

Química Forense: a Ciência e sua Importância para a Sociedade

Forensic Chemistry: Science and its Importance for Society

Caio Delano Couto Santos^a; Carlos Henrique Barbosa Sabino^a; Caroline Ramos Pereira^{*a}; Thauany Oliveira Queiroz^a; Francisco José Mininel^b

^aUniversidade Brasil, curso de Engenharia Química. SP, Brasil.

^bInstituto de Química, curso de Engenharia Química. SP, Brasil.

*E-mail: caroline.pereira71@etec.sp.gov.br

Resumo

A finalidade desse trabalho é a revisão literária técnica, com intuito de exemplificar e pormenorizar os principais campos aplicáveis na Química Forense cujo compromisso é a resolução de qualquer tipo de ambiente criminal; evidenciando também a origem e descoberta das Ciências Forenses, assim como a relevância da aplicabilidade dessas técnicas analíticas na solução em ambientes de crimes. A metodologia adotada neste artigo consiste na seleção de quatro periódicos originais que descrevem os principais métodos investigativos em Química Forense, tais como, Análise de Drogas de abuso, Balística Forense, Datiloscopia Forense, Documentoscopia Forense e a Quimiluminescência. O trabalho de revisão evidenciou que 75% dos periódicos selecionados abordaram técnicas e estudos envolvendo as Análises de drogas de abusos (Toxicologia) e a Balística Forense, enquanto 50% dos artigos discorreram sobre a Datiloscopia Forense, Quimiluminescência e Documentoscopia. Dessa forma, revisitamos o tema e, através das informações alcançadas via livros, internet e revistas, pode-se inferir a significância que a Química Forense possui nas elucidações criminais. Os estudos nessa área são de extrema importância em tempos onde o índice criminal tem aumentado de maneira gigantesca e significativa, atingindo as cidades de todos os países e continentes.

Palavras-chave: Investigativo. Elucidação Criminal. Balística. Toxicologia. Crime.

Abstract

The purpose of this work is the technical literary review, in order to exemplify and detail the main fields applicable in Forensic Chemistry whose commitment is the resolution of any type of criminal environment; also evidencing the origin and discovery of forensic sciences, as well as the relevance of the applicability of these analytical techniques in the solution in crime environments. The methodology adopted in this article consists of the selection of four original journals that describe the main investigative methods in Forensic Chemistry, such as Abuse Drug Analysis, Forensic Ballistics, Forensic Tyloscopy, Forensic Documentscopy and Chemiluminescence. The review study showed that 75% of the selected journals addressed techniques and studies involving drug analysis of abuse (Toxicology) and Forensic Ballistics, while 50% of the articles discussed Forensic Tyloscopy, Chemiluminescence and Documentscopy. Thus, we revisit the theme and, through the information obtained via books, internet and magazines, one can infer the significance that Forensic Chemistry has in criminal elucidations. Studies in this area are extremely important in times where the criminal index has increased in a gigantic and significant way, reaching the cities of all countries and continents.

Keywords: Investigative. Criminal Elucidation. Ballistics. Toxicology. Crime.

1 Introdução

Nas últimas décadas, um dos desafios que a sociedade moderna vem enfrentando é a questão da segurança pública. Segundo Observatório de Segurança Pública (2021), temas como alto índice da criminalidade tornou-se alvo de alerta e debates para esferas judiciais e sociais. Nessa perspectiva, são necessários subterfúgios que auxiliam nas elucidações dos crimes.

Segundo Delmanto (2000), o crime sobre um conceito analítico pode ser definido como “a violação de um bem jurídico penalmente protegido”, ou seja, o crime trata-se de um fenômeno social antijurídica que impossibilita o desenvolvimento da sociedade de forma segura. Nesse contexto, a ideia de solucionar qualquer atividade delituosa de interesse legal é fundamentada na ciência forense.

Conforme Sallit (2018), a ciência forense é um conhecimento que abrange diversos campos interdisciplinares como a área de humanas, biológicas ou exatas, porém no âmbito nacional são métodos restritos da União e das Polícias Científicas dos Estados, manuseada apenas pelos especialistas criminais (Peritos). Dessa forma, dentre as inúmeras áreas que compõe a ciência forense destaca-se a Química forense, cujo objetivo principal é desvendar crimes.

Partindo de um pressuposto, surge o químico britânico James Marsh (1794-1846), que desenvolveu a primeira técnica de identificação da substância (adição de ácido sulfúrico e zinco metálico na amostra). (JENSEN, 2014)

De acordo com Branco (2005), a Química forense é um conhecimento que permite por meio de técnicas analíticas, determinar e classificar elementos e substâncias detectados

nos locais de crimes. Dessa forma, trata-se de uma ferramenta fundamental para produção de provas materiais para as investigações criminais

De acordo com Tochetto (2015), balística forense é universalmente utilizada para a análise e a identificação das armas de fogo, dos projéteis, dos explosivos e de todos os elementos que os envolve. Dessa forma, o estudo permite identificar o tipo de arma, o autor do crime, à distância e direção do disparo e analisar toda a natureza do crime por meio dos vestígios de substância deixada no local, como a pólvora.

