

Química Forense: revisão de métodos analíticos aplicados na identificação de cocaína, maconha e seus adulterantes nos últimos 10 anos.

Forensic Chemistry: review of analytical methods applied in the identification of cocaine, marijuana, and their adulterants in the last 10 years.

João N`Bundé¹

André Luis Lima de Oliveira²

Lívia Paulia Dias Ribeiro*³

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão sobre drogas ilícitas, cocaína e maconha, e os métodos analíticos mais utilizados na química forense empregados para auxiliar a justiça com fatos e evidências em especial essas drogas. O método utilizado para o desenvolvimento desta pesquisa foi o qualitativo, com levantamentos bibliográficos nos últimos 10 anos de 2013 a 2022. Neste estudo foram considerados 45 artigos que abordaram sobre diferentes métodos analíticos (químicos) para identificação de cocaína, maconha e seus adulterantes, e suas classificações em categorias na aplicação na química forense. As informações foram analisadas entre os diferentes temas identificados, buscando pontos em comuns, complementares e divergentes sobre cada um deles.

Palavras chaves: Química forense, Drogas ilícitas, Métodos analíticos, Adulterantes.

ABSTRACT

The aim of this work is to review illicit drugs, cocaine and marijuana, and the analytical methods most used in forensic chemistry to assist the justice system with facts and evidence, especially these drugs. The method used to develop this research was qualitative, with bibliographic surveys over the last 10 years from 2013 to 2022. In this study, 45 articles that dealt with different analytical (chemical) methods for identifying cocaine were considered, marijuana and their adulterants, the classification into categories of application in forensic chemistry. The information was analyzed between the different themes identified, looking for common, complementary and divergent points on each of them.

Key-words: Forensic chemistry, Illicit drugs, Analytical methods, Adulterants.

¹ Licenciando em Química pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab).

² Doutor em Química e Técnico em Química na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab).

³ Doutora em Química e docente do curso de química da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab). *E-mail: liviapaulia@unilab.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A "Química Forense" ou "Química de Investigação de Crimes Ligados à Justiça" é uma área da química aplicada na investigação forense, a fim de atender aspectos de interesse judiciário, com aplicação de técnicas de análises químicas para detectar os crimes, empregando determinações químicas, classificação e identificação dos seus elementos ou substâncias encontradas no local de crime (VELHO, BRUNI e ANDADE., 2019). A palavra forense vem do latim, *forensis*, que significa “de antes do fórum” e refere-se ao foro judicial, aos tribunais de justiça. Castillo-Peinado e Castro (2017) descreveu as possibilidades de trabalho da química forense:

Dentro dessa ponderação, podem-se enumerar as diferentes áreas cujo trabalho do químico forense é decisivo: perícias criminais, ambientais, industriais (alimentos e medicamentos), trabalhistas etc. Essas áreas abrem inúmeras oportunidades para atuação do químico, já que são diversos os tipos de fraudes e contravenções nas quais a sociedade é vítima, sendo dever do poder judiciário julgar e condenar tais ações (CASTILLO-PEINADO e CASTRO, 2017).

Na química forense os métodos químicos conhecidos como técnicas analíticas são utilizadas para identificar as drogas ilícitas e seus adulterantes, com a intenção de apreensão de material e das pessoas que estão transportando drogas. Além de investigar possíveis grupos de criminosos que utilizam outras substâncias simples ou farmacológicas para adulterá-las com intuito de vender e aumentar o lucro (DE ARAUJO *et al.*, 2018).

Nesse âmbito, a química forense é empregada para análise de cocaína e maconha consideradas drogas ilícitas, e de possíveis adulterantes presentes nelas, e além de outros tipos de fraudes como falsificação dos medicamentos, bebidas alcóolicas etc. (NEVES *et al.*, 2019). A cocaína e a maconha são consideradas as drogas ilícitas mais consumida no mundo e movimentam milhões de dólares por ano. Alcântara (2016) afirmou que:

As drogas ilícitas como cocaína, opioides e derivados, maconha e seus derivados sintéticos e derivados anfetamínicos compreendem o maior grupo de substâncias ilícitas consumidas mundialmente, com diferentes taxas de consumo de acordo com o país/continente (ALCÂNTARA, 2016).

As composições químicas dessas drogas são de suma importância, o que ajuda a conhecer os diferentes elementos químicos presentes nelas e as suas cores originais, tanto no estado líquido quanto no estado sólido. Isso facilita na descoberta de outros produtos que podem ter sido adicionados para alterar efeitos ou aumentar volume dessas drogas, como no caso de diluentes e adulterantes.

Para encontrar os adulterantes nesses compostos químicos, é necessário uso dos métodos analíticos, a fim de encontrar as substâncias adicionadas nelas (MALDANER *et al.*, 2019). Vieira e Velho (2019) afirmaram que os métodos analíticos na química forense identificam não só essas substâncias ilícitas (abuso) e os adulterantes, mas também as outras substâncias e as suas origens que pode ser através das impurezas.

Por sua vez eles os dividem em dois testes: testes preliminares e testes definitivos, por meio das práticas de laboratórios que envolvem os métodos de instrumentação e os clássicos. Os métodos clássicos conhecidos como os mais simples e de fácil acesso, o que possibilita suas utilizações mesmo fora do ambiente de um laboratório de análise forense atualmente podem ser entendidas como testes preliminares (testes de cor).

O teste definitivo é realizado por técnicas mais aprimoradas que se subdividem em categorias conforme suas capacidades de elucidação estrutural, sensibilidade e especificidade. Portanto, observa-se que é necessária uma estrutura mínima de um laboratório de química forense dentro dos Institutos de Criminalística para a identificação das drogas nas substâncias apreendida (AL-SALMAN e JASIM, 2018. p.219).

De acordo com a aplicações dessas técnicas analíticas para identificar os adulterantes nas drogas (cocaína e maconha) e nas outras substâncias, a química passou a ser vista como uma ciência aliada com os diferentes métodos de investigação aplicados em vários campos das ciências forenses. Dentre os quais podem-se citar: Espectrometria de Massa, Cromatografia Gasosa, Testes Colorimétricos, Espectroscopia Raman, Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massa e entre outras que são considerados neste artigo. Eles são empregados para detectar as drogas, e seus adulterantes, bem como em outros produtos.

Os adulterantes são conhecidos como substâncias que possuem os efeitos farmacológicos que se adicionam nas drogas para potencializar ou diminuir os seus efeitos (os adulterantes também podem ser utilizados para diluir a droga a fim de se lucrar mais. Ex: amido em cocaína, amido na creatina). Atualmente, é muito difícil encontrar a cocaína e a maconha em suas formas puras (MALDANER *et al.*, 2019). Além disso, o processo de adulteração gera diversos problemas no meio dos traficantes, acontece quando um comprador descobre que uma droga adquirida foi adulterada (exemplo uma droga falsa), levando-os em conflitos que, em alguns casos, podem resultar até em morte (LAPACHINSKE *et al.*, 2014).

Ademais, de acordo com a identificação destes adulterantes, é possível descobrir onde estaria sendo fabricada, caso a inteligência policial já possua uma linha de investigação e os laboratórios forenses possuam padrões laboratoriais conhecidos (MAGALHÃES *et al.*, 2013; LAPACHINSKE *et al.*, 2014).

