



Aperfeiçoamento sustentável no processo de ensino-aprendizagem do exame químico provisório de cocaína

Sustainable improvement in teaching-learning process of cocaine provisional chemistry exam

Ederson da Silva Stelato¹, Kátia Eliane Santos Avelar² y Vanessa Indio do Brasil da Costa³

Resumo

O presente artigo, que se trata de uma revisão narrativa da literatura, focou no aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem do exame químico provisório de cocaína, orientando a abordagem de docentes e qualificando os discentes de todos os níveis, principalmente, em cursos de formação técnica profissional das academias de polícia, estabelecendo a triagem de métodos sustentáveis tanto no âmbito da justiça quanto na esfera ambiental do citado exame, tendo os seguintes critérios estabelecidos: sensibilidade, seletividade, tempo de execução, registro fotográfico e redução do impacto ambiental. Com base na análise teórica, os métodos mais sustentáveis foram: o teste de Scott e cromatografia em camada delgada (CCD) —principalmente pela questão da seletividade— tendo o CCD como um teste de resultado mais genuíno, embora varie conforme sistema solvente utilizado; e o imunocromatográfico que se destaca especialmente por contribuir com a redução do impacto ambiental, porém, como só foi constatado apenas um artigo testando a eficácia desse método para esse fim, fica ainda a dúvida de sua eficiência na questão da seletividade.

Palavras-chave

Métodos, triagem, cocaína.

Abstract

This article, developed from literature narrative review, aimed at improving the teaching-learning process of provisional chemical test for cocaine guiding teachers approach and qualifying students training at all levels, mainly in professional technical training courses of police academies, it is establishing screening of sustainable methods in justice scope and also sphere environmental of mentioned exam, it follows with criteria has established: sensitivity, selectivity, execution time, photographic record and reduction of environmental impact. Based on theoretical analysis, the most sustainable were: Scott test and thin layer chromatography (TLC) —mainly for selectivity— with TLC as a more genuine result, although varies according to solvent system used; and immunochromatographic method, which stands out especially for contributing to reducing the environmental impact, however, as only one article was found testing the effectiveness this method for purpose, there is still doubt about selectivity efficiency.

Keywords

Methods, screening, cocaine.<

¹ Instituto de Criminalística de la Polícia Científica do Estado de São Paulo. <https://orcid.org/0000-0003-2643-4862>

² Centro Universitário Augusto Motta, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-7883-9442>

³ Centro Universitário Augusto Motta, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-0360-143X>

Introdução

A formação técnica dos profissionais da perícia forense é de uma extrema importância considerando a intensidade que a prova material exerce na investigação policial e no processo legal, exigindo uma grande responsabilidade das respectivas instituições de ensino.

Para as amostras apreendidas em supostos crimes de tráfico de drogas, na ocasião do flagrante delito, com suspeita de cocaína em pó e/ou crack, pode ser realizado um exame provisório de constatação que constitui no uso de um método químico de via-úmida que pode ou não indicar a presença da substância cocaína, a fim de que, posteriormente, seja feito o exame definitivo, a princípio, para a ratificação do resultado a partir de uma análise com maior robustez ou instrumental.

O exame definitivo faz a identificação propriamente dita da cocaína na(s) amostra(s) com prazo de 10 dias para a execução, podendo ainda ser prorrogável conforme estabelecido no Brasil pelo artigo 160 do código de processo penal, decreto-lei nº 3.689 (1941). No entanto, segundo o § 1º do artigo 50 da lei nº 11.343 (2006) do Brasil, o resultado positivo do laudo de constatação é o suficiente para efeito da lavratura do ato de prisão em flagrante.

Tal conjuntura determina a importância do uso de exames provisórios de constatação com características intrínsecas sustentáveis, pois um resultado errado (falso-positivo para cocaína) além de promover a prisão errônea do(s) envolvido(s) com o suposto crime de tráfico, poderá ser retificado apenas na emissão posterior do laudo definitivo (Kruschinski, 2019; Dias, 2021).

Neste sentido, o presente trabalho visou buscar na literatura e em artigos relacionados, métodos químicos sustentáveis de via-úmida para pesquisa de cocaína, a fim de que as instituições de ensino forense e/ou academias de polícia aperfeiçoem o processo de ensino-aprendizagem do exame químico provisório de cocaína, servindo de orientação aos docentes no planejamento de aula e qualificando os discentes, isto é, futuros profissionais da área forense.

Além disso, o referido trabalho atendeu a todos os níveis de ensino (básico e superior) no que tange ao conteúdo técnico e informativo, promovendo informações básicas da química clássica e o estímulo à pesquisa investigativa a partir de uma análise sistemática da literatura.

Foram considerados métodos químicos de via-úmida mais sustentáveis, ou seja, aqueles que atendessem a critérios convergentes com a justiça e com o meio ambiente, melhorando a qualidade da execução e do resultado do exame pericial de constatação provisória de cocaína.

