

Toxicologia forense: um estudo bibliográfico sobre as técnicas relacionadas à química analítica aplicadas em investigações criminais

Kalleu de Alencar ^a, Caroline de Goes Sampaio ^{b,*}, Francisco de Assis Francelino Alves ^b

^a Acadêmico de Química, Instituto Federal do Ceará, Maracanaú (CE), Brasil

^b Professor do Departamento de Química e Meio Ambiente, Instituto Federal do Ceará, Maracanaú (CE), Brasil

*Endereço de e-mail para correspondência: carolinesampaio@ifce.edu.br. Tel.: +55-85-988090767.

Recebido em 04/02/2020; Revisado em 28/02/2021; Aceito em 22/07/2021

Resumo

A aplicação dos conhecimentos científicos, com o passar dos anos, na área pericial, vem se modernizando cada vez mais e evidenciando os conceitos e práticas das ciências forenses como artifício judicial. Novas técnicas são descobertas e outras, já existentes, são aprimoradas. Esta pesquisa trata de uma das diversas áreas das ciências forenses, a toxicologia forense, a qual refere-se à aplicação dos conhecimentos toxicológicos com os propósitos da lei, ou seja, é o conhecimento científico auxiliando nas investigações criminais. Nesta revisão, técnicas usadas pela química analítica, como cromatografia em fase líquida e fase gasosa, e espectrometria de massa, aplicadas pela perícia forense, foram abordadas e discutidas através da análise de artigos científicos com o objetivo de apresentar a importância da química analítica nas investigações criminais, especificamente, na busca por soluções no campo da toxicologia forense.

Palavras-Chave: Química Analítica; Métodos instrumentais de análise; Toxicologia Forense.

Abstract

The application of scientific knowledge, over the years, in the expert area, has been increasingly modernized and has showing the concepts and practices of forensic sciences as a judicial device. New techniques are discovered and others, already existing, are improved. This research deals with one of the several areas of forensic sciences, the forensic toxicology, which refers to the application of toxicological knowledge for the purposes of law, that is, it is scientific knowledge assisting in criminal investigations. In this review, techniques used by analytical chemistry, such as liquid and gas phase chromatography, and mass spectrometry, applied by forensic expertise, were addressed and discussed through the analysis of scientific articles in order to present the importance of analytical chemistry in criminal investigations, specifically, in the search for solutions in the field of forensic toxicology.

Keywords: Analytical Chemistry; Instrumental Methods of Analysis; Forensic Toxicology.

1. INTRODUÇÃO

A química e seus métodos instrumentais de análise são ferramentas indispensáveis para um minucioso processo investigativo, principalmente quando tratamos de um processo criminal, fato que exige um conhecimento próprio e determinante. A própria pode ser dividida em inúmeras áreas, entre elas temos a química analítica, a qual possui como trabalho investigativo procedimentos de identificação de componentes, quantificação e caracterização de possíveis substâncias envolvidas em

análises. Em nosso cotidiano é comum vermos sua aplicabilidade em inúmeros setores, como por exemplo, nos setores industriais, acadêmicos, laboratoriais e governamentais, especificamente na área forense quando utilizamos seus conhecimentos e associamos às ciências forenses, foco principal dessa pesquisa [1].

A ciência forense é uma área interdisciplinar que envolve física, biologia, química, matemática e várias outras ciências de fronteira. Seu objetivo é dar suporte às investigações relativas à justiça civil e criminal auxiliando o profissional forense a elucidar a dinâmica do crime,

autoria e materialidade dos fatos e descartar o envolvimento do(s) suspeito(s) [2]. Dessa maneira, tal temática desperta um fascínio para os estudiosos da química e da área forense em geral, pois o conhecimento dessa ciência promove a formação e comprovação de evidências criminais.

A pesquisa que ora iniciamos tem como propósito se debruçar sobre a importância da ciência química e as possibilidades de utilização desses conhecimentos no campo legal, judicial, atrelados ao campo forense, expondo as análises toxicológicas associadas à complexa investigação conduzida pela perícia criminal. Diante disso, este trabalho aborda uma das áreas da investigação criminal, a toxicologia forense, na qual é uma das áreas da toxicologia de características essencialmente analíticas, buscando auxiliar no esclarecimento de questões de cunho jurídico que possam estar relacionadas com intoxicações e suas potenciais consequências, fatais ou não, no âmbito dos diversos domínios da justiça [1].