Com o objetivo de analisar e descrever os efeitos causados pelos disparos com armas de fogo, a Balística Forense foi dividida em Balística Interna, Externa e de Efeitos. A Balística Interna ou interior estuda a estrutura, mecanismos e funcionamentos da arma de fogo, o tipo de material usado na sua fabricação assim como, a sua resistência às pressões desenvolvidas no momento do tiro. Além disso, este ramo da balística descreve as técnicas do tiro (GOBI, 2015).

No caso da Balística externa ou exterior, é estudada a trajetória do projétil, desde a saída da boca do cano da arma até a sua parada final, chamada de repouso, verificando também as condições do movimento, velocidade inicial do projétil, sua forma, massa, superfície, resistência do ar, a ação da gravidade e os seus movimentos intrínsecos. Por último, a Balística dos efeitos, terminal ou de ferimento, estuda os efeitos gerados pelo projétil desde que abandona a boca do cano até atingir o alvo (TOCHETTO, 2015).

Sabe-se que todos possuem uma identidade (sinais, marcas e caracteres que, em conjunto, individualizam determinada pessoa, coisa ou animal, diferenciando-o dos demais). Esse processo de identificação vem sendo estudado e novos métodos de identificação foram aprimorados, tornando-se capazes de individualizar alguém com exatidão. Dentro do estudo de identificação, encontramos a papiloscopia, método de identificação empregado sobre impressões papiloscópicas (ciência responsável pela identificação humana através das papilas térmicas encontradas nas palmas das mãos e dos pés), que por sua vez, se subdivide em: datiloscopia, quiroscopia e pedoscopia (ZANELLA, 2015).

Salienta-se que o papiloscopista é o profissional que se dedica a identificação civil e criminal, através da coleta, classificação, análise e comparação de impressões dactiloscópicas; executando também a comparação técnica de outras impressões papilares (tipos de digitais) (LETIERI, 2018). Ademais, segundo Zanella (2015), a Quiroscopia é o processo de identificação humana por meio das impressões da palma da mão, podendo ser classificada em três regiões: ténar, hipoténar e superior.

As impressões podem ser visíveis, ocasionadas pelas cristas papilares untadas de substâncias corantes (pós, tintas, sangue) e invisíveis ou latentes, produzidas pela secreção dos poros sudoríparos que umedecendo as cristas papilares e,

para serem analisadas precisam ser submetidas a processo de revelação com reativos apropriados e impressões modeladas feitas pelo desenho digital pressionado em certos materiais: massa de vidro, argila, parafina, etc. (RIBEIRO, 2018)

Existem também, os elementos que compõe uma impressão digital: linhas pretas (retrata mais cristas papilares dos desenhos digitais); linhas brancas (representam os sulcos interpapilares dos desenhos digitais); pontos brancos sobre as linhas pretas (representam os poros sudoríparos presentes nas cristas papilares); linhas albedatiloscópicas (são linhas brancas que não acompanha, mas linhas pretas das cristas papilares, ao contrário provocam interrupções das cristas em vários sentidos) (RIBEIRO, 2018).

De acordo com Louredo (2016) um elemento fundamental na identificação das impressões digitais são as linhas diretrizes. O datilograma apresenta três sistemas de linhas perfeitamente caracterizados e limitados por linhas chamadas “Diretrizes”, excetuando-se o Arco, que apresenta apenas dois sistemas, o marginal e o basilar; sistema nuclear (formado pelas linhas centrais de uma impressão que são envolvidos pelas linhas diretrizes); sistema marginal (situado na parte superior da impressão); e o sistema basilar (situado na parte inferior da impressão).

Tem-se ainda o delta, que é considerado o primeiro obstáculo diante ou o mais próximo da área de divergência das linhas diretrizes. O encontram-se, quase sempre, entre os três sistemas. É pela presença ou ausência do delta em uma impressão digital, que são determinados os quatro tipos fundamentais. A ausência de delta classifica a impressão como “Arco”. A presença de um delta a direita do observador define a impressão como “Presilha interna”. A presença de um delta à esquerda do observador caracteriza a impressão como “Presilha externa”. A presença de dois deltas, um à direita e outro a esquerda do observador determina a impressão como “Verticilo” (RIBEIRO, 2018).

Segundo Costa (2010), a Datiloscopia em consonância com a Química Forense permite identificar impressões digitais visíveis e não visíveis por meio de técnicas que envolvem substâncias químicas, como pó (negro-de-fumo, carbonato de chumbo, óxido de ferro, dióxido de manganês, e óxido de titânio), ninidrina, vapor de Iodo ou Nitrato de Prata, ou seja, torna o trabalho pericial exato e eficaz.

Conforme a Lei Federal nº 12.527/2011, previsto no artigo 4º (inciso II), o documento pode ser definido como “unidade de registro de informações, qualquer que seja o suporte ou formato”. Dessa forma, segundo o Dicionário Brasileiro de Terminologia Arquivística o documento pode ser classificado segundo o seu gênero, como textual, audiovisual, pessoal, digital ou oficial.