Tais critérios são: tempo de execução compatível com a situação do flagrante delito que necessita agilidade na execução e na oferta do resultado; possibilidade do registro fotográfico do resultado, sendo muito importante na ilustração dos laudos periciais; sensibilidade (resultar positivo de maneira contundente para presença de cocaína) e seletividade (não resultar positivo para outras substâncias não sendo cocaína) eficazes.

Também se atentou às questões ambientais, como a toxicidade dos reagentes utilizados a partir da observação da classificação de risco (físico, saúde, ambiente aquático) presente na Ficha de Informação de Segurança para Produtos Químicos (FISPQ) dos reagentes, tendo como principal fonte o site da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2022) com intuito de selecionar métodos cujos reagentes usados são menos agressivos ou que possibilitem um manuseio consciente.

Metodologia

O presente estudo fez uso de uma revisão integrativa, conforme Whitemore & Knafl (2005), a fim de selecionar outros artigos e trabalhos relacionados.

Inicialmente as bases de dados utilizadas para a seleção de trabalhos científicos foram o Google Acadêmico e Research Gate, a partir dos descritores “cocaína, método, amostra, apreendida, adulterante, química, forense, scott”, sendo uma revisão de maneira abrangente.

No Google Acadêmico foram selecionados 55 trabalhos, enquanto no Research Gate foram catalogados 100 (cem) trabalhos, estabelecendo o total de 155. Posteriormente, foi determinado o período de publicação dos trabalhos compreendendo entre os anos de 2013 e 2022, restando 137 referências.

Sucessivamente, foi optado pelos trabalhos na língua portuguesa, refinando para 122 trabalhos, a partir destes, foram estabelecidos critérios técnicos de seleção pela análise dos títulos e resumos, sendo excluídos 112 por abordar pesquisas em matrizes biológicas e/ou com aplicação de técnica instrumental.

Por conseguinte, chegou-se na seleção de 10 trabalhos, que tratavam diretamente ou indiretamente de análise de amostra bruta de cocaína com métodos de triagem, estando totalmente relacionados com o presente estudo.

Portanto, a abordagem metodológica do referido trabalho deu-se com 10 referências buscadas pela revisão integrativa e também com acervo textual básico relacionado com química e toxicologia forense de distintos períodos cronológicos (livros, manuais técnicos, legislações e artigos dirigidos), incluindo trabalhos em outros idiomas (espanhol e inglês) tais como Scientific Working Group For The Analysis Of Seized Drugs – SWGDRUG (2019), Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito – UNODC (2012), Tsujikawa et al. (2017) e Tsumura et al. (2005).

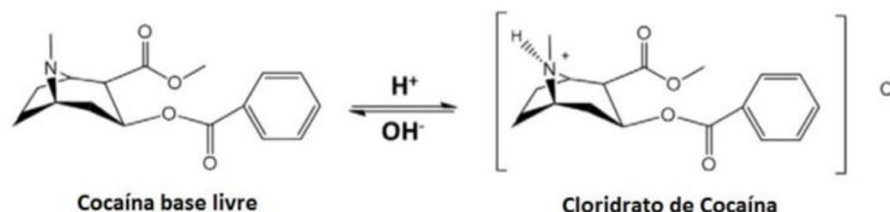
Desenvolvimento

Características da Cocaína

A cocaína ([1R-(exo,exo)]-3-(benzoiloxi)-8-metil-8-azabicyclo[3.2.1]octano-2-carboxílico, benzoilmetilecgonina ou éster do ácido benzóico) trata-se de uma das drogas ilícitas mais comercializadas pelo tráfico no mundo todo, cuja origem se dá a partir das folhas de plantas da família *Erythroxylaceae*, originárias da América do Sul, onde se desenvolvem preferencialmente em regiões de altitudes de 700 a 1700 metros e com clima úmido (Oliveira, 2017).

A produção do sal de cloridrato de cocaína (figura 1) e de seus derivados é proibida em qualquer local do mundo (Caligiorne & Marinho, 2016).

FIGURA 1. Formas Estruturais da Cocaína em Equilíbrio Ácido-Base. Fonte Oliveira (2017).



O cloridrato de cocaína é um material sólido cristalino branco solúvel em água podendo ser administrado por via intravenosa ou aspirado; enquanto a cocaína base livre é uma substância solúvel em solventes orgânicos, volátil por constar baixo ponto de ebulição, sendo administrada via intrapulmonar de acordo com Oliveira (2017), Caligiorne & Marinho (2016).

A pasta base, coca base, crack, merla e cloridrato de cocaína são as formas comercializadas (Caligiorne & Marinho, 2016; Oliveira, 2017).