As drogas são classificadas como lícitas e ilícitas: as lícitas conhecidas como substâncias psicoativas que seus consumos e comercialização são consideradas legais e as

ilícitas conhecidas também como drogas de abuso são as que afetam o sistema nervoso central originando várias violências e dependências prejudicial à saúde humana exemplo da maconha e da cocaína. As suas produções e vendas ilegais são proibidas em grande parte do mundo. Para evitar as possíveis consequências graves na saúde dos seus usuários, que podem chegar até mesmo à morte. O tráfico dessas drogas é considerado difícil de ser estancado, porque o comércio dessas drogas movimentam bilhões de dólares, provocando uma série de práticas criminosas em suas vendas ilegais e gerando diversos desafios sociais, que vão desde questões familiares até os impactos em toda a sociedade (MOTA *et al.*, 2014).

Os seus aumentos em escala mundial resultam em sérios problemas que têm suscitado grande preocupação por parte da Organização Mundial de Saúde (OMS). Consideram-se que os países como Colômbia, Peru e Bolívia são os principais produtores de maconha, cocaína e diversas outras drogas ilícitas e as suas comercializações ocorrem em diferentes rotas para outros países (OGUNNIYI e BRITTO, 2014).

Ao tomar as medidas de proibições de comercializações dessas drogas, houve uma mudança na rota do tráfico de drogas da Europa e da América para a África, principalmente para a África Ocidental, e estão explorando as vulnerabilidades dos países da região para conduzir suas operações sem limitações (LABATE, CAVNAR, RODRIGUES, 2016).

No entanto, de acordo com esta rota o ocidente africano não é o destino das organizações criminosas, servindo de rota para chegada dos produtos ao mercado estadunidense e europeu, pois este continuou sendo uma rota importante, via México e Brasil (STRAZZARI, 2014).

Este trabalho tem como objetivo fazer uma revisão bibliográfica dos trabalhos desenvolvidos pelos pesquisadores da área de química forense nos últimos anos sobre o combate ao tráfico de drogas, através do desenvolvimento e aplicação de métodos analíticos ou químicos utilizados para identificar cocaína, maconha e seus adulterantes.

2 METODOLOGIA

O trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica com abordagem metodológica qualitativa que envolve a busca, seleção, leitura crítica e análise de fontes de informação escritas, como livros, artigos científicos, teses, dissertações, relatórios técnicos, entre outros, com o objetivo de coletar e sintetizar conhecimento existente sobre um determinado tema ou questão de pesquisa. Esta abordagem não envolve a coleta de dados primários.

Foram usadas as palavras-chave "drogas ilícitas ou drogas de abuso", "cocaína e maconha", "métodos analíticos utilizados na identificação da cocaína e da maconha ou métodos

químicos", e "efeitos dos adulterantes de cocaína e maconha na saúde dos usuários" nos sítios de busca como Scielo, Google Acadêmico, UNIDOC, Revista Brasileira de Ciências Forenses e Revista brasileira de Criminalística e Forensic Science International. Dos resultados, as produções dos últimos 10 anos foram objeto de estudo e foi escolhido 2013 a 2022 para compreender a evolução dessa ciência e seus avanços nos métodos de análise e seu papel na promoção da justiça.

O critério de inclusão do material bibliográfico utilizado foi baseado na escolha de trabalho que contemplasse métodos analíticos para identificação de drogas ilícitas (MACONHA E COCAÍNA) na aplicação forense e o critério de exclusão os trabalho com discussão sócio e político dos efeitos do tráfico de drogas.

A pesquisa buscou também identificar as tendências, avanços e desafios recentes no campo da Química Forense, no que se refere à identificação de cocaína, maconha e seus adulterantes. Essa abordagem metodológica permitiu a contextualização das perspectivas dos métodos analíticos utilizados, oferecendo um campo de estudo abrangente sobre as instruções dessas substâncias ilícitas nos aspectos forenses, de segurança pública e de saúde pública dando prioridade nas publicações mais recentes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme o resultado de revisão de literatura, publicações entre os anos de 2013 e 2022, foi notado que os documentos que formaram este estudo são divulgados em revistas de língua portuguesa e língua inglesa, predominantemente voltadas para a área de Química Forense.

No total dos artigos científicos e livros encontrados foram 96 e foram selecionados 45 para desenvolver esta pesquisa devido aos seus conteúdos estarem alinhados com o interesse desse trabalho e os restantes 51 foram excluídos por não atender os objetivos desse levantamento. O periódico com o maior número de publicações selecionadas foi a Revista Ciência Forense Internacional (em inglês *Forensic Science International*), contando com 5 artigos de pesquisas, e as demais revistas foram selecionados 1 ou 2 artigos por cada, e adicionalmente 2 livros foram fontes desta pesquisa.

3.1 Cocaína

A cocaína é uma das drogas ilícitas conhecida como alcaloide presente nos vegetais do gênero *Erythroxylum*, age com grande potência anestésica deixando o indivíduo com ausência de dor, excitando o sistema nervoso central ao ser acrisolada, ela passa a apresentar-

se, após tratamento químico com ácido clorídrico, em um composto sólido branco chamado cloridrato de cocaína, que é uma substância solúvel em água (H₂O) e seu uso é comumente utilizado pelos seus consumidores por aspiração nasal (MATSUURA e FETT-NETO, 2015)

Essa substância quimicamente é de grande importância para a sociedade humana, mas devido ao seu uso inadequado pelos seus usuários, passou a ser vista como algo ruim que provoca preocupações mundiais principalmente à saúde pública de cada país. Atualmente o tipo de consumo de cocaína que cada vez torna mais preocupante é o misturado com bicarbonato de sódio, dando origem a uma massa amarela compacta e pouco solúvel em água (H₂O) e voláteis a 95 °C, sendo assim, fumada em artefatos repentistas que se assemelha a cachimbos (ODOARDI; STRANO-ROSSI, 2016).

Conhecida com inúmeras formas de ostentação final, todavia a mais achada e apreendida pela polícia é a forma de cloridrato de cocaína, obtido a partir de refinamento em mais sutes. Oriunda de refinamento mais delicado visto ao longo do tempo, ganhou força no mercado e incentivou a venda de drogas (narcotráfico) no cenário mundial.

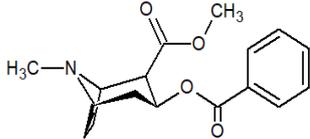
Gameiro *et al.*, (2019) disse que a toxicidade da cocaína causa uma série de problemas de saúde aos seus usuários, envolvendo distúrbios metabólicos, como a hipertermia, essa substância afeta quase todos os órgãos do corpo, com efeitos mais notáveis no sistema nervoso central e cardiovascular.

3.1.1 Composição química e fórmulas da cocaína

A cocaína é quimicamente conhecida como “éster do ácido benzoico” considerado a base fraca capaz de reagir com ácidos orgânicos e inorgânicos como soluções aquosas para formar sais e possui efeitos anestésico utilizada como droga recreativa (MALDANER *et al.*, 2019).

No Quadro 1 estão às informações e imagens da planta da cocaína, droga preparada para uso, fórmula molecular e estrutural do princípio ativo.

Quadro 1 – imagens de planta coca e fórmula molecular e estrutural de cocaína

Droga	Imagem de planta coca *	Imagem de clorato de cocaína em pó **	Fórmula molecular	Fórmula estrutural ***
Cocaína			C ₁₇ H ₂₁ NO ₄	 Cocaína

Fontes: *BORYSPIL, (2018). **CARONE, (2018). ***Autor próprio, (2023).