Segundo Rangel (2004), as elucidações criminais são dependentes da autenticidade dos documentos de qualquer espécie. Nessa perspectiva, surge a Documentoscopia Forense, ciência que objetiva analisar a presença e falsificação/

ilegitimidade nos documentos com fins jurídicos, a fim de julgar qualquer indivíduo que infringir o Código do Processo Penal (CPP).

A Toxicologia Forense é um dos ramos da Química forense que objetiva as resoluções criminais e a promoção da justiça criminal. De acordo com Rangel (2004) adeptos aos conceitos de Martini (2014), a Toxicologia forense é uma ciência cuja finalidade é quantificar e analisar as substâncias tóxicas relacionando com os métodos legais.

Os especialistas criminais utilizam o estudo de toxicologia para gerar provas materiais que posteriormente serão utilizadas para elucidação do crime. Nesse sentido, evidencia a capacidade do estudo em identificar e rastrear as drogas de abuso de caráter lícitas (álcool, anfetaminas, remédios, etc.) e ilícitas (maconha, cocaína, *crake*, *ecstasy*, dentre outros mais) (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014).

O método que se vulgarizou a Química forense foi o descobrimento da técnica de quimiluminescência. De acordo com Albertin et al. (1998) o Luminol é uma técnica de quimiluminescência que permite a visualização de manchas de sangue nas superfícies mesmo que limpas nos locais de crimes, essa visualização é possível devido à presença de Fe^{2+} , que está contido no grupo heme da hemoglobina e age como catalisador na reação de luminol, dessa forma, a reação promove a emissão de luz fluorescência permitindo a identificação do sangue. Dessa forma, a Figura 3 representa a estrutura da hemoglobina.

Em síntese, a Química Forense é um dos procedimentos padronizados na Cadeia de custódia, que segundo a Lei nº 13.964 pode ser definido como um documento cronológico (sequencial), que objetiva analisar, controlar e identificar evidências objetivando a solução do crime.

Frente ao panorama exposto, o artigo tem como objetivo analisar as produções científicas de cunho nacional desenvolvidas entre 2011 a 2020 discorrendo sobre a Química Forense e seus principais métodos investigativos enfatizando sua importância para elucidações criminais.

2 Material e Métodos

O artigo de revisão sistemática referente à Química

Forense e seus aspectos investigativos desenvolveu-se por meio de uma revisão sistemática, de forma que as informações foram identificadas, selecionadas e avaliadas a partir da concepção de uma pergunta: qual é o conhecimento científico já existente sobre a Química Forense e quais são os principais métodos investigativos para elucidação criminal?

A revisão fundamentou-se em bases de dados eletrônicas como *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e a seleção de inclusão e exclusão dos artigos seguiu-se uma ordem: leitura dos resumos e das palavras-chaves e o estudo na íntegra, dessa forma, a amostra final para o estudo foi constituído de quatro artigos originais, atualizados e publicados entre os anos de 2011 a 2020.

Após a avaliação criteriosa dos artigos, elaborou-se um quadro sinóptico como uma forma de organizar todos os dados coletados, como autores, ano de publicação, principais objetivos, resultados e conclusões.

3 Resultados e Discussão

O artigo de revisão sistemática objetiva discorrer sobre o papel da Química Forense nas elucidações criminais a partir de técnicas investigativas, como a Balística forense, Datiloscopia Forense, Documentoscopia Forense, Análises de Drogas de abusos (Toxicologia Forense) e a Quimiluminescência Forense.

A fim de validar a temática selecionou-se quatro periódicos originais e publicados entre 2011 à 2016. Visando facilitar a apresentação, o Quadro 1 reúne os principais dados, destacando o ano, título, objetivos, e os principais resultados/ conclusão.

A Química Forense permite a produção de provas materiais através da identificação criminal (regulamentada pela Lei nº 12.654/2012) as quais possibilitam a consolidação da justiça criminal. Dessa forma, a fim de entender a relação entre a química e a produção de provas criminais esses autores intitulados como Mestrando, Especialistas e Graduandos investigam o comportamento da Química Forense e seu papel na resolução dos crimes.

Quadro 1 - Identificação dos periódicos

Dados do Artigo	Objetivo (s)	Resultados/ Conclusão	Técnicas Investigativas
Química forense: perspectivas sobre novos métodos analíticos aplicados à documentoscopia, balística e drogas de abuso Romão et. al (2011)	Mostrar as principais metodologias atuais, como a documentoscopia, balística forense e drogas de abuso, enfatizando as técnicas de espectrometria	Documentoscopia: espectrometria de massas com técnicas de dessorção/ionização à pressão ambiente como estudos de falsificação de documentos e técnicas como a EASI-MS demonstrando-se mais eficiente que a espectrometria de infravermelho e de Raman. Balística: aplicação da cromatografia líquida ou eletroforese capilar, ademais, a técnica de fluorescência de raios-X como destaque para análise de GSR. Drogas de Abuso: técnicas de ionização em condições ambiente, como a EASI-MS	Drogas de abuso (Toxicologia) Balística Forense Documentoscopia Forense

Continua...