A pasta base é o primeiro produto extraído da folha de coca com aspecto de pó marrom ou bege escuro, contendo de 30 a 80% de cocaína, enquanto a coca base resulta da oxidação da pasta base, geralmente com permanganato de potássio, com intuito de reduzir o teor de alcaloides (cis e trans-cinamoilcocaína), podendo apresentar de 80 a 95% de cocaína (Caligiorne & Marinho, 2016; Oliveira, 2017).

O crack, produto do processo de fusão da base livre seguido de resfriamento, formando um material sólido petrificado e a merla trata-se de uma base livre composta de cocaína, água e sais de sódio, contendo uma elevada concentração de benzoilecgonina devido à rápida decomposição de cocaína pela presença do elevado teor de água (Caligiorne & Marinho, 2016; Oliveira, 2017).

Internacionalmente, a cocaína é uma substância controlada estando presente na lista 1 da Convenção Única sobre Entorpecentes de 1961 e emendada pelo Protocolo de 1972 (Naciones Unidas, 2021) e no Brasil, a mesma é listada nominalmente como substância proscria, conforme portaria MS/SVS n.º 344, de 12 de maio de 1998 (1998), encontrando-se citada na relação F1 da lista F, que, por conseguinte, os exames são apenas qualitativos.

Dos Adulterantes

É frequente a adulterações dos derivados da pasta de coca, principalmente no cloridrato de cocaína, a fim de aumentar o volume e lucratividade por parte dos traficantes de entorpecentes, podendo ser excipientes como bicarbonatos, amido, sulfatos, carbonatos, silicatos e açúcares a fim de aumento de massa (Caligiorne & Marinho, 2016; Kruschinski, 2019; Silva et al., 2019; Oliveira, 2017).

Tem também os fármacos como, por exemplo, anestésicos locais, analgésicos e antipiréticos, estimulantes, anti-helmíntico, anti-histamínico, antiarrítmico, tais como a lidocaína, tetracaína, procaína, cafeína, fenacetina, benzocaína, levamisol, diltiazem, paracetamol (acetaminofeno), aminopirina, hidroxizina com finalidade de intensificar o efeito; e ainda contaminantes, isto é, substâncias próprias advindas da folha de coca (Caligiorne & Marinho, 2016; Kruschinski, 2019; Silva et al., 2019; Oliveira, 2017).

Assim como também, solventes derivados do processamento da extração e do refino, tais como truxilina, tropocaína, trimetoxicocaína, hidroxicocaína, cis e trans-cinamoilcocaína (Caligiorne & Marinho, 2016; Kruschinski, 2019; Silva et al., 2019; Oliveira, 2017).

Segundo o trabalho realizado por Kruschinski (2019) o adulterante mais frequente nos trabalhos pesquisados é a lidocaína com 15%, seguido dos demais nas seguintes frequências: 14% cafeína, 12% fenacetina, 11% levamisol, 7% benzocaína, 6% procaína, 5% diltiazem, 5% hidroxizina, 4% paracetamol, 3% aminopirina e 2% de tetracaína.

No Brasil, alguns adulterantes encontram-se relacionados na Portaria n.º 204, de 21 de outubro de 2022 do Ministério da Justiça (2022), na lista III, sujeitos a controle e fiscalização, sendo: aminopirina, benzocaína, cafeína, diltiazem, dipirona, fenacetina, hidroxizina, levamisol, lidocaína, manitol, paracetamol, procaína, teofilina, tetracaína e tetramisol.

Dos Tipos de Métodos de Triagem

Os métodos descritos e discutidos a seguir, foram selecionados na tentativa de satisfação dos critérios estabelecidos na introdução do presente artigo.

Teste(s) colorimétrico(s)

Trata-se de testes que a partir de reações químicas decorrentes com a amostra, é possível indicar a presença do analito de interesse que no caso é a cocaína, sendo considerados de categoria C conforme determinado pela SWGDRUG (2019), sendo o nível A o melhor, o nível B intermediário e o nível C o inferior.

Teste de Mayer. Para aplicação do teste, a amostra deve ser solubilizada em meio aquoso, facilmente aplicável para o cloridrato de cocaína que é solúvel em água, no entanto, para coca base, primeiramente a amostra deve ser tratada com gotas de ácido clorídrico, considerando que em seu estado natural, a solubilidade a água é baixa (Caligiorne & Marinho, 2016; Pedroni & Fernandes, 2013).

Após hidratação, deve ser acrescentado gotas do reagente de Mayer -tetraiodo-mercurato (II) de potássio, $K_2(HgI_4)$ -na amostra, que na presença da cocaína, ocorre uma turvação imediata com a formação de um precipitado branco, e para confirmação da mesma, é adicionando gotas de etanol que promove a dissolução do referido precipitado (Caligiorne & Marinho, 2016; Pedroni & Fernandes, 2013).

