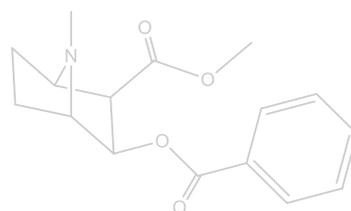




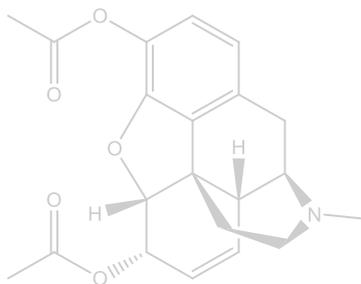
Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Ciências Naturais

Universidade Federal de Mato Grosso



Química Forense

UMA ABORDAGEM TEÓRICA, LÚDICA E EXPERIMENTAL
PARA O ENSINO DE QUÍMICA



Douglas Freitas de Oliveira
Elane Chaveiro Soares

Universidade Federal de Mato Grosso
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais

Douglas Freitas de Oliveira
Elane Chaveiro Soares (orientadora)

Química Forense:
uma abordagem teórica, lúdica e experimental
para o Ensino de Química

Cuiabá-MT
2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por permitir que tudo isso fosse possível, não somente por esses anos de vida acadêmica, mas também por sempre colocar pessoas maravilhosas no meu caminho, que tornam os obstáculos menos intransponíveis e as vitórias mais inesquecíveis!

À Professora Doutora Elane Chaveiro Soares, pela orientação atenta e cuidadosa (desde o início da graduação em Licenciatura Plena em Química) na construção deste livro e no desenvolvimento da pesquisa do curso de mestrado.

À Banca de Qualificação e de Defesa desta pesquisa, à Professora Doutora Salete Linhares Queiroz e aos Professores Doutores Marcel Thiago Damasceno Ribeiro e Ricardo Dalla Villa, pelo aceite ao convite e pelas importantes contribuições para enriquecer as discussões desta dissertação e do livro paradidático.

Aos integrantes do Programa Residência Pedagógica em Química da Universidade Federal de Mato Grosso por participarem como sujeitos desta pesquisa e pela inestimável contribuição na avaliação do livro.

À Diretoria Geral, às Diretorias Metropolitanas e de Interiorização, ao Conselho de Política Científica e Tecnológica e à Gerência Regional de Pontes e Lacerda da Perícia Oficial e Identificação Técnica do Estado de Mato Grosso (POLITEC/MT) por autorizarem e contribuírem para realização desta pesquisa e, especialmente, aos peritos criminais por participarem das entrevistas e, assim, compartilhar um pouco de suas rotinas profissionais e concepções acerca do trabalho pericial.

Ao perito criminal e responsável pela Gerência de Perícias de Identificação Veicular, Antônio Henrique da Silva Filho, pela parceria e submissão conjunta do projeto de pesquisa junto ao Conselho de Política Científica e Tecnológica da POLITEC/MT.

Aos meus pais, Luzia Vitalino de Freitas e Gilton José de Oliveira, pelo amor, carinho, incentivo aos estudos e dedicação total para que este momento se tornasse realidade.

À minha companheira, Francyele dos Santos Correia, pelo amor e cumplicidade para superarmos e conquistarmos juntos os desafios da vida, inclusive os da pós-graduação.

Aos meus irmãos, cunhadas e sobrinhos que, mesmo distantes, posso sempre contar com eles para superarmos as dificuldades e compartilharmos as alegrias da vida.

À minha sogra, Aparecida dos Santos (in memoriam), ao meu sogro e às minhas cunhadas e concunhados, pelo carinho e por me apoiarem nas dificuldades corriqueiras do dia a dia, desde quando era um estudante longe de casa.

Ao meus colegas coordenadores pedagógicos, Cleyton Marques Caldeira e Roger Adão do Carmo Vilanova, e à Diretora da Escola Estadual 14 de Fevereiro (Pontes e Lacerda-MT), Marta Leonora Mazeto Bernadelli, pelo apoio e incentivo para a conclusão desta pós-graduação.

Aos meus amigos, colegas, professores e coordenadores do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais (PPGECN) e do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Química (LabPEQ), ambos da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), pelas importantes discussões, apoio e inestimável contribuição para a minha formação humana e profissional.

Agradeço, enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a construção desta pesquisa de mestrado e da minha história. Muito obrigado!

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
CAPÍTULO 1. APONTAMENTOS SOBRE QUÍMICA FORENSE, LUDICIDADE E EXPERIMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE QUÍMICA	9
Concepções acerca da Química Forense para o ensino de Química	10
Pressupostos da ludicidade para o ensino de Química	13
Pressupostos da experimentação para o ensino de Química	16
A integração entre Química Forense, ludicidade e experimentação neste livro	17
CAPÍTULO 2. INTRODUÇÃO À QUÍMICA FORENSE	19
Química Forense, Ciências Forenses e Criminalística.....	20
Áreas de atuação da Química Forense	22
Análises químicas clássicas e instrumentais.....	24
ROTEIRO DE ATIVIDADE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA I.....	26
CAPÍTULO 3. METODOLOGIA CIENTÍFICA E PERÍCIA CRIMINAL	28
Breve apontamento histórico sobre a Perícia Criminal.....	28
O imaginário popular acerca do trabalho forense	30
Metodologia científica em perícia criminal	34
Perícia, local de crime e cadeia de custódia	35
Vestígios, evidências e indícios.....	41
O perito criminal, o assistente técnico e o laudo pericial	42
ROTEIRO DE ATIVIDADE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA II.....	47
CAPÍTULO 4. REVELAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS	50
As impressões digitais ao longo da História da humanidade	50
O que são e como são produzidas as impressões digitais.....	52
Princípios da identificação humana pelas impressões digitais.....	54
As impressões digitais e a cena de crime	55
Técnicas e reagentes reveladores de impressões digitais.....	57
Comparação datiloscópica para o estabelecimento de identidade	66
Identificação biométrica e tentativa de fraudes	68
Datação das impressões digitais.....	71
ROTEIRO DE ATIVIDADE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA III.....	73
CAPÍTULO 5. RESÍDUOS DE DISPARO DE ARMA DE FOGO	78
Armas de fogo, cartuchos e projéteis.....	79
Classificação geral das armas de fogo e algumas legislações.....	83
Resíduos de disparo de arma de fogo	87
Recentidade de disparo de arma de fogo	91
Indicativos de distância de tiro.....	92
Exame de confronto balístico microcomparativo	93
Teste de eficiência de tiro	96
ROTEIRO DE ATIVIDADE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA IV.....	98
CAPÍTULO 6. ANÁLISE DE DROGAS DE ABUSO	102
Drogas de abuso: conceito e ocorrência mundial	103
Drogas de abuso e alguns aspectos legais.....	105
Testes preliminares para drogas de abuso.....	107

Principais testes de mudança de cor para drogas ilícitas	109
Testes definitivos para drogas de abuso	114
Perfil químico e rastreabilidade das drogas	118
ROTEIRO DE ATIVIDADE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA V.....	120
CAPÍTULO 7. FUNDAMENTOS DA TOXICOLOGIA FORENSE	123
Fundamentos da Toxicologia.....	123
Efeitos toxicológicos de algumas drogas de abuso	128
Efeitos do álcool, legislação brasileira e teste de alcoolemia	135
Controle antidoping no esporte	143
Critérios para seleção de amostras biológicas e técnicas instrumentais	145
ROTEIRO DE ATIVIDADE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA VI.....	147
CAPÍTULO 8. ANÁLISE DE VESTÍGIOS DE SANGUE E EXAME DE DNA.....	150
A composição sanguínea e sua importância para a manutenção da vida.....	150
Tipos e padrões de manchas de sangue.....	152
Reagentes para revelação de vestígios latentes de sangue	154
Testes confirmatórios para sangue humano	158
DNA humano	159
Genética Forense e exame de DNA	160
Banco de dados de perfis genéticos	164
ROTEIRO DE ATIVIDADE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA VII.....	167
CAPÍTULO 9. ANÁLISE DE FRAUDES EM DOCUMENTOS	170
Fraudes em documentos	170
Análise grafoscópica e mecanográfica	173
Análise da composição química das tintas	175
Datação de tintas.....	176
ROTEIRO DE ATIVIDADE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA VIII.....	178
CAPÍTULO 10. FRAUDES E ADULTERAÇÕES EM GERAL.....	180
Fraudes em medicamentos	180
Fraudes em bebidas alcoólicas e alimentos	183
Fraudes em combustíveis	185
Adulteração em armas de fogo e veículos	187
ROTEIRO DE ATIVIDADE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA IX.....	190
ATIVIDADE EXTRA	193
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	203
GLOSSÁRIO.....	204
REFERÊNCIAS.....	208

APRESENTAÇÃO

Caro(a) leitor(a),

Diariamente, deparamo-nos com inúmeras notícias a respeito de ações criminosas que impactam a vida em sociedade, muitas vezes, causando comoção nacional. Neste cenário, são variados os tipos de delitos, desde a falsificação de bens e tráfico de drogas até, por exemplo, a ocorrência de homicídios e crimes cibernéticos. Contudo, a autoria desses crimes nem sempre é imediatamente identificada, fazendo com que seja necessário o trabalho de investigação por parte dos órgãos competentes, o que demanda uma sólida e organizada estrutura de conhecimentos e metodologias científicas que auxiliem no processo investigativo.

O campo de estudos e pesquisas que envolvem a investigação de crimes é bastante amplo e multidisciplinar, pois congrega as chamadas Ciências Forenses, uma área que tem sido bastante explorada pela mídia em programas e séries de grande sucesso, principalmente entre os jovens e adolescentes, mais provavelmente por sua dinâmica de mistério e suspense do que por uma prática que exige conhecimentos científicos diversos e interligados.

Estas ciências, por sua vez, contam com um rol de áreas de pesquisa e atuação pericial, dentre as quais: a Documentoscopia, a Balística Forense, a Papiloscopia Criminal, a Medicina Legal e a Química Forense. Neste livro, abordaremos de forma mais sistemática e organizada a Química Forense com foco no Ensino de Química. Para tanto, o uso da ludicidade, da experimentação e de temáticas da Química Forense e Investigação Criminal é defendido aqui como possibilidade para a construção de conhecimentos científicos e socialmente relevantes em sala de aula, sobretudo para o ensino-aprendizagem de conteúdos químicos.

Assim, partimos tanto de um ponto de vista mais teórico e prático das técnicas e metodologias periciais (são dez capítulos, incluindo dezenas de ilustrações, casos reais noticiados e trechos de entrevistas com peritos criminais atuantes no Estado de Mato Grosso), quanto de sugestões de atividades didático-pedagógicas direcionadas ao Ensino de Química (são dez propostas fundamentadas, variadas e ilustradas) a partir de abordagens lúdicas-experimentais,

buscando-se manter ainda uma constante vigilância teórica, metodológica e epistemológica para superação de possíveis visões deformadas e folclóricas do trabalho pericial.

Portanto, este livro se destina à todos que se interessam pelo instigante campo da Química Forense e da investigação criminal, sobretudo à licenciandos, professores e pesquisadores da área de Ensino de Química/Ciências que buscam trabalhar essa temática em sala de aula e/ou que queiram conhecer um pouco mais sobre esta magnífica Ciência!

Seja bem-vindo(a) a esta aventura!



CAPÍTULO 1



APONTAMENTOS SOBRE QUÍMICA FORENSE, LUDICIDADE E EXPERIMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE QUÍMICA

A busca por estratégias, princípios e ações que sejam efetivas do ponto de vista do ensino e da aprendizagem têm constituído uma preocupação constante da área de Ensino de Química. Neste sentido, o que se almeja é superar o ensino comumente denominado de “tradicional”, que nada mais do que um ensino caracteristicamente superficial, decorativo, desconexo da realidade, gerador de obstáculos epistemológicos e pedagógicos (LOPES, 1992; 2007) e de visões deformadas do trabalho científico (GIL PÉREZ et al., 2001; CACHAPUZ, 2005).

Nesta perspectiva, o que se propõe é a construção de situações de ensino mais dinâmicas, contextualizadas e que potencialize a aprendizagem. Para tanto, a *ludicidade*, a *experimentação* e as temáticas da *Química Forense e Investigação Criminal* são compreendidas aqui como possibilidade para a construção de conhecimentos científicos no ambiente escolar, sobretudo para o Ensino de Química.

Concepções acerca da Química Forense para o ensino de Química

Antecipadamente, é essencial compreender que a Química Forense (ou Química Legal) é, em síntese, uma área científica que desenvolve e aplica metodologias, técnicas e conhecimentos da Química e de áreas afins para a investigação de crimes (BRUNI et al, 2012), na qual oferece fundamento técnico-científico para diversas decisões tomadas pela Justiça (LIMA et al., 2007; OLIVEIRA, 2006).

Dotada de natureza interdisciplinar, pois necessita de conhecimentos de diversas outras áreas, a Química Forense compõe o rol das Ciências Forenses: um conjunto de ciências que têm como premissa a produção, difusão e aplicação de conhecimentos ao trabalho pericial (VELHO et al., 2012a), objetivando embasar cientificamente os processos legais.

Farias (2017) e Velho et al. (2012a) apontam ainda que, com os conhecimentos da Química Forense, é possível realizar exames pertinentes às mais diversas ocorrências, como no controle de drogas, em acidentes de trânsito ou de trabalho, no controle antidoping em competições esportivas, na identificação de fraudes e adulterações (em bebidas, alimentos, medicamentos, documentos, combustíveis, veículos, etc.) e nos crimes contra à vida, à dignidade sexual, ao patrimônio, à administração pública, à ordem financeira e ao ambiente. Portanto, há uma amplitude de possibilidades de atuação pericial a partir da Química Forense e, por sua vez, um rol extenso de temáticas que podem ser aproveitadas em distintos contextos, sobretudo os de ensino-aprendizagem, ao promover o diálogo entre conhecimentos científicos e a realidade social dos sujeitos (SOUZA, 2016a).

Quanto a popularização da Química Forense e do trabalho pericial ao grande público, ela é percebida a partir das duas últimas décadas, proporcionada especialmente pelo sucesso de filmes, programas jornalísticos e seriados de TV sobre o trabalho forense, à exemplo da série estadunidense de destaque mundial CSI - *Crime Scene Investigation* (gravada pela CBS entre os anos de 2000 e 2015), e de tantas outras como: *Cold Case* (Arquivo Morto), *Criminal Minds* (Mentes Criminosas), *Dexter*, *Investigação Criminal* e *Divisão de Homicídios* – sendo as duas últimas brasileiras, as quais tratam de casos criminais reais.

A partir da expressiva audiência gerada por esses programas, atraindo principalmente a atenção dos telespectadores mais jovens (DIAS FILHO; ANTEDOMENICO, 2010; SILVA; ROSA, 2013), passou-se a notar o surgimento de relatos de experiência e publicações acadêmicas com a temática forense (usando conceitos e experimentos) para o ensino de conteúdos escolares como

estratégias para a construção de conhecimentos científicos, principalmente pela justificativa de auxiliar na motivação e despertar a curiosidade subjetiva dos estudantes, conforme corroboram Oliveira e Soares (2016):

[...] a Química Forense ao ser abordada como forma de contextualização de conhecimentos químicos, permite despertar nos estudantes o interesse pela aprendizagem, pois está bastante presente no cotidiano, ao ser tratada diariamente nos noticiários e seriados de grande audiência televisiva (s. p.).

Neste sentido, a Química Forense e a atividade pericial passaram a ser discutidas também em diversas produções da área de Ensino de Química/Ciências, desde trabalhos em eventos científicos e artigos em periódicos até pesquisas em nível de mestrado.

Dentre os trabalhos apresentados em eventos, há uma diversidade de abordagens, como por exemplo: o desenvolvimento de experimentos relacionados à Química Forense como metodologia alternativa de ensino (SANTOS; SOUZA, 2016); o uso de temas da Química Forense como motivação para a aprendizagem (PINHEIRO et al., 2013); e a utilização de experimentos e cenas de seriados relacionados à Química Forense para ensinar conteúdos químicos (LIMA et al., 2016).

Em relação às publicações em periódicos, observou-se também variados enfoques com a área pericial, desde o uso da experimentação e da ludicidade até a discussão sobre motivação para aprendizagem e de fundamentos teóricos e metodológicos inerentes à Química Forense, com destaque para a Revista Química Nova na Escola (QNEsc), que possui atualmente quatro artigos abordando o assunto em seu portfólio, dentre eles: o relato de uma atividade experimental com temáticas da Ciência Forense para o Ensino de Química (ROSA et al., 2013) e o uso de abordagem lúdica e experimental do tipo investigativa com práticas das Ciências Forenses (CRUZ et al., 2016).

Quanto às dissertações de mestrado, estas elencaram distintos aspectos para se discutir a Química Forense e a área pericial para o Ensino de Química/Ciências, tanto sob o ponto de vista da experimentação (ANDRADE, 2016; SOUZA, 2016a; NUNES, 2017), quanto de contextos interdisciplinares (SOUZA, 2016b), literários (MUNAYER, 2018), lúdicos (SEBASTIANY, 2013) e de divulgação científica (SILVA, 2016).

Assim, a variedade de publicações sobre a temática forense denota a sua importância enquanto estratégia para promover o ensino e potencializar a aprendizagem. Nesta perspectiva, Sebastiany et al. (2013) argumentam que atividades consistentemente estruturadas a partir do assunto, possibilitam o estímulo à:

[...] uma variedade de atitudes: desde a observação à manipulação, a curiosidade à interrogação, o raciocínio à experimentação, o direito à tentativa e erro e capacidades relacionadas com a comunicação, trabalho de análise e síntese e criatividade, em cuja conjugação se encontra um marco essencial para o desenvolvimento do indivíduo. Em especial, acreditamos que [...] esse tema pode proporcionar o estímulo à curiosidade, à criatividade e à busca por carreiras científicas e tecnológicas (p. 49-50).

Cruz et al. (2016), por sua vez, indicam que como as Ciências Forenses se constituem em temas transversais, oportuniza-se também o desenvolvimento da interdisciplinaridade ao contextualizar a resolução de crimes a partir de conhecimentos científicos. Ademais, os autores afirmam que “além de possibilitar que o aprendiz torne significativo o que aprende, esse tema traz para a escola a possibilidade de dar significado social à disciplina ensinada” (p. 167), inclusive “levando o aluno a realizar uma análise crítica de como a sociedade lida com as problemáticas da violência” (SOUZA, 2016a, p. 29), por exemplo. Já Dias Filho e Antedomenico (2010, p. 72) vão ainda mais além, pois afirmam que “a falta de exploração dessa temática é desperdício para o sistema educacional brasileiro, pois seu emprego aguça a curiosidade dos alunos”, cuja adoção dessas temáticas potencializaria a aprendizagem.

Portanto, ao lidar em sala de aula com temas que estão presentes no cotidiano dos estudantes, os conhecimentos escolares se tornam mais interessantes e significativos, principalmente se estiverem relacionados à problematização da realidade que os cercam, fortalecendo atitudes de reflexão e constituição da cidadania, como preconizam os documentos educacionais oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN-EM) (BRASIL, 1999a), as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002) e a Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BNCC-EM) (BRASIL, 2018).

Outra vertente positiva da inserção da Química Forense e de áreas afins no processo educacional, configura-se pela possibilidade de divulgação da Ciência e da Tecnologia (SEBASTIANY et al., 2015), contribuindo para uma compreensão que seja mais global e menos fragmentada, inclusive para além dos ambientes escolares (ROSA et al., 2013).

Desta forma, com base na revisão bibliográfica realizada e na prática cotidiana da sala de aula, defende-se aqui a potencialidade da utilização de temas da Química Forense para o desenvolvimento de conteúdos químicos, tanto pela possibilidade de se promover a exemplificação e a contextualização, quanto por ser um assunto que comumente desperta a curiosidade subjetiva

dos estudantes, especialmente ao ser trabalhado de forma lúdica e experimental. Contudo, para aumentar as chances de sucesso das atividades que contemplam esta temática, é fundamental que elas sejam coerentemente planejadas com os objetivos de aprendizagem, bem como se mantenha uma constante vigilância teórica, metodológica e epistemológica, visando superar possíveis visões deformadas e folclóricas das Ciências e do trabalho pericial.

Pressupostos da ludicidade para o ensino de Química

A adoção de pressupostos da ludicidade para a promoção do ensino-aprendizagem de conteúdos, competências e habilidades diversas é tão antiga que remonta à época dos filósofos gregos (SANTANA; REZENDE, 2009). Contudo, quando se busca pesquisas que tratam especificamente do lúdico para o Ensino de Química, observa-se que elas são relativamente recentes (SOARES; MESQUITA, 2016), ao passo que estão obtendo cada vez mais espaço nas discussões da área de Ensino de Química/Ciências.

Por outro lado, apesar do aumento no número de pesquisas e uso de jogos e atividades lúdicas no cotidiano das salas de aula, é importante destacar que a *quantidade* não se correlaciona necessariamente à *qualidade*. Ou seja, as discussões sobre o lúdico no ensino de Química têm sido mais recorrentes, porém muitas lacunas quanto às fundamentações metodológicas e epistemológicas ainda são existentes, abrindo variadas possibilidades para pesquisas futuras.

Ademais, é essencial ampliar a discussão e compreender melhor o desenvolvimento da ludicidade no Ensino de Química, ao qual é expressa por meio de jogos e atividades lúdicas. Para tanto, buscando cumprir esta complexa tarefa, utilizamos de pontos de convergência de quatro concepções teóricas, que são as de: Kishimoto (1994), Soares (2004; 2008), Cunha (2012) e Messeder Neto (2016).

Soares (2004, p. 29), por exemplo, conceitua atividades lúdicas como uma ação que seja divertida, podendo estar relacionada ou não aos jogos, ter a presença ou não de regras, independentemente do seu contexto linguístico e sem considerar que haja um objeto envolto na ação. Já em relação ao jogo, o referido autor o define como sendo “qualquer atividade lúdica que tenha regras claras e explícitas, estabelecidas na sociedade, de uso comum, tradicionalmente aceita, seja de competição ou cooperação” (SOARES, 2018, p. 45). Ou seja, a atividade lúdica tem

uma dimensão maior que a do próprio jogo, pois todo jogo se constitui com uma atividade lúdica, mas nem toda atividade lúdica é necessariamente um jogo.

Assim, quando o jogo tem um caráter educativo, pode-se defini-lo como um jogo didático, ao qual Cunha (2012, p. 96) afirma que quando são usados em sala de aula, eles “proporcionam aos estudantes modos diferenciados para aprendizagem de conceitos e desenvolvimento de valores”, fazendo com que se tornem importantes estratégias didáticas-pedagógicas. Assim, na interação com a ludicidade, os sujeitos (docentes e estudantes) devem ser considerados como participantes ativos na construção de conhecimentos e valores e no desenvolvimento de competências e habilidades, conforme representado na **Figura 1** (inspirada nas representações de Mortimer et al., 2011):



Figura 1. A ludicidade e suas inter-relações com docentes e estudantes para a construção de conhecimentos e valores e para o desenvolvimento de habilidades e competências.

Fonte: Oliveira, 2017.

Kishimoto (1994), citada por Cunha (2012, p. 94), nos lembra ainda que quando essas atividades são direcionadas ao ambiente escolar, é importante que se permaneça o equilíbrio entre a função lúdica (que propicie o divertimento, o prazer, a voluntariedade e nunca a imposição) e a função educativa (que possibilite a construção de novos saberes, conhecimentos e habilidades). E quando ocorre um quando uma desequilíbrio entre essas funções, Soares (2004, p. 37) argumenta que há duas situações possíveis: “não há mais ensino, somente jogo, quando a função lúdica predomina em demasia, ou a função educativa elimina toda o ludismo e a diversão, restando apenas o ensino”.

Já ao que diz respeito ao uso do lúdico para o ensino de Química, Messeder Neto (2016) contribui ao questionar a recorrente ausência de aporte teórico que fundamente as produções acadêmicas e o desenvolvimento dessa temática em sala de aula, sobretudo ao afirmar que o

lúdico deve ser encarado como um ponto de partida e a aprendizagem, como o ponto de chegada. Assim, corroborando com o exposto, Oliveira e Soares (2018b) apontaram em suas análises que:

Outro aspecto considerado se refere aos referenciais adotados nos trabalhos analisados, na qual buscou-se identificar os principais autores citados, os quais foram: Márton Soares (referenciado 294 vezes) Marcia Cunha (com 224 citações) e Tizuko Kishimoto (com 175 citações). No entanto, apesar da grande parte dos trabalhos referenciarem as importantes discussões desses três autores, verifica-se que a maioria das publicações relatam essencialmente as experiências de construção ou aplicação de jogos e atividades lúdicas nas salas de aula, de modo que desconsideraram as discussões sobre as etapas de planejamento, execução e avaliação do processo de ensino e de aprendizagem, fazendo com que esses trabalhos sejam entendidos, na maioria das vezes, como relatos de experiências sem fundamentações teóricas, metodologias e epistemológicas adequadas. Além disso, diversas questões emergem desta problemática como, por exemplo: a ideia de motivação como exterior ao sujeito; o uso do interesse ou do envolvimento pela atividade como indicador da aprendizagem – o que pode dificultar a sua avaliação, pois diversão e aprendizagem, apesar de deverem sempre estar em equilíbrio para o desenvolvimento de uma atividade lúdica, são dois processos completamente distintos –; a ideia de decorar ou memorizar como sinônimo de aprender – uma vez que muitas das atividades relatadas tiveram foco na memorização de conceitos, nomes e símbolos, aos invés de promoverem uma abordagem mais relacional e contextualizada dos conteúdos –; e, por último, indicativos da presença de possíveis obstáculos epistemológicos (como concepções realistas e animistas) e visões deformadas do trabalho científico (como visões alegóricas, problemáticas e ahistóricas da Ciência) nas atividades (s. p.).

Messeder Neto e Moradillo (2016, p. 360) ainda argumentam que “O campo do lúdico no Ensino de Química encontra-se em uma fase ainda centrada em um ‘ativismo’”, ou seja, lidar com a ludicidade em sala de aula está muito mais próxima ao aspecto prático de construir os jogos, do que na potencialização da aprendizagem pelo uso consciente e fundamentado do lúdico. Como consequência, “é preciso que o professor assuma o compromisso de que esse jogo tenha conhecimento científico para ser trabalhado em sala de aula” (ibid., p. 365) e garanta que os estudantes se apropriem desse conhecimento, traçando estratégias para quando os objetivos de aprendizagem não forem satisfatoriamente atingidos.

Finalmente, é propício argumentar que a ludicidade não deve ser encarada e nem desenvolvida como atividades com fins em si mesmas, mas devem ser bem planejadas e terem reconhecidas o seu potencial didático-pedagógico, para que possibilite importantes resultados de aprendizagem (OLIVEIRA, 2017, p. 20).

Pressupostos da experimentação para o ensino de Química

A experimentação no Ensino de Química/Ciências tem sido intensamente debatida nos últimos anos. Tal que as mais recorrentes discussões se referem às contribuições, abordagens, categorias e finalidades de se realizar atividades experimentais para a construção conceitual.

Quanto às contribuições da experimentação, Silva et al. (2011, p. 240) argumentam que ela “enseja a possibilidade de fragmentação do objeto concreto em partes, o reconhecimento destas e sua recombinação de um modo novo”, contribuindo para “o desenvolvimento do pensamento analítico, teoricamente orientado” (p. 240). Ao mesmo tempo, os autores advertem que a concepção da experimentação como sendo uma simples estratégia de motivação ou de concretização da teoria é totalmente reducionista e equivocada, uma vez que ela possui estrutura e dinâmica próprias.

Para Giordan (1999), a experimentação é ainda dotada de natureza epistemológica, pois permite também o processo de significação do mundo, tornando os fenômenos cognitivamente mais compreensíveis.

Em relação à categorização das abordagens da experimentação e suas finalidades no ambiente escolar, destaca-se aquelas estabelecidas por Araújo e Abib (2003) e Oliveira (2010), as quais são: a) *experimentação por demonstração/observação*, quando as atividades privilegiam as ações do professor, que a utiliza para ilustrar um determinado fenômeno, deixando os estudantes numa posição mais passiva de aprendizagem (as aulas são marcadas por serem mais expositivas e roteirizadas); b) *experimentação para verificação*, que acontece quando o objetivo é verificar/comprovar um determinado fenômeno já conhecido na teoria pelos estudantes, visando promover a sua interpretação e generalização; e c) *experimentação por investigação*, que ocorre quando se busca uma maior participação dos estudantes, ao qual devem formular hipóteses, discutir ideias e realizar experimentos não roteirizados, cuja finalidade é estimular a capacidade crítica para compreensão dos fenômenos.

Desta forma, retomando Oliveira (2010), pode-se afirmar que a experimentação no ensino de Química/Ciências, dentro dos seus limites e possibilidades, pode favorecer ainda: a capacidade de trabalho em grupo e da tomada de decisão; o estímulo da criatividade; o aprimoramento da capacidade de observação, registro, análise de informações e proposição de hipóteses; a aprendizagem de conceitos científicos; a detecção de dificuldades conceituais e a discussão da natureza epistemológica das Ciências.

A integração entre Química Forense, ludicidade e experimentação neste livro

Ao longo deste livro, buscou-se realizar uma integração entre as temáticas abordadas pela Química Forense e áreas afins com os pressupostos da ludicidade e da experimentação no ensino de Química. Para tanto, foram propostas diversas ações didático-pedagógicas que podem e devem ser enriquecidas com a criatividade do professor.

Aqui, defende-se ainda que esta integração deve ser realizada, sobretudo, com *planejamento* e uma *constante vigilância teórica, metodológica e epistemológica*. Primeiramente, ao selecionar uma atividade didático-pedagógica, é crucial que haja um planejamento coerente e orientado com os objetivos de aprendizagem que se deseja atingir, seja dentro de um conteúdo, de uma disciplina ou de um curso. E segundo, e não menos importante, é necessário que se mantenha uma postura de constante vigilância teórica, metodológica e epistemológica. Ou seja, para além do planejamento, é importante ter clareza: *a) teórica*, no que diz respeito à aquilo que se está ensinando, dos conteúdos contemplados, dos procedimentos experimentais e das técnicas abordadas – é claro que não estamos afirmando que o professor seja um *expert* na área, mas que tenha disposição para aprender sempre –; *b) metodológica*, que se refere aos pressupostos da ludicidade, da experimentação, das formas de compreender e avaliar os processos de ensino-aprendizagem; e *c) epistemológica*, para que se não promova obstáculos para a construção de conhecimentos científicos, principalmente para não difundir visões deformadas da Ciência – para isso, recomenda-se a leitura de Lopes (1992; 2007), Gil-Pérez et al. (2001) e Cachapuz (2005) – e concepções folclóricas do trabalho pericial, de forma que se compreenda a pluralidade do desenvolvimento científico e pericial a partir de suas relações com questões éticas, políticas, econômicas, sociais e culturais.

