe as munições das armas (OLIVEIRA, 2006).

A seguir serão apresentadas duas aplicações da química forense em contribuição ao sistema judiciário: a identificação de drogas ilícitas e casos de envenenamento por arsênio.

4.1 Identificações de drogas ilícitas

As drogas ilícitas, que trazem prejuízo à saúde de seus usuários, causando-lhes dependência e por vezes morte, são comercializadas amplamente de forma ilegal, sendo muito difícil estancar tais vendas. “Este consumo reflete não só na saúde, no convívio familiar e social, como também movimentam milhões por ano, consistindo em um mercado financeiro ilícito não só no Brasil, mas em muitos outros países também. Também há que se considerar que indivíduos usuários de drogas certamente são mais suscetíveis à prática de crimes, tanto devido ao fato de geralmente ficarem racionalmente afetados quando do uso da droga, quanto por necessidade de angariar fundos para a manutenção do vício” (OLIVEIRA, 2009). Técnicas de identificação de tais drogas, que não exijam equipamentos complexos e que sejam de fácil aplicação, se tornam cada vez mais necessárias no combate ao tráfico de entorpecentes no Brasil e no mundo.

A luta da polícia contra o tráfico é difícil, visto que muita gente morando na linha da pobreza encontra seu “ganha pão” na venda de substâncias ilícitas, e o crescente número de usuários faz do tráfico uma atividade rentável.

Na ação diária, é imprescindível que a polícia use de métodos simples e eficazes, havendo assim maior rapidez em tomada de decisões e execução do trabalho. Potencializar o trabalho garante também uma maior inibição quanto aos atos de infração, porém também é necessário haver leis mais rigorosas que tratem dos criminosos.

Os usuários de drogas tendem a desenvolver alguns problemas de saúde e psicológico, além de sofrerem risco de morte. Dentre os diferentes tipos de drogas ilícitas, suas classificações são dadas a partir dos efeitos causados nos usuários. A cocaína, compostos anfetamínicos são substâncias classificadas como estimulantes do

sistema nervoso central, utilizadas muito em festas, com a finalidade de aumentar a euforia, a capacidade física e bem-estar; já substâncias como maconha, LSD, mescalina, ecstasy são classificadas como perturbadoras do sistema nervoso, que causam efeitos psicodélicos e alucinógenos, buscadas por pessoas que desejam fugir da realidade, a fim de experimentar novas sensações. Há também as substâncias classificadas como depressoras do sistema nervoso central, como o álcool (não considerado ilícito), inalantes, opiáceos e calmantes.

Todas as substâncias consideradas ilícitas devem ser combatidas pelo poder judiciário, visto o problema social que por elas são desencadeados. Para cada uma delas, existem técnicas e métodos de detecção e determinação próprio, utilizados pelos peritos. Algumas características da maconha e da cocaína, assim como algumas técnicas utilizadas em suas identificações, são citadas abaixo.

4.1.1 *Maconha*

A maconha é um psicoativo, que provoca alterações mentais, produzida a partir da planta *Cannabis Sativa*. A maconha contém cerca de 400 substâncias químicas, porém o responsável pelo psicoativo é o THC (delta-9-tetraidrocanabinol). A maconha é usualmente fumada em forma de cigarros ou em cachimbos, porém pode ser misturada a comida ou feito chá da planta. Quando fumada, o THC passa pelos pulmões e cai na corrente sanguínea, que transporta a substância química para os órgãos, inclusive ao cérebro. No cérebro, O THC se conecta a sítios chamados receptores canabinoide nas células nervosas e influencia a atividade dessas células. Pressão, memória, concentração, percepção sensorial e de tempo, podem ser afetados com seu uso (DEA, 2012).

Para uma análise, prévia se for o caso de uma ação policial, testes de cor podem ser utilizados na identificação da maconha. Alguns métodos são conhecidos, como a reação de Beam, o qual a amostra é tratada com uma solução etanólica de hidróxido de sódio (básica), se a amostra contiver canabidíol, uma coloração vermelho-violácea será apresentada. Alternativamente, pode-se empregar a solução alcoólica ácida (com ácido clorídrico), que fará da solução contendo maconha apresentar coloração vermelha (FARIAS, 2010). O teste de Duquenois-Levine também é largamente utilizado, preparado utilizando etanol, acetaldeído e vanilina. Adiciona-se o reagente junto à amostra em um tubo de ensaio, o qual é agitado, e em seguida, adicionando ácido clorídrico. A cor púrpura é o positivo para a presença de canabinoides.