É bem eficaz para análise de folhas de coca, tem uma alta sensibilidade, porém baixa seletividade, ao poder apresentar resultado falso positivo para as substâncias lidocaína, sildenafil, dipirona, ecstasy e outros (Caligiorne & Marinho, 2016; Pedroni & Fernandes, 2013).

Pela observação do FISPQ (CETESB, 2022) pode gerar risco à saúde e ao ambiente aquático.

Teste de Wagner. Trata-se de um teste que em uma amostra inferior a 1,0mg de cloridrato de cocaína, é acrescentado duas gotas de solução aquosa de iodo/iodeto 10%, cujo resultado positivo, indicativo de cocaína presente, se dá pela formação de um precipitado marrom. A seletividade do referido teste é questionável, pois ao realizar o teste com adulterantes tais como lidocaína e amido, os resultados foram inconclusivos (Sant'ana, 2019).

De acordo com o FISPQ (CETESB, 2022) observado por causar risco à saúde e ao ambiente aquático.

Teste de Precipitação por Nitrato de Prata - AgNO_3 . Teste na qual em uma amostra inferior a 1,0 mg de cloridrato de cocaína, é acrescentado duas gotas de solução aquosa de nitrato de prata a 10%, cujo resultado positivo, indicativo de cocaína presente, se dá pela formação de um precipitado branco ou amarelo (Sant'ana, 2019).

A seletividade do referido teste é limitada, tendo em vista que, ao realizar o teste com adulterantes tais como o carbonato de sódio e bicarbonato de sódio, ocorreram resultados falso-positivos (Sant'ana, 2019).

Pelo FISPQ (CETESB, 2022) dos reagentes, o teste causa riscos físico e à saúde.

Teste do Tiocianato de Cobalto. O teste de tiocianato de cobalto que pode ser denominado de Stop Test, que consiste no uso de tiocianato de cobalto em meio ácido, sendo que inicialmente o referido reagente tem coloração rosada e ao entrar em contato com uma amostra que contém cocaína, a coloração de rosa muda para azul-turquesa ou azul que resulta positivo para presença de cocaína (Silva et al., 2019; Cruz & Guedes, 2013).

Como mostrado na reação a seguir, a coloração rosa do referido reagente se dá pela coordenação de moléculas de água com o íon cobalto II (Costa & Brito, 2020).



Por conseguinte, com a presença da cocaína, cada duas moléculas de água são substituídas por uma molécula do alcaloide, promovendo a coloração azul ao novo complexo (Costa & Brito, 2020). No entanto, as amostras supostamente de cocaína em pó, normalmente se encontram misturadas com adulterantes, como já relatado na introdução do presente trabalho.

Conforme estudo de Silva et al. (2019), alguns dos destes podem manifestar a mesma reação positiva que seria para cocaína no mencionado teste e o problema se agrava em amostras apreendidas ausentes de cocaína, contendo apenas adulterante capaz(-es) de formar a mesma coloração azulada com o tiocianato de cobalto, promovendo um resultado falso-positivo, exemplos dessas substâncias são: lidocaína, prometazina, condimentos (fermento e leite em pó), atropina, heroína, salicilato de nicotina; e substâncias com concentração acima de 20 mg no caso da cafeína, procaína, levamisol, fenacetina e benzocaína.

A partir da observação do FISPQ (CETESB, 2022) dos reagentes, o citado teste causa riscos à saúde e ao ambiente aquático.

Teste de Scott. O teste de Scott que foi desenvolvido por Scott em 1973 e aprimorado por Fasanello e Higgins em 1986 para que o teste pudesse ser aplicado também ao crack, praticamente é uma complementação do Stop test (Caligiorne & Marinho, 2016).

Após aplicação de tiocianato de cobalto na amostra tem-se a expectativa na formação da substância de coloração azul, a amostra em questão é submetida a duas fases sequentes, sendo uma segunda etapa onde na mistura é acrescentado ácido clorídrico concentrado, na qual se espera que a coloração azul se desfça (Caligiorne & Marinho, 2016; UNODC, 2012; Tsujikawa et al., 2017; Tsumura et al., 2005).

E, posteriormente, uma terceira etapa, em que se adiciona clorofórmio, em que se aguarda a formação de uma solução heterogênea bifásica, sendo uma mais densa com coloração azul e outra menos densa com coloração rosada, por conseguinte, a presença de cocaína na amostra

é caracterizada contanto que nas três fases do teste, o resultado seja positivo (Caligiorne & Marinho, 2016; Tsujikawa et al., 2017; Tsumura et al., 2005; UNODC, 2012).

Na primeira etapa do teste onde há formação da coloração azul é decorrente pelo alcaloide em questão (cocaína) substituir moléculas de água provenientes do complexo tiocianato de cobalto, na segunda etapa em que há o acréscimo do ácido clorídrico, ocorre o processo inverso, os alcaloides tendem a ser consumidos, favorecendo a hidratação do tiocianato de cobalto que volta a promover coloração rosada na solução e por fim na terceira etapa, a fração complexada de tiocianato de cobalto com a cocaína migra para o clorofórmio formando novamente a coloração azul (Caligiorne & Marinho, 2016; Tsujikawa et al., 2017; Tsumura et al., 2005; UNODC, 2012).