Como parte estruturante do livro, em cada um dos seus capítulos, inserimos notícias reais relacionadas à atuação forense, além de trechos de entrevistas realizadas com peritos criminais oficiais do Estado de Mato Grosso. Com o objetivo de compreender um pouco mais do cotidiano do trabalho pericial e evitar a difusão de possíveis visões folclóricas da área forense, as entrevistas semiestruturadas aconteceram com seis peritos atuantes em Cuiabá (capital do Estado) ou em Pontes e Lacerda (região oeste do Estado, à 480 Km da capital), das áreas de Balística Forense, Biologia Molecular, Engenharia Legal, Identificação Veicular, Química Forense e Perícias Externas (em local de crime), entre os dias 29 de outubro e 6 de dezembro de 2019. Além disso, visando manter o sigilo das informações pessoais que pudessem identificar individualmente os peritos,

adotamos como codinomes os nomes de alguns personagens do seriado o *CSI - Crime Scene Investigation* (série de instigação criminal de maior sucesso no mundo).

Ademais, é importante esclarecer outros dois termos que serão recorrentes neste livro: *aula lúdica-experimental* e *analogia experimental*. Portanto, as *aulas lúdicas-experimentais* são atividades que aliam a ludicidade (pela resolução de casos forenses) com os pressupostos da experimentação. Já a *analogia experimental* se refere à experimentos que apesar de serem diferentes dos exames periciais originais, guardam alguma semelhança com os resultados experimentais observados, seja pelo aspecto puramente visual, seja pelo procedimento experimental e/ou pelos fenômenos químicos relacionados – sendo fundamental que o professor estabeleça comparações e explore suas diferenças conceituais e/ou procedimentais.

Por fim, desejamos-lhe sucesso na realização das ações e efetividade na aprendizagem!

CAPÍTULO 2

INTRODUÇÃO À QUÍMICA FORENSE

O início da investigação criminal com base na utilização de conhecimentos científicos é bastante controverso. Acredita-se, entretanto, que seja mais seguramente datado à época da Roma antiga, cuja atuação se dava especialmente no diagnóstico de mortes por envenenamento das pessoas que exerciam significativa influência naquela sociedade.

Por outro lado, é consenso que o surgimento das Ciências Forenses, pelo menos como protótipo daquilo que entendemos como perícia criminal, nos dias de hoje, tenha ocorrido com o estabelecimento da Medicina Legal, principalmente na análise da dinâmica de evento criminoso e no estudo da causa de morte pelo exame de necropsia, tanto da causa médica (fator clínico-biológico da morte), quanto da causa jurídica (se morte natural, acidental, homicídio ou suicídio).

Didaticamente, destaca-se que a Medicina Legal tenha iniciado a partir do ano de 1532, com a primeira lei que exigiu explicitamente a análise técnica de vestígios de crimes: o Código Criminal Carolino, instaurado pelo imperador romano-germânico Carlos V (1500-1558) (VELHO et al., 2017a). Já a primeira obra dedicada à área foi *Lesões em Vida e Post-Mortem*, publicada em 1689, pelo médico alemão Johannes Bohn (1640-1718) (FIGINI et al., 2012a, p. 22).

A partir de então, com a firmação do trabalho dos médico-legistas e da rápida diversificação de crimes ao qual se debruçavam, passou a ser imperativo a divisão das

investigações em outras frentes, surgindo a necessidade dos conhecimentos químicos se fazerem presentes nos processos periciais.

A inserção da Química no âmbito da investigação de crimes no Brasil, por exemplo, remonta ao século XVIII, cuja atuação se dava quase que exclusivamente na identificação de compostos químicos e agentes tóxicos (VELHO et al., 2017b, p. 187). Todavia, com o rápido avanço das técnicas e métodos cada vez mais sensíveis e seletivos, a Química alcançou o *status* de Ciência Forense e logo se consolidou na área conhecida hoje como Química Forense – a partir do qual os conhecimentos químicos passaram a ocupar destaque central nas investigações criminais, contribuindo desde a coleta de vestígios em locais de crimes até a prestação de suporte técnico-científico perante os tribunais.

Química Forense, Ciências Forenses e Criminalística

A **Química Forense**, resumidamente, pode ser entendida como a ciência que aplica os conhecimentos e técnicas da Química e de áreas afins para a solução de problemas de natureza criminalística, partindo da coleta, análise, identificação e classificação de vestígios e processos químicos encontrados em cenas de crimes, cujo objetivo primeiro é dar suporte às investigações e decisões relativas à justiça cível e criminal.

Neste contexto, é relevante destacar que a Química Forense é fundamentalmente interdisciplinar, necessitando de conhecimentos de diversas outras ciências, dentre as quais: a Toxicologia, a Biologia, a Física e a Geologia. Do mesmo modo, a Química Forense compõe ainda o rol multidisciplinar das **Ciências Forenses** – que se constitui pelo conjunto de ciências que têm como premissas a produção, a difusão e a aplicação de conhecimentos científicos que possam embasar as decisões relativas aos processos judiciais. Logo, justifica-se que qualquer área científica que se debruce em desenvolver metodologias para atender às demandas da Justiça, nos mais diversos campos de atuação pericial, pode ser considerada como uma Ciência Forense, como é, por exemplo, o caso da:

- **Psicologia e Psiquiatria Forenses:** que apesar de serem ciências distintas, ambas atuam na realização de exames e produção de laudos que atestem as capacidades mentais saudáveis ou patológicas de um investigado de crime, tendo grande peso nas decisões de inimputabilidade penal (quando, no momento do crime, o indivíduo não possui as estruturas mentais normais e não tem discernimento sobre o delito

que está cometendo; neste caso, é considerado inimputável de pena, ou seja, isento de cumprir a condenação pelo crime);

- **Papiloscopia Criminal:** atua na área de identificação criminal, com técnicas de revelação e identificação de impressões digitais (marcas dos dedos), palmares (marcas das mãos) e plantares (marcas dos pés) (ver mais no **Capítulo 4**);
- **Balística Forense:** trabalha na análise de armas de fogo usadas em crimes diversos, com exames de disparo de projéteis e eficiência de tiro, além do estudo da relação das armas com as vítimas e os supostos atiradores (ver mais no **Capítulo 5**);
- **Genética Forense:** atua na pesquisa de perfis genéticos e na identificação humana por exames de DNA (ver mais no **Capítulo 8**);
- **Medicina e Odontologia Legal:** atuam na avaliação de danos físicos à pessoa, na identificação humana e de *causa mortis* por exames necroscópicos – sendo a segunda mais especificamente na análise de arcada dentária e exame craniofacial;
- **Documentoscopia:** trabalha na investigação de documentos diversos, na busca de verificar a sua autenticidade e constatar a sua autoria (ver mais no **Capítulo 9**);
- **E Informática Forense:** atua no rastreamento, localização e identificação de autoria de crimes nos meios virtuais, na recuperação de dados armazenados em equipamentos eletrônicos e na análise de dados digitais, buscando a autoria e a materialidade do delito.

Por ser uma das áreas das Ciências Forenses, a Química Forense é ainda enquadrada dentro da **Criminalística (Figura 2)**. E esta, por sua vez, compreende um sistema preciso de normas e procedimentos de como devem ser aplicados os conhecimentos das mais variadas Ciências Forenses para que eles sejam apreciados pela Justiça. Ou seja, a Criminalística é, em síntese, um doutrinamento das técnicas e metodologias científicas para que seus resultados possam ter o desejado efeito legal.

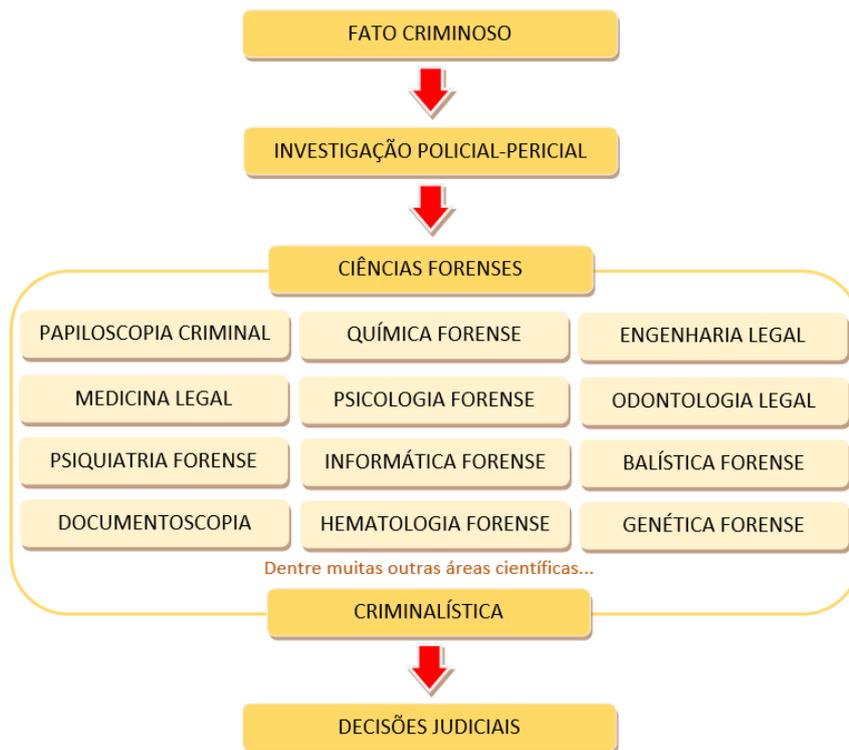


Figura 2. Inserção da Criminalística e das Ciências Forenses no processo de investigação criminal.

Áreas de atuação da Química Forense

Apesar do maior volume de trabalho realizado pelos peritos especializados em Química Forense, nos órgãos de investigação criminal, ser relacionado aos testes definitivos de substâncias psicoativas (drogas de abuso), a sua área de atuação é extremamente diversificada.

Farias (2017, p. 16) e Velho et al. (2012a, p. 4 e 5) afirmam conjuntamente que a análise química é fundamental em variadas situações de crimes (**Figura 3**), como aqueles:

- 1. Contra o patrimônio:** na análise de pelos e fibras, ocorrência de incêndios e uso de explosivos e desenvolvimento de materiais para coleta de pegadas, por exemplo;
- 2. Contra a vida:** como na análise de machas latentes de sangue e sua diferenciação em espécie, na identificação de armas e resíduos de disparos e na análise de envenenamentos;
- 3. Contra a dignidade sexual:** na análise de fibras, fluídos corporais e pesquisa de uso de substâncias diversas (como o “boa noite cinderela”);

4. **Contra a administração pública:** com a análise de documentos, papéis, tintas e fibras;
5. **Contra a ordem financeira:** pela identificação de falsificações em moedas e documentos com marcas de segurança;
6. **Contra o ambiente:** em casos que envolvam os diferentes tipos de poluição, com a identificação e quantificação de substâncias e análise de parâmetros físico-químicos de qualidade;
7. **Em relação ao controle de drogas:** atuando na realização e no desenvolvimento de testes para identificação presuntiva e definitiva de substâncias psicoativas proibidas;
8. **Em acidentes de trânsito:** como nos testes de alcoolemia, análise de vidros e tintas envolvidos na dinâmica de acidentes;
9. **Em acidentes de trabalho:** pela realização de testes de intoxicação, na análise das condições físico-químicas presentes no ambiente de trabalho e de materiais diversos envolvidos no acidente;
10. **Em relação aos esportes:** com o emprego de testes *antidoping* em competições esportivas e;
11. **Em relação a fraudes e adulterações:** como a de medicamentos, bebidas, alimentos, combustíveis, produtos químicos e de remarcação de armas e veículos.



Figura 3. Áreas de atuação da Química Forense.

É interessante registrar também que as atividades dos peritos químicos acontecem com maior frequência nas bancadas dos Laboratórios dos Institutos de Criminalística espalhados por todo o país, do qual lidam com uma extensa demanda por análises, e conseqüente, produção de laudos periciais. Por outro lado, isto não quer dizer que esses mesmos peritos não possam ir à campo, uma vez que uma parcela deles também atua diretamente nos locais de crimes, na busca e coleta de vestígios.

Análises químicas clássicas e instrumentais

Iniciada nos moldes clássicos de análise, a Química Forense moderna tem inovado numa gama muito grande de métodos instrumentais, que são comumente mais sensíveis, precisos e seletivos para a obtenção de resultados com maior rigor e confiabilidade.

Os métodos clássicos ainda desempenham, nos dias de hoje, papel fundamental nas análises químicas, especialmente aquelas de caráter presuntivo (não definitivo), como os testes de mudança de cor para identificar drogas de abuso (drogas proibidas) e de presença de resíduos de disparo de arma de fogo. Esses testes servem basicamente como critério para se levar ou não uma determinada amostra para a análise definitiva (inequívoca), que é muito mais robusta.

Os métodos clássicos de análise possuem a vantagem, comumente, de serem mais rápidos e baratos (como os testes de mudança de cor), de não requererem condições especiais e espaços para a sua realização (a maioria são *kits* portáteis que podem ser levados aos locais dos delitos pelos peritos), além de não necessitarem da presença de um perito químico especialista para realizá-los. No entanto, apresentam como desvantagem: a baixa seletividade (especificidade para detecção de uma única substância ou pequeno grupo de substâncias) os limites de detecção são maiores (sendo necessário uma maior concentração dessas substâncias para que se acuse a sua presença), além de apresentarem, mesmo que em raras exceções, falsos-positivos (quando não há a presença da substância de interesse, mas o teste a acusa; geralmente causada pela baixa seletividade) e falsos-negativos (quando a substância de interesse se faz presente, porém o teste não a detecta na amostra; pode ser resultado da baixa sensibilidade do método ou do uso de outras substâncias que mascaram a sua presença).

Já os métodos instrumentais, tidos também como testes definitivos, são realizados exclusivamente nos Laboratórios de Criminalística – pois as amostras são coletadas no local do crime e enviadas para os exames necessários, num procedimento denominado de cadeia de custódia (que é mais bem explicado no capítulo seguinte). Os testes de drogas de abuso por métodos cromatográficos acoplados à espectroscopia de massas e o exame de presença de resíduos de disparo de arma de fogo por microscopia eletrônica de varredura (MEV) são exemplos de testes instrumentais definitivos.

Os testes instrumentais são, de modo geral, mais sensíveis e seletivos, com menores limites de detecção e quantificação (quantidades mínimas para serem detectadas e quantificadas pelo método são menores) e com menor incidência de contestação de seus resultados perante o tribunal. Todavia, esses mesmos exames são também mais caros (tanto em gastos com aquisição e manutenção dos equipamentos, quanto pela compra de reagentes certificados com maior grau de pureza) e demorados (requer maior burocracia e maior tempo para o preparo das amostras e a realização dos testes), demandam espaços apropriados para a sua realização (como os laboratórios dos Institutos de Criminalísticas) e profissionais qualificados (químicos especialistas em preparo de amostras e análise instrumental).

Por último, constata-se que ambos os métodos, clássicos e instrumentais, são complementares entre si e fundamentais para a realização do trabalho pericial, pelo qual seus resultados podem auxiliar a Justiça a não culpar um inocente, assim como, compreender a dinâmica de um crime e os que nele estejam envolvidos.

QUÍMICA FORENSE E INVESTIGAÇÃO CRIMINAL

OBJETIVOS:

- Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre Química Forense, investigação criminal e termos correlatos;
- Introduzir as temáticas de Química Forense e áreas afins a serem desenvolvidas, posteriormente, como atividades lúdicas-experimentais.

CONTEÚDOS:

- Química Forense e seus campos de atuação;
- Introdução ao trabalho de investigação criminal.

METODOLOGIA:

Propõe-se a identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o trabalho de investigação criminal e a Química Forense a partir de uma discussão orientada pelo professor(a). Para tanto, sugere-se a promoção de uma *RODA DE CONVERSA* (um semicírculo em torno da sala de aula, como na **Figura 4**), na qual todos os participantes tenham a oportunidade de interagirem entre si e expressarem suas ideias e, em seguida, registrá-las no quadro (na forma de palavras, frases, desenhos e/ou equações), exercitando inclusive a capacidade de síntese.

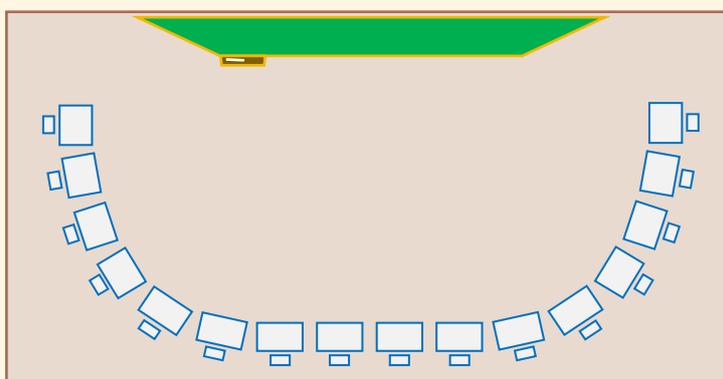


Figura 4. Roda de conversa no formato de um semicírculo.

Com esta atividade, torna-se possível a retomada de assuntos que se inter-relacionam e uma posterior sistematização das contribuições dos participantes. Além disso, o(a) professor(a) deve introduzir novas ideias e conceitos a partir de ganchos criados na discussão, potencializando a (re)construção de conhecimentos científicos.

Deste modo, visando estimular a discussão, pode-se questionar aos estudantes sobre: *quais seriados, filmes e/ou programas de TV relacionados à investigação policial ou criminal eles conhecem; quais os casos criminais que causaram comoção nacional que se lembram; quais as prováveis contribuições da Química Forense e demais ciências forenses na investigação desses crimes, indicando possíveis áreas para a atuação do perito criminal; e qual seria a melhor definição de Química Forense e dos termos correlatos que surgirem durante a atividade, de acordo com a sistematização de ideias dos participantes.*

PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO:

A avaliação deve ser realizada a partir da participação dos estudantes – tanto pela oralidade, quanto pelos registros no quadro –, na busca de identificar quais são os seus conhecimentos prévios e se houve a apropriação de novos conhecimentos relacionados à Química Forense e à investigação criminal. Do mesmo modo, a partir dessa avaliação, deve-se identificar limitações conceituais e estabelecer estratégias para superá-las.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.

Investigação Criminal. Direção: Carla Albuquerque. Produção: Carla Albuquerque e Beto Ribeiro. São Paulo-SP, Medialand, 2012. 6 temporadas. Exibição: Netflix. Série brasileira sobre crimes que chocaram o país.

MARTINIS, B. S.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Química Forense Experimental**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.

OLIVEIRA, M. F. *Química Forense: a utilização da Química na pesquisa de vestígios de crime*. **Revista Química Nova na Escola**, v. 24, nov. 2006.



ATENÇÃO: *possíveis obstáculos epistemológicos e pedagógicos!*



Ao se discutir Química Forense e demais Ciências, é importante manter uma constante vigilância epistemológica, de modo a evitar a criação de visões deformadas da Ciência e do trabalho científico e, conseqüentemente, a geração de obstáculos à aprendizagem.

Ademais, sempre ao tratar desse tipo de assunto é importante fazê-lo de forma responsável e ética, pois nem sempre se conhece a realidade dos estudantes, aos quais estes (ou pessoas próximas à eles) podem já ter vivenciado situações delicadas, relacionadas à criminalidade, seja como vítimas, seja como autores de delitos. Todavia, deve-se esclarecer que isso não é, por si só, um impeditivo para se promover esta atividade, mas sim, mais uma possibilidade para que a discussão tenha maior relevância pedagógica e social.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA CIENTÍFICA E PERÍCIA CRIMINAL

A Criminalística é compreendida, atualmente, como o sistema que estabelece o conjunto de procedimentos a serem seguidos pelas Ciências Forenses – com a sua pluralidade de metodologias científicas – para que as evidências encontradas durante a realização de uma perícia criminal sejam consideradas como indícios na fase processual. Ou seja, para que os resultados obtidos a partir dos exames possam ser usados como provas materiais nos tribunais.

Breve apontamento histórico sobre a Perícia Criminal

Do ponto de vista histórico, o termo *Criminalística* surgiu em 1893, aparecendo pela primeira vez no livro *Handbuch für Untersuchungsrichter als System der Kriminalistik*, publicado pelo juiz de instrução e professor austríaco Hans Gustav Adolf Gross (1847-1915) (VELHO et al., 2017b, p. 3).

As contribuições de Hans Gross se tornaram verdadeiros marcos na história da perícia criminal, uma vez que sua importância para a Criminalística não se deu apenas com a cunhagem do termo, mas foi ele um dos primeiros defensores de que as sentenças judiciais, para serem mais

confiáveis e justas, deveriam ser fundamentadas em informações técnico-científicas, ao invés da consideração central e quase que exclusiva dos testemunhos sobre os crimes. Em consonância, o eminente professor foi também um hábil perito criminal, sendo comum sua ida até as ocorrências, onde coletava os vestígios e realizava os testes que julgava serem necessários.

Foi neste contexto que Gross, mais uma vez, contribuiu com o desenvolvimento da perícia: além de desenvolver diversos métodos científicos – inclusive o estudo de pegadas, algumas análises químicas e o desenho da cena de crime –, criou também a primeira maleta (o primeiro *kit*) para ser usada nos locais de investigação criminal. Nesta maleta continha, dentre outras coisas, um conjunto de cópias de leis, ferramentas (como pincéis, lupas, alicates, bússolas e lacres) e reagentes para a realização dos testes (FIGINI et al., 2012a, p. 21-23).



COM A PALAVRA, O PERITO:

Considerando os variados instrumentos usados nos exames periciais, questionou-se ao perito criminal* sobre quais *kits* e materiais costuma levar para os locais de crime, ao qual ele indicou que:

“Nós temos, que fica no carro [para uso de todos os peritos], uma maleta para fazer o levantamento das impressões digitais, que são os pós [reveladores] e tudo que tange ao levantamento de impressão digital. Tem uma segunda maleta que é para a parte de registros fotográficos, porque independentemente [do tipo] da perícia, a gente tem que tirar fotos, então nós temos um kit de fotografias, [e nesse kit] tem as trenas, treinas à laser e GPS, que a gente nem usa porque as nossas câmeras tem integrado a função GPS nelas [...]. Tem uma maletinha onde a gente coloca as plaquinhas numeradas, que a gente coloca nos vestígios, tem uma rodinha que vai andando e medindo a distância [...]. No mais, existem outras perícias, que é de natureza ambiental [...], aí tem os aparelhos específicos para essa perícia [...]. Por exemplo: um caminhão que está soltando fumaça, será que ele está dentro do permitido? É preciso fazer à análise desse caminhão, aí eu tenho o equipamento específico para essa perícia. Ou então, tem uma empresa, será que ela está poluindo? Aí tem um kit também que analiso aquela água, os parâmetros físico-químicos, não os biológicos, mas consigo dizer em termos de demanda de oxigênio, de pH [...]. Temos outras maletas também, que a gente não usa [...] como, por exemplo: tem uma que é para identificar resquícios de dinamite [...]. Tem uma maletinha de incêndio [...]. Praticamente [todas elas são separadas] por tipo de ocorrência [...]. Já para fazer [os exames] nas drogas e nas armas, temos os solventes aqui [na base]. E para atirar, temos o estande de tiros, aí se faz o teste [de armas] lá” (GIL GRISSOM, 40 anos).

*Entrevista realizada com peritos das áreas de Balística Forense, Biologia Molecular, Engenharia Legal, Identificação Veicular, Química Forense e Perícias Externas, entre 29 de outubro e 06 de dezembro de 2019.

Dada a imensa contribuição de Hans Gross e de milhares de outros pesquisadores, a perícia criminal, baseada na evolução e (re)formulação de cada vez mais robustas metodologias científicas, passou a ser atividade obrigatória, por lei, em locais e objetos envolvidos em ocorrências de crimes – almejando sempre como primeiro objetivo a elucidação dos fatos e da presença dos envolvidos na dinâmica criminosa.

O imaginário popular acerca do trabalho forense

Nas últimas duas décadas, programas jornalísticos e seriados de TV que “retratam” o dia a dia dos profissionais que trabalham com a investigação criminal têm ganhado cada vez mais espaço nas mídias brasileiras. Dentre esses programas, à nível nacional e internacional, destacam-se, por exemplo:

- **CSI: *Crime Scene Investigation* (CSI: Investigação Criminal):** série televisiva estadunidense, exibida pela CBS em 15 temporadas (de 2000 a 2015), sobre casos forenses (fictícios) que se passavam em Las Vegas (Nevada, EUA). Neste seriado, os episódios são sempre carregados de grandes mistérios, desvendados por uma equipe multidisciplinar de cientistas forenses. CSI é ainda hoje a série mais assistida e premiada no mundo sobre o tema, inclusive contando com outras três franquias: *CSI: Nova Iorque*, *CSI: Miami* e *CSI: Cyber*;
- ***Criminal Minds* (Mentes Criminosas):** outra série norte-americana de casos criminais (fictícios), também exibida pela rede televisiva CBS em 15 temporadas (de 2005 a 2019), passa-se em Quantico (Virgínia, EUA), cuja trama se desenvolve em torno de um grupo de oficiais da Unidade de Análise Comportamental do FBI (*Federal Bureau of Investigations*, que é o departamento de investigação federal dos EUA), ao qual buscam encontrar *serial killers* pela análise dos seus *modus operandi* e da vitimologia;
- ***Cold Case* (Arquivo Morto):** seriado estadunidense baseado na reabertura e elucidação de casos forenses (fictícios) ocorridos no passado (anos ou décadas anteriores), mas que ainda não haviam sido completamente elucidados. A série teve como cenário a cidade da Filadélfia (Pensilvânia, EUA), sendo produzida pela CBS e durou por sete temporadas (de 2003 a 2010);
- ***The Mentalist* (O Mentalista):** série policial norte-americana, exibida em sete temporadas (de 2008 a 2015) pela CBS, retrata casos criminais (fictícios) ocorridos em Los Angeles (Califórnia, EUA), os quais são desvendados por um personagem principal (Patrick Jane), que tem um aguçado poder de observação e dedução;
- **Dexter:** é também uma série estadunidense, exibida pela emissora de televisão Showtime em oito temporadas (de 2006 a 2013), cujo enredo (fictício) acontece em

Miami (Flórida, EUA) e se dá em torno de um personagem principal (Dexter Morgan), que é perito em análise de manchas de sangue e, ao mesmo tempo, um sociopata que assassina outros serial killers;

- **Investigação Criminal:** série brasileira que relata como ocorreram os trabalhos de investigação policial e da perícia técnica na solução de assassinatos (casos reais) que tiveram grande repercussão nacional. A série é produzida e exibida (desde 2012) pela Netflix, contando com quatro temporadas, atualmente;
- **Anatomia do Crime:** série documental brasileira que também desvenda os crimes reais que causaram grande comoção no país. Os primeiros episódios estrearam em 2017, pelo canal por assinatura Investigação Discovery e, até o momento, já conta com duas temporadas;
- **E Divisão de Homicídios:** outra série documental que retrata o trabalho de investigação de crimes contra a vida (casos reais) realizado por policiais civis e peritos criminais da Divisão de Homicídios das principais cidades brasileiras. A série foi produzida pela Netflix em 2013, tendo apenas uma temporada, atualmente.

Nesses seriados – especialmente os de casos criminais fictícios –, o que impera, na maioria das vezes, é uma visão superficial e deformada do trabalho pericial, produzindo e difundindo noções equivocadas da atividade investigativa, como a ideia de que sempre se obterá respostas conclusivas e incontestáveis sobre a dinâmica dos crimes, esquecendo-se que os peritos trabalham nos limites próprios das Ciências, tanto em relação às técnicas e conhecimentos já produzidos, quanto pela disponibilidade de recursos humanos e tecnológicos.

Por sua vez, o cotidiano dos investigadores criminais dificilmente se assemelha à rotina apresentada nos programas televisivos. E essa diferença pode ser ainda maior a depender da localidade (município, estado ou país) onde a estrutura pericial está situada. Ao considerar, por exemplo, a situação brasileira, observa-se que: se nos seriados, há muitos profissionais que se dedicam a um único caso durante dias, contando com recursos ilimitados de equipamentos e de pessoal e que sempre solucionam os casos, ao final de cada episódio, com o mínimo de vestígios; na realidade, muitas vezes, os fatos são outros, pois parte significativa dos investigadores se sobrecarrega com muitos casos e dispõe, geralmente, de recursos limitados para realizarem suas atividades, o que diminui as chances de sucesso na solução da autoria dos crimes. Ao mesmo

tempo, é importante compreender que a escassez de determinados recursos não elimina a confiabilidade dos exames periciais já validados pela comunidade científica.



Perícia criminal no país é extremamente precária

“Levantamento feito pelo jornal O Estado de S. Paulo em todo o País constatou que a perícia criminal - salvo raríssimas exceções - é tão precária que beira a indignação. A polícia não tem a parafernália tecnológica da ficção do seriado de TV CSI, nem possui o estritamente necessário. Não há maletas para perícia de local de crime, câmaras frias decentes para conservação de corpos, reagente químico ou laboratório para os exames mais elementares.

Em todo o País, existem apenas 60 Institutos de Criminalística e de Medicina Legal (ICs e IMLs) para examinar causas de mortes e produzir provas criminais. Para atender aos 5.560 municípios, seriam necessárias 360 unidades desse tipo [...]. Existem pouco mais de 12 mil peritos para atender a todos os Estados nas 32 especialidades de perícia criminal adotadas no País. [...] Para todo o território, seriam necessários 38 mil profissionais, o triplo do quadro atual [...].