Dados do Artigo	Objetivo (s)	Resultados/ Conclusão	Técnicas Investigativas
Química Forense: Importância na ciência da investigação e na elucidação de crime Cunha (2012)	Discorrer sobre a Química Forense apresentando-a como ferramenta indispensável na ciência da investigação e na elucidação de crimes	O artigo ressalta a importâncias dos testes periciais vinculadas a Química Forense, como técnica de pó para coleta de impressões digitais; a técnica de cromatografia para identificação de drogas de abuso; a quimiluminescência na identificação de sangue e, reações envolvidas no teste de balística como do chumbo	Drogas de abuso (Toxicologia) Balística Forense Quimiluminescência Forense. Datiloscopia Forense
A utilização da Ciência Forense e da Investigação Criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos Sebastiany et al. (2013)	Apresentar alguns módulos didáticos que envolvem atividades experimentais que permitem abordar temas desencadeadores como a Ciência Forense e a Investigação Criminalística.	Nesse trabalho discorreu sobre atividades que auxiliam nas elucidações dos crimes, além do mais destacou-se a importância da ciência forense como mecanismo investigativo, ou seja, nos campos da papiloscopia, sangue, balística exemplificou seu trabalho através de reações, transformações químicas, além de aplicar conceitos matemáticos e físicos.	Balística Forense Quimiluminescência Forense. Datiloscopia Forense
Química Forense e Técnicas utilizadas em resoluções de crimes Ferreira (2016)	Expor algumas das principais técnicas laboratoriais utilizadas na prática diária do perito criminal, em especial na área química forense, sua relevância, bem como aplicabilidade.	A temática aborda métodos investigativos envolvendo a documentoscopia, drogas de abuso e papiloscopia. As técnicas dividiram-se em dois eixos a química orgânica, definindo sobre infravermelhos, Espectrometria de Massas com Ionização por Eletro spray (ESI-MS) e Ionização e dessorção a laser assistida por matriz (MALDI) e, Química Inorgânica, relatando sobre luz ultravioleta; Espectroscopia de Raman; Adsorção atômica e Espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) para construção de provas materiais.	Drogas de abuso (Toxicologia) Documentoscopia Forense

Fonte: Dados da pesquisa.

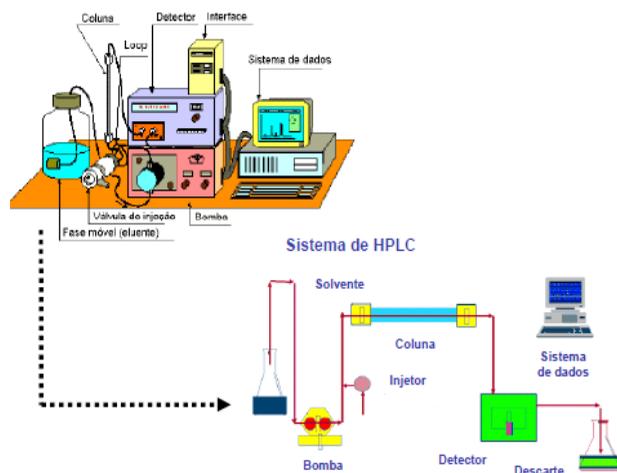
Dos periódicos selecionados, os principais objetivos estão relacionados à identificação e análise das técnicas analíticas relacionadas à Ciência Forense, ademais enfatiza a Química Forense como uma ferramenta indispensável para as investigações criminais. O aspecto metodológico, majoritariamente, desenvolveu-se através da revisão bibliográfica.

Segundo Martini (2014), a Toxicologia Forense é um dos ramos da Química forense capaz de identificar, quantificar e analisar o comportamento das substâncias químicas, observando seus impactos no organismo. Dentre as inúmeras substâncias existentes, a droga de abuso torna-se alvo de debates, portanto, os artigos Química forense: perspectivas sobre novos métodos analíticos aplicados à documentoscopia, balística e drogas de abuso (Romão et. al (2011)), Química Forense: Importância na ciência da investigação e na elucidação de crime (CUNHA, 2012) e Química Forense e Técnicas utilizadas em resoluções de crimes (FERREIRA, 2016) abordam técnicas referente à identificação das drogas de abusos.

Nesse prisma, o (2) discorre sobre a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), ou HPLC (do inglês, *High Performance Liquid Chromatography*) que se trata de uma técnica analítica utilizada nos laboratórios periciais para identificação de substâncias químicas (drogas de abuso), tal análise ocorre devido a capacidade de separação de componentes (móvel e estacionário) e das análises em grande

volume de compostos de forma rápida, seguro e automatizada. Vale frisar que o equipamento é denominado cromatógrafo líquido na qual é constituído de um conjunto de sistemas como representado na Figura 1.

Figura 1 - Sistemas que compõe o cromatógrafo líquido



Fonte: Grubert (2018).

O artigo (1) afirma que a cromatografia líquida de alta eficiência é constituída por coluna cromatográfica, registrador, bomba e detector. O processo tem como objetivo desagregação de macromoléculas, compostos termolábeis e iônicas, na fase móvel são utilizados um solvente que deve apresentar atributos necessários para a técnica, nesta fase o solvente deve

dissolver a amostra sem ter intervenção química, além de apresentar um grau de pureza elevada, para que não se tenha dificuldades na análise.