Para os autores Maldaner e Botelho (2019), os adulterantes mais comumente encontrados misturados à cocaína são: benzocaína, cafeína, fenacetina, aminopirina, lidocaína, levamisol, diltiazem, hidroxizina, procaína, tetracaína, prilocaína, efedrina, dipirona, ácido acetilsalicílico e paracetamol.

Essas substâncias utilizadas como adulterantes possuem as suas características farmacologicamente muito persuasivo exemplo da lidocaína “um anestésico local que mimetiza os efeitos anestésicos da cocaína, a benzocaína, conhecido como outro anestésico local, a cafeína, que potencializa o efeito estimulante da cocaína e do mesmo modo é aplicado como diluente e a fenacetina, que é um analgésico e antipirético que simula os efeitos analgéticos da cocaína (MAGALHÃES *et al.*, 2013; BOTELHO *et al.*, 2014; CONCEIÇÃO *et al.*, 2014, Apud. ALCÂNTARA, 2016).

Esses adulterantes provocam sérios problemas na saúde de seus usuários, sem perceber que só a cocaína leva os consumidores a graves problemas de saúde, e quando é misturada com adulterantes fica mais grave e perigoso para vida humana. Ela é um estimulante e atua no sistema conhecido como de recompensa para inibir a recaptação de dopamina e noradrenalina pelas terminações nervosas.

3.2 Maconha

A maconha é uma planta originária da Índia que pode ser encontrada em áreas tropicais e temperadas para obter fibras, sementes, folhas, flores e resinas que contêm cerca de 400 substâncias (cannabinóides) presentes nela. Para identificar as espécies de maconha, é necessário nomear todas as plantas do gênero *Cannabis sativa*. Esta é uma planta dioica cuja diferenciação sexual só é viável após a fase de comportamento e florescimento. Ela possui um aspecto arbustivo, podendo alcançar até seis metros de altura, com caules ocos, finos, com estrias longitudinais e raiz axial (STRANO-ROSSI *et al.*, 2014)

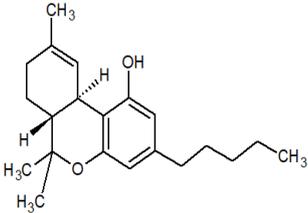
A *cannabis sativa*, popularmente conhecida como maconha, é uma planta utilizada a milhares de anos pela humanidade para os mais variados finalidades, pois além de conter um grande potencial terapêutico, também possui propriedade psicotrópicas alucinógenas. Há relatos antigos da literatura chinesa, a exemplo da obra Pen Tsão, conhecida a mais de 4700 anos trás os primeiros compilados de tratamentos farmacológicos com ervas medicinais, no qual a cannabis já era utilizada como fonte terapêutica”. Porém, o uso como droga ilícita por meio fumo é o que mais destaca (VANJURA *et al.*, 2018).

3.2.1 Composição química e fórmulas da maconha

O tetrahydrocannabinol (THC) é a principal substância encontrada na *Cannabis sativa* o THC é o nome ou a sigla dada para essa substância psicoativa encontrada na planta *Cannabis sativa*, mas o seu nome oficial que compre as normas da União de Química Pura e Aplicada (IUPAC) é 6, 6, 9-trimetil-3-pentil-6H-dibenzeno (FITZGERALD e NEWQUIST, 2013).

No Quadro 2, foram organizadas as informações e imagens da folha da maconha, a droga preparada para uso, fórmula molecular e estrutural do princípio ativo THC da maconha.

Quadro 2 - Informações sobre a maconha: imagem das folhas da maconha, imagem da maconha preparada para uso, fórmula molecular e estrutural do tetrahydrocannabinol -THC.

Droga	Imagem de planta maconha*	Imagem maconha em pó (tetrahydrocannabinol-THC) **	Fórmula molecular	Fórmula estrutural***
Maconha			$C_{21}H_{30}O_2$	 <p>Tetrahydrocannabinol</p>

Fontes: * BIANCARELLI, (2019) | ** HIGÍDIO, José (2022) | *** Autor próprio, (2023).

Em alguns testes clínicos, ficou demonstrado que o THC também desempenha um papel na redução do fator de crescimento vascular endotelial em células cancerosas. Essa descoberta assume grande relevância, uma vez que implica que os tumores derivados do câncer cerebral não têm a capacidade de gerar os novos vasos sanguíneos necessários para seu desenvolvimento e disseminação (YOYSUNGNOEN *et al.*, 2015). Então a toxicidade dessas drogas prejudica não só a saúde dos seus usuários, mas também afeta quase toda a sociedade, conhecer a toxicologia das drogas ilícitas ajuda na sensibilização da luta contra drogas em especial a cocaína e a maconha (MÉGARBANE e CHEVILLARD, 2013).

Maldaner *et al.* (2019) salientam que a maconha é umas das drogas mais consumidas e comercializadas no mundo, todavia é a mais difícil de encontrar no seu estado genuíno, por causa dos adulterantes que se aplica a ela para reduzi-la ou potencializá-la.

Monti *et al.* (2022) disseram que entre os possíveis adulterantes comumente encontrados na maconha são: lidocaína, o tabaco, a nicotina, o crack, datura, alumínio, fungos,

fezes de animais herbívoros, diversas plantas (com propriedades alucinógenas, estimulantes ou aromáticas), melado e terra.

Outras substâncias extremamente perigosas, como pó de vidro, sílica e sprays fixadores industriais, também foram amplamente utilizadas no Reino Unido como adulterantes para aumentar o peso da droga ou para conferir uma aparência mais atraente à planta (BIANCHI *et al.*, 2018).

Addo *et al.* (2021) afirmaram que a presença de fungos está relacionada à má secagem da *cannabis* durante o processo de produção da maconha. As fezes dos animais são adicionadas por terem uma aparência semelhante à da droga, o que pode ser engano. A adição de plantas alucinógenas à maconha não é comum no Brasil, mas ocasionalmente pode ser utilizada para simular ou potencializar o efeito perturbador da droga. Por outro lado, as plantas aromáticas são adicionadas para imitar o odor característico da maconha.

O melado é frequentemente adicionado quando a erva está seca e pronta para ser prensada, pois a natureza oleosa da *cannabis* resulta em uma maior concentração de canabinóides. Assim, o melado pode dar a impressão de uma maconha mais densa e pesada, com maior concentração de canabinóides (SUTFIN *et al.*, 2014).

3.3 MÉTODOS ANALÍTICOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE DROGAS E SEUS ADULTERANTES EM COMBATE AO TRÁFICO DE DROGAS.

Os métodos analíticos são conhecidos como conjuntos de técnicas utilizadas com propósito da análise, como a identificação de uma substância específica, a quantificação de um composto ou a detecção de adulterantes, e são classificados em: métodos Clássicos e Instrumentais.

Atualmente, os métodos instrumentais analíticas são os mais utilizados para identificar ou classificar as substâncias químicas e seus adulterantes em outros produtos como alimentos, bebidas etc. As drogas como a maconha e a cocaína são as drogas com mais uso abusivo no mundo, sempre adulteradas ou diluídas para além das impurezas que as contamina no momento das colheitas e, como no ato de produção dessas substâncias psicoativas.

O aumento de uso abusivo dessas drogas originou várias consequências negativas na sociedade humana como um todo, principalmente na saúde dos seus usuários, e tornou uma preocupação para diferentes países do mundo e organizações internacionais, exemplo da organização mundial de saúde (OMS) e organização das nações unidas (ONU) e entre outros.