A reportagem do Estado enviou nas últimas duas semanas às 27 unidades da federação um questionário perguntando se as polícias tinham ao menos os itens essenciais para a realização de perícias criminais: a maleta com *kit* de varredura de locais de crime (notebook, GPS, trena a laser, máquina fotográfica digital, etc.), exame de DNA, exame de balística (com microcomparador), câmaras frias (para preservação de corpos), cromatógrafos gasosos, luz forense, laboratório de fonética, reagente químico e luminol. Sem eles, é impossível produzir prova científica cabal para esclarecimento de crimes.

Na média nacional, a perícia criminal brasileira foi reprovada porque apenas 37% das respostas foram positivas. De um total de 207 itens - 9 para cada um dos 23 Estados que responderam ao questionário -, só 78 foram assinalados "sim". Os 63% restantes responderam "não" [...]. As informações são do jornal O Estado de S. Paulo”.

Fonte: G1, 2010. Disponível em: <g1.globo.com/brasil/noticia/2010/08/pericia-criminal-no-pais-e-extremamente-precaria.html>. Acesso em 28 de abril de 2019.

Contudo, cabe esclarecer também que existem diferenças que são universais ao se comparar a realidade do trabalho pericial com os programas de TV. Um exemplo disso é a celeridade dos testes forenses, cujos seriados mostram uma rapidez na obtenção de resultados que não são possíveis na atualidade, principalmente se considerar todo percurso do vestígio dentro da cadeia de custódia e os procedimentos de preparo das amostras oriundas do local de crime.

Por outro lado, deve-se reconhecer que o objetivo de tais programas não é ser didático ou realista, mas mobilizar o interesse do público como opção de entretenimento. Assim, a crítica que se faz reside na forma como nós, enquanto consumidores desses programas, devemos encarar a atividade pericial, compreendendo conscientemente as potencialidades e as limitações dessas produções televisivas frente à realidade do trabalho forense.



COM A PALAVRA, OS PERITOS:



Perguntados se assistiam à seriados e programas de TV relacionados à atividade pericial e se haviam semelhanças com o cotidiano de seus trabalhos, os peritos criminais entrevistados* afirmaram:

“Eu assistia antes de ingressar aqui [na Perícia¹]: quando vi que estava tudo errado! Eu costumo falar que não há nada de certo. A única coisa que está certa nesses seriados é que se usa a viatura para ir até o local [do crime]. Na verdade, é uma extrapolação, porque não tem como tornar atrativo para o público. A mídia em geral (a mídia de massa) não tenta deixar o nosso serviço atrativo como ele é na verdade. Por exemplo: a gente não trata de um caso da maneira como eles tratam. A gente trabalha com vários casos ao mesmo tempo, assim como a Polícia Civil. Primeiro, por conta da demanda. E segundo, porque a gente tem prazo a cumprir. Por exemplo: o policial notifica uma pessoa, ela vai prestar o depoimento em outra data. Ai nesse tempo, ela [a Polícia] vai lidar com outros casos e não vai ficar esperando chegar aquela data somente. Além disso, tem muita ‘licença poética’, digamos assim. Um exame, por exemplo, de cromatografia demora muito para ser feito. Na ficção (no CSI), é em segundos... aí já sai o resultado, que é uma coisa imaginária! Mas esses seriados foram bastante importantes para a Perícia¹ porque trouxe uma visibilidade para a profissão. Em consequência, acarretou uma aumento da seleção de profissionais... [No concurso de 2014,] como uma profissão em maior evidência, teve uma concorrência bem mais alta porque muita gente se interessou pela área e acabou prestando o concurso. E para a Perícia¹, quanto maior a concorrência é melhor, porque tende-se a selecionar melhor o profissional que passa no concurso” (NICK STOKES, 34 anos).

“[Assisti] muito pouco, não costumo assistir não... não é algo que me agrada, mas já vi alguns. [Os seriados têm a ver com a realidade] no local que tem estrutura, tem equipamentos, tem ferramental, tem pessoas capacitadas... aí tem a ver sim! Mas quando não tem... como é o caso aqui, de Mato Grosso, fica difícil de fazer a relação” (ALBERT ROBBINS, 36 anos).

“[Já assisti] o CSI, mas não se aplica à nossa realidade. O conceito sim [tem a ver com a realidade], mas a estrutura não. O conceito de buscar a verdade existe! Mas a materialidade... nada é tão rápido, é tão célere quanto aquilo [os exames demonstrados nos seriados], porque os nossos instrumentos (que temos à disposição) são brasileiros! Muitas coisas do seriado é obra de ficção, mesmo lá nos Estados Unidos não é da forma como é mostrado” (WARRICK BROWN, 36 anos).

“Praticamente tudo que é feito ali [nos seriados], a perícia faz também. É que nós não temos a técnica, os instrumentos, os equipamentos que é mostrado ali. Mas as análises mostram aquilo que é realidade nossa, tanto do nosso laboratório, quanto dos outros locais da perícia. Só que não temos esse aparato tecnológico que é mostrado nessas séries. Mas é feito dessa forma: a gente trabalha de forma científica. O que eu acho que difere muito é essa questão da tecnologia mesmo. Por exemplo: na questão do DNA, eles veem uma mancha de sangue ali... eles [os peritos dos seriados] fazem a análise dessa mancha e, dentro de pouco tempo, aparece a foto do suspeito na tela do computador deles. Com a gente não é dessa forma. Claro que eles [os seriados] enfeitam um pouco para dar esse contexto de Hollywood, mas assim, as principais análises são realmente o que a perícia faz, só que nós não temos esse aparato tecnológico. Nós temos que nos virar com aquilo que temos, embora hoje, o laboratório [...] conta com equipamentos modernos, de ponta, que não perde para nenhum outro Estado em termos de tecnologia” (GREG SANDERS, 38 anos).

“[Já assisti] CSI, NCSI e vários filmes. [Se tem a ver com a realidade?] Sim e não! Como são seriados, eles visam o entretenimento. Algumas situações, na prática, não são tão glamurosas e nem os recursos são tão vastos como nos seriados, mas eles também não são tão fora da realidade. Tem muitos locais de crime ou eventos em que a técnica que eles utilizam, nos seriados, para coletar as informações para fazerem as análises são corretas, só que não são tão rápidos e precisaria ter um recurso laboratorial imenso para conseguir fazer os processamentos, com uma equipe muito grande. Até mesmo países com

muitos recursos teria uma certa dificuldade para se fazer isso. E os protagonistas têm um domínio [de conhecimentos e técnicas] muito raro, possível, mas muito raro. É claro que eles são mais adequados para a realidade americana, em que a polícia é de ciclo integral e todos trabalham juntos. Aqui não! A perícia é independente e isso leva à algumas vantagens e problemas. A vantagem é a independência da Polícia Militar e da Polícia Judiciária Civil, porque dá mais neutralidade no trabalho do perito... E isso é bom! Por outro lado, perde-se eficiência porque acaba tendo que superdimensionar o número de peritos... e cria uma burocracia muito grande entre quem está trabalhando com o combate direto ao crime e com o trabalho do perito. O perito fica distante, isso leva à muitos problemas de desempenho, de operação - que talvez seja um dos maiores problemas da Politec [...]. A gente trabalha de forma muito isolada!" (RAY LANGSTON, 47 anos).

"CSI, Dexter, tem vários que a gente assiste. Existe a parte real. A gente passa por aquelas situações, mas aquela parte que o cara pega uma gota de sangue e já sai o DNA, a paternidade, ou uma impressão digital que ele coleta e já fala que é de [fulano]... Isso, aqui, não existe, pelo menos nas condições de trabalho que a gente tem no Brasil! [...] Eu vejo que tem um pouco de ficção. Para a gente aplicar aqui, no Brasil, teria que melhorar muito, como por exemplo: o AFIS [Automated Fingerprinting Identification System, que é um banco de dados automatizado para identificação de impressões digitais], que você pode colocar uma digital para aparecer um suspeito. A gente está longe disso! E mesmo que a gente tivesse um programa [desse], aquilo seria fictício [...]. Mas tem vários estudos que a gente faz aqui" (GIL GRISSOM, 40 anos).

*Entrevista realizada com peritos das áreas de Balística Forense, Biologia Molecular, Engenharia Legal, Identificação Veicular, Química Forense e Perícias Externas, entre 29 de outubro e 06 de dezembro de 2019.

Metodologia científica em perícia criminal

As diversas áreas que se agrupam nas Ciências Forenses são as que possuem a incumbência de desenvolverem, sob a doutrinação da Criminalística, as diferentes metodologias científicas aplicadas nos mais diversos tipos de exames periciais.

Isso significa, por exemplo, que um novo método científico, mesmo que desenvolvido e validado por uma equipe de pesquisadores, não deve ser imediatamente aplicado na esfera pericial. Em contrapartida, é recomendado que diversos outros grupos de pesquisas especializados em exames forenses o reproduzam e o valide, assim como, seja consolidado e padronizado pela comunidade criminalística (no Brasil, é comum a tomada deste tipo de decisão nas reuniões e eventos das sociedades científicas em Criminalística). E somente assim, um novo método deve ser usado na pesquisa em crimes, buscando evitar que os seus resultados sejam fragilizados, em julgamento, unicamente por não ter sido ainda consolidado no meio forense.

Para além, a metodologia científica fundamenta a perícia criminal também pelas características inerentes à prática científica: pelo pensamento reflexivo e orientado, pela organização criteriosa do trabalho, pela seleção e delimitação de um problema, pela

sistematização da coleta de dados e informações, pelo estabelecimento de hipóteses, pela busca de referencial, pela fundamentação teórico-metodológica, pela análise e divulgação dos resultados, pela validação perante a comunidade e pela possibilidade de (re)construir novos caminhos.

Perícia, local de crime e cadeia de custódia

Para a garantia de uma perícia criminal eficiente, é necessário seguir procedimentos sistematicamente orientados, já reconhecidos e validados pela comunidade jurídica e pericial. Do ponto de vista prático, isso se deve ao fato de que num local de crime pode haver variados níveis de complexidade, motivo pelo qual nada pode ser descartado ou concretizado antes de uma cuidadosa reflexão.

Assim, antes da coleta de qualquer vestígio, deve-se primeiro pensar quais passos seguir, estabelecendo uma sequência lógica de ação, para que uma etapa não inviabilize a outra, ou seja, para que a ação de coleta de um vestígio não acabe danificando outro vestígio, à exemplo: na retirada de material de uma impressão digital para teste de DNA, deve-se antes (tentar) efetuar a revelação e, pelo menos, obtê-la em fotografia para posterior exame e identificação papiloscópica (visando a identificação humana pela comparação de impressões digitais).

Neste contexto, três conceitos devem ser mais bem compreendidos, sobretudo do ponto de vista legal: o de perícia criminal, o de local de crime e o de cadeia de custódia.

A realização da perícia criminal acontece sempre que solicitada pela autoridade policial, realizando-se no conjunto dos exames especializados e cientificamente fundamentados (VELHO et al., 2017b) para a elucidação de eventos criminosos, na tentativa de esclarecer a dinâmica do evento (buscando responder *quando* e *como* os fatos se sucederam) e *quem* foram os envolvidos.

De acordo com o Código de Processo Penal brasileiro (BRASIL, 1941), em seus artigos 158 e 161, a perícia criminal (explicitada pela expressão *exame de corpo de delito*) deve acontecer sempre quando houver a presença de vestígios do crime, a qualquer momento, independentemente da confissão do acusado:

Código de Processo Penal - Decreto-Lei nº 3.689, de 03 de outubro de 1941

Art. 158. Quando a infração deixar vestígios, será indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto, não podendo supri-lo a confissão do acusado.

Parágrafo único. Dar-se-á prioridade à realização do exame de corpo de delito quando se tratar de crime que envolva: (Incluído dada pela Lei nº 13.721, de 2018)

- I - violência doméstica e familiar contra mulher (Incluído dada pela Lei nº 13.721, de 2018);
- II - violência contra criança, adolescente, idoso ou pessoa com deficiência (Incluído dada pela Lei nº 13.721, de 2018).
- [...]

Art. 161. O exame de corpo de delito poderá ser feito em qualquer dia e a qualquer hora.

Ainda segundo a mesma lei, no artigo 564, inciso III, alínea b (BRASIL, 1941), é esclarecido que a não realização da perícia criminal pode acarretar sua nulidade:

Código de Processo Penal - Decreto-Lei nº 3.689, de 03 de outubro de 1941

Art. 564. A nulidade ocorrerá nos seguintes casos:

- I - por incompetência, suspeição ou suborno do juiz;
- II - por ilegitimidade de parte;
- III - por falta das fórmulas ou dos termos seguintes:
 - a) a denúncia ou a queixa e a representação e, nos processos de contravenções penais, a portaria ou o auto de prisão em flagrante;
 - b) o exame do corpo de delito nos crimes que deixam vestígios, ressalvado o disposto no Art. 167;
- [...]

Obviamente, sempre que a perícia não é realizada num local de crime, menores são as chances de sucesso na obtenção de respostas de interesse da Justiça e, conseqüentemente, isso pode dificultar o trabalho de responsabilização penal dos criminosos – produzindo na população, muitas vezes, a sensação de impunidade.

Quanto ao local do crime, este pode ser definido como o espaço onde o fato criminoso ocorreu e presumidamente onde se encontrará os vestígios deixados pelos participantes do delito, tanto do(s) autor(es) do crime, quanto da(s) vítima(s). Para tanto, o local deve ser adequadamente delimitado e isolado, visando manter a integridade dos materiais a serem colhidos e examinados pela perícia técnica, conforme estabelece a legislação brasileira (BRASIL, 1941):

Código de Processo Penal - Decreto-Lei nº 3.689, de 03 de outubro de 1941

Art. 6º. Logo que tiver conhecimento da prática da infração penal, a autoridade policial deverá:

- I - dirigir-se ao local, providenciando para que não se alterem o estado e conservação das coisas, até a chegada dos peritos criminais; (Redação dada pela Lei nº 8.862, de 28.3.1994)
- II - apreender os objetos que tiverem relação com o fato, após liberados pelos peritos criminais; (Redação dada pela Lei nº 8.862, de 28.3.1994)
- III - colher todas as provas que servirem para o esclarecimento do fato e suas circunstâncias;
- [...]
- VII - determinar, se for caso, que se proceda a exame de corpo de delito e a quaisquer outras perícias;
- VIII - ordenar a identificação do indiciado pelo processo datiloscópico, se possível, e fazer juntar aos autos sua folha de antecedentes.
- [...]

Esclarece-se, portanto, que quem chega primeiro à cena do crime (local do crime) é a polícia (geralmente, a militar ou a civil). E somente depois da avaliação da autoridade policial que os peritos oficiais são convocados a comparecer ao local. Surge então, duas problemáticas:

- O isolamento do local deve ser efetuado pela polícia que, em muitos casos, não dispõe de conhecimentos técnicos necessários à delimitação e à preservação desse espaço (não são raros os casos em que a cena do crime é contaminada ativamente pela própria polícia, como por exemplo: ao deixar partes de cigarros, cabelos, pelos e impressões digitais no local; apagar pegadas e mover o corpo da vítima);



COM A PALAVRA, OS PERITOS:



Perguntados sobre os principais problemas no isolamento de locais de crime, os peritos criminais* apontaram:

“Uma coisa muito importante é a preservação do local [de crime]. Muitas vezes, nós [os peritos] chegamos num local de crime e ele não está preservado. Perde-se muito com esta não preservação [...]. Esta conscientização da população, de que ao ver uma cena de crime, não ir lá, não tentar mexer, não entrar, não ir olhar é muito importante, porque isso é uma das coisas que mais prejudicam o trabalho do perito [...]. Quem chega primeiro no local geralmente é o policial militar, depois o policial civil, e a perícia chega logo após. Quando os primeiros policiais chegam, eles já isolam o local. O local bem isolado e bem preservado é fundamental para a realização de uma boa perícia” (GREG SANDERS, 38 anos).

“Uma coisa que prejudica muito o trabalho pericial é a contaminação do local de crime. Acontece muito, mas não mal-intencionadas, as pessoas entram no local onde tem um cadáver. Se há uma coisa que chama a atenção é um cadáver. É impressionante! É mais do que quando dá dinheiro! Até brinco quando estou andando com alguém na rua, se tem um ajuntamento de pessoas, eu falo: ‘tem um cadáver ali’. As pessoas acabam contaminando, às vezes mesmo sem querer: põem a mão no lugar que não pode, aí vai deixar uma digital lá. Lógico, a pessoa vai ser descartada (não foi ela, obviamente), mas vai dar trabalho, o pessoal [os peritos] vai coletar aquela digital, a digital vai passar por análise, é tempo desperdiçado... A Perícia¹ é a última que chega [no local de crime] sempre. Quem chega primeiro, geralmente, é a Polícia Militar, depois a Polícia Civil e, só então, chega a Perícia¹ [...]. E eles [os policiais] realmente não conseguem atender à essa necessidade [de isolar o local do crime], principalmente por falta de pessoal. Tem alguns [policiais] que a gente sempre tenta orientar [...]. Sempre que tem turma da Polícia Militar ou da Polícia Civil, a Perícia¹ sempre tem espaço para falar sobre isso, a gente sempre pede... vai um profissional explica a importância do isolamento [...]. Por questão de segurança, o policial militar ou o policial civil vê uma arma no local e a primeira intenção deles é recolher aquela arma por segurança, porque alguém pode pegar aquela arma [...]. Mas esse fato, por exemplo, já é um problema para nós [peritos]... já altera os vestígios (pode borrar uma impressão digital que tenha na arma, por exemplo). Enfim, [...] não é de propósito, mas acaba acontecendo” (NICK STOKES, 34 anos).

“No Brasil, a gente tem um problema, que tem que ser difundido para a sociedade, que é a alteração do local de crime [...]. Por exemplo, nos Estados Unidos, eles preservam, pelo o que eu já li. Então, o que eu quero dizer: vêm um criminoso e deixa seu DNA lá, aí vêm a população, vêm uma pessoa desinformada e vai deixar o DNA dessa pessoa, que não tem nada a ver [com o crime]. Isso acaba atrapalhando!” (GIL GRISSOM, 40 anos).

*Entrevista realizada com peritos das áreas de Balística Forense, Biologia Molecular, Engenharia Legal, Identificação Veicular, Química Forense e Perícias Externas, entre 29 de outubro e 06 de dezembro de 2019.

- Em outros casos, o problema é que há um período de tempo muito grande entre a constatação do crime pela polícia e a chegada dos peritos (há casos em que esse intervalo de tempo ultrapassa as cinco horas), que pode ser agravada pela ação dos curiosos (que são pessoas alheias ao fato criminoso, mas que se mostram interessadas em acompanhar a ocorrência policial, mesmo que atrapalhando a investigação) ou pela suscetibilidade dos vestígios às condições meteorológicas (como em casos de chuva, que pode danificar pegadas e remover impressões digitais e manchas de sangue).

Logo, é importante que o local do crime, e os vestígios que ali se encontram, sejam adequadamente conservados. E dada a importância desse fato à análise forense, a lei (BRASIL, 1941) indica que os peritos precisam apontar em seus laudos (relatório do trabalho pericial) o grau de preservação, as modificações ocorridas, além de como tudo isso pode interferir nos exames e na confiabilidade dos resultados:

Código de Processo Penal - Decreto-Lei nº 3.689, de 03 de outubro de 1941

Art. 169. Para o efeito de exame do local onde houver sido praticada a infração, a autoridade providenciará imediatamente para que não se altere o estado das coisas até a chegada dos peritos, que poderão instruir seus laudos com fotografias, desenhos ou esquemas elucidativos. (Vide Lei nº 5.970, de 1973)

Parágrafo único. Os peritos registrarão, no laudo, as alterações do estado das coisas e discutirão, no relatório, as conseqüências (*sic*) dessas alterações na dinâmica dos fatos. (Incluído pela Lei nº 8.862, de 28.3.1994)

Como exceção, a autoridade policial pode alterar o local do evento, antes da liberação da perícia, quando se tratar de casos de acidentes de trânsito que prejudique o tráfego, em via pública, conforme estabelece a lei (BRASIL, 1973):

Lei nº. 5.970, de 11 de dezembro de 1973

Art. 1º. Em caso de acidente de trânsito, a autoridade ou agente policial que primeiro tomar conhecimento do fato poderá autorizar, independentemente de exame do local, a imediata remoção das pessoas que tenham sofrido lesão, bem como dos veículos nele envolvidos, se estiverem no leito da via pública e prejudicarem o tráfego.

Parágrafo único. Para autorizar a remoção, a autoridade ou agente policial lavrará boletim da ocorrência, nele consignado o fato, as testemunhas que o presenciaram e todas as demais circunstâncias necessárias ao esclarecimento da verdade.

Ademais, a busca por vestígios no local de crime parte da premissa estabelecida pelo criminologista francês Edmond Locard (1877-1966), que é mais conhecida como *princípio de transferência de Locard* (ou ainda, *princípio de troca de Locard*), pelo qual “*todo contato deixa*

vestígio". E este contato está intimamente relacionado aos vestígios deixados no local pelo criminoso e pela vítima (quando esta existir), bem como dos vestígios gerados pelo contato entre o criminoso e a vítima e dos vestígios oriundos do local que são transferidos aos indivíduos envolvidos.

Dentre os principais vestígios encontrados em locais onde foram cometidos crimes contra a vida, pode-se citar: manchas de sangue e impressões digitais (evidentes ou latentes), cabelos e pelos, armas de fogo e objetos perfurantes ou cortantes (como as "armas brancas"), pegadas e marcas palmares, fluidos corporais (como sêmen, suor, urina, vômito e fezes), fibras e vestuários, uso demasiado de produtos de limpeza (quando se tenta ocultar o crime), substâncias diversas (como venenos, drogas lícitas e ilícitas), documentos (dinheiro, cheques, cartas, bilhetes e apólices de seguro), além da própria vítima.

Já a coleta dos vestígios, dados e informações no local de crime, pode ser produzida por variados instrumentos, aos quais cabe destacar os principais:

- **Entrevistas e questionários:** podem auxiliar na elucidação dos fatos, mas não devem ser tidos como verdades a influenciar as linhas de investigação pericial, devido às possíveis análises subjetivas das testemunhas e dos envolvidos (tal como aponta o ditado popular: *"quem conta um conto, aumenta um ponto"*);
- **Formulários:** para inserir as informações principais do evento, de forma rápida e organizada; ao qual podem ser elaborados em versões diferentes para cada tipo de ocorrência;
- **Desenhos ou croqui:** instrumento extremamente importante para tornar mais inteligível a descrição do local da ocorrência, podendo incluir relações de distâncias e posições dos objetos – com maiores detalhes e eficiência que a simples descrição narrativa, por exemplo;
- **Fotografias ou filmagens:** para dar maior fidelidade e clareza aos detalhes, ao complementar objetiva e inequivocamente a descrição dos fatos já realizados por meio de outros instrumentos (assim como outro dizer popular: *"uma imagem vale mais que mil palavras"*), podendo ser obtidas, inclusive, pelo uso de drones;
- **E embalagens, coletores e instrumental diverso:** para a coleta e armazenamento adequado dos materiais para posterior exame pericial.



COM A PALAVRA, O PERITO:



Perguntado as possíveis “versões paralelas” contadas pela da população, pelos agentes de segurança pública e/ou pelos envolvidos, o perito criminal* respondeu:

“A gente chega [no local de crime] depois que tudo aconteceu. Lá, já tem a PM [Polícia Militar], a PJC [Polícia Judiciária Civil], o bombeiro, a população. E a gente chega perguntando o que foi que aconteceu. A gente chega para investigar aquela situação. Às vezes, a gente vai ouvir aquelas pessoas para nortear, para ver se realmente vai batendo com aquilo [que se está investigando]. Eu, pelo menos, faço assim! Eu pergunto para o policial que está ali, para a autoridade que está ali representando antes da gente chegar, mais ou menos o que ocorreu para saber o que eu vou procurar ali. Isso é normal. Não atrapalha. Mas não sou levado pela prova testemunhal. Na verdade, eu vou pelos vestígios que encontro no local, e tudo isso tem que calhar com aquela análise feita no local. Então, o cara pode me falar que tinha sido suicídio, mas as provas no local não fecharam para aquele suicídio. [...] Logicamente, o que me falam vai dar um norte na hora da perícia, pois em muitos casos tem o PRF [agente da Polícia Rodoviária Federal] que está analisando o caso, o trânsito... tem a Polícia Civil, a Polícia Militar. Então, eles já olharam o local, aí eles adiantam muitas coisas para a gente. Por exemplo: um estojo, quando o cara atira com uma pistola, o estojo é ejetado, aí eu poderia perder muito tempo procurando aquele estojo, [mas isso] são coisas que eles já fizeram, aí eles falam onde está [...]. Então, eles auxiliam nosso trabalho. Eu vejo como uma parte positiva! A gente tem que só saber filtrar, pois aquilo pode ser para tentar enganar a parte da pericial” (GIL GRISSOM, 40 anos).

*Entrevista realizada com peritos das áreas de Balística Forense, Biologia Molecular, Engenharia Legal, Identificação Veicular, Química Forense e Perícias Externas, entre 29 de outubro e 06 de dezembro de 2019.

Por fim, a cadeia de custódia é o protocolo na qual se sistematiza sequencialmente os procedimentos pelo qual os vestígios devem passar, da coleta até a realização dos exames e, conseqüentemente, o arquivamento de amostras (contraprovas) para testes posteriores, quando for o caso – conforme estabelece o Código de Processo Penal, em seu artigo 170 (BRASIL, 1941):

Código de Processo Penal - Decreto-Lei nº 3.689, de 03 de outubro de 1941

Art. 170. Nas perícias de laboratório, os peritos guardarão material suficiente para a eventualidade de nova perícia. Sempre que conveniente, os laudos serão ilustrados com provas fotográficas, ou microfotográficas, desenhos ou esquemas.

Como, nesse processo, os materiais da cena do crime acabam passando por muitos setores e diferentes profissionais, é fundamental a manutenção de registros que permita seu rastreamento e a identificação de quem teve acesso à eles. Desta forma, cumpre-se a cadeia de custódia, que visa, portanto, promover maior agilidade, segurança e confiabilidade ao trabalho pericial.



COM A PALAVRA, O PERITO:



Perguntado sobre quais os procedimentos de coleta e armazenamento de vestígios de locais de crime, o perito* afirmou que:

“Tem dois casos principalmente [para o material do local de crime chegar à perícia]. A maioria dos casos, não pela importância, mas pela quantidade mesmo, é a polícia militar ou a própria polícia civil [...] que aborda alguém (suspeita que alguém está com drogas), faz a revista e descobre a presença de material com indícios de ser proscrito [ilegal]. Aí a Polícia Militar encaminha a pessoa para a Polícia Civil com o relato de tudo que aconteceu. O delegado pega esse material, armazena de forma que não possa ser adulterado, ele [o delegado] faz a requisição de perícia e encaminha para a Perícia¹. Chegando aqui [na Perícia¹], ou ele [o material] já vai diretamente para exame naquela mesma embalagem ou então ele é armazenado num lacre de segurança (em envelopes invioláveis); ele fica armazenado até quando for feito o exame. E outra situação possível, por exemplo, nos casos de perícias externas, o perito que vai até o local já coleta e armazena nos lacres invioláveis e ele mesmo encaminha para fazer o exame adicional, ou se ele entender que cabe ao delegado verificar a importância ou não daquele material, aí o delegado vem e solicita novas perícias” (NICK STOKES, 34 anos).

*Entrevista realizada com peritos das áreas de Balística Forense, Biologia Molecular, Engenharia Legal, Identificação Veicular, Química Forense e Perícias Externas, entre 29 de outubro e 06 de dezembro de 2019.

Vestígios, evidências e indícios

Os vestígios e as formas como eles são deixados num local de crime são a principal fonte de informação para o trabalho forense. Reis (2015) lembra ainda que, numa investigação criminal, o que se procura é sempre a anormalidade das coisas, aquelas que fogem à regularidade e ao estado habitual, conforme exemplifica:

[...] em situação normal, uma mesa tem que estar obrigatoriamente com os pés no chão e o tampo para cima. Uma cadeira tem que estar com os pés para baixo e o assento para cima. Um piso pode conter poeira, pegadas, cadeiras não posicionadas sob a mesa, mas a presença de sangue não será normal para a maioria dos locais. Já numa visita a uma indústria onde se abatem animais, o sangue deles passa ser normal. Porém, o sangue humano não será considerado normal nesse local (p. 96).

Portanto, é com base no conjunto das situações anômalas e na desorganização do ambiente que se define o tipo de ocorrência e como se sucederam os fatos. Nesse sentido, deve-se estabelecer o que se pode designar por vestígio.

Comumente tratados como sinônimos, os termos *vestígio*, *evidência* e *indícios* possuem distintas definições (FARIAS, 2017, p. 28; VELHO et al., 2017b, p. 10-11):

- Os **vestígios** são quaisquer materiais, fatos ou sinais que são encontrados num local de crime e ao qual se acredita que tenham alguma relação com o evento criminoso;
- Já as **evidências** são os materiais, fatos ou informações, individuais ou em conjunto, que após análise, verifica-se conclusivamente que estão relacionados ao delito, constituindo-se então na materialidade do crime;
- E os **indícios** são os elementos que auxiliam na tomada de decisão sobre os fatos perante a Justiça. É, em síntese, a versão dos vestígios e evidências (da fase pericial) na fase processual.

Finalmente, embora esses termos possam se referir à um mesmo material proveniente de um evento criminoso, a sua diferença reside no estágio do processo ao qual ele e seus resultados pós análises se encontram.

O perito criminal, o assistente técnico e o laudo pericial

O perito criminal oficial é um profissional concursado, com curso de nível superior em qualquer área do conhecimento, responsável e autônomo pela coordenação, coleta, classificação e análise dos vestígios encontrados numa cena de crime até o seu último destino, seguindo o protocolo da cadeia de custódia.