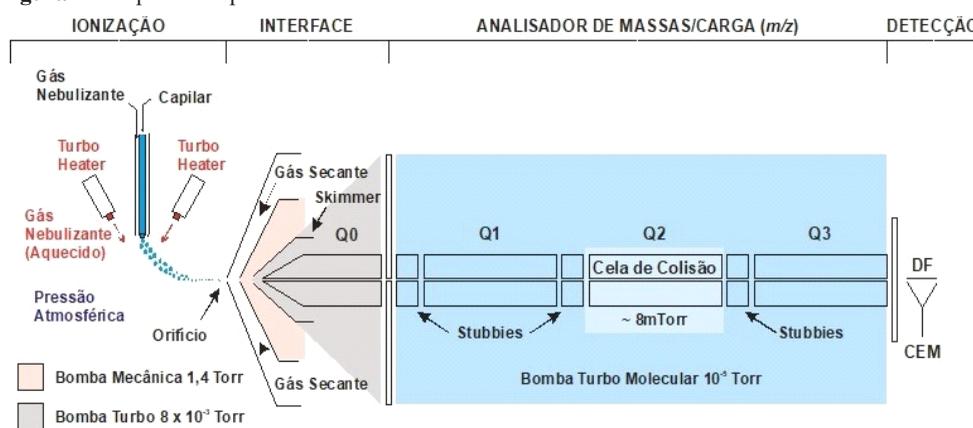
Ademias, o (1) e (4) ressaltam que atualmente a produção de novas substâncias sintéticas faz-se necessário o desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas investigativas. Nesse sentido, os periódicos (1) e (4) destacaram-se o EASI-MS (do inglês, *Easy Ambient Sonic spray Ionization Mass Spectrometry*), trata-se de uma técnica de *screening* que, diferentemente dos métodos convencionais de espectrofotometria de massa, não há necessidade de voltagens, aquecimento ou radiação para produção de íons, apenas do *spray* (solução de metanol) em uma velocidade supersônica, caracterizando um processo mais rápido na identificação de inúmeras classes de drogas apreendidas com frequência nos Departamentos Policiais, como cocaína,

ecstasy e adietilamida do ácido lisérgico (LDS).

Adeptos aos conceitos dos periódicos (1) e (4), a técnica de ESI-MS (do inglês, *Electrospray Ionization Mass Spectrometry*) possui a capacidade de identificar estruturas. O método ocorre mediante a um *spray* eletrostático, na qual a mistura de interesse é encaminhada por um capilar metálico sobre potencial elétrico elevado, possibilitando a formação de gotas carregadas e, após a evaporação do solvente aumenta a densidade das cargas, resultando a explosão coulômbica.

Segundo o (1) a técnica ESI-MS ocorre em três etapas: a produção das gotas, ou seja, com a nebulização da amostra devido à aplicação a voltagem (2-5 kV); a liberação de íons oriundo das partículas (gotas) e, por último, a migração dos íons de uma região de ionização e interface para o alto vácuo do analisador de massas, seguido por um detector. A Figura 2 esquematiza o sistema de ESI-MS.

Figura 2 - Esquema do processo de ESI-MS

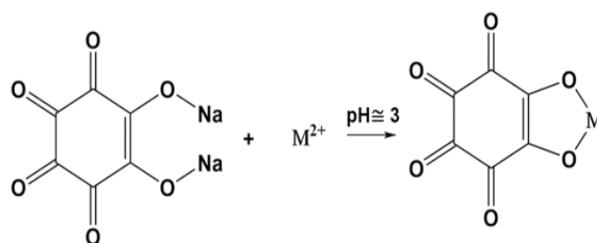


Fonte: Bustillo (2020).

Existem muitas variáveis entre uma arma e o crime, dessa forma, a Balística Forense é uma das ramificações da Química forense com o objetivo de esclarecer toda cena de crime envolvendo porte de armas, ou seja, como identificar o autor do crime, a distância do disparo, além do tipo de arma através da análise do projétil e dos resíduos químicos, como por exemplo, a pólvora.

O periódico (2) adepto aos conceitos do (3) descrevem a técnica de identificação de resíduos, como chumbo (Pb), Bário (Ba) e Estrôncio (Sb) e compostos inorgânicos (nitratos, nitritos, etc.) além dos gases liberados durante a combustão (dióxidos de carbono e enxofre). Nessa perspectiva, surge a residuografia com papel de analisar partículas expelidas pelo projétil por processos físicos e químicos, um caso análogo é a reação química do chumbo, ou seja, após a coleta adiciona-se acidificada rodizonato de sódio e observa-se o resultado (vermelho é positivo para presença de Pb). A Figura 3 demonstra a reação química do chumbo desse sistema.

Figura 3 - Reação química para identificação do chumbo



Onde $M^{2+} = Pb^{2+}$ ou Ba^{2+}

Fonte: PET Químico UFRN (2018).