O reagente de tiocianato de cobalto utilizado no teste de Scott por alguns autores, tem uma composição distinta do que é utilizado no Stop test, pois apresenta na sua constituição a glicerina conforme descrito por UNODC (2012), Tsumura et al. (2005), e Caligiorne & Marinho (2016).

É essencial que a quantidade de amostra utilizada não ultrapasse o valor de 1,0mg, pois conforme as pesquisas analisadas, amostras com concentrações acima desse valor, pode promover resultado falso-positivo (Caligiorne & Marinho, 2016; Tsujikawa et al., 2017; Tsumura et al., 2005, UNODC, 2012).

UNODC (2012) informa que as quantidades usadas de tiocianato de cobalto e clorofórmio não são críticas, porém, deve ficar atento na quantidade de ácido clorídrico utilizado após o acréscimo do tiocianato de cobalto, pois caso seja acrescentado uma quantidade excessiva de ácido clorídrico, a solução resultante será azul.

Tsumura et al. (2005), com relação às fases 1 e 2 do teste de Scott, utilizaram reagentes praticamente distintos para o cloridrato de cocaína e para o crack, sendo que no cloridrato de cocaína foram usados os reagentes clássicos como o tiocianato de cobalto glicerinado e o ácido clorídrico concentrado, enquanto no caso do crack o tiocianato de cobalto, além da glicerina, contém 10% de ácido acético; e o ácido clorídrico é diluído em 10%, e dos adulterantes testados, nenhum apresentou a mesma sequência de resultados que o cloridrato de cocaína, incluindo a lidocaína, porém, no caso do crack, na etapa 2 observou a permanência do precipitado azul, e, além disso, quatro substâncias químicas apresentaram a mesma sequência de resultado do crack, sendo: clorpromazina, difenidramina, 5-metoxi-N,N-diisopropiltriptamina (5-MeO-DIPT) e prometazina.

Caligiorne & Marinho (2016) descreve os dois tipos de teste de Scott, o denominado de original apresentado por Scott em 1973 e outro de modificado apresentado por Fasanello e Higgins em 1986. No Scott original, os reagentes utilizados nas três fases do teste são os mesmos já descritos acima e citam algumas substâncias que podem apresentar as mesmas reações que a cocaína nas fases do teste, tais como, cloridrato de difenildramina, cloridrato de clorpromazina, cloridrato de promazina, escopolamina, cloridrato de dibucaína, prometazina e cloridrato de fenciclidina.

No Scott modificado há duas opções, uma com maior sensibilidade utilizando praticamente os mesmos reagentes do Scott original exceto pelo tiocianato de cobalto a 2% glicerinado ter o acréscimo de ácido clorídrico na composição e na segunda etapa é usado um ácido clorídrico diluído a 10%; e outro com maior seletividade fazendo o uso dos reagentes tiocianato de cobalto a 0,15% com adição de ácido clorídrico, diclorometano

e ácido clorídrico a 20%. No Scott modificado de maior sensibilidade, tanto as etapas do teste quanto os resultados reportados foram semelhantes ao Scott original (Caligiorne & Marinho, 2016).

No entanto, no Scott modificado de maior seletividade, há uma diferença na dinâmica do teste, pois no caso de cloridrato de cocaína a formação da cor azul acontece na fase 2 do teste, isto é, após adição do tiocianato de cobalto a 0,15% de ácido clorídrico e do diclorometano; e no caso de crack, a coloração azul vai se formar na fase 3, ou seja, após o acréscimo do ácido clorídrico a 20%. Embora o Scott modificado de maior seletividade seja eficiente principalmente nas amostras de crack, as amostras de cocaína que contêm levamisol, podem formar o azul logo na primeira etapa, o que mascara o resultado para cocaína (Caligiorne & Marinho, 2016).

Considerando o FISPQ (CETESB, 2022) dos variados reagentes, o teste pode causar risco físico, à saúde e ao ambiente aquático.

Teste Imunocromatográfico

Trata-se de um teste produzido a princípio para detectar metabólitos da cocaína em fluidos biológicos, como, por exemplo, a urina, mas que também pode ser usado no exame da droga bruta (Caligiorne & Marinho, 2016), sendo considerado técnica de categoria C pela SWGDRUG (2019) por ser um imunoensaio.

O princípio do teste consiste no uso de uma fita de celulose que contém tanto cocaína conjugada quanto anticorpo anticocaína conjugado, isto é, do tipo monoclonal, cujo resultado do ensaio se dá por competição (Investigação Laboratorial Ltda - Inlab, 2016).