A entrada na carreira pericial, via concurso público, acontece de modos distintos nas unidades da federação, sobretudo com mudanças de um edital para o outro. Há, por exemplo, órgãos de perícia que possuem independência das forças de segurança pública (como ocorre no Estado de Mato Grosso), assim como há outros que estão subordinados à Polícia Civil (como é o caso do Estado do Rio de Janeiro). No entanto, é comum que a seleção dos profissionais aconteça por meio de prova escrita objetiva e/ou dissertativa, testes de desempenho físico e psicológico e investigação social (investigação documental da vida pregressa do candidato, incluindo atividades profissionais e acadêmicas já realizadas, localidade de residência, ficha de antecedentes criminais, dentre outras informações que buscam verificar a sua conduta e a sua idoneidade moral).



COM A PALAVRA, OS PERITOS:



Perguntados sobre quais conhecimentos, competências e habilidades o perito deve ter para ser um bom profissional, os entrevistados* responderam:

“Principalmente, ele [o perito] tem que ter atenção. Às vezes é um detalhe no exame que se está fazendo. Um detalhe que passa batido pode ser muito significativo. Então, a gente tem que tomar muito cuidado nos detalhes [...], tudo que pode ser relevante. Porque tudo pode ter uma ligação ou não com o crime que se está fazendo a perícia [...]. Depois, [precisa ter] criatividade também para fazer a relação de uma coisa com a outra; poder imaginar tudo que aconteceu, até mesmo no laboratório, pois como você vai analisar uma coisa que você não sabe o que é, que técnica você vai usar... E é importante também manter a atualização: tem que estar sempre estudando, se informando sobre o que você pode fazer, quais técnicas novas, etc.” (NICK STOKES, 34 anos).

“Domínio da Língua Portuguesa, pela questão da redação oficial de laudo. Bom raciocínio matemático. Conhecimento amplo e domínio técnico de Ciências Exatas. E ser um profissional que é abnegado ao serviço. E ligado intimamente com artigos técnicos e notas científicas do universo da perícia civil e criminal” (ALBERT ROBBINS, 36 anos).

“[Tem que ter] bom-senso, saber olhar para conseguir visualizar aquilo que aconteceu no momento que ele [o perito] está levantando as provas. Isso em local de crime é excepcional! Porque depois que se for embora, passou a chance... as provas mudam. Então, tem que ter a capacidade de olhar e entender o que aconteceu. Isso vai propiciar a buscar as provas adequadas e não deixar passar nenhum vestígio que possa compor o corpo de delito daquele crime. O conhecimento em si são todos muito importantes... o conhecimento em Química, em Física, em Matemática... conhecimento de questão ambiental, de fauna... porque vários fatores podem influenciar uma perícia. Por exemplo: ‘pode ser que um animal causou um acidente de trânsito, e a pessoa não bateu naquele animal, mas ela teve que desviar para evitar a colisão, aí houve capotamento com mortes, com acidentes graves’... Então, é uma gama de conhecimento muito grande, por isso [o perito] tem que ter bom-senso e saber olhar, e conseguir enxergar as várias possibilidades. E, muitas vezes, simplesmente não há o vestígio, aí não consegue [desvendar o evento]. Não é que o perito vai lá e vai encontrar tudo que aconteceu, não é assim, é uma composição. Então, é complexo!” (WARRICK BROWN, 36 anos).

“O trabalho pericial tem que ser bastante técnico. O perito trabalha simplesmente com os vestígios que ele encontra na cena de crime. Então, quando entra na cena do crime, ele tem que analisar cada vestígio e ver o que os vestígios estão dizendo ali, na cena, para ele. Isso com base nas análises, fazendo todos os exames necessários... ter o cuidado para processar cada vestígio ali no local de crime, uma vez que o perito entra no local e começa a processar os vestígios, esse vestígio não pode ser voltado atrás, então o perito tem que manusear com bastante cuidado, sabendo bem o que está fazendo, para fazer um bom trabalho, um bom serviço [...] O trabalho pericial é um trabalho técnico, não pode ser levado em conta o que as pessoas falam de um local [...]. Ele deve analisar cada vestígio e fazer o serviço estritamente técnico” (GREG SANDERS, 38 anos).

“Primeiro: ele tem que conhecer a perícia que ele vai realizar [...], tem que ter conhecimento técnico, tem que ter conhecimento científico, saber o que ele tem que procurar [...]. Segundo: ele tem que gostar daquilo que faz. E terceiro: ele tem que ter, por exemplo, a responsabilidade. Então, eu elenco assim: ele tem que ser responsável, uma pessoa proba, saber o que está fazendo. Até tem uma frase [de 1936] do [Nerio] Rojas que diz assim: ‘O dever do perito é dizer a verdade; no entanto, para isso é necessário: primeiro saber encontrá-la e, depois, querer dizê-la’” (GIL GRISSOM, 40 anos).

*Entrevista realizada com peritos das áreas de Balística Forense, Biologia Molecular, Engenharia Legal, Identificação Veicular, Química Forense e Perícias Externas, entre 29 de outubro e 06 de dezembro de 2019.

Reis (2015, p. 87) argumenta ainda que, apesar do trabalho pericial não ser individualizado – pois pode contar com uma equipe bastante diversificada, inclusive com técnicos auxiliares –, a reponsabilidade da investigação técnica é exclusivamente do perito, que é corroborada pelo artigo 159, do Código de Processo Penal (BRASIL, 1941):

Código de Processo Penal - Decreto-Lei nº 3.689, de 03 de outubro de 1941

Art. 159. O exame de corpo de delito e outras perícias serão realizados por perito oficial, portador de diploma de curso superior. (Redação dada pela Lei nº 11.690, de 2008)

§ 1º Na falta de perito oficial, o exame será realizado por 2 (duas) pessoas idôneas, portadoras de diploma de curso superior preferencialmente na área específica, dentre as que tiverem habilitação técnica relacionada com a natureza do exame. (Redação dada pela Lei nº 11.690, de 2008)

§ 2º Os peritos não oficiais prestarão o compromisso de bem e fielmente desempenhar o encargo. (Redação dada pela Lei nº 11.690, de 2008)

§ 3º Serão facultadas ao Ministério Público, ao assistente de acusação, ao ofendido, ao querelante e ao acusado a formulação de quesitos e indicação de assistente técnico. (Incluído pela Lei nº 11.690, de 2008)

§ 4º O assistente técnico atuará a partir de sua admissão pelo juiz e após a conclusão dos exames e elaboração do laudo pelos peritos oficiais, sendo as partes intimadas desta decisão. (Incluído pela Lei nº 11.690, de 2008)

§ 5º Durante o curso do processo judicial, é permitido às partes, quanto à perícia: (Incluído pela Lei nº 11.690, de 2008)

I – requerer a oitiva dos peritos para esclarecerem a prova ou para responderem a quesitos, desde que o mandado de intimação e os quesitos ou questões a serem esclarecidas sejam encaminhados com antecedência mínima de 10 (dez) dias, podendo apresentar as respostas em laudo complementar; (Incluído pela Lei nº 11.690, de 2008)

II – indicar assistentes técnicos que poderão apresentar pareceres em prazo a ser fixado pelo juiz ou ser inquiridos em audiência. (Incluído pela Lei nº 11.690, de 2008)

§ 6º Havendo requerimento das partes, o material probatório que serviu de base à perícia será disponibilizado no ambiente do órgão oficial, que manterá sempre sua guarda, e na presença de perito oficial, para exame pelos assistentes, salvo se for impossível a sua conservação. (Incluído pela Lei nº 11.690, de 2008)

§ 7º Tratando-se de perícia complexa que abranja mais de uma área de conhecimento especializado, poder-se-á designar a atuação de mais de um perito oficial, e a parte indicar mais de um assistente técnico. (Incluído pela Lei nº 11.690, de 2008)

É importante ressaltar que, para além do que é especificamente estabelecido na legislação brasileira, o perito criminal deve ter sólidos conhecimentos em diversas áreas do conhecimento, uma vez que ele lidará com uma trama complexa de vestígios, ao qual lhe caberá avaliar, mesmo que inicialmente, quais os possíveis exames a serem realizados. Do mesmo modo, ele deve ter o cuidado e a ciência de como realizar os procedimentos de coleta e armazenamento das amostras e saber quais são os setores competentes para realizar as respectivas análises. Além disso, é necessário ao perito ser bastante minucioso no seu trabalho – para maximizar o sucesso da investigação –, assim como, ter compreensão dos aspectos legais inerentes à atividade que desempenha.

Além das características já mencionadas, é importante que o perito tenha também controle psicoemocional, pois ele poderá lidar diretamente com crimes violentos e trágicos acidentes no cotidiano de seu trabalho. Contudo, isso não significa que ele deva perder a capacidade de se chocar diante da crueldade humana, mas que ele não deixe sua emoção atrapalhar a realização de um bom trabalho pericial.



COM A PALAVRA, OS PERITOS:



Perguntados sobre os aspectos emocionais envolvidos na realização do trabalho pericial, especialmente em locais de crime (perícias externas), os peritos criminais* responderam:

“Nesta área, principalmente em perícias externas, praticamente todos os casos impactam de forma muito grande o perito que realiza esse tipo de perícia. Na verdade, a gente é chamado quando algo de ruim aconteceu, quando houve uma morte violenta [por exemplo]. Essas cenas acabam marcando grandemente a vida do perito, apesar de que ele tem que tentar separar o trabalho dessa parte emocional, porque se ele não conseguir fazer isso, ele não consegue trabalhar. Mas isso não é muito fácil! Isso porque quando você chega no local de acidente de trânsito, muitas vezes, você vê famílias inteiras que perderam a vida nesse acidente, às vezes, tem crianças também. Então, é algo que impressiona bastante, ficando difícil você tirar toda essa parte emocional. Mas o perito quando entra no local do crime, ele tem que deixar essa parte emocional de lado para tentar realizar o seu trabalho da melhor forma possível, embora isso não seja fácil [...]. Esses casos, muitas vezes, a gente nunca mais esquece, fica para o resto da vida. [...] Casos com crianças são mais impactantes, além de algumas cenas de homicídios e de acidente de trânsito” (GREG SANDERS, 38 anos).

“As perícias externas são um pouco mais complicadas porque envolvem muita comoção, envolvem emoção, morte violenta. Então, isso abala emocionalmente, mas é de uma importância tão grande que você faça o serviço muito bem feito naquele momento, que você acaba se afastando daquela realidade dolorosa e difícil, para que se produza um bom trabalho” (WARRICK BROWN, 36 anos).

*Entrevista realizada com peritos das áreas de Balística Forense, Biologia Molecular, Engenharia Legal, Identificação Veicular, Química Forense e Perícias Externas, entre 29 de outubro e 06 de dezembro de 2019.

Ainda de acordo com o artigo 159 do Código de Processo Penal (BRASIL, 1941), fica estabelecido a possibilidade de atuação de um *assistente técnico*. Esse profissional, também portador de diploma de curso superior – e especialista em alguma área científica –, poderá ser contratado pelas partes do processo (geralmente, pelo acusado) para analisar e revisar os exames e os resultados obtidos pelos peritos oficiais. Um detalhe importante é que o trabalho do assistente técnico atuante na área criminal só começa após a autorização do juiz e a liberação do laudo pericial (ou seja, quando o trabalho dos peritos criminais houver sido concluído).

Como produto do trabalho do perito há a produção do *laudo pericial criminal* (ou laudo oficial). Esse laudo é o documento, assinado pelo perito, que traz a descrição de todo o seu trabalho, com as observações do local do crime, com a metodologia e os exames empregados, a

apresentação e a discussão dos resultados, além da conclusão da perícia, conforme estabelece a legislação brasileira (Brasil, 1941):

Código de Processo Penal - Decreto-Lei nº 3.689, de 03 de outubro de 1941

Art. 160. Os peritos elaborarão o laudo pericial, onde descreverão minuciosamente o que examinarem, e responderão aos quesitos formulados. (Redação dada pela Lei nº 8.862, de 28.3.1994)

Parágrafo único. O laudo pericial será elaborado no prazo máximo de 10 dias, podendo este prazo ser prorrogado, em casos excepcionais, a requerimento dos peritos.

Logo, a composição do laudo pericial criminal conta basicamente com a seguinte estrutura, segundo Velho et al. (2017b): *identificação* (do processo, da data, do local, dos peritos e do órgão responsável pelos exames), *histórico* (os dados iniciais que originaram a requisição da perícia pela autoridade policial), *objetivo* (os interesses da realização da perícia; o que motivou a autoridade policial requerer a perícia), *exames periciais* (descrição das metodologias, dos exames realizados e dos resultados obtidos), *considerações técnicas ou discussão* (discussão mais detalhada dos exames e dos resultados, visando dirimir possíveis dúvidas), *conclusão ou resposta aos quesitos* (aponta-se a conclusão tendo como fundamento os resultados obtidos e discutidos) e *fecho ou encerramento* (finalização do laudo, com a assinatura e carimbo dos peritos e o apontamento do número de páginas).

Por fim, para que o laudo tenha toda a sua potencialidade aproveitada pela Justiça, ele deve ter uma linguagem clara – inclusive com explicação mais acessível (aos leigos) dos termos e dos resultados técnicos –, os dados devem ser bem organizados e as descrições bastante minuciosas. Em resumo, o laudo precisa ser convincente e fiel à perícia realizada!

CIÊNCIA, PERÍCIA CRIMINAL E JUSTIÇA

OBJETIVOS:

- Discutir o papel da Ciência e do cientista na promoção da ética e da Justiça (tanto na esfera jurídica, quanto no âmbito social);
- Problematizar como um determinado conhecimento científico passa a ser usado na investigação de crimes;
- Estimular a criticidade, a construção de argumentos e o diálogo entre opiniões divergentes.

CONTEÚDOS:

- História, Filosofia e Sociologia da Química e da Ciência;
- O papel da Ciência e do cientista na sociedade contemporânea;
- O conceito de ética, verdade, método científico e validação científica;
- Aspectos gerais do trabalho desenvolvido por peritos criminais.

METODOLOGIA:

Esta atividade pode ser potencialmente desenvolvida interdisciplinarmente com a Filosofia, a Sociologia e as demais áreas das Ciências Naturais (especialmente, Física e Biologia). Para tanto, propõe-se a *SIMULAÇÃO DE UM TRIBUNAL DE JÚRI*, em torno da afirmação:

“Para se fazer Justiça, os resultados obtidos por meio do trabalho científico, especialmente nos exames periciais, devem ser inquestionáveis, livres de preconceitos e dotados da verdade”.

Inicialmente, deve-se organizar os discentes em três grandes grupos: aqueles que concordam com a afirmação (representando a defesa), os que negam a afirmação (representando a acusação) e os jurados (que devem julgar, ao final da atividade, os argumentos apresentados pelos dois primeiros grupos, estabelecendo um veredito).

A divisão pode acontecer por sorteio ou pela própria escolha dos estudantes (desde que se permaneça equilibrado o número de participantes em cada grupo) e que a quantidade de jurados seja em número ímpar, impossibilitando a ocorrência de empate. Além disso, é importante que as regras da atividade estejam totalmente esclarecidas, bem como haja tempo suficiente (sugere-se uma semana) para que os estudantes procedam as pesquisas, preparem seus argumentos e, se possível, escolham e convidem testemunhas (profissionais de diferentes áreas relacionadas ao tema em discussão, inclusive outros professores) – potencializando, deste modo, o caráter lúdico e pedagógico da atividade.



Caso a turma tenha um número grande de estudantes, sugere-se a criação de outras funções, como a de escrivão e seus assistentes (responsáveis por transcrever o julgamento) e a de jornalistas (responsáveis pela narrativa e publicação dos acontecimentos à toda a escola, podendo ser na forma de artigo de opinião, folheto, jornal e/ou vídeo, por exemplo).

Quanto ao papel de juiz (neste caso, de mediador das discussões, inclusive para sistematizar as ideias e controlar o tempo de cada participante), este pode ser exercido preferencialmente pelo(s) professor(es) organizador(es) da atividade. Ademais, destaca-se que o(s) professor(es) deve(m) atuar somente quando necessário, visando promover o protagonismo dos estudantes, deixando as sistematizações (quando possível) para o final da atividade, após o veredito do júri. Contudo, antes da simulação do tribunal do júri, é essencial acompanhar o desenvolvimento das ideias dos grupos (defesa e acusação), a fim de orientá-los quando necessário (buscando atingir os objetivos desta atividade).

Do ponto de vista prático, é fundamental que as incoerências e as indagações aos argumentos de cada grupo sejam apontadas prioritariamente pelo grupo contrário, ou seja, as teses e as antíteses devem ser produzidas entre a defesa e a acusação. Todavia, cabe ressaltar que este deve ser um movimento dialógico e de mútuo respeito entre os participantes, ao qual subsidiará a construção de sínteses e, conseqüentemente, a decisão do júri (por maioria simples dos votos dos jurados).

Visando possibilitar a participação efetiva dos estudantes, é importante intercalar (com réplicas e tréplicas) os momentos de fala entre os grupos (acusação e defesa), com tempo previamente estabelecido (sugere-se, portanto, de dois a três minutos para cada participante). Ao grupo que constitui o júri, fica-se vedado expressar qualquer opinião durante os debates, cabendo proferir o veredito somente ao final do julgamento.

Quanto à organização da sala de aula, propõe-se uma estrutura semelhante à um tribunal de júri, conforme a **Figura 5**:

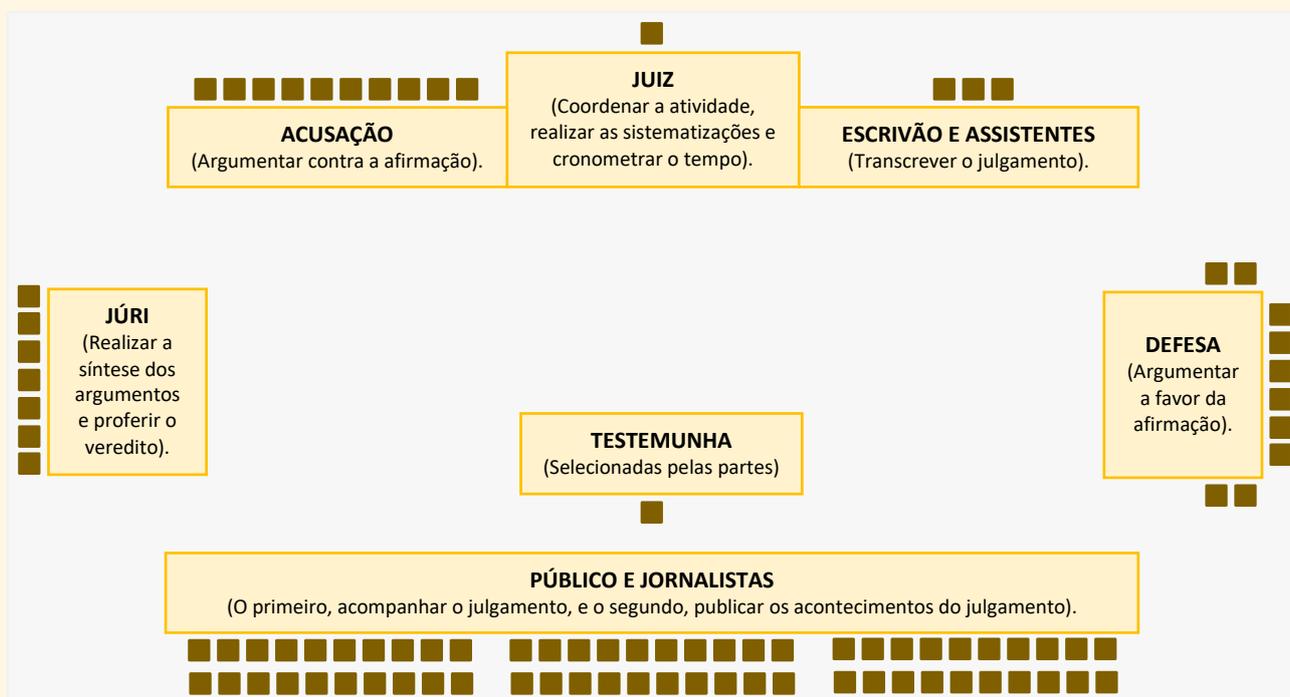


Figura 5. Esquema de organização da sala de aula para a simulação de um tribunal de júri.

Por fim, os principais assuntos a serem problematizados são as visões equivocadas e folclóricas do trabalho científico – especialmente a “neutralidade da Ciência”, ao qual se sugere a leitura do artigo *Para uma imagem não deformada do trabalho científico* (GIL-PÉREZ et al., 2001) e

do livro *O que é ciência afinal?* (CHALMERS, 1993) –, o desenvolvimento e a validação de metodologias científicas e periciais, a possibilidade de inocentar criminosos e culpabilizar inocentes e os conceitos filosóficos de Justiça, ética e verdade.

PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO:

O processo avaliativo deve considerar todo o percurso de desenvolvimento da atividade (desde o estabelecimento das regras, das pesquisas e da construção de argumentos até a sistematização e avaliação conjunta da atividade pelos participantes), buscando identificar se os objetivos foram alcançados – e se não, estabelecer o que deve ser feito para atingi-los.

Por fim, de um ponto de vista mais pragmático, o processo de ensino-aprendizagem deve ser avaliado a partir dos argumentos e sínteses construídas pelos estudantes, identificando se houve a construção de novos conhecimentos e a superação de possíveis visões deformadas do trabalho científico e pericial.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

BUCKINGHAM, W.; BURNHAM, D.; HILL, C.; KING, P. J.; MARENBON, J.; WEEKS, M. **O livro da Filosofia**. Tradução de Rosimarie Ziegelmaier. São Paulo-SP: Globo, 2011.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** Tradução de Raul Filker. Brasiliense, 1993.

Divisão de Homicídios. Direção: Carla Albuquerque. Produção: Carla Albuquerque e Beto Ribeiro. Medialand, 2013. Exibição: Netflix. Série documental sobre crimes investigados pela Divisão de Homicídios de cidades brasileiras.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. *Para uma imagem não deformada do trabalho científico*. **Revista Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, 2001, p. 125-153.

REIS, A. B. (Org.). **Metodologia Científica em Perícia Criminal**. 3ª ed. Tratado de Perícias Criminalísticas. Campinas-SP: Millennium Editora, 2015.



ATENÇÃO: *possíveis obstáculos epistemológicos e pedagógicos!*



Esta é uma atividade bastante propícia para discutir o papel do desenvolvimento científico e tecnológico em nossa sociedade, inclusive para a identificação e discussão de possíveis visões deformadas sobre Ciência – especialmente aquelas discutidas por Gil-Pérez (et al., 2001) –, perícia criminal e Justiça.

CAPÍTULO 4

REVELAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS

São muitos os métodos utilizados pelos cientistas forenses para a elucidação da autoria de crimes, dos quais o mais empregado é a identificação de impressões digitais. Estas, por sua vez, são marcas únicas de cada indivíduo, deixadas pelas rugosidades dos dedos quando se toca alguma superfície. Todavia, nem sempre essas impressões são imediatamente visíveis, o que faz com que seja importante o trabalho pericial, ao lançar mão das diversas técnicas e metodologias disponíveis para a sua “revelação”.

As impressões digitais ao longo da História da humanidade

O uso de impressões digitais como formas de registros pessoais tem sido utilizado desde a Pré-História. O sinal de digital mais antigo, ao qual se tem conhecimento atualmente, encontra-se em tijolos neolíticos na região da Cisjordânia e é datado de aproximadamente 7000 a. C. (FIGINI, 2012).

De acordo com Figini (2012) era comum nos países asiáticos, durante a Idade Média, a utilização das impressões digitais como assinaturas em documentos comerciais ou em atos solenes – neste último, as marcas eram entintadas com o sangue dos signatários. Todavia, foi

somente a partir do século XIX, que as impressões datiloscópicas (dos dedos) começaram a ser consideradas como possibilidade de identificação civil (em épocas anteriores, era comum a polícia identificar criminosos reincidentes mutilando-os ou produzindo-lhes cicatrizes com ferrete em brasa), na qual foram consolidadas a ideia da imutabilidade e perenidade das estrias dos dedos, principalmente após a publicação da obra *Finger Prints*, em 1882, pelo antropólogo inglês Sir Francis Galton (1822-1911), que realizou as primeiras tentativas de classificá-las.

Já o primeiro registro de identificação humana utilizando impressões digitais como recurso na investigação de crimes é da época de 1892. O caso aconteceu na Argentina, com a investigação de assassinato de duas crianças, de 4 e 6 anos (FIGINI, 2017, p. 139). A mãe das vítimas, Teresa Francisca Rojas, culpava o vizinho de ser o homicida, dizendo que era por vingança, pois ele queria manter relacionamento amoroso com ela. O suspeito foi preso e coagido, por três dias, a confessar o crime, mas não o fez.

O investigador de polícia que assumiu o caso à época, Juan Vucetich Kovacevich, achou muito incomum a postura do suspeito e decidiu voltar ao local do crime para procurar mais provas. Lá encontrou uma impressão digital entintada com sangue perto da porta da casa. A partir daí, considerando as leituras que já havia feito sobre a identificação pessoal por esses tipos de marcas, Vucetich comparou a impressão encontrada com as digitais do suspeito e da mãe das crianças (esta afirmava que não havia tido contato com os corpos e nem com o sangue delas). Com isso, tornou-se possível identificar a mãe como a autora, que confessou o crime logo em seguida, ao se ver sem saída diante da prova, assim como explicou a sua motivação – na visão de Teresa Rojas, as crianças atrapalhavam a sua vida amorosa.

Um ano depois da brilhante solução do caso, portanto em 1893, o investigador Juan Vucetich (1858-1925) desenvolveu e lançou o seu sistema de classificação de impressões datiloscópicas no livro intitulado como *Dactiloscopia Comparada*. Neste sistema decadátilar (conjunto da análise das impressões dos dez dedos), os desenhos digitais foram classificados em quatro grupos (que eram os tipos predominantes de desenhos): arco, verticilo, presilha interna e presilha externa (ANDRADE; OLIVEIRA, 2015, p. 40-41). Em seguida, combinando-se as digitais dos dedos das duas mãos, montava-se a fórmula datiloscópica – que era uma representação do conjunto de letras e números que classificativa os tipos predominantes das impressões –, visando facilitar o seu arquivamento e sua posterior consulta.

O sistema datiloscópico de Vucetich foi considerado um método revolucionário, tanto que passou a ser utilizado em diversos países, inclusive no Brasil, que o adotou oficialmente a partir de 5 de fevereiro de 1903, pelo Decreto nº 4.764, especificamente em seu artigo 57 (ao qual foi mantida aqui a ortográfica original):

Decreto nº 4.764, de 05 de fevereiro de 1903

Art. 57. A identificação dos delinquentes será feita pela combinação de todos os processos actualmente em uso nos países mais adiantados, constando do seguinte, conforme o modelo do livro de Registro Geral anexo a este regulamento:

- a) exame descriptivo (retrato fallado);
- b) notas chromaticas;
- c) observações anthropometricas;
- d) signaes particulares, cicatrizes e tatuagens;
- e) impressões digitaes;
- f) photographia da frente e de perfil.

Paragrapho unico. Esses dados serão na sua totalidade subordinados á classificação dactyloscopica, de accordo com o methodo instituido por D. Juan Vucetich, considerando-se, para todos os effeitos, a impressão digital como a prova mais concludente e positiva da identidade do individuo e dando-se-lhe a primazia no conjuncto das outras observações, que servirão para corroborar-la.

Atualmente, a área científica que se dedica ao estudo das marcas deixadas pelos indivíduos em ocorrências de crimes é denominada de **Papiloscopia Criminal**. E esta área forense se subdivide em: Datiloscopia (identificação das impressões digitais), Quiroscopia (estudo das marcas das palmas das mãos), Podoscopia (análise das marcas deixadas pelas plantas dos pés, inclusive com o uso de moldes para a coleta de pegadas), Poroscopia (identificação dos poros presentes nas marcas papilares) e Necropapiloscopia (obtenção e comparação das impressões papilares de cadáveres).

O que são e como são produzidas as impressões digitais

As impressões digitais são formadas a partir do toque dos dedos nas superfícies que as podem reter e guardar suas distintivas características – assim como ocorre na produção das imagens especulares deixadas por carimbos –, mesmo que não sejam, num primeiro momento, muito facilmente visualizadas.

É interessante notar que cada uma das pontas de nossos dedos possui “altos”, que são resultantes da existência das papilas dérmicas, em linhas e nervuras, que apresentam marcas singulares de pessoa para pessoa e de dedo para dedo (**Figura 6**).



Figura 6. Papilas dérmicas que dão forma às impressões digitais.

As rugosidades dos dedos são formadas na camada mais profunda da pele – na derme, que é a matriz das nossas impressões digitais – ainda durante os primeiros meses de vida-uterina e os seus diversos formatos são frutos de uma combinação infinita de fatores desencadeados ao longo da gestação, resultando na individualidade dessas marcas. Assim, as impressões datiloscópicas existem como um conjunto das mais variadas figuras abstratas, como em formato de arcos, círculos, redemoinhos, ramificações, bifurcações e presilhas, por exemplo.

Contudo, o que faz com que as digitais fiquem literalmente impressas são as sujidades e as secreções que transferimos pelo toque dos dedos (especialmente das pontas dos dedos, que é a região denominada de falanges distais). Essas sujidades podem ser provenientes, por exemplo, do uso de maquiagens e cosméticos, de resquícios de graxas, poeiras, tintas, alimentos e bebidas ao qual temos contato simplesmente ao realizar as atividades do dia a dia. Já as secreções são os resíduos de suor, íons, lipídios, aminoácidos, proteínas e outras substâncias que naturalmente (ou patologicamente) são eliminadas pelo nosso organismo. E são essas sujidades e resíduos que permitem a produção, o uso das técnicas de revelação e a identificação das impressões datiloscópicas.

Ainda sobre as secreções transferidas pelos dedos, é necessário explicitar suas origens e suas composições químicas, uma vez que a maioria das técnicas empregadas nas revelações se baseiam na interação física ou química dessas substâncias com os reagentes reveladores. Portanto, existem três tipos de glândulas que as secretam (FIGINI; RODRIGUES, 2012, p. 131-134):

- **Sudoríparas:** são localizadas em praticamente todo o corpo, mas principalmente nas mãos e nos pés; elas liberam a secreção de suor pelos poros, que é composto

majoritariamente de água (cerca de 98 a 99%), íons (como os metálicos e o cloreto) e compostos orgânicos (como aminoácidos e outros compostos nitrogenados);

- **Sebáceas:** estão localizadas em toda a extensão do corpo onde há pelos e cabelos, especialmente nas costas, no tórax e no couro cabelo; essas glândulas liberam predominantemente lipídios (ácidos graxos, que formam o chamado sebo) e hidrocarbonetos;
- **Apócrinas:** localizam-se nas axilas, aréolas mamárias e órgãos genitais, das quais secretam principalmente íons ferro, proteínas e carboidratos.