Ambos os testes citados são exemplos de reagentes de baixo custo, de fácil aplicação e que dão bons resultados. A composição do material, apreendido após a identificação pelas técnicas colorimétricas, pode ser analisada por espectrômetro de massa, o qual permite a análise mais detalhada das substâncias presentes no material. Por esse detalhamento, é possível até mesmo descobrir a origem da droga, visto que cada organização criminosa faz o preparo utilizando certos padrões e substâncias diferentes.

4.1.2 *Cocaína*

Da *Erythroxylum coca Lamarck*, arbusto nativo em alguns países andinos, principalmente Peru, Bolívia e Colômbia, é que se encontra o mais conhecido entre os alcaloides, a cocaína (benzoilmetilecgonina) (FARIAS, 2010). Como traz o DEA, a cocaína produz uma intensa euforia no usuário, havendo grande potencial de dependência. Cocaína em pó pode ser aspirada ou injetada nas veias após dissolução em água. A intensidade do efeito eufórico após seu uso depende de quão rápido a droga

atinge o cérebro, dependendo também da dose e do método utilizado para o abuso. Quando injetada, a cocaína atinge o cérebro em segundos, resultando num rápido início dos efeitos, até atingir um estágio conhecido como “pico”. Por outro lado, a euforia causada pela droga inalada é menos intensa e não acontece rapidamente, devido ao lento acúmulo da droga no cérebro. O grande perigo é que o usuário desenvolve uma tolerância à droga, sendo necessário consumir doses cada vez maiores para se atingir o efeito esperado. Os efeitos de overdose incluem agitação, aumento de temperatura do corpo (febre), alucinações, convulsões e morte.

A cocaína pode ser submetida a teste de cor, como ao teste de Scott (tiocianato de cobalto). A coloração azul indica a presença da droga. O reagente de Reichard também pode ser empregado na identificação de cocaína, sendo preparado com a dissolução de β -naftol em hidróxido de sódio. Essa solução em contato com a amostra contendo cocaína também apresentará coloração azul como positivo.

4.2 Envenenamento por Arsênio

Em casos de envenenamento, as técnicas analíticas recorrem ao auxílio da toxicologia. Segundo Brito (1998), existem várias definições para toxicologia, como o ramo da ciência que estuda as substâncias nocivas à saúde, suas ações, seus sintomas, seus efeitos e seus contravenenos. Para veneno, define-se como qualquer substância biologicamente ativa, que mesmo em pequenas quantidades, se introduzida no organismo e absorvida, pode causar sérios distúrbios à saúde, inclusive a morte. Continuando em suas definições, Brito afirma que todas as substâncias da natureza podem atuar como tóxicos, porém, nem todas devem ser consideradas como tal, dependendo da quantidade e se foram absorvidas. Assim, conclui que toxicologia se preocupa com agentes tóxicos, que mesmo em pequeníssima quantidade, pode provocar distúrbios orgânicos.

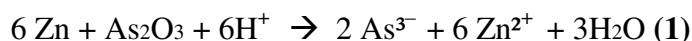
Desde épocas mais remotas, o homem utiliza seus conhecimentos sobre o efeito tóxico de vegetais, animais e minerais, a fim de empregá-los como armas sobre outros homens e até mesmo animais perigosos. Uma série de substâncias foi usada historicamente em uma dada época, com tais fins de aniquilamento. Uma substância muito utilizada para se obter poder político obteve um destaque histórico, o arsênico. Algumas personalidades ficaram marcadas graças a suas práticas de envenenamento: Nero, em Roma, que envenenou Cláudio (sucessor ao trono), uma mulher de nome Toffana, qual preparava cosméticos contaminados com arsênico, Kalpurnium, que eliminava suas amantes, porém a notoriedade é de Lucrecia Borgia, vinda de uma família com histórico de trapaças e assassinatos por poder político, eliminou várias pessoas através do arsênico. (BRITO, 1998).