Sendo assim, foram estabelecidos métodos para ajudar na luta contra tráficos de drogas, os quais são capazes de identificar as substâncias psicoativas, seus adulterantes, diluentes e até as suas impurezas que ajuda a conhecer a origem da droga e suas trajetórias.

Com base nos métodos analíticos, a Química Forense dividiu esses métodos em dois testes ou análises denominadas: testes preliminares e testes definitivas (VIEIRA *et al.*; 2019).

I) Testes preliminares para identificação de maconha e cocaína

Os testes preliminares recomendados pelo escritório das Nações Unidas sobre drogas e crime (UNODC) conhecidos como os testes de cor, levando-se em conta a casuística oficial de apreensões através dos exames aplicados nas principais drogas de abuso (cocaína e a maconha) VIEIRA *et al.*; 2019). Em termos de consumo e apreensões pode ser resumido no Quadro 3.

Quadro 3 - Resumo dos métodos analíticos: testes preliminares para identificação da maconha e cocaína

Droga ou grupo de drogas	Teste	Resultado	Interferente(es)	Falsos positivos
Cocaína	Scott modificado	Cor azul indica a presença de cocaína	Compostos metálicos p. ex. sais de ferro	Heroína, metadona, lidocaína, entre outros
Maconha e Derivados	Fast Blue	Coloração avermelhada indica canabinoides	Idade de amostra	Patchouli e alguns óleos essenciais (kit comercial DL)
	Duquenois Levine	Violeta na camada inferior (clorofórmica) indica presença de canabinoides	Idade de amostra	Patchouli e alguns óleos essenciais (kit comercial DL)

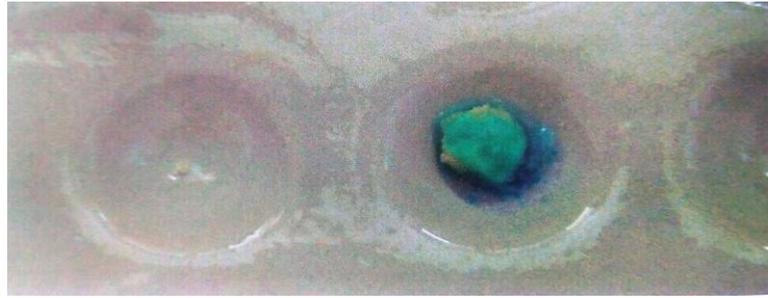
Fonte: Vieira e Velho, 2019.

a) Teste de Scott

Vieira *et al.* (2019) afirmou que o tiocianato de cobalto II $[\text{Co}(\text{SCN})_2]$ é o reagente mais utilizado em testes presuntivos de identificação de cocaína, podendo haver variações na concentração (1 a 3%).

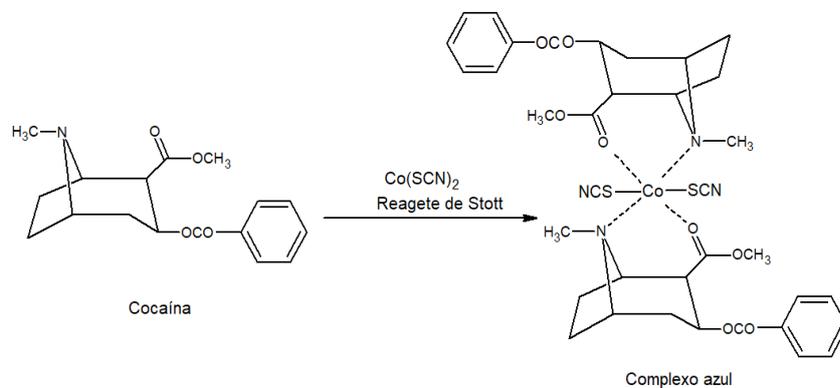
Para realizar o teste na prática, é necessário colocar uma pequena amostra do material suspeito em um tubo de ensaio ou placa cavada. Depois, adiciona-se uma gota de solução de ácido clorídrico (HCl) 16%. Em seguida, uma gota da solução aquosa de tiocianato de cobalto II a 2,5% é acrescentada. Caso se desenvolva uma tonalidade azulada, isso indica a possível presença de cocaína ou suas diferentes formas de apresentação (VIEIRA *et al.*, 2019), como ilustrada na Figura 1 e demonstrado o processo reacional na Figura 2.

Figura 1 - Realização do teste Stott com reagente tiocianato de cobalto II $[\text{Co}(\text{SCN})_2]$



Fonte: VIEIRA *et al.*, (2019)

Figura 2 - Processo químico de reação de complexação da cocaína, com o reagente tiocianato de cobalto (reagente de Scott).

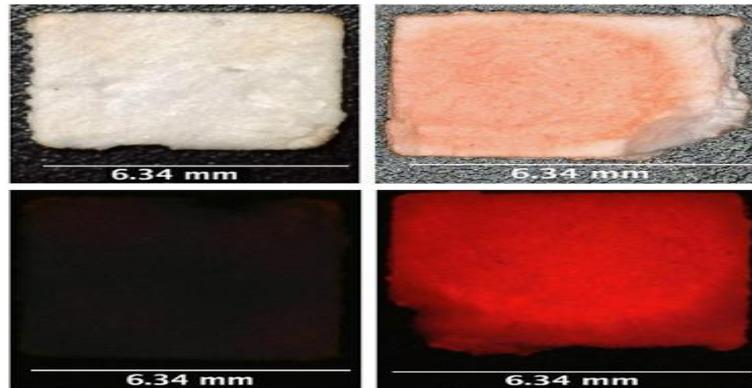


Fonte: Adaptado de VIEIRA *et al.*, (2019).

b) Fast Blue

Para conduzir o teste colorimétrico para detecção presuntiva de canabinoides usando o reagente *Fast Blue* (cloreto de di-*o*-anisidina tetrazolio) é recomendado seguir o procedimento a seguir: primeiro, dobre dois papéis de filtro circular em duas dobras, formando dois funis, e sobreponha-os. Coloque uma pequena quantidade da amostra suspeita no centro do funil superior e adicione 2 gotas de éter de petróleo para que o extrato penetre no funil de papel de filtro inferior. Descarte o funil superior e aguarde a secagem do inferior. A seguir, adicione uma pequena quantidade da mistura contendo *Fast Blue B Salt* e sulfato de sódio anidro (1% em massa de *Fast Blue*) no centro do funil inferior, seguido por 2 gotas de solução aquosa de bicarbonato de sódio a 10% (m/m). A presença de uma mancha vermelha é um indicativo da possível existência de canabinoides (COSTA, 2020). A Figura 3 mostra algumas imagens do resultado do teste *fast blue* para identificação da presença de canabinoides em amostras suspeitas.

Figura 3 – Imagens do teste colorimétrico *fast blue* para identificação de maconha (canabinoides) pela coloração com mancha vermelha.



Fonte: HOEG-BRUIN *et al.*, 2023.

c) Duquenois Levine

Neste procedimento de análise, é empregado um reagente conhecido como Duquenóis-Levine, cuja preparação envolve a pesagem de vanilina, seguida pela dissolução de quantidade de álcool etílico 95%. Depois adicionar acetaldéido à solução. Para conduzir o teste, uma pequena porção da amostra a ser examinada e deve ser colocada em um tubo de ensaio, ao qual se adiciona a solução Duquenóis-Levine (RUBIANO *et al.*, 2014).