Como se observa, apesar de não haver a presença dos três tipos de glândulas nas mãos, a presença das substâncias secretadas por elas nessa parte do corpo se dá pelo contato dos dedos com as regiões onde são produzidas (principalmente na face e no couro cabeludo) e que, conseqüentemente, podem ser novamente transferidas aos objetos pelo toque.

Princípios da identificação humana pelas impressões digitais

O processo de identificação humana pela análise das impressões digitais é baseado em quatro princípios, tanto no âmbito civil (para a identificação civil, como na produção de documentos pessoais oficiais), quanto criminal (para a pesquisa de autoria de delitos), os quais são: perenidade, imutabilidade, variabilidade e classificabilidade.

A **perenidade** se refere ao fato de as impressões digitais serem as mesmas durante toda a vida do indivíduo, formando-se no sexto mês da gestação e perdurando até após a morte (em determinados estágios da decomposição cadavérica). Contudo, a variação do tamanho dessas marcas é fisiologicamente comum, devido às fases de desenvolvimento (crescimento) da pessoa, já que as impressões digitais aumentam proporcionalmente de tamanho, resguardando as características originais.

Quanto ao princípio de **imutabilidade**, este se refere à característica dos sinais digitais serem sempre os mesmos, não se modificando naturalmente ao longo dos anos. No entanto, salienta-se que pequenas distorções podem ocorrer devido à danos causados às camadas de tecidos que formam a pele, da qual podem ser de dois tipos: temporária, quando se lesiona somente a epiderme (dano na camada superficial) e as impressões retornam à marcas anteriores após a sua recuperação; ou permanente, quando se atinge a derme (lesão na camada mais

profunda da pele, na matriz dos desenhos digitais), cujo dano poderá causar cicatrizes que coexistirão com as rugosidades digitais na superfície dos dedos.

Já a **variabilidade** está relacionada às diferenças das impressões digitais de pessoa para pessoa (mesmo em gêmeos univitelinos que compartilham, inclusive, o mesmo código genético) e de dedo para dedo (cada dedo, sendo ou não de uma mesma pessoa, terá sempre uma impressão digital única). Este princípio tem sido muito pesquisado ao longo dos anos, de modo que não há dado experimental ou estatístico relevante que indique a possibilidade de repetição de uma mesma impressão digital.

Por fim, a **classificabilidade** tem a ver com a possibilidade de se organizar as impressões datiloscópicas em grupos com características comuns, estabelecendo critérios para agilizar o acesso aos milhões de arquivos contendo registros de padrões de impressões digitais. Por sua vez, utilizando-se deste princípio, tem se buscado, por décadas, softwares e banco de dados que façam as comparações datiloscópicas de maneira cada vez mais rápida, precisa e segura.

As impressões digitais e a cena de crime

Comumente, as marcas papiloscópicas são as evidências mais comuns e abundantes numa ocorrência criminal. No entanto, não é prudente que o perito criminal a procure aleatória e indiscriminadamente numa cena de crime. Para tanto, deve-se primeiro, utilizar-se da lógica e da reflexão sobre os lugares mais prováveis delas serem encontradas, de modo a não desperdiçar tempo e/ou gastar material (reagentes reveladores) desnecessariamente.

Num roubo de carro, por exemplo, é comum a procura dessas marcas nas portas, no porta-malas, no retrovisor e no espelho interno, no volante e na região do teto exterior logo acima das portas, pois são nesses lugares onde comumente mais tocamos com os dedos (**Figura 7**). Já numa invasão à residência, busca-se impressões digitais nos trincos das portas e dos armários, em janelas ou qualquer outro lugar que dê pistas da localização do invasor durante a dinâmica do crime (se o indivíduo consumiu algo na geladeira, a pesquisa desses vestígios nesse eletrodoméstico se torna bastante promissora).



Figura 7. Regiões onde são comumente encontradas impressões digitais num carro: porta (A), região média direita da porta próxima à janela (B), janela do carro (C), parte superior direita da porta e teto (D), maçaneta (E e F).

Desta maneira, é importante saber que as impressões digitais podem se fazer presentes num local de crime de três formas (**Figura 8**), como marcas:

- **Moldadas ou plásticas:** são as impressões digitais deixadas em superfícies macias e que possibilitam a modelagem em baixo relevo, tais como: massa de modelar ou de fixar vidros e cerâmicas, chiclete, queijo e chocolate. Nesta situação, o procedimento de coleta se dá através de fotografias (especialmente aplicando uma luz oblíqua para destacar os sulcos formados pelas digitais) ou por moldes (como o uso de silicone);
- **Entintadas ou evidentes:** são marcas que são visíveis sem a necessidade do uso de agentes reveladores. Estas impressões podem ser deixadas pelo contato dos dedos sujos com graxa, tinta, maquiagem, sangue ou poeira, por exemplo. Sua coleta também pode ser efetuada por fotografias;
- **Latentes ou invisíveis:** são as marcas mais comuns num evento criminoso, sendo deixadas pelas sujidades e secreções presentes nos dedos, mas que não são visíveis sem a utilização de técnicas de revelação: como o uso de pós, reagentes químicos e luzes especiais. A coleta se dá após a revelação, fotografando-as e, às vezes,

removendo-as da superfície ao qual se encontram para um suporte com o auxílio de uma fita adesiva especial.

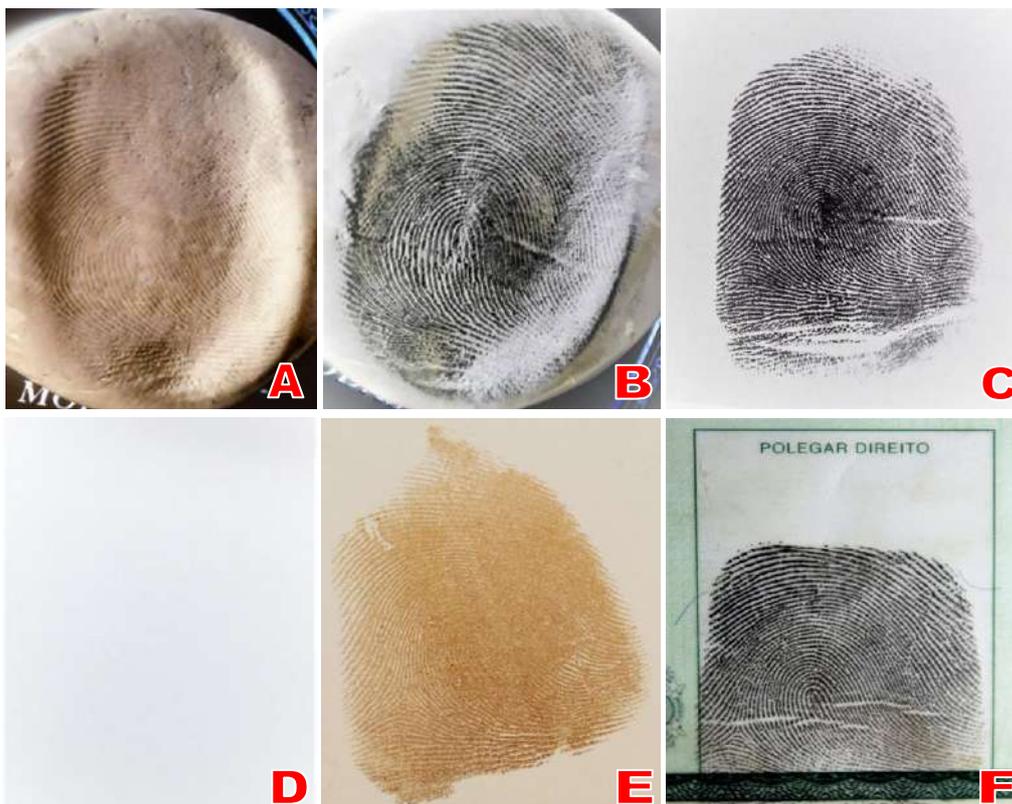


Figura 8. Tipos de impressões digitais: moldada em resina com (A) e sem (B) aplicação de luz oblíqua; entintada com tinta de carimbo (C); latente, antes (D) e após (E) revelação com iodo; e padrão (também entintada), obtida de documento oficial de identidade (F).

Finalmente, há autores como Figini et al. (2012a, p. 28-29), que consideram também os padrões de impressões digitais como uma quarta categoria. Esses padrões se referem às impressões datiloscópicas tomadas pela autoridade policial ou pericial dos envolvidos numa ocorrência – são impressões digitais procedentes, portanto, de uma pessoa cuja identidade é conhecida (pode ser obtida, inclusive, de documentos oficiais de identidade), sendo utilizadas para comparação com aquelas encontradas dispersas no local do evento delituoso.

Técnicas e reagentes reveladores de impressões digitais

É no desenvolvimento dos métodos e dos reagentes reveladores que reside a maior contribuição da Química Forense na pesquisa de impressões digitais, dando suporte fundamental ao trabalho da Papiloscopia Criminal. E dentre as principais técnicas empregadas para revelar (tornar visíveis) essas impressões, citam-se: os pós convencionais e especiais, os vapores de iodo e

cianoacrilato, a ninidrina, a violeta genciana, o nitrato de prata e o tratamento térmico de suportes de papel.

O uso dos pós reveladores é o principal método físico para a obtenção de impressões latentes, sendo também o procedimento mais utilizado pelos peritos criminais na busca deste tipo de vestígio. A técnica consiste basicamente na aplicação de uma fina camada de pó, com o auxílio de um pincel ou spray aerossol, sobre uma superfície pesquisada. Contudo, adverte-se que como o pincel deve entrar em contato a impressão ainda não visualizada, o profissional que executará a técnica deve ter muito cuidado e ser habilidoso, pois eventuais erros na sua aplicação podem comprometer irreversivelmente o trabalho de identificação criminal. Além disso, outra desvantagem do uso do pincel advém da sua reutilização em diferentes investigações: quando as cerdas do pincel entram em contato com um vestígio biológico, elas acabam carregando parte desse material; assim, o pincel, ao ser reutilizado, acaba transferindo esses mesmos vestígios (com conteúdo genético) de um local ao outro, contaminando-o e dificultando a identificação por exames de DNA.

Quanto aos pós convencionais, a revelação acontece porque suas partículas interagem por adsorção (especialmente por interações intermoleculares do tipo forças de Van der Waals e atrações iônicas/eletrostáticas) com os resíduos presentes nas impressões digitais. Esta classe de pós possui como vantagens a alta estabilidade química, pois não se degradam facilmente e não reagem quimicamente com os resíduos, e a baixa granulometria, o que facilita as interações intermoleculares entre as suas finas partículas e as substâncias deixadas pelo contato dos dedos.

Visando resultados mais eficientes com o emprego dos pós, utiliza-se sempre pincéis com cerdas macias – preferencialmente do tipo *pelo de marta* – como instrumento de aplicação. Por conseguinte, usa-se pós reveladores de variadas formulações, uma vez que diferentes superfícies costumam interagir melhor com diferentes composições, inclusive, para dar maior contraste e nitidez entre a impressão digital e o suporte ao qual ela está aderida. Um exemplo disso é a cor dos reveladores: usa-se pós de coloração escura (geralmente, pretos) em superfícies claras e, pós coloridos ou brancos, em superfícies mais escuras (**Figura 9**).



Figura 9. Maleta contendo diferentes materiais e tipos de pós reveladores para ser levada à locais de crime e reagentes de pequenas partículas para revelação de impressões digitais em superfícies claras e escuras.

Em relação ao preparo desses pós, ele pode ser feito tanto pelos próprios peritos criminais (que dominarem com expertise a sua produção), quanto adquiridos prontos para a aplicação direta (ocorrência mais comum), tal que dentre os pós convencionais mais usados, destacam-se: o negro de fumo (produto da combustão incompleta de alguns derivados do petróleo, tal como a fuligem, conforme a **Figura 10**), o óxido de ferro II (FeO), o dióxido de titânio (TiO₂), o carbonato de chumbo (PbCO₃), o pó fino de alumínio e as suas diferentes combinações.

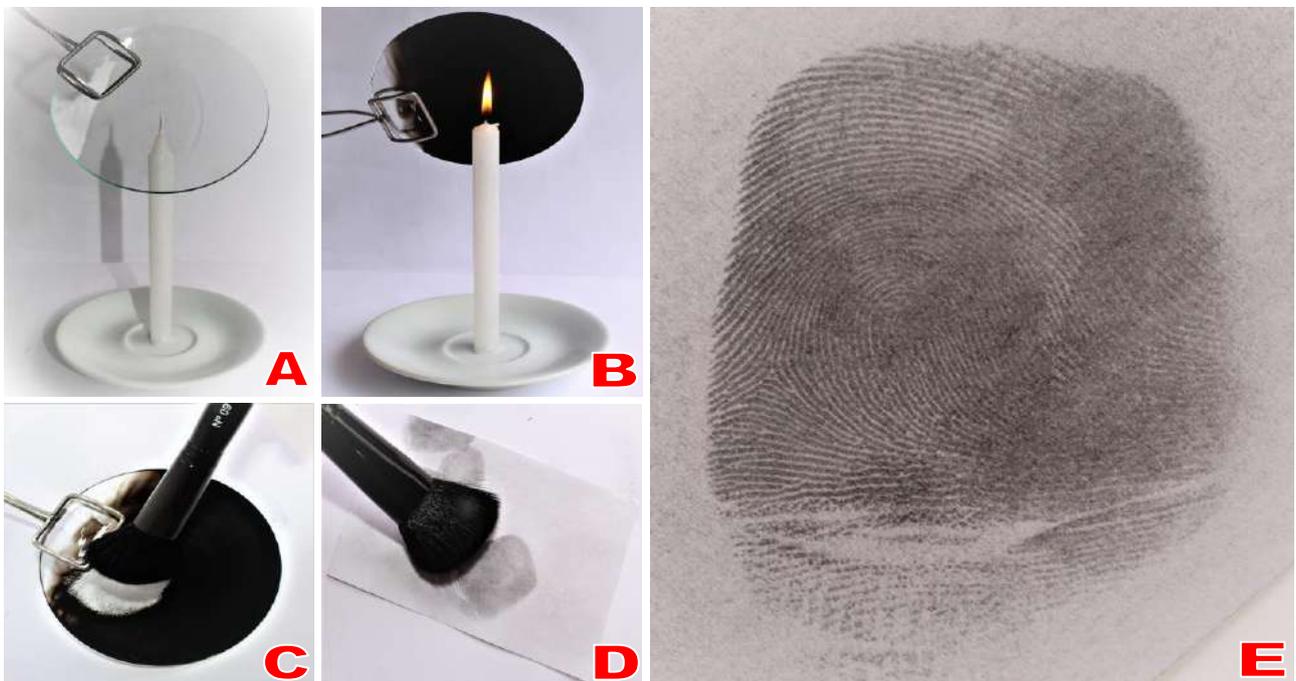


Figura 10. Procedimento de revelação de impressão digital com negro de fumo (fuligem): produção do pó revelador (A e B), saturação do pincel (C), aplicação do pó no suporte (D) e impressão datilar revelada (E).

Já os pós especiais são aqueles com propriedades magnéticas ou luminescentes. Os pós magnéticos são produzidos a partir de metais e óxidos metálicos (principalmente o ferro) e sua

aplicação é recomendada a superfícies não magnéticas (não metálicas e nem ferrosas) porosas ou outras onde os pós convencionais teriam pouca eficiência. Para aplicar esse tipo de pó, necessita-se ainda de pincéis especiais, com propriedades eletromagnéticas (são pincéis com ímãs), na qual as partículas do pó, ao serem atraídas, formam as suas cerdas (**Figura 11**). Os pós luminescentes (ou fluorescentes), por sua vez, são aqueles que ao serem expostos à radiação eletromagnética com determinado comprimento de onda (luzes especiais, na região do ultravioleta), à absorvem e, em seguida, à emitem na forma de luz visível. Esses reveladores são prioritariamente usados em superfícies multicoloridas ou em superfícies cujos padrões de desenhos atrapalhariam a visualização das impressões digitais que fossem reveladas com outras técnicas.



Figura 11. Pó magnético e pincel para revelação de impressões digitais.

Em síntese, o uso de pós apresenta como vantagens a fácil aplicação, o baixo custo e a facilidade de transporte até a cena do crime (comumente são levados como *kits*, contendo frascos com diversas composições). Além disso, eles são mais eficientes em contato com impressões digitais recentes, pois nelas há ainda grande percentual de água em sua composição – o que permite uma forte interação com as partículas dos pós. Já nas marcas papilares antigas, a interação acontece com os compostos mais apolares (especialmente, lipídios), o que acarreta a diminuição da eficiência de adsorção.

O vapor de iodo é outro revelador bastante utilizado, incidindo na propriedade de sublimação do iodo – que pela absorção de calor, passa do estado sólido para o estado gasoso. A técnica consiste em confinar o iodo molecular sólido (I_2) num mesmo recipiente que o objeto ou a superfície que contém a impressão digital. Em seguida, pela propriedade de sublimação do iodo, os seus vapores adsorvem nos resíduos gordurosos (lipídios) ou reagem formando haletos orgânicos (reação orgânica de adição por iodo, observada na **Figura 12**), mostrando as digitais com

uma coloração em tons de marrom (**Figura 13**). Após a revelação, caso não seja usado nenhum fixador, recomenda-se fotografar imediatamente os resultados, uma vez que o iodo pode sublimar novamente e a impressão voltar a ficar latente (o que pode ser até uma vantagem, pois permite o uso de outra técnica, quando necessária).

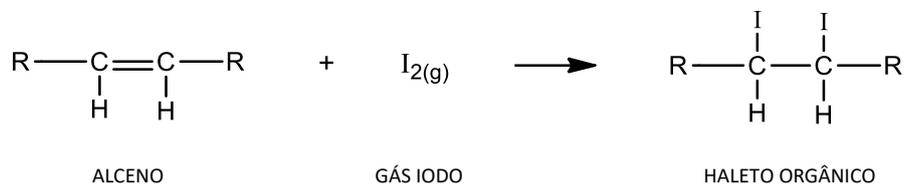


Figura 12. Reação orgânica de halogenação (adição por iodo) em alceno.



Figura 13. Procedimento de revelação de impressão digital pela sublimação do iodo.

Além disso, a superfície a ser submetida ao teste com vapor de iodo deve ser pequena, tendo maiores resultados se forem de papel ou superfícies absorventes de cores claras. E quanto à recentidade da impressão digital, a técnica se mostra eficaz em períodos de tempos intermediários, entre a desidratação da impressão e a vaporização dos lipídios. Todavia, cabe ressaltar que os vapores de iodo apresentam toxicidade, o que requer maiores cuidados e equipamentos de proteção na sua aplicação.

Já o nitrato de prata (AgNO_3) revela as impressões digitais pela reação química de precipitação entre os íons prata (Ag^+) desse reagente com os íons cloreto (Cl^-) presentes nas secreções deixadas pelos dedos. Como resultado dessa reação, precipita-se o cloreto de prata

(AgCl) numa fina camada sobre os desenhos digitais. Após ser exposta à luz, a marca então assume uma coloração preta-acinzentada – pela redução do íon prata (Ag^+) a prata metálica (Ag), o que demanda ser fotografada rapidamente (**Figura 14**).

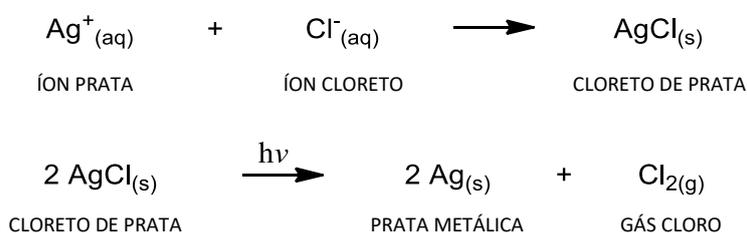


Figura 14. Reação química envolvida na revelação de impressões digitais com solução nitrato de prata (I) seguida da exposição à luz solar (II).

O procedimento de revelação com esse reagente pode ocorrer de dois modos: usar spray de uma solução aquosa ou alcóolica de AgNO_3 ou submergir a superfície pesquisada nesta solução; em ambos os casos, deve-se expor, após secagem, a referida superfície à luz solar. Este método é indicado para marcas recentes situadas em superfícies claras de madeira não tratada ou papel (**Figura 15**), pois para outras superfícies, há reveladores mais promissores e menos destrutivos.



Figura 15. Impressão digital revelada com spray de solução de nitrato de prata, seguida de exposição à luz solar.

Quanto ao vapor de cianoacrilato, comumente encontrado como componente das supercolas, ele é usado para superfícies lisas, secas e não porosas, como: vidros, metais e alguns plásticos (preferencialmente de coloração escura). O procedimento consiste em colocar a superfície analisada numa cuba (que não permita troca de gases com o ambiente) juntamente

com outros dois recipientes: um contendo água (a reação é acelerada na presença de umidade) e outro com ésteres de cianoacrilato – que através de aquecimento controlado (entre 59 e 70°C) ou variação da pressão sofrem vaporização e reagem com os aminoácidos, proteínas e ácidos graxos presentes nas digitais, formando como produto um polímero (**Figura 16**) visível na forma do desenho digital (quase incolor, podendo ser mais facilmente visualizada por meio da combinação entre iluminação especial ou aplicação de pós reveladores, conforme a **Figura 17**).

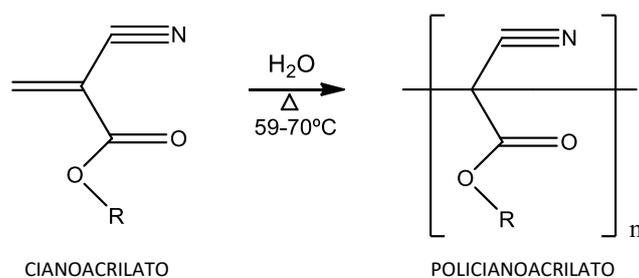


Figura 16. Reação de polimerização do cianoacrilato.

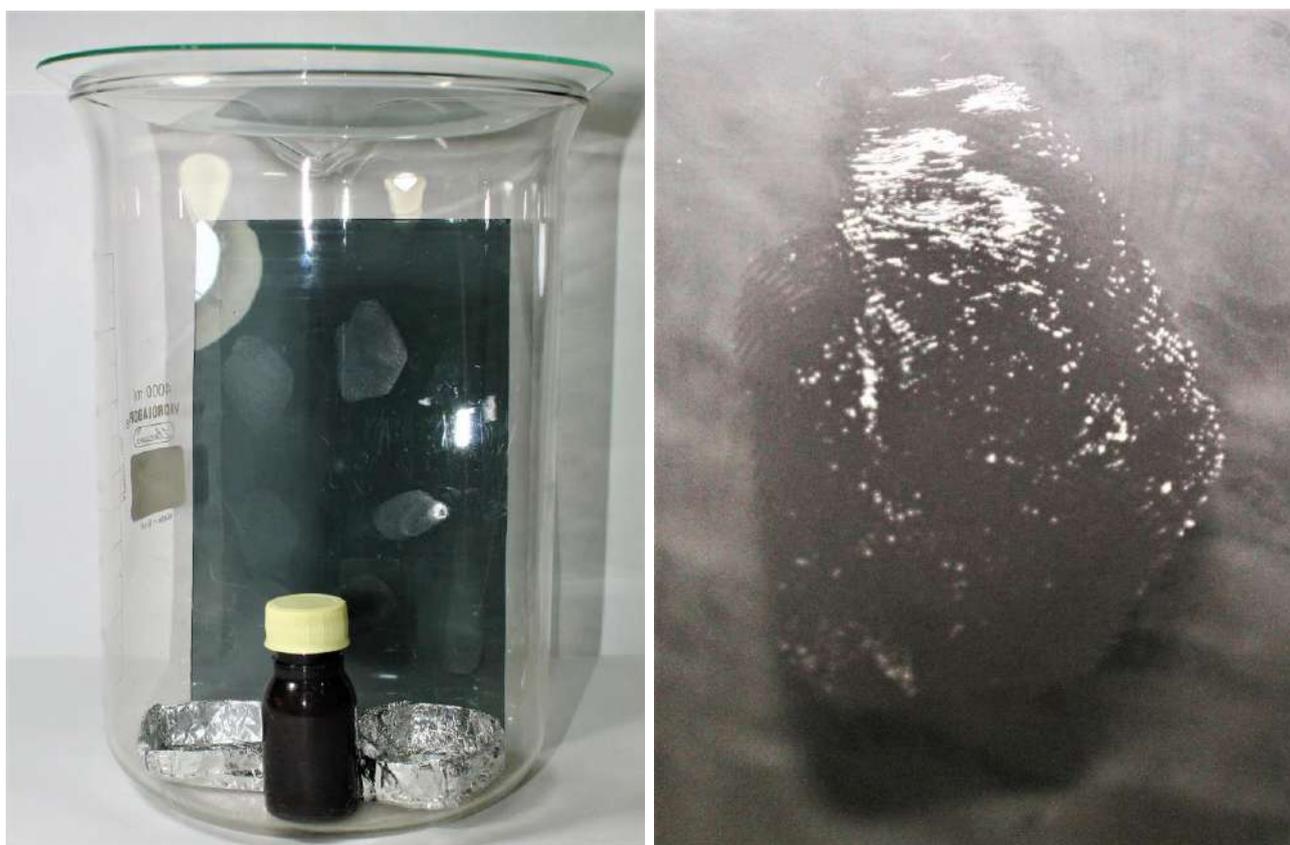


Figura 17. Procedimento de revelação de impressões digitais com cianoacrilato (supercola).

Adverte-se, entretanto, que o aquecimento do cianoacrilato, acima da temperatura recomendada, acarreta a produção e liberação de gás cianeto (cianeto de hidrogênio, HCN), que é altamente tóxico e fatal, exigindo extremos cuidados e uso da capela na sua realização.

Quanto à violeta genciana (**Figura 18**), aponta-se que é um corante que reage com os resíduos gordurosos presentes nas impressões digitais, revelando-as como um desenho de coloração violeta intensa. Esse revelador deve ser especialmente aplicado sobre superfícies sujas com graxas e óleos ou em fitas adesivas (do lado que contém cola). A técnica de revelação consiste na imersão do suporte pesquisado numa solução aquosa diluída desse corante.

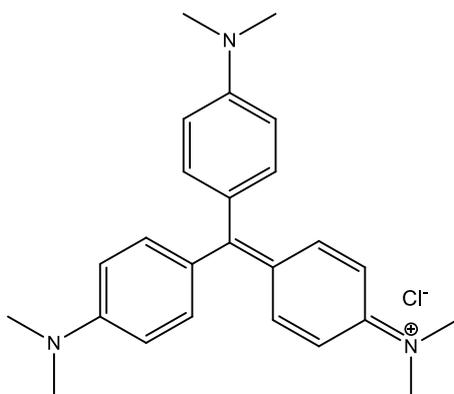


Figura 18. Estrutura química da violeta genciana.

Alternativamente, a violeta genciana pode ser usada também em impressões entintadas com sangue, na qual reagirá com as proteínas contidas nesse fluido. Para tanto, o procedimento acontece pelo prévio cozimento do suporte manchado com sangue, seguido do ajuste do pH (para neutro ou levemente básico: entre 7 e 8) e respectiva imersão em solução reveladora (já mencionada anteriormente); após lavagem, com água, do excesso de corante e secagem do suporte, tem-se então a marca desvendada.

Em relação à ninidrina (ou hidrato de tricetohidrindeno), destaca-se que ela é um composto que forma produtos coloridos (do tom púrpura ao alaranjado) ao reagir com as diversas substâncias presentes nas impressões digitais, principalmente os aminoácidos, originados ou não da decomposição dos polipeptídios e das proteínas (**Figura 19**).

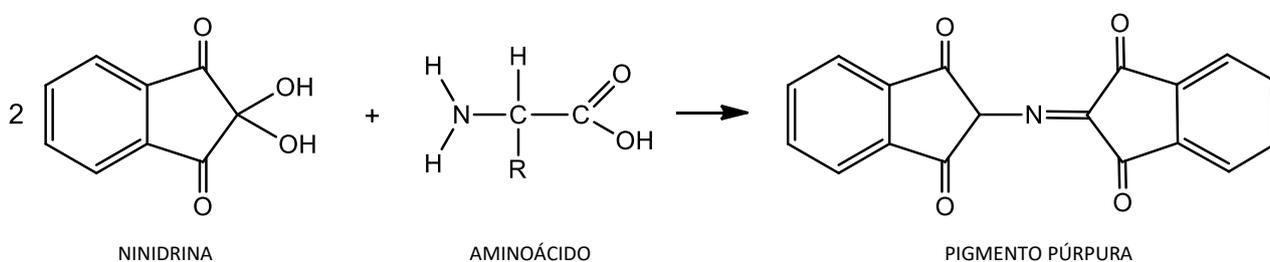


Figura 19. Reação química entre a ninidrina e um aminoácido.

A ninidrina é um revelador mais apropriado para suportes manchados com sangue ou para superfícies porosas compostas por celulose (**Figura 20**) – como o papel, o papelão e a madeira não

tratada –, uma vez que este polissacarídeo ajuda a manter por mais tempo a estrutura dos aminoácidos e dos desenhos deixados pelos dedos.



Figura 20. Impressão digital revelada com spray de solução etanólica de ninidrina.

Do ponto de vista da segurança, alerta-se que a ninidrina tem ação cancerígena, o que torna extremamente necessário o cuidado e o preparo técnico para o seu manuseio. Além disso, o procedimento para a revelação consiste na dissolução do composto em um solvente orgânico polar, que facilmente evapore e deixe as marcas digitais visíveis, dentre os quais: a propanona, o metanol e o etóxi-etano (como estes solventes são altamente inflamáveis, quando for necessária uma etapa de aquecimento da superfície para acelerar a revelação, cuidados especiais devem ser tomados).