Dessa forma, utilizamos como metodologia o estudo bibliográfico concreto e científico para demonstrarmos a efetividade da ciência química e forense interligadas ao estudo da toxicologia forense, onde discutiremos, através de materiais científicos já publicados, exemplos práticos da aplicabilidade desses conhecimentos e como a perícia forense utiliza-os nos processos investigativos para a elucidação dos inquéritos instaurados na sociedade.

2. METODOLOGIA

Este trabalho é de cunho bibliográfico onde foram utilizados documentos científicos já produzidos para descrevermos os fundamentos teóricos da pesquisa. Tomando como suporte catorze artigos científicos publicados em periódicos nacionais, que contemplam o objetivo do estudo, foram incluídos e selecionados nesta pesquisa devido a uma análise minuciosa na plataforma de difusão científica da Sociedade Brasileira de Química (PubliSBQ). A pesquisa foi realizada no período de 2005 a 2018, em que utilizamos primeiramente a “química forense” como descritor principal na plataforma citada, onde encontramos cinquenta artigos. Em seguida, aplicamos, sob o número de artigos já obtidos, um segundo descritor, toxicologia forense, no qual foram encontrados vinte e cinco artigos, destes, selecionamos catorze artigos, ambos publicados apenas no periódico “Química Nova”, pois tais materiais selecionados trouxeram um estudo prático e detalhado sobre as aplicações práticas da química analítica nas investigações criminais e, concomitantemente a isso, é importante ressaltar que foi verificado uma carência de pesquisas na área da toxicologia forense na principal plataforma brasileira relacionada à Química, a PubliSBQ. Tais artigos estudados trazem métodos instrumentais de análise baseados na química analítica e aplicados na perícia forense, especificamente em

laboratórios para qualificar e quantificar analitos identificados durante um procedimento de análise toxicológica. À vista disso, além de um conhecimento concreto e científico, a elaboração desse trabalho é resultado de uma busca intensiva e apresentação didática da influência da química analítica na área forense, por meio da toxicologia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Toxicologia forense é a ciência que detecta e identifica agentes tóxicos em fluidos corpóreos, tecidos e órgãos, associados aos interesses da justiça, ou seja, a aplicação dos conhecimentos toxicológicos com os propósitos da lei. As atividades da toxicologia forense têm sido importantes para a sociedade, pois tem efetuado enormes esforços no sentido de iniciar e implantar os procedimentos analíticos dentro das análises forenses, como a interpretação dos resultados analíticos e o auxílio da tomada de decisões sobre a relação causa/efeito entre um determinado composto e um efeito adverso observado, utilizando os preceitos dos conhecimentos científicos (químicos, biológicos, toxicológicos, farmacológicos, etc) como base nas análises [3].

Em análises toxicológicas com finalidade forense, diversas técnicas são desenvolvidas para serem aplicadas em amostras referentes a inúmeros casos. Este trabalho trata das principais técnicas analíticas utilizadas pela perícia no âmbito toxicológico, como técnicas cromatográficas (Cromatografia Gasosa e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência) e espectrométricas (Espectrometria de Massa).

Costa [3] relata, “O toxicologista forense tem sempre que escolher, entre as várias técnicas analíticas disponíveis, aquela que é mais conveniente (e factível) numa determinada análise toxicológica. Esta escolha deve ser embasada em critérios técnicos como a aplicabilidade, sensibilidade, seletividade, precisão e exatidão da técnica, além da disponibilidade e do custo da análise”.