O arsênio é um elemento químico pertencente ao grupo 15 (ou família 5A) da tabela periódica, apresentando número atômico 33 e valor de massa atômica 74,92u, sendo encontrado na forma sólida. É considerado um metal pesado, ocorrendo de maneira natural na crosta terrestre. Quando na forma metálica, tem aspecto acinzentado, podendo ser encontrado combinado ao oxigênio, hidrogênio, enxofre e cloro. O arsênio é utilizado em produção de cobre e outros metais, tintas e corantes, pesticidas, herbicidas, conservante de couro e madeira, entre outros. O uso em herbicidas, como traz Skoog et al. (2005), o arsênio reage com grupos sulfidrílicos (S-H), como o aminoácido cisteína presente em enzimas das plantas, havendo uma ação inibidora da enzima, matando a planta. Tais efeitos químicos também ocorrem em animais.

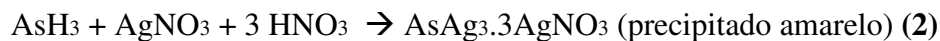
Como já citado, o envenenamento por arsênio era muito utilizado por suas características indetectáveis e seus sintomas ser semelhantes ao do cólera, mas a partir de 1836, quando o químico James Marsh concebeu um método forense para se poder detectá-lo, a utilização criminosa do arsênico diminuiu consideravelmente.

Teste de Marsh como ficou conhecido, é um método muito útil ainda hoje, utilizado na identificação do arsênio, sendo o procedimento descrito a seguir.

Zinco metálico e o ácido sulfúrico são adicionados a amostra em que há suspeita da presença de arsênio. Se este estiver na forma de óxido (As_2O_3), o zinco entra como agente redutor sobre o arsênio, conforme a equação:



Os ânions formados do arsênio reagem com o hidrogênio liberados pelo ácido sulfúrico formando uma espécie gasosa, a arsina (AsH_3). Nesse ponto, o gás pode ser submetido a alguns processos para a determinação do arsênio. Um dos procedimentos adotados é submeter o gás a um papel reativo, como o papel de nitrato de prata (AgNO_3), onde há a formação de um composto intermediário de cor amarela e numa segunda etapa, há a redução até a prata metálica (cor escura):



Passando por um tubo aquecido a arsina formada na equação (1), esta sofrerá uma decomposição, liberando o gás hidrogênio, obtendo o arsênio em sua forma metálica. O arsênio deposita-se formando uma espécie de filme, o qual leva o nome de “espelho de arsênio”, sendo proporcional a quantidade de arsênio obtida na amostra.

Como traz Barra et al. (2000), o emprego da espectrometria de massa junto a cromatografia são os métodos mais confiáveis e utilizados para a determinação de amostras com arsênio, devido a sua grande sensibilidade (podendo detectar rastros do elemento) e a separação dos vários componentes da presentes em uma amostra, que possam vir interferir na análise.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de conhecimentos científicos, em especial conhecimentos químicos, como ferramenta decisiva na investigação de questões referentes ao judiciário vem sendo retratada há tempos e a evolução de tais conhecimentos selou essa união de forma definitiva. Isso também se deve a clareza com que métodos e técnicas atuais chegam a resultados em suas análises, assim como o dever ético do poder judiciário em julgar de maneira a não prejudicar inocentes e beneficiar criminosos.

O conhecimento forense traz consigo o papel inibidor, importante no que tange a manutenção de uma sociedade livre de questões que ferem o direito de cidadãos (lembrando que sua aplicação é muito mais ampla do que ocorrências policiais), reforçando a ideia de que não há crime sem solução.

Existe no Brasil uma necessidade de divulgação e ampliação de trabalhos científicos na área de química forense, visto que ainda é escasso o número de materiais consultáveis a respeito desse tema. A ampliação de pesquisas na área implica em um maior desenvolvimento de técnicas e métodos analíticos (como os testes de cor, por

exemplo) específicos para tratar de vestígios reportados como provas de um possível crime, facilitando o trabalho empregado por peritos e agentes de campo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Marcos Elias Cláudio. PASQUALI, Luiz. *Histórico dos processos de identificação*. Disponível em: <http://www.papiloscopistas.org/historico.doc> Acesso em 17/10/2012

ALBERICI, Rosana Maria. *Técnicas de Dessorção e Ionização a Pressão Atmosférica*. EASI- Ionização Ambiente por Sonic-Spray. Disponível em: <http://www.espectrometriademassas.com.br/capitulos/assuntos/assunto.asp?codcapitulo=15&codassunto=32&numero=4> Acesso em: 19/10/2012.