Por último, o tratamento térmico é outra técnica possível quando se tratar de revelação em suportes de papel. Através do aquecimento brando e controlado, as impressões digitais podem simplesmente se tornar visíveis pela diferença das propriedades térmicas do papel (que aquece mais rápido e sofre mudança de cor) e dos resíduos papilares. Todavia, esta é uma técnica pouco utilizada, pois as chances de destruição das marcas são consideráveis (pela destruição e/ou volatilização dos compostos), bem como, pela existência de diversos agentes reveladores mais eficientes.

Em tempo, esclarece-se que é importante fotografar ou digitalizar as impressões digitais logo que forem reveladas, tendo em vista que muitos desses métodos são destrutivos ou seus resultados desaparecem com o passar do tempo. Outra possibilidade para manter também os

desenhos digitais, consiste no decalque (ou levantamento) da impressão com fita adesiva específica (**Figura 21**) ou moldagem, especialmente para revelação com o uso de pós, visando mantê-la intacta e protegida.



Figura 21. Materiais adesivos especiais usados para o levantamento de impressões papilares reveladas.

Deste modo, a combinação de muitas dessas técnicas (**Figura 22**) com tantas outras que aqui não foram discutidas – como a aplicação das nanopartículas e o uso dos reagentes radioativos e dos métodos eletroquímicos – podem e têm sido utilizadas com resultados satisfatórios na pesquisa de impressões digitais, auxiliando efetivamente no trabalho pericial e, conseqüentemente, nas decisões judiciais.



Figura 22. Combinação de métodos químicos e físicos de revelação de impressões digitais: uso de vapor de cianoacrilato e posterior aplicação de dióxido de titânio.

Comparação datiloscópica para o estabelecimento de identidade

Após efetuada a revelação e o registro fotográfico das impressões digitais, caberá ao papiloscopista (profissional especializado neste tipo de exame) realizar o confronto datiloscópico,

buscando identificar os envolvidos no delito, ou ainda, a identificação civil de cadáveres ou de pessoas que não sabem ou não querem, por algum motivo, manifestar a sua identidade.



Suspeito de falsificação de documentos e lavagem de dinheiro é preso em shopping de Natal

“A Polícia Federal prendeu nesta segunda-feira (1º), em um shopping de Natal, um homem suspeito de apresentar documentação falsa quando realizava um depósito no valor de R\$ 20 mil em uma agência da Caixa Econômica Federal [...].

Durante o seu interrogatório, o homem se negou a revelar o seu nome verdadeiro, bem como a filiação, e respondeu de maneira evasiva aos vários questionamentos que lhe foram dirigidos. Com ele, foram ainda apreendidos R\$ 4.345, U\$ 65 dólares, cartões e recibos de depósitos bancários. A quantia que ele depositava no momento da prisão ficou retida pela Caixa Econômica Federal.

Indiciado pelos crimes de falsificação de documento público e lavagem de dinheiro, o suspeito teve colhida as suas impressões digitais e em seguida foi encaminhado para exame de corpo de delito no Instituto Técnico-Científico de Perícia (Itep).

O detido permanece sob custódia na sede da PF, ainda sem identificação, à disposição da Justiça.”

Fonte: G1 - Rio Grande do Norte, 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2019/04/02/suspeito-de-falsificacao-de-documentos-e-lavagem-de-dinheiro-e-presos-em-shopping-de-natal.ghtml>>. Acesso em 6 de maio de 2019.

No Brasil, o confronto datiloscópico era realizado basicamente com a consulta das fichas decadatilares propostas pelo sistema de Vucetich. A partir do surgimento dos bancos de dados informatizados e dos softwares de comparação de impressões digitais, novos procedimentos passaram a ser empregados.

A comparação entre as digitais questionadas e as digitais padrão para verificar se possuem a mesma origem (se são imagens de um mesmo dedo) passa por uma análise quanti e qualitativa criteriosa do papiloscopista, podendo contar também com a realização de exames micropapiloscópicos (com equipamentos que permitem a visualização ampliada das imagens, observando detalhes que são particulares de cada indivíduo). Todavia, neste tipo de exame, é necessário sempre a opinião de um segundo papiloscópico antes da entrega dos resultados à autoridade requisitante, visando diminuir as chances de erros por ser, de certa forma, uma análise parcialmente subjetiva.

Ainda sobre a realização do confronto datiloscópico, complementa-se que não basta, pura e simplesmente, a existência de 12 pontos característicos coincidentes entre os datilogramas (impressões digitais) para se afirmar que elas provêm de uma mesma origem, como já foi amplamente e erroneamente difundido no final dos anos 50, mas sim considerar diversos outros fatores, como corroboram FIGINI et al. (2012b), ao afirmar que:

[...] o controle de qualidade das impressões digitais é indispensável (*sic*) uma vez que o resultado do exame está baseado não somente na quantidade de pontos característicos que possam ser assinalados, mas também nos outros elementos identificadores como a configuração do desenho, a visibilidade, o formato, a nitidez e a direção das linhas, além da presença do núcleo dos poros (p. 79).

Ou seja, o sucesso do exame de comparação depende também da qualidade e da nitidez das impressões papilares, bem como da experiência e da competência técnica do profissional papiloscopista.

Quanto aos sistemas automatizados de comparação datiloscópica atuais, utiliza-se no Brasil o AFIS (*Automated Fingerprint Identification System*), que é gerenciado pela Polícia Federal em duas categorias: um banco de dados civil e outro criminal. Neste sistema, o exame se dá com a comparação das impressões digitais questionadas (que são previamente tratadas e inseridas como arquivos digitais) com as imagens existentes no banco de dados. O software realiza então a análise, da qual resulta numa pontuação do quão parecida é a digital questionada com aquelas cadastradas, mostrando aqueles datilogramas com as pontuações mais altas (o tempo de consulta demora, em média, menos de uma hora) (FIGINI, 2017, p. 148). A partir daí, é necessário o trabalho de um operador papiloscopista que fará o confronto final entre todas elas e emitirá seu parecer no laudo pericial.

Por fim, o exame das impressões datiloscópicas, comparando-se ao teste de DNA, apresenta algumas vantagens e desvantagens como técnica de identificação. A análise de impressões digitais, por exemplo, é um exame muito mais rápido e barato, necessitando de quantidades menores de equipamentos e reagentes para a sua concretização. Por outro lado, o exame de DNA apresenta maior robustez na obtenção de resultados de identificação, uma vez que pode ser realizado com qualquer tipo de amostra biológica celulada, inclusive, em fragmentos de impressões digitais que impossibilitam a comparação papiloscópica. Neste sentido, o exame de DNA passa a ser necessário em casos de morte quando o cadáver não apresenta mais as marcas digitais, como ocorre comumente em acidentes de grandes proporções, incêndios, afogamentos (é comum os peixes comerem as pontas dos dedos) ou em estágios avançados de decomposição.

Identificação biométrica e tentativa de fraudes

A identificação biométrica cada vez mais presente no nosso cotidiano não se resume apenas às impressões digitais, mas engloba medidas e análises de partes individuais ou em

conjuntos de nossos corpos para constatar a verdadeira identidade pessoal, evitando assim, as tentativas e ocorrências de fraudes.

Logo, o contorno das mãos e suas impressões palmares (Quiroscopia), o modo de andar e as marcas das plantas dos pés (Podoscopia) – exemplificados na **Figura 23** –, o formato da orelha, a estrutura craniofacial, a radiação de energia corporal (Termografia), a frequência e a intensidade dos batimentos cardíacos, a textura e a forma dos lábios (Queilosopia) ou do “céu da boca” (Rugoscopia Palatina ou Palatoscopia), o reconhecimento por voz, pela íris e/ou retina (da anatomia dos olhos), entre diversas outras possibilidades, têm sido pesquisadas como potencialidades para o estabelecimento da identificação de pessoas. Contudo, até os dias atuais, poucos métodos se mostraram tão confiáveis e reproduzíveis quanto o confronto datiloscópico e o exame de DNA.



Figura 23. Impressão palmar e plantar (para identificação de recém-nascido em maternidade) entintadas.

Neste contexto, à título de exemplos, serão abordadas algumas tentativas de fraudes envolvendo a identificação por impressões digitais, os quais são:

- **Uso de moldes:** a produção de moldes de gesso, silicone e materiais diversos já foram frequentemente utilizados na tentativa de burlar a identificação biométrica, especialmente no registro de ponto (entrada e saída) de locais de trabalho e no sistema bancário (nos caixas eletrônicos). Todavia, com o rápido desenvolvimento tecnológico é cada vez mais difícil este tipo de delito, sobretudo nos crimes

financeiros – onde é comum a dúvida: *é possível, num assalto, o criminoso cortar o dedo da vítima e usá-lo nos caixas eletrônicos para realizar saques?* A resposta é não! Já que como medida de segurança, a identificação datiloscópica dos equipamentos bancários envolve também a constatação da presença de circulação (sanguínea) e abertura dos poros (já que os poros tendem a se fechar após a morte) no dedo (ou molde) durante a verificação das imagens digitais;



Médica do Samu é flagrada usando dedos de silicone para registrar ponto de colegas

“Uma médica do Samu (Atendimento Móvel de Urgência) de Ferraz de Vasconcelos, na Grande São Paulo, foi surpreendida neste domingo, utilizando dedos de silicone para validar o ponto digital biométrico de seis profissionais, entre médicos e enfermeiros. O relógio de ponto estava instalado em uma repartição da prefeitura. De acordo com a Secretaria de Comunicação do Município, a suspeita é de que ela atribuía presença aos envolvidos sem que estivessem cumprindo expediente ou plantão. Outras pessoas podem estar ligadas ao esquema.

O flagrante foi feito por integrantes da GCM (Guarda Civil Municipal), que contou com a parceria do Ministério Público. Após denúncia anônima de que haveria funcionários fantasmas no atendimento do Samu, câmeras foram instaladas no prédio onde estava o ponto biométrico. A ação da profissional teria sido registrada.

Levada à Delegacia de Polícia de Ferraz, a médica, de 28 anos, foi autuada em flagrante por falsificação de documento público. A informação inicial dava conta de que ele seria conduzido à cadeia Pública Feminina de Poá, caso o pedido de *habeas corpus* feito por seus advogados não seja aceito pela Justiça.

Conforme o boletim de ocorrência, a funcionária teria confessado que fazia os registros de ponto em nome dos colegas a mando de um diretor [...]”.

Fonte: R7, 2013. Disponível em: <<https://noticias.r7.com/sao-paulo/medica-do-samu-e-flagrada-usando-dedos-de-silicone-para-registrar-ponto-de-colegas-11032013>>. Acesso em 4 de maio de 2019.

- **Desgastes e cirurgias nos dedos:** lesões superficiais nos dedos podem modificar somente temporariamente as impressões digitais, uma vez que se recuperado do dano, as marcas retornam ao seu formato original. Já as lesões mais profundas, como a realização de cirurgias de transplante de papilas dérmicas, podem alterar a forma das digitais, mas nunca serão iguais aos originais transplantados, pois o processo natural de recuperação já provoca mudanças perceptíveis;
- **Uso de luvas:** comum em ocorrências de invasão à propriedade, o uso de luvas nem sempre impede a transferência das impressões digitais: quando o criminoso deixa as luvas no local do delito, pode ser possível obtê-las de dentro das luvas, invertendo-as; ou quando o indivíduo utiliza luvas porosas, cujo o suor (normalmente excessivo

pelo aumento da adrenalina durante a ação criminosa) pode atravessar os poros das luvas e marcar as superfícies;

- **Uso de carimbos, fotografias, digitalização e impressões:** com maior ocorrência em documentos – como registros de identidade, passaportes, apólices de seguros e comprovantes de propriedade –, é uma das fraudes mais fáceis de serem descobertas devido às inúmeras técnicas e metodologias científicas desenvolvidas pela área da Documentoscopia (tais como: o uso de ampliações, luzes especiais e exames de tintas);
- **E apagar as impressões digitais após o delito:** muito observada em programas televisivos (filmes e séries), a ação de apagar as impressões digitais com lenços nem sempre cumpre o intuito criminoso, uma vez que seria natural, na adrenalina da ocorrência, deixar de apagar todas as marcas, ou ainda, deixar outras bastantes danificadas, mas que mesmo assim, poderiam conter alguma quantidade de material biológico para ser usada na identificação através do exame de DNA.

Desta forma, apesar das mais variadas tentativas dos criminosos em burlar a identificação biométrica pela fraude ou ocultação das impressões digitais, muitas técnicas e metodologias papiloscópicas já foram devolvidas para inibi-las, sobretudo ajudando a provocar na população maior sentimento de confiança, credibilidade e segurança quanto à eficácia desse tipo de identificação.

Datação das impressões digitais

Naturalmente, numa cena de crime não basta revelar e identificar as impressões digitais, pois somente isso pode não ser suficiente para colocar efetivamente os envolvidos na dinâmica do crime. Há casos em que o delito acontece entre os próprios moradores ou frequentadores do local, o que dificulta identificar, por exemplo, se uma marca digital encontrada naquele lugar faz parte ou não (é evidência ou não) do evento delituoso.

De maneira mais prática, ao encontrar impressões digitais do dono de uma arma de fogo (ou qualquer outro objeto) usada num assassinato, em defesa do suspeito se poderia alegar que ele não seria o autor do crime e as marcas deixadas nesse objeto não poderia ser prova da sua

participação, já que seria natural a existência de suas impressões na arma, pois ele certamente a teria manipulado em ocasiões anteriores.

Desta forma, a datação das impressões digitais poderia ser mais uma saída para se estabelecer a participação dos envolvidos num determinado crime. Todavia, esta é uma área a ser explorada pelos pesquisadores forenses, uma vez que não há ainda metodologia confiável e que seja aceita pela comunidade científica para indicar com precisão quando uma determinada marca digital foi deixada sobre uma superfície.

MÉTODOS PARA REVELAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS

OBJETIVOS:

- Discutir os fundamentos da identificação humana por meio das impressões papilares;
- Estudar diversos conteúdos químicos a partir de diferentes métodos de revelação de impressões digitais.

CONTEÚDOS:

- Identificação e uso de vidrarias e equipamentos de laboratório;
- Cálculos de concentração e preparo de soluções;
- Processos de absorção e adsorção;
- Transformações químicas e físicas;
- Pontos de fusão e de ebulição;
- Interações intermoleculares;
- Reações orgânicas (halogenação por iodo e polimerização);
- Tipos de reação de combustão (completa e incompleta);
- Composição química de biomoléculas (aminoácidos, lipídios e proteínas);
- Reações químicas que envolvem oxirredução, precipitação e mudança de cor.

METODOLOGIA:

Visando atingir os objetivos indicados nesta atividade, propõe-se a realização de uma *AULA LÚDICA-EXPERIMENTAL* a partir da revelação de impressões digitais em diferentes suportes e por diferentes métodos.

Para tanto, como introdução à aula, o professor deve apresentar os principais fundamentos sobre identificação humana pelas impressões digitais (perenidade, imutabilidade, variabilidade e classificabilidade), os principais tipos de marcas (latentes, entintadas, moldadas e padrão) e a composição química das marcas deixadas pelos dedos, relacionando-a com os métodos físicos e químicos de revelação e os suportes ao qual se encontram (se é papel, papelão, cerâmica, vidro ou metal; se é de superfície clara ou escura; ou se é polida, lisa, rugosa ou absorvente, por exemplo).



Deve estar claro para os estudantes que na revelação de impressões digitais latentes em superfícies de papel, por exemplo, pode-se utilizar como método, dentre outras possibilidades, a revelação com ninidrina (cuja reação se dá com os aminoácidos presentes nos resíduos das digitais) ou com solução de nitrato de prata (que reage com íons cloreto).

Por conseguinte, o professor pode desenvolver diversos casos forenses fictícios (propõe-se dividir a turma em grupos e entregar um roteiro experimental e um caso fictício para cada um deles, como os **Casos 1 e 2**) para fundamentar a busca pela revelação de impressões digitais e a identificação dos suspeitos – podendo ainda, quando for possível, montar cenários para tais casos.

CASO 1:

Durante uma viagem de férias, a família Trancoso teve sua residência arrombada e furtada por pelos menos dois criminosos, conforme posteriormente mostraram as câmeras de segurança do condomínio. Todavia, os ladrões estavam encapuzados, impossibilitando a identificação dos seus rostos.

Quando a família retornou à casa, constatou que além das joias e eletrodomésticos levados, os criminosos assaltaram também a geladeira, deixaram copos de uísque pela metade na pia da cozinha e remexeram em documentos que estavam sobre a mesa da sala.

Considerando o caso forense relatado, em que lugares seria mais promissor a pesquisa e revelação de impressões digitais deixadas pelos criminosos? Quais métodos de revelação seriam mais eficazes? Explique como se dá quimicamente a revelação dessas marcas e realize os procedimentos necessários.

DICA: deve-se disponibilizar ao grupo: copos de vidro e folhas de papéis sulfite com impressões digitais latentes. Caso a atividade seja realizada num espaço que contenham uma geladeira ou frigobar, pode-se colocar impressões latentes também nesses eletrodomésticos, em diferentes regiões da porta.

CASO 2:

Dias antes da aplicação das provas bimestrais, o professor Pedro Nascimento elaborou sua avaliação de Química e deixou uma cópia guardada no seu caderno de campo.

Após o intervalo, ao retornar à sala de aula, percebeu que o seu material havia sido revirado e a cópia havia simplesmente desaparecido. Indignado, perguntou a turma quem havia praticado tal ato, mas obviamente ninguém assumiu a responsabilidade.

Diante da negativa, o professor pediu então que todos pudessem deixar suas impressões digitais em papéis identificados com os seus respectivos nomes, uma vez que quem não tivesse culpa não deveria temer. Como a recusa poderia deixar suspeitas, todos aceitaram e entregaram as impressões dos dedos, mesmo sem entenderem exatamente como isso poderia ajudar a identificar o autor do furto.

Considerando o problema exposto, como o professor poderia identificar o suspeito de ter furtado a prova? Quais métodos de revelação de impressões digitais seriam mais promissores? Explique como se daria quimicamente a revelação em cada um dos métodos e realize os procedimentos experimentais necessários.

DICA: deve-se disponibilizar ao grupo um caderno ou folhas de papéis sulfite com impressões digitais latentes.

A partir de então, cada grupo deve ler atentamente o caso forense e escolher dentre as técnicas de revelação qual é a mais adequada para o seu caso. Em seguida, os estudantes devem separar os materiais a serem utilizados e realizar os procedimentos experimentais (visando não contaminar os materiais com as próprias impressões digitais, os estudantes devem fazer todo o manuseio com luvas). Após a revelação, eles devem comparar as marcas encontradas com as dos suspeitos (a ser entregue também pelo professor na forma de “banco de dados”, ou seja, um papel contendo ao menos cinco diferentes impressões digitais, conforme a **Figura 24**) e elaborar um relatório (semelhante à um laudo pericial) explicando suas conclusões, com foco nos conceitos químicos relacionados, uma vez que cada método de revelação se fundamenta em princípios químicos diferentes (e estes devem ser discutidos previamente com os estudantes).

MODELO DE FICHA PARA IMPRESSÕES DIGITAIS-PADRÃO DOS SUSPEITOS

SUSPEITO 1

Nome, Idade, Profissão

SUSPEITO 2

Nome, Idade, Profissão

SUSPEITO 3

Nome, Idade, Profissão

SUSPEITO 4

Nome, Idade, Profissão

SUSPEITO 5

Nome, Idade, Profissão

DICA: use suas próprias impressões digitais para cada um dos *SUSPEITOS*. Nas cenas de crimes fictícios, coloque apenas uma ou duas delas (se um ou dois criminosos, mantendo coerência com o caso forense a ser entregue aos grupos), mas sempre em duplicata ou triplicada (duas ou três vezes a mesma impressão digital), possibilitando aos estudantes usarem diferentes métodos de revelação e uma margem de erro caso danifique alguma durante os experimentos.

Figura 24. Modelo de lista de impressões digitais-padrão dos suspeitos.

Em síntese, é importante que o professor explicita as regras no início da atividade, avalie se os objetivos estão sendo atingidos e dê autonomia para que os grupos construam suas próprias hipóteses, realizem os procedimentos experimentais que julgarem necessários e construam suas conclusões – ou seja, em termos práticos, o roteiro (**Quadro 1**) não deve ser engessado, mas deve conter todas as informações quanto às especificidades dos métodos e aos procedimentos de segurança, como a necessidade do uso da capela, de EPI's (equipamentos de proteção individual, como luvas, jalecos, óculos e máscaras) e os cuidados no manuseio dos reagentes mais perigosos, como a ninidrina e o cianoacrilato, por exemplo.

Quadro 1. Principais métodos para revelação de impressões digitais.

SUORTE (Superfície onde está a impressão digital)	MÉTODO	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	CONTÉUDO (Conceitos que podem ser desenvolvidos)
Papel ou papelão	Pó revelador	Aplicar suavemente o pó revelador com um pincel de cerdas macias: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Para superfícies claras:</i> negro de fumo (fuligem, pode ser produzida pela queima incompleta de uma vela) ou óxido de ferro II (FeO); • <i>Para superfícies escuras:</i> dióxido de titânio (TiO₂) ou carbonato de chumbo (PbCO₃). 	Tipos de reação de combustão (completa e incompleta); e interações intermoleculares.
	Vapor de iodo (I ₂)	Colocar o suporte pesquisado em uma cuba com iodo sólido, aquecer levemente para promover a sublimação até a revelação da marca.	Transformação física (sublimação); ponto de fusão e ebulição; processos de adsorção e absorção; e reação orgânica de halogenação por iodo (adição à alcenos)
	Nitrato de prata (AgNO ₃)	Aplicar com spray ou mergulhar (por 30 segundos) o suporte pesquisado em solução aquosa de AgNO ₃ a 5% (m/v). Após secagem, expor o suporte a luz solar até a revelação. ATENÇÃO: o manuseio do AgNO ₃ deve ser realizado com o uso de EPI's, pois é uma substância corrosiva.	Preparo de soluções; cálculo de concentração; reação química de precipitação e de oxirredução,
	Ninidrina	Aplicar com spray no suporte pesquisado uma solução etanólica de ninidrina a 2% (m/v). Este processo deve ser repetido até a revelação da impressão digital. ATENÇÃO: o manuseio da ninidrina deve ser realizado com o uso de EPI's e capela, uma vez que ela apresenta alto potencial carcinogênico.	Reação química com mudança de cor; estrutura de biomoléculas (aminoácidos).
Vidro, porcelana, plástico liso ou superfície metálica	Vapor de cianoacrilato (Supercola)	Colocar o suporte pesquisado numa cuba de vidro junto com um recipiente contendo o cianoacrilato (encontrado em supercolas). Em seguida, promover o aquecimento controlado entre 59 e 70°C até a revelação. ATENÇÃO: este experimento deve ser realizado dentro da capela e com o uso de EPI's, além do controle rigoroso da temperatura para que não ultrapasse 70°C, e assim, não haja liberação de gás cianeto (que é extremamente tóxico e mortal).	Transformação física (ebulição); ponto de fusão e ebulição; e reação de polimerização.
	Pó revelador	Aplicar suavemente o pó revelador com um pincel de cerdas macias: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Para superfícies claras:</i> negro de fumo (fuligem, pode ser produzida pela queima incompleta de uma vela) ou óxido de ferro II (FeO); • <i>Para superfícies escuras:</i> dióxido de titânio (TiO₂) ou carbonato de chumbo (PbCO₃). 	Tipos de reação de combustão (completa e incompleta); e interações intermoleculares.
	Método misto (vapor de	Aplicar suavemente o pó revelador com um pincel de cerdas macias após a revelação com vapor de	Transformação física (ebulição); ponto de fusão e

	cianoacrilato mais pó revelador)	cianoacrilato.	ebulição; reação de polimerização; tipos de reação de combustão (completa e incompleta); e interações intermoleculares.
Fita adesiva (parte da cola) ou superfície suja de graxa ou óleo	Violeta genciana	Mergulhar (por dois segundos) ou borrifar solução aquosa de violeta genciana à 0,1% (m/v) sobre o suporte pesquisado até a revelação da impressão digital. No entanto, o pH da solução deve estar entre 7 e 8, cuja correção pode ser realizada com cloreto de amônio (NH ₄ Cl).	Preparo de soluções; cálculo de concentração; pH; reação química que envolve mudança de cor.
Madeira não tratada de cor clara	Nitrato de prata	Aplicar com spray no suporte pesquisado uma solução aquosa de AgNO ₃ a 5% (m/v). Após secagem, expor o suporte a luz solar até a revelação. ATENÇÃO: o manuseio do AgNO ₃ deve ser realizado com o uso de EPI's, pois é um reagente corrosivo.	Preparo de soluções; cálculo de concentração; reação química de precipitação e de oxirredução.
DICA: algumas destas informações (a escolha do professor) podem conter no roteiro experimental a ser entregue a cada um dos grupos de estudantes. Ademais, a consulta a livros didáticos de Química, inclusive os disponíveis na escola, podem ser utilizados para revisão e aprofundamento dos conceitos a serem trabalhados com a atividade.			

PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO:

A avaliação deve ser realizada a partir da participação dos estudantes, da realização dos experimentos e da construção do relatório experimental, identificando se houve efetividade nos processos de ensino-aprendizagem a partir da apropriação de novos conhecimentos. Do mesmo modo, a partir desta avaliação, pode-se identificar limitações conceituais e estabelecer estratégias para superá-las.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

ANDRADE, J. F.; OLIVEIRA, M. F. *Identificação de impressões digitais*. In MARTINIS, B. S.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Química Forense Experimental**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.

BROWN, T. L.; LEMAY-JR, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: a ciência central**. 9 ed. Tradução de Robson Mendes Matos. São Paulo-SP: Pearson Prentice Hall, 2005.

CHEMELLO, E. *Química Forense: impressões digitais*. **Química Virtual**. Dezembro, 2006.

FIGINI, A. R. L. (Org.). **Datilosopia e revelação de impressões digitais**. Tratado de Perícias Criminalísticas. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.



ATENÇÃO: possíveis obstáculos didáticos e pedagógicos!



Como esta atividade é uma proposta lúdica-experimental, as funções lúdicas e didáticas devem estar em equilíbrio, favorecendo tanto a diversão quanto a construção conceitual. Neste sentido, argumenta-se que é importante que o professor planeje o seu desenvolvimento coerentemente com os objetivos de ensino-aprendizagem da disciplina e no momento que seja mais adequado (ou seja, o professor pode escolher quais experimentos realizar de acordo com os conteúdos químicos que estão sendo trabalhados em sala de aula).

CAPÍTULO 5

RESÍDUOS DE DISPARO DE ARMA DE FOGO

Datada à Pré-História, a fabricação e o uso das primeiras armas objetivaram fundamentalmente o domínio da natureza, potencializando as chances de sobrevivência e perpetuação da espécie humana. Essas armas eram utensílios bastante rudimentares, mas detinham significativo potencial ofensivo, aumentando tanto a capacidade de defesa quanto a de ataque daqueles que a utilizavam. Dentre esses primeiros objetos, exemplifica-se o lançamento de pedras, as lâminas produzidas a partir de rochas, os galhos e troncos de árvores e, posteriormente, a produção das lanças.

Neste contexto, o desenvolvimento dos instrumentos armamentícios possibilitou aos indivíduos, ao longo dos milênios, empregá-las tanto para a obtenção de alimentos (coleta, caça e pesca), quanto para a consolidação dos diferentes grupos poder – bélico, político, econômico e cultural –, quer seja pela difusão do discurso colonizador, quer seja pela imposição da força, que sempre foram pretensamente traduzidas na conquista e expansão de territórios e riquezas e no controle simbólico ou efetivo dos povos.

Já quando se considera especificamente o uso das armas de fogo de um ponto de vista mais “doméstico”, ou seja, mais próximo ao cotidiano, surgem problemas como os da violência urbana, que tem assolado o nosso país. Assaltos, sequestros, latrocínios, homicídios e ameaças de morte são alguns dos crimes mais comuns que, via de regra, envolvem a utilização desse tipo de arma.

Assim, as armas de fogo, como são objetos muito comuns em locais de crime (especialmente àqueles cometidos contra a vida), são também um dos principais vestígios a serem coletados e examinados pelo trabalho de investigação criminal, sobretudo pela área da **Balística Forense** – que é a ciência que dedica seus estudos à pesquisa e identificação de armas, cartuchos, projéteis e seus efeitos em ações criminosas, bem como a relação desses objetos com a(s) vítima(s) e o(s) atirador(es), auxiliando potencialmente a tomada de decisões pela esfera judicial.

Armas de fogo, cartuchos e projéteis

Conceitualmente, as armas de fogo podem ser entendidas como “*armas de arremesso complexas que utilizam, para expelir seus projéteis, a força expansiva dos gases resultantes da combustão da pólvora*” (TOCCHETTO, 2018, p. 24). Esses instrumentos são classificados como armas de arremesso porque seus efeitos podem ser produzidos à longas distâncias, e são complexas, pois não são em si os objetos que causam os danos, mas que são construídas para lançar projéteis – que são os que diretamente têm alto potencial ofensivo (e, muitas vezes, letal).

A classificação de um artefato como sendo ou não uma arma de fogo – uma vez que elas existem como um conjunto muito variado de formatos, dimensões e poderio ofensivo – envolve a análise de seu funcionamento. Se este for baseado na rápida produção de gases a partir da combustão e projeção de materiais à alta velocidade, o artefato será considerado como uma arma de fogo. Além disso, como esse funcionamento envolve necessariamente a produção de energia na forma de calor, elas também podem ser consideradas como “*máquinas térmicas, obedecendo os princípios da termoquímica e da termodinâmica*” (OLIVEIRA et al., 2012, p. 229).

Cabe destacar ainda que existe a produção artesanal dessas armas ao reaproveitar materiais diversos para a sua fabricação (como peças de carros e de eletrodomésticos e materiais metálicos usados em encanamentos). Com nível de sofisticação bastante variado, as produções mais comuns variam desde adulterações em armas de fogo originais – como em revólveres

(aumentando o seu calibre) e espingardas (acrescentando mais canos) – até a fabricação de armas em escala industrial, como as de submetralhadoras.