A fita do referido teste apresenta duas áreas a de controle denominada de “C” e a de teste denominada de “T”, quando a fita entra em contato com a amostra, na faixa “C”, obrigatoriamente, tem que formar uma linha visível, pois é a condição que determina se o teste funcionou corretamente, enquanto na área “T”, a formação da linha vai depender se na amostra tem ou não os vestígios de cocaína (Caligiorne & Marinho, 2016).

Caso a amostra em questão não tenha a referida droga ou a mesma esteja numa concentração menor que o limite de detecção, que no teste da Inlab (2016) é de 300 ng.mL⁻¹, os referidos anticorpos se ligam com a própria substância de cocaína conjugada do teste, formando a linha na seção “T”, porém, em uma situação contrária, na qual a amostra apresente um valor igual ou acima de 300 ng.mL⁻¹ de vestígios de cocaína, estes tendem a se ligar com os anticorpos, que por estarem com os seus sítios ocupados, não conseguem se ligar a cocaína conjugada do teste, não formando a linha na seção “T” (Inlab, 2016).

Em um estudo realizado por Pinto et al. (2015), na qual testou tiras de pesquisa de cocaína (COC 150 One Step Cocaine Test (Urine) da marca ABON, tanto em amostra de cocaína quanto em adulterantes (ácido bórico, açúcar, amido de milho, bicarbonato de sódio, cloreto de sódio, talco, paracetamol, aminofilina, benzocaína, cafeína, diltiazem, cloridrato de lidocaína, dipirona, fenacetina, ibuprofeno, levamisol e procaína), os resultados foram satisfatórios, pois positivou apenas para a cocaína, no entanto, nesse referido estudo não foi determinado o valor de massa das amostras, não sendo também informado o limite de detecção do citado kit da ABON.

Tendo em vista que o citado método não faz uso de reagentes de potencial tóxico, este não denota risco aparente ao meio ambiente.

Cromatografia em Camada Delgada (CCD)

Sendo de categoria B de acordo com a SWGDRUG (2019), consiste basicamente no uso de uma cromatoplaça revestida de sílica gel G com espessura cerca de 0,25 mm como fase estacionária e no uso de um sistema solvente como fase móvel, que irá eluir verticalmente a cromatoplaça dentro de uma cuba de vidro tampada, promovendo o fracionamento de substâncias presentes na(s) amostra(s) aplicada(s) na referida cromatoplaça, sendo essas substâncias visualmente manifestadas a partir da aspersão de reagentes reveladores, na qual resultam em manchas ou também denominados de spots, sendo caracterizados pela cor, forma e pelo fator de retenção (Rf) cuja fórmula se encontra exposta na figura 2 (Carmargos, 2018; UNODC, 2012; Ministério da Justiça, 2013).

FIGURA 2. Fórmula de cálculo do fator de retenção (Rf). Fonte UNODC (2012).

$$Rf = 100 \times \frac{\text{distância percorrida pela substância}}{\text{distância percorrida pela frente da fase móvel}}$$

Distância percorrida pela substância dá-se do ponto de aplicação da amostra até o centro da mancha revelada, enquanto que a distância percorrida pela frente da fase móvel caracteriza-se pela distância percorrida pela fase móvel da linha de partida (ponto de aplicação) até que sua frente atinja a linha de chegada presente na parte superior da cromatoplaça (UNODC, 2012).

Os valores de Rf podem variar, considerando a composição e ativação da placa, o sistema de fase móvel selecionado, a saturação da cuba ou a distância de revelação, etc. (UNODC, 2012).

As amostras questionadas e o material de referência/padrão que serão aplicados na cromatoplaça para a realização do exame, devem ser preparados previamente com solvente adequado, tais como, metanol ou clorofórmio, formando soluções com uma concentração mínima de 1 ng.mL⁻¹ (UNODC, 2012; Ministério da Justiça, 2013).

Ademais, antes da realização do exame, as cubas de vidro precisam estar previamente com a sua atmosfera interna saturada com o sistema solvente (fase móvel) utilizado, sendo necessário introduzi-lo na cuba ao menos 30 minutos antes da eluição da cromatoplaça (Ministério da Justiça, 2013).

Dentre os reagentes que podem ser utilizados para a revelação dos spots após eluição, os indicados por UNODC, (2012) e pelo Ministério da Justiça (2013) são o reativo de iodoplatinado de potássio acidificado cuja mancha de cocaína é revelada com uma coloração azulada/roxa/bordô, ou o reativo de Dragendorff com a mancha de cocaína é revelada na coloração laranja.

Os sistemas solventes (fase móvel) citados tanto pelo UNODC (2012) quanto pelo Ministério da Justiça (2013) são: Clorofórmio:Dioxano:Acetato de etila:Hidróxido de amônio (CDAH) respectivamente nas proporções 25:60:10:5, Metanol:Hidróxido de amônio (MH) na proporção respectiva de 100:1,5, e Ciclohexano:Tolueno:Dietilamina (CTD) nas seguintes proporções respectivas de 75:15:10.