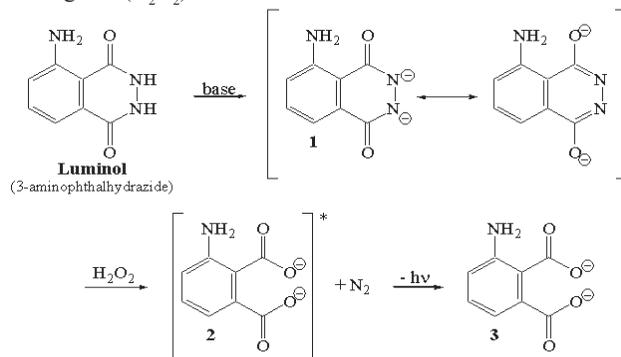
O periódico (1) ressalta que a “munição é objeto mais estudado pela Balística Forense”, portanto, técnicas como Espectrometria de fluorescência de raios-X (XRF), espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), Eletroforese capilar (CE) e cromatografia líquida (LC) são métodos que auxiliam nas análises de resíduos (orgânicos e inorgânicos) presente na arma ou no indivíduo de forma que contemplam as elucidações criminais.

Segundo Franca (2004), a Quimiluminescência Forense

é uma técnica rápida e muito utilizada pelos especialistas criminais para identificação do sangue através de reação de oxidação na presença de um indicador. Isso ocorre porque o sangue é um dos principais vestígios encontrados nas cenas de crimes, portanto, a sua identificação é importante para resolução de atos delituosos/ criminais.

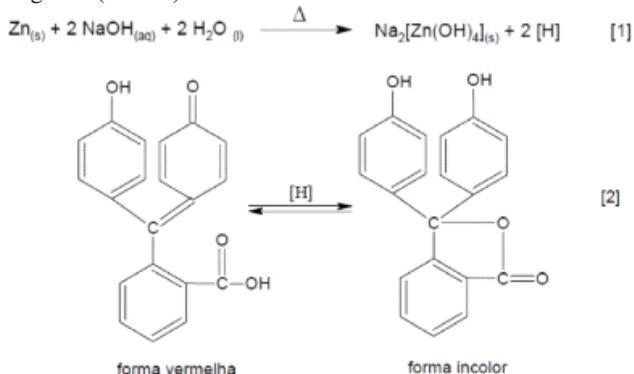
Nesse contexto, o artigo (2) em consonância (3) apresenta dois testes que possibilita a identificação de sangue em locais de crime. O (2) apresenta o teste de Luminol (3-aminofthalhidrazina) altamente sensível permitindo a identificação de manchas de sangues visíveis ou invisíveis, isso ocorre após a oxidação do luminol e a emissão de fótons. O (3) destaca o teste utilizando o reagente Kastle- Meyer, outra técnica de identificação de manchas de sangue, tal fato acontece, pois, a hemoglobina decompõe o peróxido do hidrogênio na presença de oxigênio nascente e água, o indicador, nesse teste, sinaliza a oxidação da hemoglobina. A Figura 4 demonstra a reação química entre o Luminol e o peróxido de Hidrogênio, enquanto a Figura 5 representa a reação Química de Kastle-Meyer.

Figura 4 - Reação química entre o Luminol e o peróxido de Hidrogênio (H₂O₂)



Fonte: Cunha (2012).

Figura 5 - Reação do teste Kastle-Meyer: positivo (vermelho) e negativo (incolor)



Fonte: Sebastiany et al. (2013).

A funcionalidade dos fiscais legais está intrinsecamente ligada à autenticidade de documentos e registros, que muitas vezes estão envolvidos em situações criminais. Dessa forma, os periódicos (1) e (4) destacam técnicas da Química Forense fundamentais para a identificação de indício de ilegitimidade/ falsificação de documentos.

Nessa lógica, o (1) em concordância com o (4) descreve que a técnica de espectroscopia é essencial para a identificação de legitimidade dos documentos, como Microespectroscopia na região do infravermelho por transformada de Fourier, trata-se de uma técnica moderna que relaciona imagem digital com espectroscopia vibracional, ou seja, a medida consiste em um espectro completo por unidade em relação à superfície da amostra.

Somando a isso, os periódicos (1) e (4) enfatiza-se a técnica de Raman criada em 1920 pelo físico Chandrasekhara Venkata Raman (1888-1970), a metodologia fundamenta-se na detecção de estados vibracionais, rotacionais e outros em modo molecular, a fim de se obter a identificação da composição química dos compostos.

Diante do exposto, a Espectroscopia de Raman pode ser utilizada não só na documentoscopia, mas também na identificação toxicológica, em síntese a técnica funciona após a irradiação de um laser monocromático no infravermelho ou no visível sobre a amostra, permitindo a comparação de tintas e cruzamentos de traços e, portanto, é importante para resolução de impasses forenses.

Segundo os periódicos (1) e (4) a técnica de Espectrofotometrias de massas (LDI-MS, MALDI-MS dentre outros mais) é muito utilizado para a verificação da datação de documentos e da veracidade dos mesmos. O LDI-MS (do inglês, *Laser desorption ionization mass spectrometry*) e MALDI-MS (do inglês, *Matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry*) são ferramentas analíticas cuja metodologia está associada à ionização e a dessorção do analito, ou seja, os íons produzidos serão atraídos para o analisador de massas, com isso são classificadas como técnicas essenciais para elucidações de falsificação de documentos.