Por sua vez, há também os simulacros que são comumente usados em assaltos. Esses objetos são geralmente muitos semelhantes às armas de fogo, porém não possuem a capacidade de produzir tiros. Contudo, à primeira vista, principalmente para os leigos no assunto, torna-se muito difícil identificar se o referido objeto é de fato uma arma de fogo ou apenas a simulação de uma (como as armas de brinquedo).

Por outro lado, compreende-se também que os cartuchos e os projéteis (**Figura 25**) contidos neles, juntamente com o dispositivo que os projeta (a arma em si) constituem os elementos essenciais de uma arma de fogo. Assim, entender como se dá a produção de tiro, mesmo que de maneira não aprofundada, torna-se essencial.



Figura 25. Munições de armas de fogo de diferentes calibres.

As unidades de munição das armas de fogo são denominadas de *cartuchos*, e estes são compostos basicamente por: estojo, espoleta, carga de inflamação, carga de projeção e projétil (**Figura 26**).

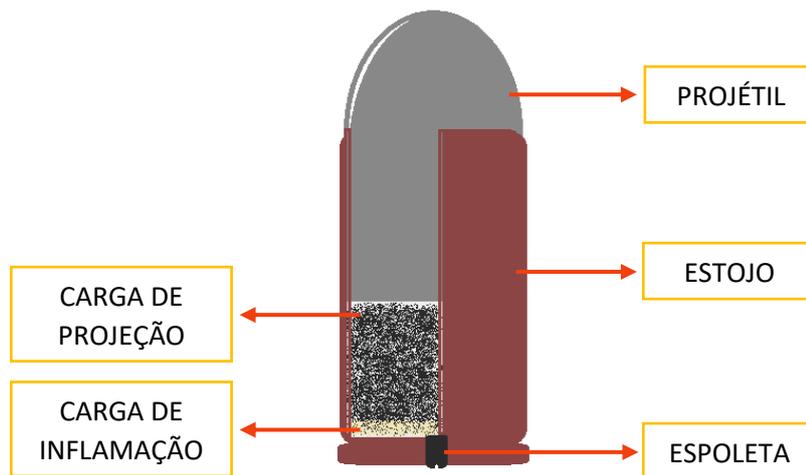


Figura 26. Estrutura esquemática de uma munição de arma de fogo.

O *estojo* é a parte que envolve e dá forma e dimensão aos cartuchos e é constituído, geralmente, de metais (cobre ou alumínio) ou ligas metálicas (como de latão, que é uma mistura de cobre e zinco, em proporção de 70 e 30%, respectivamente). No estojo, encontra-se em sua base as marcas identificadoras do fabricante e o espaço para a espoleta – que se comunica com a mistura iniciadora, e esta, com a carga de projeção. Já na parte contrária à base, tem-se a boca do estojo, na qual se aloja o projétil.

Já a *espoleta* é o recipiente que aloja a carga de inflamação (ou mistura iniciadora) (**Figura 27**). A espoleta tem pequenas dimensões e é de material metálico. Quando o percutor da arma atinge a espoleta, por meio do choque mecânico, têm-se início a produção do tiro.

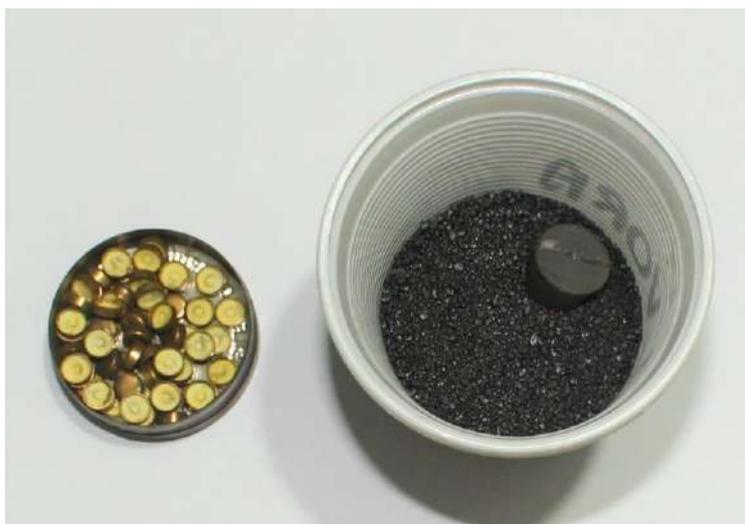


Figura 27. Espoletas (à direita) e pólvora (à esquerda) usadas em munições de armas de fogo.

Quanto à *mistura iniciadora* (ou *carga de inflamação*), esta pode ser formada por uma mistura de diversas substâncias, à exemplo: há aquela composta por estifinato de chumbo $[PbO_2H(NO_2)_3]$, trissulfeto de antimônio (SbS_3), nitrato de bário $[Ba(NO_3)_2]$, tetrazeno (H_4N_4) e alumínio atomizado (Al). Neste tipo de mistura iniciadora, a ativação se dá quando ela “[...] é comprimida pela bigorna, quebrando os cristais de estifinato de chumbo e tetrazeno. Inicia-se uma chama cujo combustível é o nitrato de bário, e cujo o oxidante é o trissulfeto de antimônio. A queima total das misturas se dá numa fração de tempo muito pequena” (TOCCHETO, 2018, p. 197).

Em relação à *carga de projeção*, esclarece que ela é comumente composta por pólvora (**Figura 27**). Já houve, ao longo da história, uma combinação muito grande de substâncias para a sua produção, como a denominada pólvora negra (uma mistura de salitre, enxofre e carvão). Atualmente, têm-se utilizado pólvoras à base de nitrocelulose e/ou nitroglicerina, que são mais vantajosas pela maior estabilidade química e pela menor produção de fumaça. Além disso, ressalta-se que a carga de projeção sofre combustão muito rapidamente pela ação de inflamação da mistura iniciadora, da qual acaba produzindo grande quantidade de gases com elevada pressão e temperatura, o que faz com que o projétil seja disparado com alta velocidade pelo cano da arma.

Por último, e não menos importante, há os *projéteis*. Estes são materiais metálicos (na maioria das vezes, feitos de cobre ou chumbo – revestidos ou não por outros metais, os chamados encamisados –, de diferentes formatos e dimensões (maciços, pontiagudos ou expansivos, por exemplo). Os projéteis são os elementos que produzem os efeitos do tiro ao atingirem o alvo, após serem expelidos pela arma de fogo.

Desta forma, entende-se que após o acionamento do gatilho da arma pelo atirador, o percutor se choca com a espoleta. Este choque produzirá a inflamação da mistura iniciadora, que imediatamente acionará a rápida combustão da carga de projeção, formando os gases com alta pressão e temperatura e dando impulso para o lançamento do projétil. Logo, pode-se dizer então que o tiro foi efetuado.

Classificação geral das armas de fogo e algumas legislações

As mais variadas categorias de classificação das armas de fogo são estabelecidas ao se agrupar esses artefatos em características que envolvem, por exemplo, as dimensões e os formatos das armas, seus sistemas de funcionamento e sua letalidade.

Este tipo de procedimento, em Balística Forense, é fundamental para estabelecer a identificação geral e macroscópica do tipo de arma envolvido num evento criminoso. Assim, pode-se diferenciar as armas de fogo (BARUCH, MORACCI, 2017; TOCCHETTO, 2018) quanto ao/à:

- **Alma do cano:** diz respeito à ranhuras presentes no interior do cano da arma, oriundas de seu processo de fabricação, as quais pode ser do tipo: *alma raiada* (quando o interior do cano apresentar sulcos helicoidais e paralelos, objetivando impor maior estabilidade durante a trajetória do tiro e maior precisão ao alvo, como no caso das pistolas, dos revólveres e dos fuzis), *alma lisa* (caso o cano da arma não tenha raiamentos, como a maioria das espingardas) ou *alma mista* (quando a arma apresenta dois ou mais canos, em que pelo menos um é de alma raiada e outro é de alma lisa, como as espingardas de canos múltiplos);
- **Sistema de carregamento:** refere-se ao modo de municiar a arma, assim, se o carregamento for realizado pela boca do cano, tem-se uma arma de *antecarga* (são geralmente armas mais antigas e de produção artesanal); por outro lado, se o carregamento ocorrer pela extremidade posterior ao cano, a arma é classificada como sendo de *retrocarga* (quase a totalidade das armas atuais, entre as quais: as pistolas e as espingardas);
- **Sistema de inflamação:** diz respeito à como se produz a inflamação da carga de projeção, podendo ser por: *mecha* (quando é necessária a comunicação de fogo diretamente na carga); *atrído* (quando as faíscas são originadas por atrito dos mecanismos de projeção); *percussão* (onde há a detonação da mistura iniciadora através de um choque mecânico, devido ao impacto do percussor na espoleta; ocorre na grande maioria das armas modernas); e *inflamação elétrica* (quando a inflamação se dá por impulsos elétricos, como é no caso das artilharias pesadas de guerra, dentre os quais os canhões e a bazuca);

- **Funcionamento:** relaciona-se as armas de *tiro unitário* (quando é projetado um único tiro por vez, como as espingardas e os rifles de caça) e de *repetição* (onde é possível dar mais de um tiro, em sequência, cujo carregamento da munição e liberação dos estojos acontece de forma automática, como no caso das pistolas). As armas de repetição podem ainda ser subclassificadas em: *não automáticas* (dependendo da ação física do atirador para o municionamento, disparo e extração do estojo), *semiautomáticas* (são aquelas em que o disparo acontece com a ação do atirador, mas a extração e o remuncionamento é automático) e *automáticas* (quando, após acionado o primeiro disparo, ocorre continuamente os tiros seguintes, com extração e remuncionamento automáticos);
- **Mobilidade e uso:** restringe-se ao modo como as armas devem ser transportadas e de quantos atiradores são necessários. Assim, as armas podem ser: *fixas* (como os canhões, que são montados sobre suportes), *móveis* (quando se necessita de veículos para o seu transporte), *semiportáteis* (quando ela se divide em partes e pode ser carregada por duas ou mais pessoas, como as metralhadoras pesadas) ou *portáteis* (quando pode ser facilmente deslocada por um único indivíduo, como as pistolas, os revolveres e as espingardas), além de *individuais* (um único atirador é responsável pelos tiros) ou *coletivas* (necessitando de mais de um atirador para a sua operação).

E seguindo a legislação brasileira, outra classificação é possível: as armas de fogo de uso permitido ou restrito. Para tanto, segundo a Lei nº 10.826, de 22 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003), regulamentada pelo Decreto nº 5.123, de 1º de julho de 2004 (BRASIL, 2004), e alterada pela Decreto nº 9.685, de 15 de janeiro de 2019 (BRASIL, 2019), nos artigos 10 e 11 estabelece:

Lei nº 10.826, de 22 de dezembro de 2003

Art. 10. Arma de fogo de uso permitido é aquela cuja utilização é autorizada a pessoas físicas, bem como a pessoas jurídicas, de acordo com as normas do Comando do Exército e nas condições previstas na Lei no 10.826, de 2003.

Art. 11. Arma de fogo de uso restrito é aquela de uso exclusivo das Forças Armadas, de instituições de segurança pública e de pessoas físicas e jurídicas habilitadas, devidamente autorizadas pelo Comando do Exército, de acordo com legislação específica.

Em síntese, as armas de uso restrito são aquelas usadas pelas forças armadas e pelas instituições policiais. Já as armas de uso permitido são aquelas que podem ser utilizadas por civis, desde que a arma tenha procedência legal e o proprietário obedeça às normas para a sua posse,

dentre os quais: atestado negativo de antecedentes criminais, documentação de registro da arma e a comprovação de capacidade técnica e aptidão psicológica para o seu manuseio – conforme estabelecido no artigo 4º da Lei nº 10.826, de 22 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003):

Lei nº 10.826, de 22 de dezembro de 2003

Art. 4º. Para adquirir arma de fogo de uso permitido o interessado deverá, além de declarar a efetiva necessidade, atender aos seguintes requisitos:

I - comprovação de idoneidade, com a apresentação de certidões negativas de antecedentes criminais fornecidas pela Justiça Federal, Estadual, Militar e Eleitoral e de não estar respondendo a inquérito policial ou a processo criminal, que poderão ser fornecidas por meios eletrônicos; (Redação dada pela Lei nº 11.706, de 2008)

II – apresentação de documento comprobatório de ocupação lícita e de residência certa;

III – comprovação de capacidade técnica e de aptidão psicológica para o manuseio de arma de fogo, atestadas na forma disposta no regulamento desta Lei.

Quanto às especificações técnicas para a classificação das armas de fogo em uso restrito ou em uso permitido, esta é estabelecida pelo Decreto nº 3.665, de 20 de novembro de 2000, em seus artigos 16 e 17 (brasil, 2000):

Decreto nº 3.665, de 20 de novembro de 2000

Art. 16. São de uso restrito:

I - armas, munições, acessórios e equipamentos iguais ou que possuam alguma característica no que diz respeito aos empregos tático, estratégico e técnico do material bélico usado pelas Forças Armadas nacionais;

II - armas, munições, acessórios e equipamentos que, não sendo iguais ou similares ao material bélico usado pelas Forças Armadas nacionais, possuam características que só as tornem aptas para emprego militar ou policial;

III - armas de fogo curtas, cuja munição comum tenha, na saída do cano, energia superior a (trezentas libras-pé ou quatrocentos e sete Joules e suas munições, como por exemplo, os calibres .357 Magnum, 9 Luger, .38 Super Auto, .40 S&W, .44 SPL, .44 Magnum, .45 Colt e .45 Auto;

IV - armas de fogo longas raiadas, cuja munição comum tenha, na saída do cano, energia superior a mil libras-pé ou mil trezentos e cinquenta e cinco Joules e suas munições, como por exemplo, .22-250, .223 Remington, .243 Winchester, .270 Winchester, 7 Mauser, .30-06, .308 Winchester, 7,62 x 39, .357 Magnum, .375 Winchester e .44 Magnum;

V - armas de fogo automáticas de qualquer calibre;

VI - armas de fogo de alma lisa de calibre doze ou maior com comprimento de cano menor que vinte e quatro polegadas ou seiscentos e dez milímetros;

VII - armas de fogo de alma lisa de calibre superior ao doze e suas munições;

VIII - armas de pressão por ação de gás comprimido ou por ação de mola, com calibre superior a seis milímetros, que disparem projéteis de qualquer natureza;

IX - armas de fogo dissimuladas, conceituadas como tais os dispositivos com aparência de objetos inofensivos, mas que escondem uma arma, tais como bengalas-pistola, canetas-revólver e semelhantes;

X - arma a ar comprimido, simulacro do Fz 7,62mm, M964, FAL;

XI - armas e dispositivos que lancem agentes de guerra química ou gás agressivo e suas munições;

[...]

Art. 17. São de uso permitido:

I - armas de fogo curtas, de repetição ou semi-automáticas, cuja munição comum tenha, na saída do cano, energia de até trezentas libras-pé ou quatrocentos e sete Joules e suas munições, como por exemplo, os calibres .22 LR, .25 Auto, .32 Auto, .32 S&W, .38 SPL e .380 Auto;

II - armas de fogo longas raiadas, de repetição ou semi-automáticas, cuja munição comum tenha, na saída do cano, energia de até mil libras-pé ou mil trezentos e cinquenta e cinco Joules e suas munições, como por exemplo, os calibres .22 LR, .32-20, .38-40 e .44-40;
III - armas de fogo de alma lisa, de repetição ou semi-automáticas, calibre doze ou inferior, com comprimento de cano igual ou maior do que vinte e quatro polegadas ou seiscentos e dez milímetros; as de menor calibre, com qualquer comprimento de cano, e suas munições de uso permitido;
IV - armas de pressão por ação de gás comprimido ou por ação de mola, com calibre igual ou inferior a seis milímetros e suas munições de uso permitido;
V - armas que tenham por finalidade dar partida em competições desportivas, que utilizem cartuchos contendo exclusivamente pólvora;
VI - armas para uso industrial ou que utilizem projéteis anestésicos para uso veterinário;
[...]

E em caso de uso, porte, posse e comercialização ilegais, omissão de cautela ou tráfico internacional de armas de fogo, aplicações penais podem ser aplicadas aos infratores sob as diretrizes da Lei nº 10.826, de 22 de dezembro de 2003. Dentre os crimes (alguns dos quais inafiançáveis) e suas respectivas penas, citamos aqui alguns deles, conforme seguem os artigos 12, 14, 16 e 21 da referida legislação (BRASIL, 2003)):

Lei nº 10.826, de 22 de dezembro de 2003

CAPÍTULO IV

DOS CRIMES E DAS PENAS

Posse irregular de arma de fogo de uso permitido

Art. 12. Possuir ou manter sob sua guarda arma de fogo, acessório ou munição, de uso permitido, em desacordo com determinação legal ou regulamentar, no interior de sua residência ou dependência desta, ou, ainda no seu local de trabalho, desde que seja o titular ou o responsável legal do estabelecimento ou empresa:

Pena – detenção, de 1 (um) a 3 (três) anos, e multa.

[...]

Porte ilegal de arma de fogo de uso permitido

Art. 14. Portar, deter, adquirir, fornecer, receber, ter em depósito, transportar, ceder, ainda que gratuitamente, emprestar, remeter, empregar, manter sob guarda ou ocultar arma de fogo, acessório ou munição, de uso permitido, sem autorização e em desacordo com determinação legal ou regulamentar:

Pena – reclusão, de 2 (dois) a 4 (quatro) anos, e multa.

Parágrafo único. O crime previsto neste artigo é inafiançável, salvo quando a arma de fogo estiver registrada em nome do agente.

[...]

Posse ou porte ilegal de arma de fogo de uso restrito

Art. 16. Possuir, deter, portar, adquirir, fornecer, receber, ter em depósito, transportar, ceder, ainda que gratuitamente, emprestar, remeter, empregar, manter sob sua guarda ou ocultar arma de fogo, acessório ou munição de uso proibido ou restrito, sem autorização e em desacordo com determinação legal ou regulamentar:

Pena – reclusão, de 3 (três) a 6 (seis) anos, e multa.

[...]

Art. 21. Os crimes previstos nos arts. 16, 17 e 18 são insuscetíveis de liberdade provisória.

Por fim, justifica-se que devido ao alto potencial ofensivo das armas de fogo, faz-se necessário um rigoroso processo de controle de porte e posse desses artefatos pelas autoridades

– inclusive com o cumprimento da legislação vigente e efetiva fiscalização que impeça, ou ao menos dificulte, desvios e contrabandos –, de modo a impedir que a população fique refém da violência e à mercê de todo tipo de ataque aos seus direitos fundamentais, pois como aponta o relatório da Organização Mundial da Saúde, de 1999, cerca de 60% do número de mortes violentas registradas em todo o mundo foram provocadas por armas de fogo (OLIVEIRA et al., 2012, p. 228).

Resíduos de disparo de arma de fogo

As armas de fogo, quando acionadas, produzem vestígios de disparo. Esses vestígios são oriundos da expansão gasosa produzida pela inflamação da mistura iniciadora e pela combustão da carga de projeção (pólvora) presente nos cartuchos que compõem a munição desses artefatos. A maior parte da expansão gasosa é expelida para frente da arma (pela boca do cano da arma), entretanto, outra pequena parte é projetada para os lados e para a região posterior, em direção ao atirador, uma vez que há a presença de orifícios nas armas, como por exemplo: da culatra (nos revólveres) ou do extrator (nas pistolas).

Os principais vestígios gerados pelo tiro são os gases produzidos na combustão da pólvora, dióxidos de carbono (CO_2) e de enxofre (SO_2), além de uma grande variedade de íons e particulados metálicos produzidos pela inflamação da mistura iniciadora e pelo atrito e fragmentação dos cartuchos, dos projéteis e do próprio cano da arma, tais como: nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-), chumbo (Pb), bário (Ba), antimônio (Sb) e demais elementos.

Partindo desse princípio, os métodos usados pela Química Forense e pela Balística Forense se cercam da análise e verificação desses vestígios nas mãos e roupas de um possível atirador (possível autor do delito), para indicar se ele efetuou ou não disparo(s). Além disso, esses vestígios ao serem encontrados no corpo ou nas roupas de uma vítima de homicídio, por exemplo, pode indicar a distância aproximada entre ela e o criminoso no momento do tiro.

Assim, o teste para verificar a presença desses fragmentos, denominado de *Exame Residuográfico*, consiste na coleta prévia de possíveis resíduos nas mãos e nas vestimentas do(s) suspeito(s). O procedimento de coleta é feito de acordo com o tipo de teste a ser realizado: por via úmida (reação química) ou por análise instrumental.

O teste da presença de resíduos de tiro mais conhecido, por via úmida, dá-se pela aplicação de solução de rodizonato de sódio em meio ácido (OLIVEIRA, 2006), uma vez que esta substância, ao entrar em contato com chumbo e/ou bário, reage quimicamente provocando mudança de cor.

A coleta, neste tipo de exame, ocorre pela aplicação de uma fita adesiva (do tipo esparadrapo) sobre as superfícies suspeitas de conter os resíduos, especialmente nas palmas das mãos e na região dorsal dos dedos indicador e polegar (**Figura 28**), além das roupas. Em seguida, as tiras da fita adesiva, após serem imobilizadas sobre um papel-filtro, sofrem a aplicação de uma solução tampão ácida (recomenda-se o tartarato de sódio, com pH igual à 2,8), bem como, de uma solução diluída de rodizonato de sódio (que apresenta coloração levemente amarelada) recentemente preparada (MARINHO et al., 2015, p. 65-66).



Figura 28. Exemplo de coleta de resíduos nas mãos de um suspeito de ter disparado arma de fogo.

A partir de daí, havendo a presença de íons chumbo II (Pb^{2+}), acontece uma reação de complexação pela formação de rodizonato de chumbo II (**Figura 29**), que exibe uma coloração entre rosa e vermelho intenso. Ao mesmo tempo, havendo a presença de íons bário (Ba^{2+}) na fita adesiva, pode ocorrer também a formação de outro complexo: o rodizonato de bário (**Figura 30**), que apresenta coloração alaranjada.

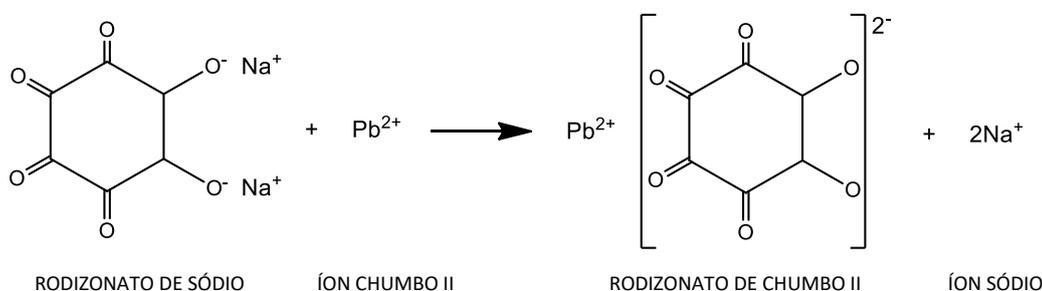


Figura 29. Reação química entre rodizonato de sódio e íon chumbo II.

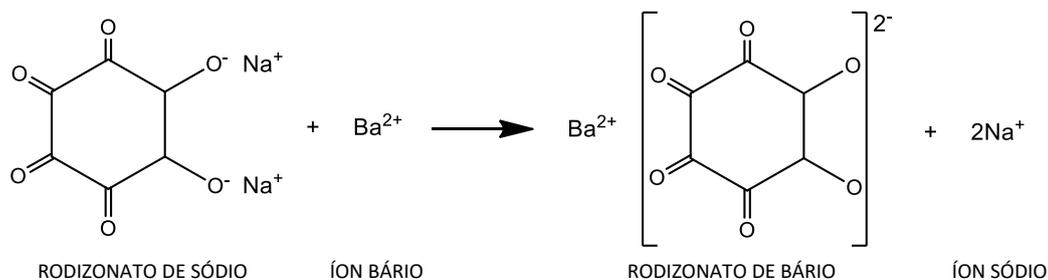


Figura 30. Reação química entre rodizonato de sódio e bário.

Apesar da vantagem de ser um teste de fácil aplicação, rápido, barato e possuir baixo limite de detecção para a presença de chumbo e bário (MARINHO et al., 2015, p. 66), falsos-positivos e falsos-negativos podem frequentemente ocorrer.

Os resultados falsos-negativos de maior ocorrência são aqueles onde a presença de chumbo é tão baixa que torna impossível observar mudanças de coloração. Ou ainda, quando o atirador fizer uso de luvas ou por ter transcorrido muito tempo (mais de cinco horas) do disparo efetuado (na qual o atirador pode ter lavado as roupas e mãos intensamente).

Já os falsos-positivos podem acontecer pela presença de traços de chumbo e bário oriundos de outras fontes, como por exemplo, aquelas provenientes de trabalho com conserto de automóveis e em metalurgia (entretanto, para evitar este tipo de falso-positivo, padrões podem ser coletados de outras partes do corpo do suspeito, como nas costas, assim como da própria fita adesiva). Outros falsos-positivos podem acontecer quando o suspeito tenha pegado na arma, mesmo que não a tenha disparado, ou por ter estado próximo ao atirador no instante do tiro. Além disso, a mera identificação do suspeito em ter efetuado o disparo, nem sempre é sinal definitivo de que foi ele o criminoso, uma vez que ele pode não ter efetuado disparo contra a vítima.

Devido à pouca confiabilidade do teste com rodizonato de sódio, muitos países já o aboliram de seus sistemas periciais. No Brasil, esse exame já recebeu manifesto contrário por parte de peritos criminais e de suas sociedades e associações de representação profissionais, de modo que ele pode ser realizado apenas como exame presuntivo de disparo de arma de fogo.

Segundo Tocchetto (2018, p, 330), além do teste por reação química, há também muitos métodos instrumentais frequentemente usados, dentre os quais se podem citar: a Espectrofotometria de Absorção Atômica (para Sb e Ba), a Fotoluminescência (para Pb e Sb), a Microscopia Raman (para Pb, Sb e Ba) e as Espectrometrias de Emissão com Fonte de Plasma (para Pb e Ba), de Massas com Fonte de Plasma Induzido e de Massas de Alta Resolução com Fonte de Plasma Induzido (ambas para Pb, Ba e Sb). Além da mais comumente utilizada atualmente: a

Microscopia de Varredura Eletrônica com Analisador de Energia de Dispersão de Raios X (MEV-EDX).

O Microscópio de Varredura Eletrônica (MEV) é um instrumento usado para análise em alta resolução, com aparência tridimensional, de materiais extremamente pequenos (chegando até a ordem dos nanômetros (10^{-9}m), da qual torna possível a identificação da morfologia e da composição química elementar da amostra sólida pesquisada (MARINHO et al., 2015, p. 70).

Tocchetto (2018), em relação aos fundamentos de funcionamento da MEV-EDX, que é baseada na manipulação de feixes de elétrons, aponta que:

Trata-se de um microscópio que utiliza um feixe de elétrons para visualizar o objeto em observação. O feixe de elétrons varre a amostra em um padrão de rastreamento que é obtido, após a reflexão, por câmera de vídeo. A imagem é então manipulada eletronicamente e o resultado visualizado em um monitor de alta definição. Graças a sua altíssima resolução e com uma profundidade de campo de cerca de duzentas vezes maior do que a de um microscópio óptico, aumentos superiores a 1.000.000 de vezes são possíveis. Chocando-se com a amostra, os elétrons cedem um pouco de sua energia aos elementos presentes, e essa energia é remetida como Raios X, cujo comprimento de onda é particular aos elementos presentes. O comprimento de onda e a intensidade desses raios-X são analisados via EDX para a obtenção de uma *análise qualitativa e quantitativa* do objeto em exame (p. 324).

E é com base na identificação química elementar da estrutura da amostra analisada que se faz a pesquisa de vestígios de tiro – especificamente pela presença dos elementos comumente originados pela inflamação da mistura iniciadora.

O resultado definitivo é considerado positivo quando se encontra pelo menos duas *partículas associadas (partículas únicas)* contendo ao mesmo tempo chumbo, bário e antimônio (Pb/Sb/Ba). Caso haja a presença de micropartículas com combinações de apenas dois desses elementos (Pb/Sb, Pb/Ba e Sb/Ba), considera-se o resultado como sendo indicativo (e não definitivo) de ocorrência de produção de tiro. Por sua vez, caso elas sejam encontradas separadas (Pb, Sb e Ba), o resultado é dado como negativo, devido à grande possibilidade de terem sido originadas de outras fontes que não a de disparo (que sejam, portanto, de contaminações externas).

Para evitar uma possível contaminação, atenção especial deve ser dada ao procedimento de coleta dos vestígios. Para tanto, a coleta acontece nas duas mãos do suspeito e nas suas vestes (é efetuada uma coleta diferente para cada local pesquisado), empregando-se fita adesiva dupla face (com cola em ambos os lados) acoplada a um *stub* (suporte metálico usado para a análise no

MEV), pressionando-o cerca de 30 a 50 vezes sobre a região pesquisada. Em seguida, realiza-se o exame (e como esta técnica não é destrutiva, diversas análises posteriores podem ser feitas, inclusive para confirmação).

Por sua vez, acrescenta-se que apesar da alta sensibilidade do método de MEV-EDX, há algumas desvantagens, como: o custo elevado para a aquisição do referido equipamento, a demora para a obtenção dos resultados (o que se agrava devido à frequente demanda deste tipo de exame), a necessidade da coleta ser realizada em poucas horas após o disparo (cerca de até cinco horas depois) e a necessidade de um perito especializado/capacitado na operação do instrumento.

Por fim, uma última problemática pode ser aqui levantada: o uso de *munições limpas* (ou *clean range*). Para este tipo de munição não são usadas substâncias que contenham chumbo, bário e antimônio (que são tóxicas) em sua fabricação. Logo, o uso dos testes anteriormente descritos não comporá análises bem-sucedidas. Contudo, visando resolver o problema, tem-se introduzido o uso de “marcadores” (outros elementos químicos, não nocivos) nessas munições, de maneira que possam ser detectados pelos métodos instrumentais já utilizados.

Recentidade de disparo de arma de fogo

Testes de recentidade de disparo realizados na arma de fogo e/ou nas mãos e roupas do(s) suspeito(s) podem ser exames presuntivos de significativa importância numa investigação criminal. Este tipo de exame visa estabelecer, de forma aproximada, o tempo transcorrido da produção do tiro.