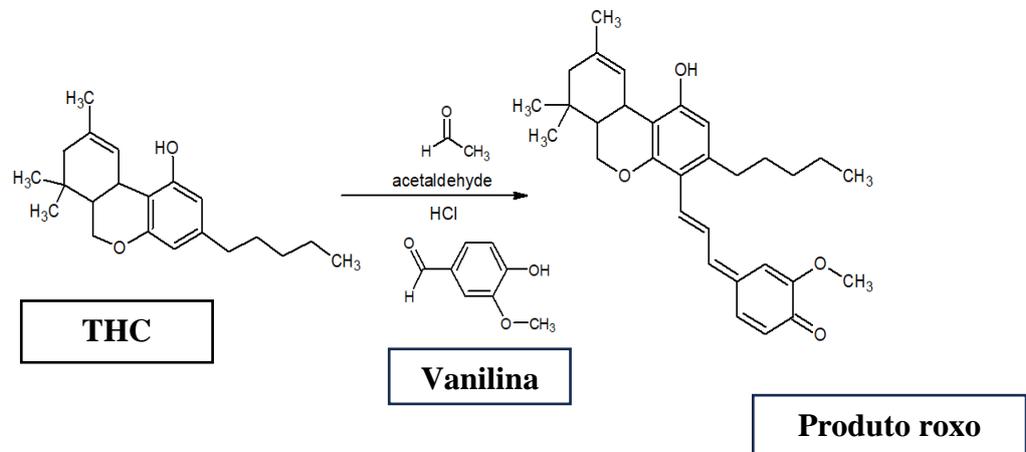
A mistura deve ser agitada por um minuto e, em seguida, adicionar ácido clorídrico concentrado, agitando brevemente. A mistura deve ser deixada em repouso por alguns minutos. Caso ocorrer o desenvolvimento de uma coloração em até 3 minutos, deve ser acrescentados o clorofórmio. A presença de uma coloração violeta na camada inferior (clorofórmica) sugere a possível existência de canabinoides na amostra (COSTA, 2020), como ilustrado na Figura 5 e 6.

Figura 4 - Cloração violeta no fundo de tubo indica a presença de maconha pelo método Duquenóis-Levine.



Fonte: McSHANE, (2013).

Figura 5 - Processo químico de reação do THC com acetaldeído e vanilina, em meio ácido (reagente de Duquenois-Levine)



Fonte: Adaptado de McSHANE, (2013).

II) Testes Definitivos

Tettey *et al.* (2021) afirmaram que desde 1997, o SWGDRUG (Grupo de Trabalho Científico para a Análise de Drogas Apreendidas) elaborou diretrizes com o propósito de auxiliar especialistas forenses no desenvolvimento de métodos analíticos, procedimentos e normas. Essas diretrizes são globalmente reconhecidas como os padrões essenciais para os requisitos legais registrados à confirmação da identificação de substâncias entorpecentes.

Em 2019, a última publicação classificou essas técnicas analíticas (testes) em três grupos distintos: categoria A, categoria B e categoria C. Cada categoria contém informações específicas, por exemplo, nas técnicas da categoria A, são fornecidas informações sobre a seletividade em relação à estrutura molecular, as técnicas da categoria B possuem seletividade em relação às características químicas e físicas da substância e as técnicas da categoria C apresentam baixa seletividade, fornecendo informações mais gerais ou relacionadas à classe da substância (BELL, 2022). As apresentações das categorias estão organizadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Métodos analíticos: testes definitivos classificados no quadro em categorias para identificar as drogas ilícitas (cocaína e a maconha).

Categoria	Técnicas analíticas (testes)
A	Espectroscopia Infravermelho (IV) Espectrometria de massas Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear Espectroscopia Raman Difratometria por raio-X

B	Eletroforese capilar Cromatografia gasosa Espectrometria de mobilidade iônica Cromatografia líquida Testes microcristalinos Cromatografia de fluidos supercríticos Cromatografia em camada fina Espectroscopia Ultravioleta visível (UV-visível) Exame macroscópico (apenas para Cannabis) Exame microscópico (apenas para Cannabis)
C	Testes colorimétricos Espectroscopia de fluorescência Imuno ensaio Ponto de fusão Identificadores farmacêuticos

Fonte: Vieira e Velho (2019, p. 27).

Segundo as orientações do Grupo de Trabalho Científico para a Análise de Drogas Apreendidas (SWGDRUG), a fim de confirmar a identificação de uma droga ou substância, é recomendada a utilização de uma ou mais técnicas, considerando a seletividade do método aplicado (ZACCA *et al.*, 2021).

Iremos relatar alguns estudos de identificação de maconha e cocaína pelos métodos analíticos definitivos para análise de amostras suspeitas da presença de drogas ilícitas e adulterações.

Em diversos artigos analisados, foi possível verificar aspectos relacionados à identificação da cocaína e da maconha, os objetivos de serem adulteradas e as consequências negativas junto aos seus adulterantes na saúde de seus usuários:

a) espectrometria de massas de altíssima resolução e exatidão (ESI (+) - FT-ICR MS)

Nascimento *et al.* (2015) realizou um estudo com a técnica de espectrometria de massas de altíssima resolução e exatidão (ESI (+) - FT-ICR MS) para uma amostra de maconha (extrato orgânico típico de maconha) e usou três diferentes solventes: (a) ACN (acetonitrila), (b) DCM (diclorometano) e (c) metanol para 43 amostras com o objetivo de detectar o THC e seus adulterantes na maconha. Em geral, conseguiu uma maior quantidade de sinais na região de m/z de 300-800 que foi observado para o espectro de ESI(+)-FT-ICR MS, além dos principais

ingredientes ativos exemplos de cannabinóides, tetraidrocanabinol (Δ^9 -THC) e canabidiol CBN-C5, os quais foram detectados nessas amostras como moléculas protonadas $[\text{THC} + \text{H}]^+$ de m/z 315,2321 e $[\text{CBN-C5} + \text{H}]^+$ de m/z 311, 2008, correspondente a suas massas teóricas, respectivamente 315,2319 e 311,2006, com erro abaixo de 1ppm nos valores de 0,63 e 0,64.

No total de 43 amostras foram confirmadas o tetraidrocanabinol em 27 amostras, a presença de adulterantes entre os quais a cocaína encontradas ou detectadas em 28 amostras, a lidocaína detectada em 14 amostras e além dos íons presentes em 25 amostras (NASCIMENTO, 2014).

b) Método multi-elementar

Fett *et. al.*, (2020) determinaram à origem geográfica de *Cannabis sativa L.* (maconha) por concentração de múltiplos elementos químicos, ainda que a lei brasileira proíba o uso de maconha ou a compra de sementes de cannabis, mesmo para pesquisas científicas ou estudos de inteligência policial. Conseguiram realizar este estudo com materiais apreendidos ou cultivado pelo Polícia Federal Brasileira (PBF) no Nordeste do Brasil. De acordo com a documentação da apreensão dessa droga, mostrou que as sementes eram maioritárias originárias da Europa, vendidas online por empresas nos Países Baixos.

Coletaram três amostras que foram adquiridas em cada uma das oito plantações distintas. E cada amostra consistiu em quatro componentes: solo, solo da rizosfera, raízes e parte aérea da planta. Em certas ocasiões, houve restrições na coleta de amostras devido à simultaneidade de estudos realizados por especialistas do PBF, que tinham prioridade legal. Além disso, em alguns casos, a coleta de amostras durante as operações foi rápida e não foi realizada de maneira apropriada, levando a alguma perda de amostras e, conseqüentemente, à falta de informações, especialmente em relação às amostras de raízes.