Majoritariamente as cenas de crimes deixam vestígios, dentre os quais se podem citar as impressões digitais, dessa forma a Datiloscopia Forense é a ciência que busca esclarecer o crime através dos métodos de identificações dedigitais. Dessa forma, os periódicos (2) e (3) discorrem e destacam as técnicas do pó (óxido de ferro, dióxido de manganês, carbonato de chumbo, fluorescente, metálicos e magnéticos) pelo fato de serem as mais utilizadas pelos especialistas criminais, a técnica explica que a interação entre o pó e a impressão ocorre devido as propriedades elétricas promovidas pelas forças intermoleculares, como a de Van der Waals e as ligações de Hidrogênio.

O periódico (3) ressalta outras técnicas de identificação utilizando outras substâncias como, por exemplo, o Nitrato de Prata, o Iodo, a Ninidrina e o DFO (diazfluorenona). Ademais, esclarece que o Nitrato de prata, o Iodo e Ninidrina apresentam limitações de identificação devido às propriedades químicas, ou seja, quando aplicados isoladamente apresentam um processo muito acelerados quando submetidos a fatores externos (calor e temperatura), porém quando utilizando em conjunto a análise de identificação é satisfatória, além disso, discorre que o DFO não só estuda as impressões digitais, mas

também pode ser utilizada nas análises de sangue.

Em síntese, a Química Forense proporciona aos especialistas criminais inúmeras técnicas e ferramentas investigativas para elucidação criminal.

4 Conclusão

O artigo de revisão sistemático atendeu todos os objetivos propostos, visto que após uma análise criteriosa das produções científicas abordou os principais conceitos sobre a Química Forense e sua importância nas elucidações criminais por meio de subterfúgios, isto é, aplicação dos métodos investigativos criminais.

As drogas de abuso (lícito e ilícito) é frequentemente um objeto de estudos pelo Departamento Policial, dessa forma, 75% dos periódicos descreveu-se as principais técnicas para a identificação de drogas de abuso, como CLAE, EASI-MS e ESI-MS esses métodos promovem a identificação de várias classes de fármacos de forma rápida e precisa.

A Balística Forense foi outro estudo abordado por 75% dos periódicos dentre suas funcionalidades enfatizou a técnica de resíduo grafia, ou seja, o estudo dos resíduos deixados pelo projétil, permitindo a identificação de todos principais elementos de um crime envolvendo armas de fogo, explosivos dentre outros mais. Outrossim, citou outras instrumentações que tem o mesmo objetivo, como XRF, ICP-MS, CE e a LC.

O sangue é um dos vestígios mais encontrado na cena de crime, portanto, 50% dos periódicos escolhidos descreveram sobre a Quimiluminescência, técnica utilizada na identificação de sangue visível ou invisível, para isso destacou-se os dois principais testes: Luminol e o Kastle-Meyer, ambos compostos por indicador e reação de oxidação.

A fim de avaliar a autenticidade dos documentos os especialistas criminais (Peritos) fazem-se uso da Documentoscopia Forense, logo 50% dos periódicos realçaram a espectrofotometria como o principal método para verificação da legitimidade da documentação. Nesse prisma, destacaram-se também as técnicas como Microespectroscopia na região do infravermelho, Espectrofotometria de Raman e Espectrofotometria de massa (LDI-MS e MALDI-MS).

Majoritariamente, as impressões digitais são encontradas nos locais de crime, portanto, é essencial a sua identificação. Nessa perspectiva 50% dos periódicos abordaram essa temática evidenciando técnicas datiloscópicas utilizadas pelos especialistas da União e dos Estados, como a técnica do Nitrato de prata, danidrina, do Iodo e do DFO e principalmente a técnica do pó.

Em síntese, dos quatro periódicos originais selecionados para o desenvolvimento do artigo de revisão todos teve como objetivo descrever as principais técnicas investigativas para a elucidação criminal, utilizando a Química forense destacando a sua importância no âmbito social e judicial.

Referência

ALBERTIN, R. et al. Quimiluminescência orgânica: alguns

experimentos de demonstração para a sala de aula. *Quím. Nova*, v.21, n.6, 1998. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-40421998000600018>

BARROS, P.L. *Balística Forense*. Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 2002.

BRANCO, R.O. A técnica de ionização por Electrospray na espectrometria de massas, 2020. Disponível em: <<https://revistaanalytica.com.br/a-tecnica-de-ionizacao-por-electrospray-na-espectrometria-de-massa/>>. Acesso em: 31 mar. 2021.

CHEMELLO, E. Ciência forense: balística. *Química Virtual*, 2007. Disponível em: <<http://quimica.net/emiliano/artigos/2007mar%20forense4.%20pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2021.

COSTA, N.D. Como adquirir materiais para Perícia Papioscópica de forma correta, 2010. Disponível em: <<https://neevia.com/>>. Acesso em: 3 mar. 2021.