3.1. Cromatografia Gasosa

A Cromatografia Gasosa (CG) é uma técnica de análise, separação e identificação de compostos presentes em misturas de substâncias voláteis e semi-voláteis por interação diferencial dos seus componentes entre uma fase estacionária (líquido ou sólido) e uma fase móvel (gás), na qual é utilizada em muitos ambientes, como na própria perícia forense, para a separação de determinados analitos que devem apresentar baixo ponto de ebulição em relação às demais substâncias contidas na amostra, pois possibilita a detecção de quantidades muito pequenas e uma ampla variedade de amostra a serem analisadas. A separação ocorre em colunas, tubos de separação, dentro de um sistema composto por duas fases, fase estacionária e fase

móvel. A fase móvel, denominada “gás de arraste”, consiste em carregar a amostra através de uma coluna e a fase estacionária, ocorre concomitantemente à fase móvel, na qual refere-se a otimização da seletividade. Após uma solução de amostra ser inserida no injetor de tal equipamento, é conduzida por um gás – geralmente Hélio ou Nitrogênio - contido no tubo de separação do cromatógrafo, coluna, para que seja possível ocorrer as separações dos componentes da amostra. Como as concentrações trabalhadas são de ordens desconhecidas, utilizasse um padrão conhecido que deve ser injetado no equipamento para ser possível a quantificação dos analitos, o tempo de retenção do padrão e suas áreas serão comparados com os da amostra e utilizados para o cálculo da concentração [4].

O aproveitamento da CG pode incluir desde testes de controle de qualidade, como análises de pureza de substâncias, à praticidade nas investigações periciais, como a separação e identificação de inúmeros componentes e suas quantidades relativas de uma mistura, consequentemente, é evidente a eficácia dessa técnica em inúmeros cenários. Entretanto, existem fatores que afetam a aplicabilidade da CG, podemos citar a estrutura molecular, química, dos compostos, a fase estacionária aplicada e a temperatura dos tubos de separação, ambos podem intervir nas inquirições experimentais [3].

Quando aliamos a CG às análises toxicológicas é importante compreendermos a efetividade de sua utilização no cenário científico atual, pois esta técnica analítica é uma das mais amplamente empregadas em análises de drogas de abuso no Brasil, dessa maneira, a perícia forense busca utilizá-la em inúmeros casos como exposto no quadro a seguir.

Quadro 1. Cromatografia Gasosa, técnica e aplicação.

Cromatografia Gasosa – CG		
Uso	Objetivo	Referências
Determinação de fármacos	Determinação de medicamentos básicos em plasma sanguíneo	[4]
Determinação de canabinoides	Determinação de canabinoides (Grupo de compostos presentes na maconha.) presentes na planta	[5]
Análise da urina	Detectar os metabólitos e compostos inalterados	[6]
Análise do cabelo	Identificação de drogas específicas	[6]
Determinação de etanol	Determinação quantitativa do etanol presente no sangue e no fluido oral de indivíduos	[7]

Após a análise do quadro 1, é possível identificar uma diversidade de amostras a serem analisadas, ou seja, a CG é uma técnica ampla de análise, favorecendo o trabalho do

perito em relação a tamanha demanda de casos a serem investigados. De acordo com a pesquisa bibliográfica realizada nas plataformas científicas nacionais, as análises toxicológicas mais evidenciadas na perícia forense e aplicadas na CG são de fármacos, matrizes biológicas e, principalmente, drogas de abuso, devido tamanha criminalidade na sociedade [6]. Como exemplo, podemos citar Lizot [4] com sua pesquisa que envolve a determinação e identificação de 40 fármacos diferentes de caráter básico e específico contidos em plasma sanguíneo, através da extração líquido-líquido e separação por CG acoplada a um detector de nitrogênio e fósforo, para a quantificação dos mesmos – CG-DNP.

A determinação de analitos em matrizes biológicas, como sangue, também é possível ser identificada através da CG. Podemos citar a pesquisa de Feltraco [7] que estudou a quantificação de etanol presente no sangue diante da concentração de fluido oral de indivíduos. Diante de um experimento (estudo cinético de etanol) com seis voluntários, foi percebido uma redução na concentração, através da CG, de etanol entre o sangue e o fluido oral, onde a concentração passou de 2,61, no tempo 0,5h, para 1,15, após 3h, resultando na identificação de uma concentração de etanol presente em tais amostras. Portanto, a CG é uma das principais técnicas utilizadas para a determinação de etanol, metanol, acetona e acetaldeído em amostras de sangue, pois através da temperatura (parâmetro da amostra), quantidade de reagente e tempo de exposição, foi possível quantificar tais analitos com parâmetros precisos, exatos e sensíveis, considerando as intoxicações provocadas por tais compostos.