BARRA, Cristina Maria. et al. *Especiação de Arsênio*. Química Nova, vol.34, nº1. São Paulo, 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422000000100012. Acesso em: 13/10/2012.

BRITO, Dilermando Filho. *Toxicologia Humana e Geral*. 2 ed. Rio de Janeiro-RJ: Atheneu, 1998.

BRITO, Marcelo. *Arma contra Fraudadores*. **Correio Braziliense**. Brasília, 07/06/2012. Ciência e Saúde. Disponível em: http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2010/06/07/interna_ciencia_saude,196376/index.shtml Acesso em: 29/10/2012

DEA. Drug enforcement administration. *Drug facts sheet Marijuana*. United States: Department of justice 2012 Disponível em: http://www.justice.gov/dea/druginfo/drug_data_sheets/Marijuana.pdf Acesso em: 17/09/2012.

DEA. Drug enforcement administration. *Drug facts sheet Cocaine*. United States: Department of justice 2012 Disponível em: http://www.justice.gov/dea/druginfo/drug_data_sheets/Cocaine.pdf Acesso em: 17/09/2012.

DEGANI, Ana Luíza G. et al. *Cromatografia Um Breve Ensaio*. Atualidades em Química - Química Nova na Escola. nº 7. 1998.

FARIAS, Robson Fernandes de. *Introdução à química forense*. 3 ed. Campinas-SP: Átomo, 2010.

HARRIS, Daniel C. *Análise Química Quantitativa*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

ICP. Instituto de Criminalística do Paraná. Disponível em: <http://www.ic.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=5> Acesso em: 14/10/2012.

LINCK, Daiane de Lima Huffell. *Métodos Colorimétricos de Identificação de Drogas de Abuso*. Originalmente apresentado como trabalho de conclusão de curso, Novo Hamburgo-RS. Centro Universitário Feevale, 2008. Disponível em: <http://ged.feevale.br/bibvirtual/Monografia/MonografiaDaianeLinck.pdf>. Acesso em: 10/09/2012.

MARSH, James. "Account of a method of separating small quantities of arsenic from substances with which it may be mixed". *Edinburgh New Philosophical Journal* **21**: 229–236. 1836. Disponível em: http://archive.org/stream/edinburghnewphil21edin/edinburghnewphil21edin_djvu.txt Acesso em: 10/10/2012.

OLIVEIRA, Marcelo Firmino de. *Química forense: A utilização da Química na Pesquisa de Vestígios de Crime*. Química Nova na Escola, nº 24. 2006. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/ccd2.pdf> Acesso em: 29/10/2012

OLIVEIRA, Marcelo Firmino de, et al. *Análise do teor de cocaína em amostras apreendidas pela polícia utilizando-se a técnica de cromatografia líquida de alta eficiência com detector UV-Visível*. Eclét. Quím. 2009, v.34, n.3, p.77-83. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46702009000300008&lng=pt&nrm=iso Acesso em: 21/08/2012.

ROMÃO, Wanderson. et al. *Química forense: perspectivas sobre novos métodos analíticos aplicados à documentoscopia, balística e drogas de abuso*. Química Nova vol 34 nº 10. São Paulo. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422011001000005&lang=pt. Acesso em: 20/10/2012.

SKOOG, Douglas A. et al. *Fundamentos de química analítica*. Tradução 8 ed. norte-americana. São Paulo-SP: Thomson, 2005.

STEFANI, Valter. *Ciência que desvenda crimes*. FAPESP, 2006. Disponível em: <http://quimicaforense.com.br/> Acesso em: 15/08/2012.

ZENTENO, Gabriela Valdebenito. *Química forense: química analítica aplicada a la criminologia*. Disponível em: <http://br.librosintinta.in/biblioteca/ver-pdf/www.ciencia-ahora.cl/Revista19/01QuimicaForense.pdf.htx> Acesso em: 02/08/2012.