A média percentual de classificação correta das amostras de raiz de cannabis foi de 100%, e o percentual de incerteza associado à classificação da amostra nos grupos foi de 0,0%. Os marcadores químicos utilizados para a análise do conjunto para classificar as amostras de raiz de cannabis foram Cd, K, Ca, Mg, S, Cu, Al, Ba, Mn, Na e Pb e os demais elementos foram eliminados do modelo (FETT *et. al.*, 2020).

Nos seus resultados mostram que uma mistura de elementos químicos nas partes das plantas de cannabis (raízes e parte de cima) pode revelar de onde elas vêm e onde foram cultivadas. O lugar onde as plantas crescem deixa uma espécie de "assinatura química" que nos ajuda a identificar de onde vêm as sementes (FETT *et. al.*, 2020).

c) Método cromatográfico acoplado a espectrometria de massa

Da Silva *et al.* (2020) realizaram um estudo de 100 amostras com a técnica de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (CG-MS) para verificar a presença de cocaína, mas entre as 100 amostras escolhidas todas apresentaram a cocaína.

Nessas 100 amostras verificadas com a cocaína ainda detectaram outras substâncias tais como: cafeína com 58%, fenacetina 48% e levamisol 30%. Outros adulterantes encontrados com menor número de porcentagem em amostras são acetaminofeno 0,03%, benzocaína 0,04%, sulfonamida 0,01% e teofilina 0,01%. Somente 9% de todas às amostras analisadas que não possuíam presença dos adulterantes. Essas substâncias são adicionadas na cocaína com a intenção aumentar ou reduzir os seus efeitos e de aumentar o volume para gerar o lucro. Concluíram que a cafeína é relevante na manutenção da adição à cocaína. Entre todos adulterantes encontrados, nessas amostras os autores concluíram que a cafeína é a adulterante mais comum nessa droga.

d) Cromatografia Gasosa com Detector de Ionização de Chama (CG-DIC).

Silva (2016) desenvolveu um método analítico para identificação e quantificação de alcaloides minoritários em amostras de cocaína por cromatografia gasosa com detector de ionização de chama (CG-DIC).

Para verificar a eficácia do método que foi desenvolvido, procedeu-se à análise dos seguintes parâmetros: seletividade, precisão, exatidão, linearidade, faixa de trabalho, limite de detecção (LD), limite de quantificação (LQ) e robustez. Cada um desses parâmetros foi avaliado com base nos critérios de aceitação estipulados pela literatura especializada nacional e internacional em validação, assim como no Procedimento Operacional Padrão (POP-I-SEPLAB-11 Validação de Métodos de Análises Cromatográficas Quantitativas) do laboratório de química forense do Instituto Nacional de Criminalística (INC) da Polícia Federal (Silva, 2016)

No trabalho foram utilizados os materiais, reagentes e equipamentos de acordo com as necessidades e características da pesquisa. E para desenvolver o método analítico para identificação e quantificação de alcaloides minoritários em amostras de cocaína baseou-se nos outros métodos analíticos tais como: Cromatografia em Fase Gasosa acoplada à Espectrometria de Massa (CG-EM), Cromatografia Gasosa (CG) e Espectrofotômetro de Infravermelho (FTIR-ATR), estes métodos instrumentais foram utilizados como equipamentos para desenvolver o novo método de luta contra tráficos de drogas e outras fraudes.

Este novo método analítico foi desenvolvido e validado para análise de amostras de cocaína. Para confirmação deste método foi testado em 78 amostras de cocaína apreendidas pela Polícia Federal em vários estados do Brasil, das quais confirmaram que 28% eram cloridrato de cocaína (sal) e 72% cocaína base livre (base).

O método também permitiu a análise simultânea dos alcaloides minoritários da cocaína, desde a sua identificação e quantificação. As amostras demonstraram teores relativamente elevados de benzoilecgonina, variando de 1.300 a 172.000 ppm. Notavelmente, nas amostras de base livre, os teores variaram de 11.000 a 172.000 ppm, enquanto nas de cloridrato de cocaína variaram de 1.300 ppm a 9.000 ppm, devido à maior suscetibilidade das amostras de base livre à manipulação por hidrólise.

Foram observadas diferenças regionais, com amostras do Mato Grosso apresentando teores de tropacocaína entre 600 ppm a 1.700 ppm, mas sem detectar a trimetoxicocaína na maioria delas. Por outro lado, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná apresentaram teores elevados de trimetoxicocaína e tropacocaína. As amostras do Acre e Amazonas tiveram teores baixos desses alcaloides na maioria dos casos.

Além disso, o método permitiu a quantificação de alcaloides N-formilcocaína e Norcocaína, diminuindo o uso de permanganato de potássio ou outros oxidantes fortes no processamento da droga. Em resumo, o método de análise por CG-DIC desenvolvido é adequado para identificar e quantificar diversos alcaloides minoritários em amostras de cocaína base ou sal cloridrato, fornecendo informações valiosas para a aplicação da lei e o entendimento das características das amostras apreendidas.

e) Espectroscopia Raman

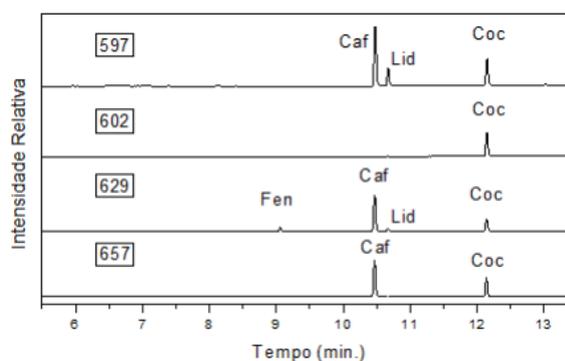
Silveira (2013) analisou amostras de cocaína utilizando a técnica de espectroscopia Raman e obteve resultados promissores na identificação da cocaína com base nas características das bandas de impressão digital. Os seguintes resultados foram obtidos:

- Na região de 618 cm^{-1} , foi identificado um anel aromático.
- Na região de 1003 cm^{-1} , também foi observado um anel aromático (CC).
- Uma banda de 1272 cm^{-1} (CC) correspondeu ao éster do anel aromático.
- Por último, na região de 1455 cm^{-1} , foi identificada uma ligação sigma entre o carbono e o hidrogênio (CH_2).

De acordo com a interpretação das bandas, Silveira destacou que é necessário considerar todas as bandas presentes no espectro. Mas o mais importante é analisar as bandas com maior intensidade, uma vez que algumas regiões podem apresentar repetições.

Em seus resultados, apenas a amostra 602 não apresentou mistura de adulterantes. Nas amostras, todas mostraram a presença de cafeína, identificada na banda de 555 cm^{-1} como um anel pirimidina ou (CNC), que também pode ser representado como (CH_3) . Os resultados confirmaram que na amostra 597 havia dois adulterantes, cafeína e lidocaína, enquanto na amostra 657, o único adulterante presente era a cafeína. A Figura 7 apresenta os dados espectrais das amostras analisadas pela espectroscopia Ramam na identificação da cocaína e adulterantes produzidos no estudo elaborado por Silveira (2019).

Figura 6 – Identificação de maconha e seus adulterantes (cafeína - Caf. e lidocaína - Lid.) em função de tempo em minutos pela espectroscopia Ramam.



Fonte: Silveira (2013).