Portanto, essas seriam algumas das aplicações usadas pela perícia forense e associadas à CG.

3.2. Cromatografia Líquida de Alta Eficiência

A Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) é uma técnica de separação, quantificação e análise de componentes presentes em misturas de substâncias não voláteis ou instáveis termicamente, responsável pela identificação, quantificação e purificação desses componentes, ou seja, a CLAE tem capacidade de realizar separações e análises quantitativas de compostos presentes em vários tipos de amostras. A separação nessa técnica é, também resultado de um sistema composto por duas fases, fase móvel e fase estacionária, semelhante à técnica CG, entretanto recebe esse nome devido a sua fase móvel ser um solvente. Seus procedimentos são realizados em rápida escala de tempo, especificamente em poucos minutos, com alta resolução, eficiência e sensibilidade, sendo requerida em separações de espécies iônicas e compostos termolábeis (compostos sensíveis à temperatura) [6]. Nessa técnica o padrão de separação é desenvolvido através da dissolução da amostra por meio do solvente aplicado na fase móvel, tendo como qualidade sua alta purificação e sensibilidade

devido aos riscos de intervenção de possíveis impurezas, pois não há interações químicas entre os agentes envolvidos. Com isso, é importante entendermos que a fase móvel deve ser compatível (polaridades) com os componentes do processo de separação na CLAE, para que haja a separação correta dos compostos da amostra, geralmente usa-se como solventes na fase móvel, a água, o metanol e a acetoneitrila [6].

O procedimento de separação é simples e objetivo, é colocado um pequeno volume da amostra líquida, a ser analisada, numa coluna cromatográfica (tubo de separação) – fase estacionária, daí, o reagente é depositado na coluna gerando um deslocamento dos componentes da mistura. Dessa maneira, as substâncias com maior afinidade pelo reagente (solvente) possuem um movimento mais lento em relação as que possuem menor afinidade, possibilitando a quantificação dos compostos através de um detector que emite sinais elétricos ao final da coluna, representando o sistema de um cromatograma [3].

No entanto, há fatores que afetam a separação por CLAE, como a escolha de solventes de baixa viscosidade, o grau de pureza, dissolução da amostra sem perda de composto e polaridade adequada para a realização da separação dos componentes da amostra, são fatores mais recorrentes quando tratado o assunto envolvendo tal técnica [6].

Se associarmos a CLAE às análises toxicológicas notamos a tamanha eficácia e preferência da perícia forense por suas aplicabilidades, a mesma assemelha-se à CG no sentido amplo e diversificado de análises de amostras, influenciando em inúmeros inquéritos policiais devido a sua rápida agilidade nos resultados e precisão dos mesmos. Dessa forma, a perícia forense busca associá-la em muitas situações como é relatado no quadro a seguir.

Quadro 2. Cromatografia Líquida de Alta Eficiência, técnica e aplicação.

Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – CLAE		
Uso	Objetivo	Referências
Determinação de <i>designer drugs</i>	Detectar e quantificar amostras de fentanila no sangue, bile e do pulmão	[6]
Determinação de fármacos	Determinação quantitativa de fármacos em matrizes analíticas de natureza diversas	[8]
Análise de comprimidos de ecstasy	Detectar e quantificar metilenedioximetanfetamía (MDMA) em comprimidos de ecstasy	[9]

Após a análise do quadro 2, é possível identificar uma diversificação de amostra envolvidas na técnica analítica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência, entre tais amostras podemos citar as matrizes alternativas, drogas de abuso, sangue, urina e lavado gástrico, que devido à sua

tamanha sensibilidade, auxilia o trabalho da perícia concatenando detalhes cruciais nos quais podem resultar no fortalecimento de algum determinado inquérito, quando si é considerada as baixas quantidades das amostras geralmente disponíveis nos casos. Segundo os artigos revisados, as análises mais comumente encontradas nos laboratórios forenses são de fármacos e *designer drugs*, ou drogas projetistas, as quais são drogas específicas e projetadas para reproduzir os efeitos farmacológicos de outras drogas, evitando a identificação nos testes toxicológicos [6].