De acordo com UNODC (2012), a cocaína apresentou os seguintes Rfs: no sistema de fase móvel CDAH valor de 81, na fase móvel MH valor de 59 e na fase móvel CTD valor de 56. Foram testados os seguintes adulterantes: ecgonina, metilecgonina, benzoilecgonina, cinamoilcocaína, tetracaína, benzocaína, lidocaína, petidina, metacualona, metadona e procaína, destacando, a lidocaína, a tetracaína, a benzocaína e a procaína, cujos Rfs em

todos esses sistemas solventes citados, não coincidem com o R_f da cocaína, destacando o sistema solvente CTD, cujos valores dos R_f s (procaína: 8-16; lidocaína: 40-55; tetracaína: 25; benzocaína: 11) ficam distantes do R_f da cocaína.

Outrossim, Moffat, Osselton e Widdop (2011), cita o sistema solvente clorofórmio:metanol (CM) na proporção de 9:1, enquanto Camargos (2018) indica o sistema solvente Clorofórmio:Acetona:Hidróxido de amônio (CAH) na proporção de 75:25:0,4, informando que R_f obtido da lidocaína foi superior ao da cocaína. Tendo em vista o FISPQ (CETESB, 2022) dos diversos reagentes, o CCD pode causar risco físico, à saúde e ao ambiente aquático.

Hidrólise Ácida

Consiste em colocar uma alíquota da amostra em um cadinho de porcelana, posteriormente, adicionar 05 (cinco) gotas de ácido sulfúrico concentrado e em seguida coloca-se algumas gotas de etanol, que após aguardar 10 minutos de aquecimento em banho-maria, observa-se se há liberação de odor de benzoato de etila resultante da hidrólise da cocaína (Sant’ana, 2019).

Embora não tenham sido constatados resultados falso-positivos conforme Sant’ana (2019), devido o teste se basear no odor, dependerá da sensibilidade olfativa do perito criminal, além de não possibilitar a fotografia do resultado. A partir da observação do FISPQ (CETESB, 2022) dos reagentes, o teste pode causar riscos físico e à saúde.

Conclusões

Com base nos critérios de sustentabilidade estabelecidos no presente trabalho, os métodos mais convergentes são o teste de Scott e a cromatografia em camada delgada (CCD), principalmente pela seletividade —reduzindo significativamente a possibilidade de resultados falsos-positivos, evitando a prisão errônea de pessoas envolvidas— tendo o CCD como um teste de resultado mais genuíno, embora varie conforme sistema solvente utilizado.

Embora o imunocromatográfico se destaca, especialmente, por contribuir com a —redução do impacto ambiental— não fazendo o uso de reagentes com alto potencial tóxico, como foi constatado apenas um artigo testando o mesmo a fim do exame químico de cocaína, fica ainda a dúvida na questão da seletividade.

Por conseguinte, para as instituições de ensino forense ou academias de polícia, é necessária uma ratificação experimental dos métodos de Scott, imunocromatográfico e CCD com os citados sistemas solventes por meio de substâncias padrões tanto de cocaína quanto dos principais adulterantes em aulas práticas cujos docentes juntamente com os alunos poderão verificar principalmente a seletividade, assim como também, medidas contribuam com a redução de riscos ao meio ambiente vinculados intrinsecamente nos reagentes do teste de Scott e do CCD, que possibilitem o gerenciamento consciente do uso dos mesmos e na geração dos resíduos.

Enquanto para as demais instituições de ensino, principalmente da educação básica, para ir além do conhecimento teórico, é possível a realização de atividades lúdicas com tais métodos, desde que todas as normas de segurança dos alunos sejam estabelecidas e que o manuseio seja de amostras negativas, mas que possibilitem a aprendizagem, tal como, o uso do leite em pó que pode ser aplicado como exemplo no teste de Scott.