5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a área da química forense tem avançado de forma significativa no desenvolvimento de métodos analíticos para identificar e caracterizar substâncias ilícitas, exemplo da cocaína e a maconha, e seus adulterantes.

No decorrer dos últimos 10 anos, foram publicados diversos estudos e artigos científicos que apresentam novas abordagens e técnicas para a detecção e quantificação precisa dessas drogas e suas misturas adulteradas. A aplicação de técnicas como espectrometria de massas de altíssima resolução e exatidão (ESI (+) - FT-ICR MS), Cromatografia Gasosa com Detector de Ionização de Chama (CG-DIC), multi-elementar, cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (CG-MS), espectroscopia de Raman e outras análises preliminares mencionado acima têm se mostrado fundamentais para identificar e distinguir as substâncias presentes em amostras complexas.

Também é fundamental que sejam desenvolvidos esforços contínuos para aumentar a conscientização sobre os riscos do consumo de drogas adulteradas, bem como para fornecer alternativas de tratamento e reabilitação para os usuários que desejam abandonar o vício. A colaboração entre profissionais de saúde, pesquisadores e autoridades é crucial para enfrentar esse desafio e proteger a saúde pública, oferecendo suporte e cuidados adequados para aqueles que enfrentam problemas relacionados ao uso dessas drogas (cocaína e a maconha) adulteradas.

Esses problemas são agravados pelo fato de que os usuários muitas vezes não têm conhecimento sobre a presença de adulterantes em suas drogas, o que os expõe a um perigo ainda maior, já que não podem tomar precauções adequadas. Além disso, o aprimoramento das tecnologias e a disponibilidade de bancos de dados de referência têm facilitado a comparação de padrões, permitindo uma identificação mais rápida e confiável das amostras encontradas em diferentes contextos forenses.

Esses avanços têm contribuído para melhorar a eficiência e a precisão das investigações relacionadas ao tráfico de drogas, possibilitando uma atuação mais eficaz das autoridades na repressão do crime organizado. O conhecimento adquirido nessa área também tem impactado na compreensão dos padrões de consumo e nas políticas de prevenção e tratamento relacionadas ao uso dessas substâncias.

Contudo, é importante ressaltar que, apesar dos progressos alcançados, a química forense continua enfrentando desafios, como a rápida evolução de novos adulterantes e a necessidade de atualização constante dos métodos analíticos para se manter à frente das estratégias utilizadas por traficantes.

Portanto, a pesquisa em química forense relacionada à identificação de cocaína, maconha e seus adulterantes é de extrema importância para a sociedade, uma vez que contribui diretamente para o combate ao tráfico de drogas e para o entendimento mais aprofundado dos padrões de uso dessas substâncias, auxiliando no desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes e na busca por uma sociedade mais segura e saudável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDO, P. W. et al. Cannabis chemistry, post-harvest processing methods and secondary metabolite profiling: A review. **Industrial Crops and Products**. v. 170, p. 113743, 2021.
- ALCÂNTARA, L. T. A. Adulterantes encontrados em drogas ilícitas: uma abordagem forense. **Acta de Ciências e Saúde**. v. 2, n. 1, p. 1-16, 2016.
- AL-SALMAN, H. N. K.; JASIM, E. Q. Analytical methods for diagnosis a mixture of narcotic substances in seized materials. **International Journal of Green Pharmacy (IJGP)**. v. 12, n. 03, 2018.
- BELL, S. Forensic Chemistry. Chemical Foundations: chromatography and mass spectrometry, spectroscopy. **CRC Press – Taylor & Francis Group**. 3 ed., [s.l.] p. 127 – 203. 2022.
- BIANCARELLI, A.; CAPOZOLI, E. Brasil tem solo e clima propícios para cultivo de cannabis. 2019. **Revista Globo Rural**. Disponível em: <https://globo rural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2019/12/brasil-tem-solo-e-clima-propicios-para-cultivo-de-cannabis.html>. Acesso em: 07 jul. 2023.
- BIANCHI, F. et al. MS-based analytical techniques: advances in spray-based methods and EI-LC-MS applications. **Journal of analytical methods in chemistry**, v. 2018, 2018.
- BORYSPIL, U. B. Ramo de contorno de vetor da planta de cocaína ou *Erythroxylum coca* com folha verde ornamentada e frutos vermelhos, isolados no fundo branco. 2018. **IStock**. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/vetor/ramo-de-contorno-de-vetor-da-planta-de-coca%C3%ADna-ou-erythroxylum-coca-com-folha-verde-gm949341036-259151928>. Acesso em: 19 set. 2023
- BOTELHO, É. D. et al. Chemical profiling of cocaine seized by Brazilian federal police in 2009-2012: Major components. **Journal of the Brazilian Chemical Society**. v. 25, p. 611-618, 2014.
- CAMARINI, R.; MARCOURAKIS, T. Toxicologia Social e Medicamentos. In: BATISTUZZO, José Antonio de Oliveira; OGA, Seizi; CAMARGO, Márcia Maria de Almeida. (Org.). **Fundamentos de toxicologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, p. 395-406. 2021.
- CARONE, C. Até no crédito. Traficantes vendiam cocaína com ajuda de maquininha. 2018. **Metropoles**. Disponível em: <https://www.metropoles.com/distrito-federal/ate-no-credito-trafficantes-vendiam-cocaina-com-ajuda-de-maquinhinha>. Acesso em: 19 jul. 2023.
- CASTILLO-PEINADO, L.S.; LUQUE DE CASTRO, M. D. An overview on forensic analysis devoted to analytical chemists. **Talanta**. v. 167, p. 181–192, maio 2017.
- COSTA, M. A. F. D.; BRITO, N. M. Requisições de rotina e testes colorimétricos empregados em Química Forense: do preparo das soluções à descrição dos fenômenos químicos. **Laboratório**. v. 3, p. 4, 2020.
- DA SILVA, C. G. et al. Adulterantes identificados na cocaína comercializada no Piauí-PI: uma análise qualitativa do seu potencial toxicológico. **Research, Society and Development**. v. 9, n. 11, p. e2259119713-e2259119713, 2020.
- DA SILVA, P. R. et al. Determination of cocaine adulterants in human urine by dispersive liquid-liquid microextraction and high-performance liquid chromatography. **Analytical and bioanalytical chemistry**. v. 411, p. 3447-3461, 2019.
- DALDEGAN-BUENO, D. Maconha e cocaína: os potenciais riscos e benefícios do uso em conjunto. 2021. **Ciência Psicodélica**. Disponível em: <https://www.cienciapsicodelica.com.br/post/maconha-e-cocaina-os-potenciais-riscos-e-beneficios-do-uso-em-conjunto>. Acesso em: 07 jul. 2023.
- DE CARVALHO SILVEIRA, G. Utilização da espectroscopia Raman na identificação de drogas ilícitas em perícia criminal. [**Juiz de Fora – MG**]. Dissertação do mestrado 2013.
- DE OLIVEIRA VANJURA, M. et al. Drogas de abuso: maconha e suas consequências: Imagem: aboutFarma. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**. v. 9, n. edesp, p. 565-569, 2018.

DO NASCIMENTO, I. R.; SANTO, V. E. Identificação Química em nível molecular de amostras de maconha por ESI-FT-ICR MS. **Centro de Ciências Exatas de UFES**. Dissertação de Mestrado em Química, 2014.

FETT, M. S.. Geographic origin determination of Brazilian Cannabis sativa L. (Marihuana) by multi-element concentration. **Forensic Science International**. v. 315, p.04 – 09. 2020.