Através da pesquisa bibliográfica realizada iremos relatar possíveis estudos toxicológicos ligados à perícia forense, nos quais houve a utilização da CLAE como uma alternativa analítica para elucidação de análises. De acordo com a pesquisa de Bulcão [6], a detecção e quantificação de amostras de fentanila (*designer drugs*) no sangue, bile e pulmão, foi possível através de uma amostra das respectivas matrizes biológicas, ligadas a um sistema de separação e identificação por CLAE, onde foi implementada devido a sua tamanha sensibilidade e escassez das amostras analisadas. A identificação dessas drogas é algo bem específico, pois a falta de conhecimento toxicológico e farmacológico dificulta na correta análise e identificação, resultando em um grande desafio incomum para os laboratórios forenses, nos quais utilizam das tais técnicas (CLAE) como artifício quantificador e identificador dos analitos estudados, contribuindo para o desenvolvimento de novas informações sobre os métodos validados em diferentes matrizes biológicas para a identificação das drogas projetistas, que crescem gradativamente em nosso país [6].

Outro exemplo é a pesquisa feita por Ortiz [8] que trabalhou com análises de fármacos, utilizando os métodos da CLAE, para a detecção de sildenafil e de tadalafila no organismo humano. À determinação destes fármacos foram feitas através do preparo de amostras vinda de comprimidos perorais em doses usuais, ligadas a análise por CLAE [8]. Do ponto de vista forense, tal recurso é também comumente utilizado na rotina de exames periciais relacionados ao combate de contrabando e de falsificação de medicamentos (descaminho de medicamentos), sendo implantado com facilidade em laboratórios forenses. Pela análise de amostras encaminhadas para exame pericial, foi constatado importantes variações nos percentuais dos fármacos encontrados nos comprimidos analisados, pois algumas amostras tiveram percentuais abaixo do rotulado, valores abaixo de 60%. À vista disso, concluíram que os comprimidos analisados foram produzidos com uma qualidade inadequada, ou até mesmo falsificação, inferior à exigida pela legislação brasileira vigente [8].

Em suma, essas seriam algumas das aplicações usadas pela perícia forense e associadas à Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.

3.3. Espectrometria de Massa

A Espectrometria de Massa (EM) é uma técnica analítica usada para a detecção e identificação de compostos de interesse por meio de sua massa e estrutura química, ela consiste em analisar os átomos e moléculas através da relação massa/carga dos íons presentes nas substâncias analisadas no estado gasoso. A análise desenvolvida para qualificação e quantificação de analitos é feita diante da ionização dos átomos e moléculas neutras, pois os analisadores dependem da aceleração dos íons envolvidos, daí vem a relação m/z (massa/carga), na qual é colocada com um outro fator na análise, e não tendo unicamente a massa como fator determinante. A EM é constituída por vários analisadores, entre eles podemos citar os três principais, os quais são o limite de massa (maior valor de massa medido na análise), a transmissão iônica (relação entre o número de íons que chegam ao detector e os que são produzidos na fonte) e o poder de resolução de massa (capacidade de propagar sinais que distinguem dois íons com uma diferença de massa pequena) e, além de tais analisadores, é importante que o analisador permita que haja uma passagem significativa de íons para que possa haver uma corrente de íons fácil detecção. Os dispositivos de separação são fundamentais para uma boa efetivação dessa técnica, existem diversos dispositivos que podem ser utilizados na aplicação da EM, devido às diferenças nos valores de massa-carga presente nos componentes das amostras. Com isso, tornou-se notório a aplicação desta técnica quando se é necessário trabalhar com propriedades químicas e estruturais de moléculas, sendo essas características de grande valia para sua aplicação na detecção de drogas de abuso no meio forense [10].

Eberlin [11] conceituou: “A técnica EM permite o uso de pequenas quantidades de amostra (picogramas), assim como o uso desta em baixas concentrações (parte por trilhão), gerando informações valiosas em diversos campos, como na identificação de estruturas de biomoléculas (carboidratos, ácidos nucleicos, esteroides); sequenciamento de biopolímeros como proteínas e oligossacarídeos; análises como a confirmação e quantificação de abuso de drogas; análise de poluentes ambientais e a determinação da idade e origens de espécies em geoquímica e arqueologia”.