Referências

- Caligiorne, S. M. & Marinho, P. A. (2016). Cocaína: aspectos históricos, toxicológicos e analíticos – uma revisão. *Revista Criminalística E Medicina Legal*, 1(1), 34-45.
- Camargos, A. C. F. (2018). *Química Forense: Análises de Substâncias Apreendidas*. [Trabalho de Conclusão de Curso]. São João Del-Rei, Brasil: Universidade Federal de São João Del-Rei.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Lista Completa de Produtos Químicos*, consultado em setembro 20, 2022, na URL <https://produtosquimicos.cetesb.sp.gov.br/Ficha>.
- Costa, M. A. F & Brito, N.M. (2020). Requisições de rotina e testes colorimétricos empregados em química forense: do preparo das soluções à descrição dos fenômenos químicos. *Revista Brasileira de Criminalística*, 9(2), 105-112.
- Cruz, R. A. & Guedes, M. C. S. (2013). Cocaína: aspectos toxicológico e analítico. *Revista Eletrônica FACP*, (04), 1-15.
- Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941. (1941). Código de processo penal. Presidência da República. Na URL https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689.htm.
- Dias, L. D. (2021). *Lei de drogas: Princípio do Contraditório durante o Inquérito Policial e o Papel da Perícia Criminal como Fator Determinante para a Aplicação da Prisão*. [Monografia]. Brasília, Brasil: Centro Universitário de Brasília.
- Investigação Laboratorial Ltda. (2016). *Teste de Cocaína: Teste em Tira para Detecção Qualitativa do Metabólito da Cocaína em Urina Humana*. Diadema, Brasil: Alamar Tecno Científica Ltda.
- Kruschinski, T. (2019). *Levantamento dos Principais Adulterantes Encontrados em Amostras de Cocaína: Uma Revisão De Escopo*. [Trabalho de Conclusão do Curso]. Florianópolis, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Lei nº 11.343, de 23 de agosto de 2006. (2006). Institui o Sistema Nacional de Políticas Públicas sobre Drogas - Sisnad; prescreve medidas para prevenção do uso indevido, atenção e reinserção social de usuários e dependentes de drogas; estabelece normas para repressão à produção não autorizada e ao tráfico ilícito de drogas; define crimes e dá outras providências. Presidência da República. Na URL https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11343.htm.
- Ministério da Justiça. (2013). *Procedimento Operacional Padrão: Perícia Criminal*. Brasília, Brasil: Ministério da Justiça.
- Moffat, A. C., Osselton, M. D. & Widdop, B. (2011). *Clarke's Analysis of Drugs and Poisons*. London, UK: Pharmaceutical Press.
- Naciones Unidas. (2021). *Los Tratados de Fiscalización Internacional de Drogas: Listas de la Convención Única de 1961 Sobre Estupefacientes Enmendada por el Protocolo de 1972, a 11 de Junio de 2021*. Nueva York, EUA: Naciones Unidas.

- Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito. (2012). *Métodos Recomendados para la Identificación y el Análisis de Cocaína en Materiales Incautados: Manual para Uso de los Laboratorios Nacionales De Análisis De Estupefacientes*. Nueva York, EUA: Naciones Unidas.
- Oliveira, P. A. C. (2017). *Medidas Colorimétricas com Smartphones para Identificação de Amostras de Cocaína e Quantificação de Alguns Adulterantes*. [Dissertação de Mestrado]. Brasília, Brasil: Universidade de Brasília.
- Pedroni, A. F. & Fernandes, A. P. S. (2013). *Avaliação da Interferência de Adulterantes Químicos nos Resultados da Identificação de Cloridrato de Cocaína*. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Itumbiara, Brasil: Instituto Federal de Educação.
- Pinto, G.A.T et al. (2015). Avaliação da técnica de imunocromatografia para análise de drogas de abuso no contexto da química forense. *Rev. Bras. Crimin.*, 4 (3), 28-37.
- Portaria nº 204, de 21 de outubro de 2022. (2022). Estabelece procedimentos para o controle e a fiscalização de produtos químicos e define os produtos químicos sujeitos a controle pela Polícia Federal. Ministro de Estado da Justiça e Segurança Pública. Na URL <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mjsp-n-204-de-21-de-outubro-de-2022-438279876>.
- Portaria nº 344, de 12 de maio de 1998. (1998). Aprova o Regulamento Técnico sobre substâncias e medicamentos sujeitos a controle especial. Ministério da Saúde. Na URL https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/1998/prt0344_12_05_1998_rep.html.
- Sant'ana, L. D. (2019). *Comparação de Métodos de Análises para Avaliação do Perfil Químico De Amostras de Cocaína Apreendidas no Estado do Rio De Janeiro*. [Tese de Doutorado]. Rio de Janeiro, Brasil: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- Scientific Working Group For The Analysis Of Seized Drugs. (2019). *Scientific Working Group for the Analysis of Seized Drugs (SWGDRUG) Recommendations*. SWGDRUG.
- Silva, S. M. et al. (2019). A confiabilidade do teste de scott frente a interferência dos adulterantes na detecção da cocaína. *Brazilian Journal of Development*, 5 (8), 12391-12397.
- Tsujikawa, K. et al. (2017). Development of a new field-test procedure for cocaine. *Forensic Science International*, 267-274.
- Tsumura, Y., Mitome, T. & Kimoto, S. (2005). False positives and false negatives with a cocaine-specific field test and modification of test protocol to reduce false decision. *Forensic Science International*, 155, 158-164.
- Whittemore, R. & Knafl, K. (2005). The integrative review: updated methodology. *J Adv Nurs, Oxford*, 52 (5), 546-553.