FITZGERALD, K. T.; BRONSTEIN, A. C.; NEWQUIST, K. L. Marijuana poisoning. **Topics in companion animal medicine**. v. 28, n. 1, p. 8-12, 2013.

GAMEIRO, R. et al. Toxicological analysis of cocaine adulterants in blood samples. **Forensic science international**. v. 299, p. 95-102, jun. 2019.

HIGÍDIO, J. Maconha e cocaína: os pTJ-SP vê porte para consumo e afasta tráfico de pequena quantidade de drogasotenciais riscos e benefícios do uso em conjunto. 2023. **Consultor Jurídico**. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2023-fev-02/tj-sp-constata-porte-uso-afasta-trafficodrogawww>. Acesso em: 28 jun. 2023.

HOEG-BRUIN, M. de *et al.* Forensic Chemistry: optimization and validation of the fast blue bb (fbbb) screening test for the detection of delta-9-tetrahydrocannabinol (δ^9 -thc) in oral fluid. Optimization and validation of the fast blue BB (FBBB) screening test for the detection of delta-9-tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC) in oral fluid. 2023. Volume 35, September 2023, 10051. **Sciencedirect**. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/forensic-chemistry/vol/35/suppl/C>. Acesso em: 13 out. 2023.

LABATE, B. C.; CAVNAR, C.; RODRIGUES, T. (Ed.). Drug Policies and the Politics of Drugs in the Americas. **Switzerland: Springer International Publishing**, 2016.

LAPACHINSKE, S. F.; OKAI, G. G.; SANTOS, A. Analysis of cocaine and its adulterants in drugs for international trafficking seized by the Brazilian Federal Police. **Forensic Science International**. Vol. 247, p. 48-53, 2014.

LIU, Y. et al. The importance of considering polysubstance use: lessons from cocaine research. **Drug and alcohol dependence**. v. 192, p. 16-28, 2018.

MAGALHÃES, E. J. et al. Avaliação da composição da cocaína de rua apreendida em duas regiões do Brasil. **Ciência & Justiça**. v. 53, n. 4, pág. 425-432, 2013.

MALDANER, A. O.; BOTELHO, É. D. D. Perfil químico de drogas de abuso: exemplo da cocaína. *In*: BRUNI, A. T; VELHO, J. A; OLIVEIRA, M. (Org.). **Fundamentos de Química Forense: Uma análise prática da química que soluciona crimes**. 2. ed. Campinas /SP: Millennium, 2019. P. 16 -29.

MATSUURA, H. N.; FETT-NETO, A. G. Plant alkaloids: main features, toxicity, and mechanisms of action. **Plant toxins**. v. 2, n. 7, p. 1-15, 2015.

McSHANE, J. J. using Duquenois Levine test. 2013.**The McShane Firm**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MEXqy0QWHkc>. Acesso em: 05 jul. 2023.

MÉGARBANE, Bruno; CHEVILLARD, Lucie. The large spectrum of pulmonary complications following illicit drug use: features and mechanisms. **Chemico-biological interactions**, v. 206, n. 3, p. 444-451, 2013.

MONTI, M. C. et al. Adulteration of low-delta-9-tetrahydrocannabinol products with synthetic cannabinoids: Results from drug checking services. **Drug Testing and Analysis**, v. 14, n. 6, p. 1026-1039, 2022.

MOTA, L.; DI VITTA, P. B. Química forense: utilizando métodos analíticos em favor do poder judiciário. **Rev. Acad. Oswaldo Cruz**. v. 1, p. 1-11, 2014.

NASCIMENTO, I. R. D. et al. Chemical identification of cannabinoids in street marijuana samples using electrospray ionization FT-ICR mass spectrometry. **Analytical Methods**, v. 7, n. 4, p. 1415-1424, 2015.

NEVES, B. D. J. Análise de falsificação de medicamentos. *In*: BRUNI, A. T; VELHO, J. A; OLIVEIRA, M. (Org.). **Fundamentos de Química Forense: Uma análise prática da química que soluciona crimes**. 2. ed. Campinas /SP: Millennium, 2019. P. 154 -170.

- ODOARDI, S.; ROMOLO, F. S.; STRANO-ROSSI, S. A snapshot on NPS in Italy: Distribution of drugs in seized materials analysed in an Italian forensic laboratory in the period 2013–2015. **Forensic science international**, v. 265, p. 116-120, 2016.
- OGUNNIYI, O. J.; BRITTO, B. A. Historical perspective of international efforts at eradicating illicit drug trade and abuse. **European Journal of Research in Social Sciences Vol.** v. 2, n. 3, 2014.
- RUBIANO, C.; FIRMIN, J. S.; COTICONE, S. R. The effect of benzene ring substituents on the mechanism of Duquenois Levine (DL) test for cannabinoid detection. **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, v. 6, n. 6, p. 1261-1264, 2014.
- SILVA, D. R. D.. Desenvolvimento e validação de metodologia analítica para identificação e quantificação de alcaloides minoritários em amostras de cocaína por cromatografia gasosa com detector de ionização de chama (CG-DIC). [s.l.] **Universidade de Brasília**, 2016.
- STRANO ROSSI, S. et al. An analytical approach to the forensic identification of different classes of new psychoactive substances (NPSs) in seized materials. **Rapid Communications in Mass Spectrometry**. v. 28, n. 17, p. 1904-1916, 2014.
- STRAZZARI, F. et al. Captured or capturing? Narcotics and Political instability along the ‘African Route’ to Europe. **European Review of Organised Crime**. v. 1, n. 2, p. 5-34, 2014.
- SUTFIN, E. L. et al. What are young adults smoking in their hookahs? A latent class analysis of substances smoked. **Addictive Behaviors**. v. 39, n. 7, p. 1191–1196, jul. 2014.
- TETTEY, J. N. et al. United Nations Office on Drugs and Crime: recommended methods for the identification and analysis of synthetic cannabinoid receptor agonists in seized materials. **Forensic science international: Synergy**. v. 3, p. 100129, 2021.
- UNODC - United Nations Office on Drugs and crime. **World Drug Report 2014, United Nations Office on Drugs and Crime: Vienna**, 2014.
- VELHO, J. A.; BRUNI, A. Thais; ANDRADE, José. Fernando. Introdução à química forense. *In*: BRUNI, Aline. Thais; VELHO, Jesus. Aantonio; OLIVEIRA, Marcelino Firmino de. (Org.). **Fundamentos de Química Forense: Uma análise prática da química que soluciona crimes**. 2. ed. Campinas /SP: Millennium, 2019. P. 03 -10.
- VIEIRA, M. L.; VELHO, J. A. Exames preliminar e definitivo em drogas de abuso. *In*: BRUNI, Aline Thais; VELHO, Jesus Antonio; OLIVEIRA, Marcelino Firmino de. (Org.). **Fundamentos de Química Forense: Uma análise prática da química que soluciona crimes**. 2. ed. Campinas /SP: Millennium, 2019. P. 16 -29.
- YOYSUNGNON, B. et al. Effects of tetrahydrocurcumin on hypoxia-inducible factor-1 α and vascular endothelial growth factor expression in cervical cancer cell-induced angiogenesis in nude mice. **BioMed research international**. v. 2015, 2015.
- ZACCA, J. J. et al. Development and validation of analytical method for identification of new psychoactive substances using linear retention indexes and gas chromatography-mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**. v. 1636, p. 461783, 2021.