Podemos classificar que a EM uma técnica extremamente valiosa, na qual moléculas contidas em uma determinada amostra são convertidas em íons em fase gasosa e separadas, sequencialmente, por um espectrômetro de massa onde separa rapidamente íons em movimento, com base em suas razões massa-carga. Através de um bombardeamento de elétrons, a produção de íons torna-se possível. Os íons passam por um campo magnético fazendo trajetórias diferentes dependendo de suas massas. A técnica possibilita ao analista ter

informações estruturais e permite o estudo da cinética e do mecanismo das reações referentes a uma específica análise toxicológica [10].

Skoog [12] esclarece que, “De todas as ferramentas analíticas de que dispõe o meio científico, a espectrometria de massa é a que possui maior aplicação, no sentido de que é capaz de proporcionar informações acerca da composição dos elementos das amostras, da estrutura das moléculas orgânicas, inorgânicas e biológicas, da composição qualitativa e quantitativa de amostras complexas, de estruturas e composição de superfícies sólidas e por fim relações isotópicas de átomos nas amostras”.

Ao colocarmos a espectrometria de massa como alternativas para análises toxicológicas é perceptível uma flexibilização na eficiência dos resultados analíticos, principalmente quando associamos a mesma as técnicas cromatográficas (CG-EM; CLAE-EM), e, diante dessas possibilidades, a preferência da perícia forense por tais métodos tornasse possível para que possa facilitar o andamento das investigações policiais em âmbito civil e federal. Dessa maneira, a perícia forense busca associá-la em inúmeras situações como é relatado no quadro a seguir.

Quadro 3. Espectrometria de Massa, técnica e aplicação.

Espectrometria de Massa – EM		
Uso	Objetivo	Referências
Determinação de canabinoides	Confirmar a presença de canabinoides (composto natural da maconha) presentes na planta	[5]
Determinação de <i>designer drugs</i>	Detectar e identificar determinadas drogas específicas através de amostras de plasma e urina	[6]
Determinação de fármacos	Identificar as substâncias presentes em fármacos específicos	[13]

Após a análise do quadro 3, é possível identificar uma certa variação de amostras que podem ser analisadas perante ao uso dessa técnica, ou seja, a espectrometria de massa é uma técnica bem ampla de análise. Conforme os artigos revisados, as análises mais destacadas são de fármacos, matrizes biológicas e drogas das mais variadas composições. Assim sendo, podemos citar a pesquisa de Bordin [5] na qual envolve a detecção e quantificação da presença de canabinoides (composto natural da maconha) presentes em determinados tipos de plantas, buscando propriedades semelhantes à *Cannabis sativa*, planta responsável pela produção da maconha. A análise foi feita através de um preparo de uma solução associada a quarenta diferentes espécies de plantas, com certas semelhanças no fenótipo, disponíveis no estoque do laboratório de

farmacognosia da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas) [5].

As drogas projetistas também podem ser analisadas através da EM, temos como exemplo a identificação da clorofenilpiperazina (CPP), abordada na pesquisa de Lanaro [13], nova droga registrada nos últimos dez anos em comprimidos apreendidos pela polícia civil [13]. Diante das análises realizadas pela polícia científica, a identificação deste tipo de droga específica é realizada através da separação, entre o analito e o comprimido, por técnicas cromatográficas e identificação pela técnica da espectroscopia de massa. O conjunto de técnicas utilizadas para a separação e quantificação, de maneira confiável, das novas substâncias proscritas e/ou de uso controlado, desde que haja um incentivo no desenvolvimento e investimentos das técnicas realizadas pela perícia químico-forense [13]. Enfim, a espectrometria de massa é uma das aplicações mais benquistas da perícia forense, principalmente devido à relação das técnicas cromatográficas acoplarem-se a mesma, favorecendo o trabalho do perito e fortalecendo o sustento do inquérito.