CUNHA, C.M.O. Química Forense: importância na ciência da investigação e na elucidação de crime. 2012. Disponível em: <<http://repositorio.faema.edu.br/bitstream/123456789/6011/CUNHA%2c%20C.%20M.%20O.%20-%20%20QU%2c%20DMICA%20FORENSE..%20IMPORT%2c%20NCI>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

DELMANTO, C. *Código Penal Comentado*. São Paulo: Renovar, 2000.

FERREIRA, A.B.H. Aurélio on-line corresponde ao Aurélio Século XXI. Curitiba: Positivo, 2004.

FERREIRA, A.G. Química Forense e Técnicas utilizadas em resoluções de crimes, 2016. Disponível em: <<https://www2.ls.edu.br/actacs/index.php/ACTA/article/view/131/122>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

FRANÇA, G.V. *Medicina legal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

GOMES, H. *Medicina legal*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2004.

GOBI, D. Minuto Biomedicina. Perícia Criminal – Entenda sobre Balística Forense. 2015. Disponível em: <<http://www.minutobiomedicina.com.br/postagens/2020/12/04/entenda-sobre-balistica-forense/>>. Acesso em: 8 mar. 2021.

GRUBERT, L. *O Que é cromatografia líquida de alta eficiência*. 2018. Disponível em: <<https://freitag.com.br/blog/o-que-e-cromatografia-liquida-de-alta-eficiencia/>>. Acesso em: 1 abr. 2021.

HERNANDES, N. A verdade por A + B. *J. Cons. Reg. Quím.*, v.17, n.93, p.4-6, 2008.

JENSEN, W.B. The Marsh Test for Arsenic. 2014. Disponível em: <<http://www.che.uc.edu/jensen/w.%20b.%20jensen/Museum%20Notes/26.%20Marsh%20Apparatus.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

LETIERI, J. Amantes das Ciências Forenses: Papioscopia Forense. Disponível em: <<https://amantesforense.wordpress.com/2018/06/25/papioscopia-ou-datiloscopia-forense/>>. Acesso em: 8 mar. 2021.

LOUREDO, P. Brasil Escola: aula prática sobre Papioscopia. 2016. Disponível em: <<https://educador.brasilestela.uol.com.br/estrategias-ensino/aula-pratica-sobre-papioscopia.htm>>. Acesso em: 8 mar. 2021.

MARTINI, N.H. Toxicologia Forense: Perícia criminal post mortem. Portal Educação. 2014. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/farmacia/artigos/56075/toxicologia-forensepericia-criminal-post-mortem>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

MIRANDA, G.E. Detecção de manchas de sangue pelo Luminol

onde houve entintamento das paredes (estudo de caso). *Rev. Bras. Criminal.*, 2016. doi: 10.15260/rbc.v5i1.119

OGA, Seizi; CAMARGO, Márcia Maria de A.; BATISTUZZO, José Antonio de O. *Fundamentos de Toxicologia*. 4.ed. São Paulo: Atheneu, 2014.

OSB - Observatório de Segurança Pública. 2021. Disponível em: <<http://www.observatoriodeseguranca.org/a-seguranca-publica-no-brasil/#:~:text=Os%20problemas%20relacionados%20com%20o,viol%C3%Aancia%20policial%2C%20a%20inefici%C3%Aancia%20preventiva>>. Acesso em: 3 mar. 2021.

RIBEIRO, L.L. *Manual de papiloscopia: quiroscopia*. 2018. Disponível em: < <https://pt.scribd.com/document/368270991/ManualdePapiloscopia2013>>. Acesso em: 8 mar. 2021.

RANGEL, R. Noções gerais sobre outras ciências forenses. *Medicina Legal*, 2003/2004. Disponível em:< <http://medicina.med.up.pt/legal/NocoosGeraiCF.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

ROMÃO, Wanderson et. al. *Química forense: perspectivas sobre novos métodos analíticos aplicados à documentoscopia, balística e drogas de abuso*, 2011. DOI: < <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011001000005>>.

SALLIT, M. *Perícia criminal: entenda o caminho para ser um investigador forense*, 2018. Disponível em: <<https://querobolsa.com.br/revista/perito-criminal-entenda-o-caminho-para-ser-um-investigador-forense>>. Acesso em: 3 mar. 2021.

SALVADOR, V.L.R. *Química Forense sob olhares eletrônicos*. Campinas: Millenium, 2005.

SANTOS, R.C. *JusBrasil: noções básicas da papiloscopia forense*. 2018. Disponível em: <<https://ricardocaires.jusbrasil.com.br/artigos/596656662/nocoos-basicas-da-papiloscopia-forense?ref=serp>>. Acesso em: 8 mar. 2021.

SEBASTIANY, A.P. et al. *A utilização da Ciência Forense e da Investigação Criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos*. 2013. Disponível em:<<http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v24n1/v24n1a9.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

TOCHETTO, D. *Balística forense: conceitos e definições*. 2015. Disponível em: <<https://www.protecta.net.br/news/balistica-forense/>>. Acesso em: 8 mar. 2021.

ZANELLA, F. *O uso da datiloscopia na Medicina Forense*. 2015. Disponível em: <<https://fezanella.jusbrasil.com.br/artigos/151084988/o-uso-da-datiloscopia-na-medicina-forense>>. Acesso em: 8 mar. 2021.