4. CONCLUSÕES

Devido ao aumento da criminalidade no Brasil, o trabalho da perícia forense vem crescendo constantemente, resultando em uma maior participação das ciências forenses como uma ferramenta para a produção de provas a fim de convencer o juiz do processo. Portanto, o investimento em técnicas analíticas para o aprimoramento dos peritos e de suas respectivas funções é mais do que necessário para que a polícia e a justiça possam dar, o mais rápido possível, uma resposta à sociedade sobre algum determinado caso que esteja em investigação policial, em esfera civil ou federal.

Como apresentado no decorrer do trabalho, a toxicologia forense é uma importante área das ciências forenses, devido a sua aplicabilidade na sociedade atual, sendo utilizada, principalmente, para o estudo e análise de drogas fazendo uso dos conhecimentos e técnicas da química analítica. A presente revisão bibliográfica demonstrou a aplicabilidade dos conhecimentos toxicológicos e químicos ligados à área forense, onde técnicas analíticas foram abordadas, com base em artigos publicados em plataformas científicas nacionais.

Através das técnicas discutidas no trabalho, muitos crimes podem ser elucidados, pois é importante ressaltar que a química analítica funciona como base para as aplicações toxicológicas usadas pela perícia, resultando na elucidação de inúmeros inquéritos policiais. Destarte, é possível concluir como os conhecimentos químicos e toxicológicos impactam no processo investigativo da perícia forense, evidenciando os métodos instrumentais de análise utilizados e suas condições para um melhor resultado das análises laboratoriais forenses.

REFERÊNCIAS

- [1] C.B.C. Pereira. A utilização da química forense na investigação criminal. *Monografia*. Fundação Educacional do Município de Assis. Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis (2010).
- [2] A.P. Sebastiany et al. A utilização da Ciência Forense e da Investigação Criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. *EQ*, **24**: 49-53 (2013).
- [3] L.J. Costa. Eletroforese capilar como ferramenta analítica para toxicologia forense. *Tese de Doutorado*. Instituto de Química. Universidade de São Paulo (2008).
- [4] L.F. Lizot et al. Determinação rápida de fármacos básicos em plasma por cromatografia a gás com detector de nitrogênio e fósforo. *QN*, **35**: 1222-1227 (2012).
- [5] D.C. Bordin et al. Análise forense: pesquisa de drogas vegetais interferentes de testes colorimétricos para identificação dos canabinoides da maconha (*Cannabis sativa* L.). *QN*, **35**: 2040-2043 (2012).
- [6] R. Bulcão et al. *Designer drugs*: aspectos analíticos e biológicos. *QN*, **35**: 149-158 (2012).
- [7] L.L. Feltraco et al. Determinação de etanol e voláteis relacionados em sangue e fluido oral por microextração em fase sólida em HEADSPACE associada à cromatografia gasosa com detector de ionização em chama. *QN*, **32**: 2401-2406 (2009).
- [8] R.S. Ortiz et al. Determinação de citrato de sildenafil e de tadalafila por Cromatografia Líquida de Ultraeficiência com detecção por arranjo de diodos (CLUE-DAD). *QN*, **33**: 389-393 (2010).
- [9] J.L. Costa et al. Determinação de 3,4-metilenodioximetanfetamina (MDMA) em comprimidos de Ecstasy por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência com Detecção por Fluorescência (CLAE-DF). *QN*, **32**: 965-969 (2009).
- [10] L.G.P. Feitosa et al. Aplicação de espectrometria de massas com ionização por elétron na análise de alcaloides do mulungu. *QN*, **35**: 2177-2180 (2012).
- [11] M.N. Eberlin. Técnicas modernas em aplicações em ciências: química, bioquímica, materiais, forense, medicina, alimentos, farmácia e veterinária. *Tese de Doutorado*. Instituto de Química. Universidade Estadual de Campinas (2011).
- [12] D.A. Skoog et al. *Fundamentos da Química Analítica*, Ed. Thomson - Tradução da 8ª edição norte americana, Brasil (2007) 797-800.
- [13] R. Larano et al. Identificação química da clorofenilpiperazina (CPP) em comprimidos apreendidos. *QN*, **33**: 725-729 (2010)