Logo, a realização do teste parte da premissa de que toda arma de fogo já tenha sido disparada pelo menos uma vez, o que tornaria pouco relevante a simples inferência disso. Portanto, saber quando ela produziu o tiro pode colocá-la ou não (e, às vezes, também o investigado) dentro da cronologia do acontecimento criminoso.

O referido exame se dá pela análise da presença de íons nitrito na arma, sobretudo na boca do cano, originados na combustão da carga de projeção (pólvora) e da inflamação da mistura iniciadora (que, na maioria das vezes, possui nitrato de bário) da munição. Para tanto, utiliza-se o teste de mudança de cor com a aplicação do reagente de Griess-Ilosvay.

Usado para indicar a recentidade de tiro de arma de fogo, o *Teste de Griess* também já foi empregado para identificar suspeitos de terem efetuado disparos. O princípio do teste consiste na reação de íons nitrito (provenientes da prévia conversão de íons nitrato em íons nitrito, no instante do disparo), em meio ácido, com solução de sulfanilamida e alfa-naftilamina (reagente de Griess-Ilosvay), seguida da formação de um composto com coloração vermelho-púrpura, quando o resultado for positivo (**Figura 31**).

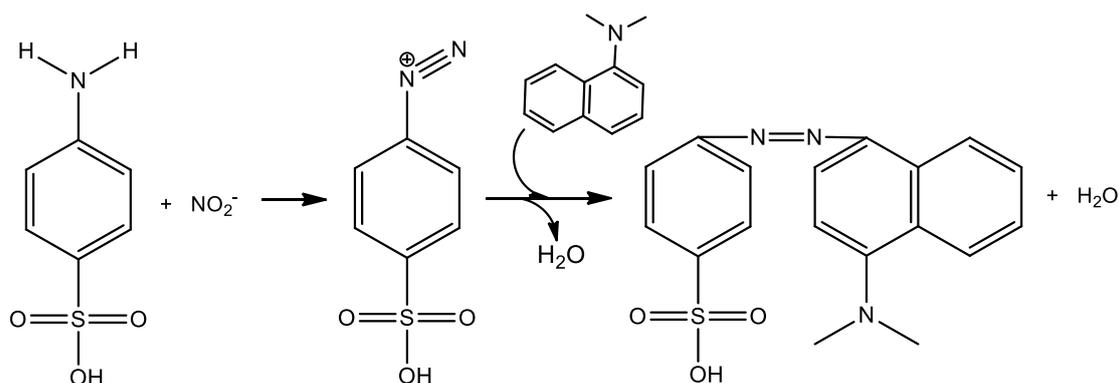


Figura 31. Reação química envolvida o Teste de Griess.

Todavia, falso-positivo pode acontecer com a presença de íons nitrito de outras fontes, como de fertilizantes, alimentos cárneos embutidos (salsicha, mortadela e salame, por exemplo), resíduos de combustão e urina. Por outro lado, resultados falsos-negativos ocorrem após transcorrido muito tempo do disparo, uma vez que os íons nitrito se transformam novamente, com certa velocidade, em íons nitrato ou vaporizam-se como ácido nitroso, pela presença de atmosfera oxidante (gás oxigênio), umidade ambiente ou altas temperaturas.

Desta forma, devido à baixa seletividade do Teste de Griess, organizações de peritos oficiais em Balística Forense rechaçaram a sua confiabilidade e recomendaram a sua suspensão desde os anos 2000. Assim, a realização do referido exame permanece apenas como possibilidade de teste presuntivo de recentidade de disparo de arma de fogo.

Indicativos de distância de tiro

Ainda pela análise dos resíduos de disparo de arma de fogo é possível, muitas vezes, determinar a distância aproximada entre o atirador e a vítima no momento do disparo, numa tentativa ou efetivo homicídio.

A análise da distância segue uma abordagem física e macroscópica, na qual se busca observar a concentração dos resíduos no alvo. Sendo que quanto mais perto tenha ocorrido o disparo, maior a concentração dos vestígios depositados na vítima. Nesse sentido, é necessário esclarecer que esses vestígios, a depender da proximidade do tiro, formam três tipos de zonas, as quais são:

- **Zona de chama:** acontece quando o tiro é efetuado junto ao anteparo, ou seja, quando o cano da arma esteja encostado ou, à no máximo, 5 cm do alvo; o efeito deste tiro, à curtíssima distância, provoca queimaduras na pele ou na roupa da vítima (por isso, usualmente chamado de *tiro à queima-roupa*), devido à alta temperatura ao qual se segue o disparo;
- **Zona de esfumaçamento:** é formada quando o disparo é realizado à uma distância próxima suficiente para ocorrer depósito dos gases oriundos da combustão (geralmente até 25 cm); esta zona pode ser facilmente removida com a lavagem do local com água e sabão;
- **Zona de tatuagem:** forma-se quando o tiro é dado à uma distância tão próxima (no máximo à 50 cm) que se forma no alvo uma região contendo partículas sólidas cravadas/tatuadas na pele ou nas vestes do alvo, devido à elevada temperatura ao qual elas foram submetidas no momento do disparo; estas partículas são originadas de pequenos fragmentos do projétil, sendo por isso, conhecidas também como microprojéteis. Além disso, a lavagem do local não é suficiente para remover tais marcas.

Portanto, essas zonas surgem como resultado dos efeitos secundários do disparo, ou seja, não diz respeito ao ferimento provocado pelo tiro em si, mas da ação dos gases e das micropartículas sólidas que o acompanha. Por conseguinte, a ausência dessas zonas no alvo indica que o disparo foi efetuado “à longa distância” (ou seja, à pelos menos 50 cm do alvo).

Exame de confronto balístico microcomparativo

Outra técnica forense para a análise de armas de fogo é o exame das ranhuras provocadas pelo cano da arma sobre o projétil quando este é disparado. Devido às peculiaridades da produção das armas e à fatores diversos de manuseio e desgaste do artefato, além de características do

próprio material de fabricação, as marcas deixadas sobre os projéteis acabam sendo únicas para cada arma.

Assim, pela comparação das marcas de projéteis-padrão com os projéteis questionados, pelo exame denominado de *confronto balístico microcomparativo*, é possível identificar, por exemplo, se dois ou mais projéteis são oriundos de disparos de uma mesma arma de fogo.



COM A PALAVRA, O PERITO:



Perguntado sobre quais os principais exames realizados pela Balística Forense, o perito criminal* respondeu:

“[Há] o teste de eficiência que engloba eficiência em arma de fogo e eficiência de munição e, também, em armas artesanais que produzem tiro. Tem também o exame de caracterização de projétil de arma de fogo. [...] Este projétil vem para gente caracterizar, que é basicamente apontar o calibre da arma que expeliu esse projétil e o raiamentos do seu cano, porque são esses elementos que vão permitir o exame mais importante da área da Balística: o exame de confronto balístico. O exame de confronto é provar que aquele projétil que matou a pessoa [...] foi expelida daquela arma. É uma comparação feita via microscópio, dos microestriamentos que tem gravados no projétil. Esses estriamentos são decorrentes das deformações do cano da arma. E isso é individualizado, [...] cada uma [arma de fogo] marca de uma forma diferente. Assim se comprova que aquele projétil foi expelido por aquela arma e aponta-se a provável autoria. [Já em relação aos principais crimes que dão origem aos vestígios que chegam à Balística Forense] o maior volume é de posse ou porte ilegal de arma de fogo para o exame de eficiência, seguido [do exame] de caracterização, quando há a ocorrência de tiro e se coleta esse material: quando o perito de local coleta na cena do crime ou quando o médico-legista retira do cadáver [por exemplo]. E o exame de confrontação balística é feito, às vezes, somente entre os projéteis ou estojos. Coleta-se cinco, seis ou dez [projéteis] numa cena de crime. [Eles] foram expelidos por uma mesma arma de fogo? Ou seja, foi só uma arma de fogo que atirou? A gente [a perícia] responde: sim ou não. [...] Tem que fazer o confronto nos dez. [...] [Às vezes, não há como responder porque] teve deformação acidental e o projétil está muito estragado” (WARRICK BROWN, 36 anos).

*Entrevista realizada com peritos das áreas de Balística Forense, Biologia Molecular, Engenharia Legal, Identificação Veicular, Química Forense e Perícias Externas, entre 29 de outubro e 06 de dezembro de 2019.

Inicialmente, o procedimento parte da coleta do projétil encontrado no local do crime. Cabe destacar que este é o procedimento de coleta, juntamente com as das impressões digitais, mais sensível a ser realizado pela perícia forense, demandando cuidados especiais também no seu transporte e armazenamento. Isso porque recolher os projéteis com materiais inadequados (como pinças e alicates metálicos, ou outros instrumentos abrasivos) pode provocar danos ao seu estriamento original (aqueles provenientes da arma), dificultando o confronto balístico. Além disso, armazená-los ou transportá-los em recipientes inadequados (como materiais molhados, com vestígios biológicos e/ou com agentes oxidantes) pode causar também a sua oxidação/corrosão.

Neste sentido, esclarece-se que nem sempre é possível recuperar os projéteis, ou ainda, encontrá-los tão deformados que impeça o exame de microcomparação. Por exemplo, quando o projétil se encontra alojado num cadáver, todo o processo de retirada é feito pelo médico-legista e, só a partir daí, inicia-se o trabalho balístico (demonstrando também a necessária integração entre a Medicina Legal e a Balística Forense), que pode se deparar com projéteis altamente oxidados. Já quando a pessoa ainda está com vida, a retirada do projétil é realizada pelo médico-cirurgião, se este supor que seja o procedimento mais adequado ao paciente – pois há casos em que o projétil se acomoda em regiões muito sensíveis, como na coluna, cuja a retirada pode não ser o procedimento mais adequado e mais seguro à saúde da vítima.



Polícia identifica arma de onde partiu disparo que assassinou oficial da PM

“A Polícia Civil da Paraíba identificou a arma de fogo de onde se originou o disparo que atingiu o 1º tenente da Polícia Militar do Estado, Ulysses [...], assassinado na noite dessa quinta-feira (4), no bairro de Mangabeira, em João Pessoa. O exame de confronto balístico realizado entre o projétil retirado do corpo do oficial e armas apreendidas no local do crime foi realizado por peritos do Instituto de Polícia Científica (IPC). Com isso, o delegado Reinaldo [...], de Crimes Contra Pessoa (Homicídios), concluiu que o sargento Jailton [...] está envolvido no homicídio do tenente Ulysses e solicitou a prisão preventiva dele.

O laudo foi concluído no início da tarde dessa sexta-feira (5). *‘O nosso trabalho começou depois da conclusão do laudo do perito médico legal, que com muito cuidado e precisão conseguiu retirar do corpo da vítima o projétil sem nenhum dano. Foi um trabalho muito bem feito porque ele chegou para o setor de balística em perfeito estado para confronto. Era um projétil só, de calibre 38 de ponta oca, uma munição que contém mais cobre e por isso é mais potente. A partir disso coletamos os projeteis da arma padrão, o revolver 38. Realizamos tiros para teste na intenção de saber se o que foi expelido pela arma tem as mesmas características do encontrado no corpo do tenente. Só depois de uma análise microscópica foi constatado que o tiro que atingiu a vítima foi disparado pelo revólver calibre 38 enviado pela autoridade policial para exame’*, disse a perita criminal do IPC, Luciana Bezerra [...], responsável pelo laudo.

Com o resultado do exame pericial o delegado [...] concluiu que o sargento, Jailton [...] está envolvido no homicídio [...]. *‘Como a arma usada para matar o tenente Ulysses foi encontrada na casa do sargento, agora ele passa a figurar no inquérito como partícipe do homicídio, porque de alguma forma ele deu aparato para a prática desse crime já que ele assume que o revólver calibre 38 periciado é dele. Inclusive quando a polícia encontrou as armas notou que elas tinham sido limpas em uma possível tentativa de apagar qualquer vestígio de pólvora ou uso recente’*, disse o delegado [...]”.

Fonte: A UNIÃO, sem data. Disponível em: <https://auniaio.pb.gov.br/noticias/caderno_paraiba/policia-identifica-arma-de-onde-partiu-disparo-que-assassinou-oficial-da-pm>. Acesso em 11 de maio de 2019.

Contudo, após recuperado o projétil a ser questionado e a suposta arma do crime, dá-se abertura a produção dos projéteis-padrão. Estes projéteis são aqueles disparados pela arma pesquisada (no laboratório forense e com equipamentos especiais que impeça a sua deformação), do qual conterão as marcas singulares de estriamento da referida arma. Neste processo, recomenda-se o uso de projéteis da mesma marca e lote daqueles questionados, tanto que

usualmente são produzidos com os próprios projéteis encontrados na arma que ainda não tenham sido deflagrados.

Obtidos os projéteis-padrão e o(s) questionado(s), parte-se para o exame balístico de microcomparação. Este é realizado em aparelho próprio para este fim, denominado de microscópio balístico. A técnica de análise consiste na ampliação e sobreposição de imagens de ambos os projéteis na tentativa de promover o alinhamento dos estriamentos. Caso haja alinhamento, o resultado é considerado positivo, da qual poderá se afirmar que eles foram disparados pela mesma arma de fogo, colocando-a, portanto, inequivocamente na cena do crime.



COM A PALAVRA, O PERITO:



Perguntado sobre o que poderia ser melhorado em sua profissão ou nas suas condições de trabalho, o perito* respondeu:

"Por ser uma instituição pública, muitas vezes, a gente não tem os equipamentos de ponta que seriam necessários. Por exemplo, em Balística, a gente fala do comparador [balístico] que gera banco de dados, [onde se conseguiria] pegar um projétil e gravar a imagem dele no comparador. Ocasionalmente, se vem uma arma para o teste de eficiência, passaria nesse [comparador e ele poderia acusar compatibilidade] e apontaria a arma que teria matado [uma determinada pessoa]. Mas não temos esse equipamento, tudo que vem tem que ser feito manualmente. Então, a gente pode perder muitas armas porque o cara cometeu dez crimes [por exemplo], mas ele pode ser preso por porte de arma de fogo e ele não era nem suspeito daqueles crimes. Essa arma vem para cá, é feita a perícia, se é eficiente ela vai ser destruída. Ou seja, a prova daqueles dez crimes foi destruída porque não dispomos de banco de dados" (WARRICK BROWN, 36 anos).

*Entrevista realizada com peritos das áreas de Balística Forense, Biologia Molecular, Engenharia Legal, Identificação Veicular, Química Forense e Perícias Externas, entre 29 de outubro e 06 de dezembro de 2019.

Teste de eficiência de tiro

O teste de eficiência de tiro objetiva verificar se uma determinada arma de fogo é capaz de produzir tiro, ou ainda, se é possível a ocorrência de incidentes ou acidentes de tiro ou tiro acidental – o que por si só é extremamente relevante nas decisões judiciais que envolvem crimes de homicídio (tentado ou consumado) ou de lesão corporal, onde é comum surgir alegações de ocorrência de disparo não proposital, por parte da defesa do(s) réu(s).

Neste cenário, é importante então distinguir os tipos de problemas decorridos de disparo não proposital ou tentativa de disparo por arma de fogo, os quais são:



- **Incidente de tiro:** ocorre quando a arma não dispara por um defeito qualquer (geralmente por mau uso, falta de manutenção e defeitos da munição), independentemente da vontade do atirador;
- **Acidente de tiro:** dá-se quando o tiro não acontece e, por isso, há danos pessoais ou materiais de qualquer natureza (geralmente, é originada por defeitos na arma ou na munição, sendo o atirador o que sofre a maior parte das lesões decorridas desse tipo de acidente);
- **Tiro acidental:** acontece quando o tiro ocorre por falha dos sistemas de segurança da arma de fogo, sem a vontade do atirador.

Dada a importância pericial do teste, segue-se procedimentos rigorosos na sua realização, estando inclusive regulamentado pelo artigo 175 do Código de Processo Penal (BRASIL, 1941):

Código de Processo Penal - Decreto-Lei nº 3.689, de 03 de outubro de 1941

Art. 175. Serão sujeitos a exame os instrumentos empregados para a prática da infração, a fim de se lhes verificar a natureza e a eficiência.

Por fim, dentre os principais itens apurados para constatar a eficiência e a segurança da arma (seguindo o histórico da arma, para realizar somente os exames que realmente sejam necessários), tem-se a verificação se há a ocorrência de tiro ao manuseá-la em diversas posições, como ela suporta diferentes tipos de queda e qual a qualidade dos seus sistemas de segurança. E desta forma, os resultados obtidos podem ser fundamentais no estabelecimento do tipo de ocorrência: dolo ou culpa (negligência, imperícia ou imprudência) – e mesmo sendo tiro acidental não implica necessariamente em inimizabilidade penal.

RESÍDUOS DE DISPARO DE ARMA DE FOGO

OBJETIVOS:

- Discutir os aspectos éticos, políticos, econômicos e sociais da violência praticada com o uso de armas de fogo e da problemática que envolve a posse e o porte desses artefatos por civis;
- Estudar conteúdos químicos a partir de experimentos análogos ao exame presuntivo para identificação de resíduos de disparo de arma de fogo.

CONTEÚDOS:

- Leis brasileiras que tratam da posse e do porte de armas de fogo;
- Aspectos gerais da violência praticada com o uso de armas;
- Fundamentos do funcionamento de armas de fogo;
- Composição química e estrutura de projéteis;
- Reações químicas (oxidação/redução, complexação e ácido/base);
- Propriedades dos gases.

METODOLOGIA:

Esta atividade pode ser potencialmente desenvolvida interdisciplinarmente com a Física e/ou a Matemática (envolvendo conteúdos relacionados ao cálculo de velocidade de projéteis, ângulos e trajetórias, além da interpretação de dados estatísticos e de probabilidade). Para tanto, propõe-se a realização de uma *AULA LÚDICA-EXPERIMENTAL* com casos forenses fictícios (ou baseado em casos criminais reais, conforme o exemplo a seguir), após discussão com os estudantes, em sala de aula, sobre a problemática da violência praticada com o uso de armas de fogo e da posse e porte desses artefatos por civis (esta discussão pode ser realizada no formato de uma roda de conversa, visando contextualizar os conhecimentos a serem construídos ao longo da atividade, dotando-a de maior relevância social).

Para o desenvolvimento da atividade lúdica-experimental, sugere-se ao professor discutir com os estudantes os principais componentes dos projéteis e como eles implicam no funcionamento do disparo da arma de fogo. A partir de então, conceitos como propriedades dos gases (envolvendo variação de temperatura, de pressão e de volume/expansão, por exemplo) podem trabalhados, uma vez que os resíduos gasosos são os principais elementos a serem examinados para se identificar a autoria do tiro.



É importante destacar que esta atividade introdutória pode gerar debates, com opiniões bastante divergentes quanto a ser ou não a favor da posse e do porte de armas de fogo, por exemplo. Assim, além do necessário respeito às opiniões contrárias, deve ficar claro aos participantes que um bom debate de ideias se faz com interpretação de dados e fundamentação dos argumentos, de modo a enriquecer e qualificar a discussão, não prevalecendo apenas os *achismos*. Deste modo, indica-se a leitura, por exemplo, do *Mapa da Violência 2016: Homicídio por armas de fogo no Brasil* (WAISELFI, 2016), disponível em <https://www.mapadaviolencia.org.br/>.

CASO FORENSE*:

Uma mulher de identidade desconhecida liga para a polícia afirmando que ouviu um tiro após uma discussão entre os seus vizinhos. Quando chega ao local, a polícia se depara com uma mulher alvejada com um tiro no peito, já sem vida. O corpo da vítima está ao chão, com as costas escorada na parede (como se estivesse sentada) ao lado da cama do casal. Os peritos criminais são chamados e, quando chegam, começam a analisar o local, registrando que a vítima estava vestida com uma calça jeans, uma blusa branca ensanguentada e calçada com um par de tênis. Caída junto a sua mão direita, encontrava-se uma espingarda (calibre 32, cujo comprimento do cano era de aproximadamente 75 cm).

Quanto ao marido, desde a chegada da polícia, mostrava-se inconformado, chorando copiosamente, e afirmando que sua esposa havia se suicidado após uma discussão mais acalorada entre eles.

Continuando a examinar o restante da casa, a perícia observou que havia louças quebradas na cozinha e móveis revirados na sala. Além disso, encontraram uma mochila, no quarto ao lado, com pertences da vítima (documentos, algumas peças de roupas e 240 reais em dinheiro). No guarda-roupas do casal, encontram também uma agenda, na qual a vítima narrou as brigas com o seu marido na última semana, afirmando não aguentar mais a situação e que estava prestes a ir embora, caso as coisas entre eles não melhorassem.

Já no Instituto Médico Legal (IML), o médico-legista indicou como causa médica da morte, ao realizar o exame necroscópico, a perfuração do coração com um projétil, disparado a curta distância. Como informações complementares, indicou também em seu relatório os seguintes dados antropométricos da vítima: massa corporal igual a 72 Kg, altura igual a 1,68 m e medida do antebraço, braço e dedo indicar somados juntos resultavam em 67cm.

De acordo com as informações do texto, pode-se estabelecer categoricamente a causa jurídica da morte (se homicídio ou suicídio)? Se não, visando esclarecer o ocorrido, que exames poderiam ser realizados? Explique quais procedimentos devem ser adotados e os justifique conceitualmente. Por fim, como poderia ser descartada a hipótese de suicídio na qual a vítima tenha acionado o disparo com os próprios dedos dos pés?

* Este caso forense foi adaptado de um caso criminal real descrito no *Capítulo 2 – A Perícia em Locais de Crime* (VELHO et al., 2017c), do fantástico livro intitulado *Ciências Forenses: uma introdução às principais áreas da Criminalística moderna*, organizado por Velho et al. (2017d).

DICA: pode-se usar bonecos ou manequins (montando uma cena fictícia) ou encher luvas de látex com água e simular as mãos do suspeito e da vítima, colocando pequenas quantidades (com o auxílio de um pincel) de amido nas “mãos” da vítima e de hidróxido de cálcio nas “mãos” do suspeito. Em seguida, com pedaços de fita adesiva ou de esparadrapo, deve-se pressioná-los umas cinco vezes em cada uma das luvas (deve-se usar uma fita para cada luva) para remover os resíduos. Por fim, deve-se colá-las em tiras de papel toalha (ou guardanapo) e aplicar sobre elas, com um spray, solução etanólica de fenolftaleína. A mudança de cor indicará resultado positivo para disparo de arma de fogo (lembrando-se sempre que esta é uma analogia experimental).

Quanto ao procedimento experimental, propõe-se a realização de um experimento análogo ao exame presuntivo para resíduos de disparo, uma vez que o reagente utilizado neste teste é o rodizonato de sódio – que dificilmente é encontrado em laboratórios que não sejam de análises forenses. Portanto, a analogia experimental será no campo inteiramente visual (a partir da mudança de cor a depender do resultado, se positivo ou negativo).

Neste contexto, a sugestão é utilizar materiais de fácil acesso, que sejam comumente encontrados nos laboratórios, como é o caso da solução etanólica de fenolftaleína (indicador ácido-base), do hidróxido de cálcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ em pó e do amido (ou da farinha de trigo). Por sua vez, a reação da fenolftaleína com o hidróxido de cálcio produz resultado visualmente semelhante ao teste positivo do rodizonato de sódio (quando este indica a presença de partículas de chumbo II, Pb^{2+}), com o surgimento da coloração rósea ou rósea-avermelhada. Já a reação da fenolftaleína

com o amido (ou a farinha de trigo) se assemelha ao resultado negativo (quando não há a presença de Pb^{2+}), não ocorrendo mudança de coloração (**Quadro 2** e **Figura 32**).

Quadro 2. Comparação entre os resultados do exame presuntivo e da analogia experimental para resíduos de disparo.

TESTE	RESULTADO POSITIVO	RESULTADO NEGATIVO
Exame presuntivo	Coloração rósea ao vermelho intenso (Com a presença de Pb^{2+})	Sem mudança de coloração (Sem a presença de Pb^{2+})
Analogia experimental	Coloração rósea (pH básico pela presença de $Ca(OH)_2$)	Sem mudança de coloração (pH próximo do neutro, devido à presença somente de amido ou de farinha de trigo)

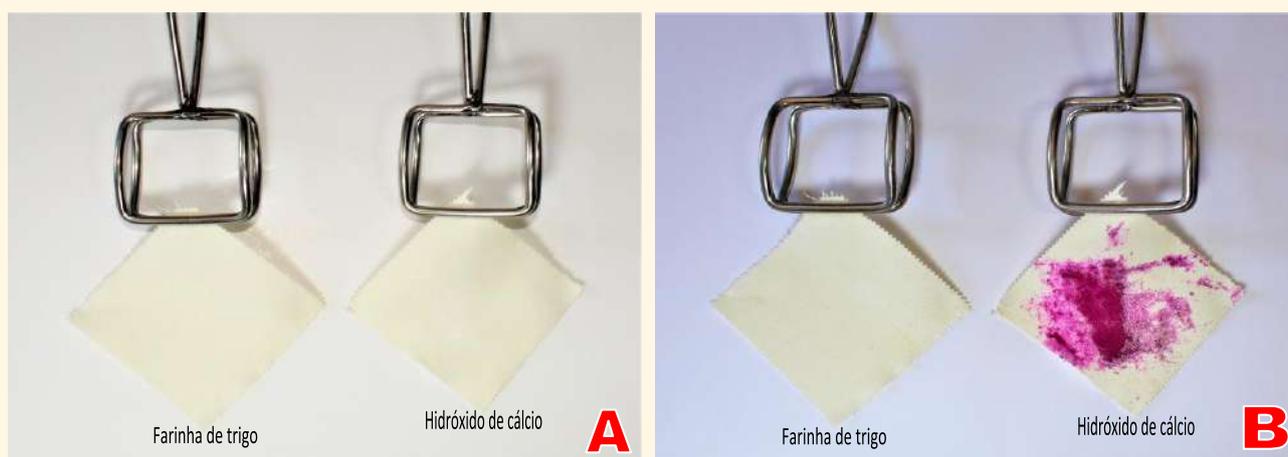


Figura 32. Analogia experimental ao exame preliminar para disparo de arma de fogo: antes (A) e depois (B) da aplicação do indicador fenolftaleína.

Por sua vez, o professor pode dividir os estudantes em grupos e lhes entregar uma cópia de um caso forense (como o exemplificado neste texto, ou ainda, caso haja disponibilidade de tempo, os grupos podem montar diversos outros casos e depois trocarem entre si, de modo que cada grupo investigue um evento forense diferente).

Por último, reafirma-se que a analogia experimental se refere ao efeito visual (mudança de cor), uma vez que as substâncias e as reações químicas produzidas são diferentes do teste com rodizonato de sódio. Portanto, é crucial que o professor explique aos estudantes sobre essas diferenças, estabelecendo comparações e explorando conceitualmente o exame presuntivo em relação aos resultados da analogia experimental.

PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO:

Para a avaliação do processo de ensino-aprendizagem, propõe-se a análise da participação dos estudantes na roda de conversa (especialmente na construção dos argumentos) e na resolução dos casos forenses fictícios – inclusive a forma como realizaram os procedimentos experimentais e relacionaram os resultados obtidos com os conceitos químicos (ou interdisciplinares) estudados.

Por fim, a partir da referida avaliação, pode-se identificar possíveis limitações conceituais e buscar estratégias para superá-las.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

BARIUCH, E.; MORACCI, J. P. A. *Balística Forense*. In VELHO, J. A.; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. (Orgs.). **Ciências Forenses: uma introdução às principais áreas da Criminalística moderna**. 3ª ed. Campinas-SP: Millennium Editora, 2017.

MARINHO, P. A.; GUIMARÃES, L. C.; VELHO, J. A. *Análise de resíduos de disparo de armas de fogo*. In MARTINIS, B. S.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Química Forense Experimental**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.

OLIVEIRA, M. F. *Química Forense: a utilização da Química na pesquisa de vestígios de crime*. **Revista Química Nova na Escola**, v. 24, nov. 2006.

TOCHETTO, D. (Org.). **Balística Forense: aspectos técnicos e jurídicos**. 9ª ed. Tratado de Perícias Criminalísticas. Campinas-SP: Millennium Editora, 2018.



ATENÇÃO: possíveis obstáculos epistemológicos e pedagógicos!



Assim como já foi discutido no **ROTEIRO DE ATIVIDADE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA** do *Capítulo 2*, é importante que sempre ao tratar desse tipo de assunto, deva-se fazê-lo de forma responsável e ética, pois os estudantes (ou seus familiares e amigos) podem já ter vivenciado situações delicadas, relacionadas à violência com o uso de armas de fogo, seja como vítimas, seja como autores de crimes. Todavia, deve-se compreender que isso não é, por si só, um impeditivo para se promover a atividade, mas uma possibilidade para que a discussão tenha maior relevância pedagógica e social.

Quanto ao uso da analogia experimental, é importante que o professor esclareça aos estudantes as diferenças existentes com o exame presuntivo, explorando conceitualmente cada uma das reações químicas (dispensando a atenção necessária para identificação de possíveis obstáculos à aprendizagem e eventuais erros conceituais). Isso se faz necessário para que a atividade não seja esvaziada de significado, uma vez que se espera que a analogia e o aspecto lúdico sejam o ponto de partida, e a construção conceitual, o ponto de chegada – parafraseando Messeder Neto (2016), quando este trata do lúdico no Ensino de Química.

CAPÍTULO 6

ANÁLISE DE DROGAS DE ABUSO

Quando uma substância suspeita é apreendida pela autoridade policial, esta é encaminhada (seguindo a cadeia de custódia) aos órgãos de investigação criminal, visando determinar a sua composição e, conseqüentemente, atuar no combate ao consumo e ao tráfico de drogas ilícitas – aquelas que são proibidas pela legislação brasileira –, como a maconha, a cocaína, a heroína, o *ecstasy* e o LSD.

Neste contexto, a maior parte do trabalho diário da equipe de investigação pericial, que atua nos laboratórios de Química Forense, acaba sendo dedicada à realização dos testes definitivos para drogas de abuso, bem como a análise das suas formas de apresentação e dos seus constituintes (análise qualitativa e quantitativa).



COM A PALAVRA, O PERITO:



Perguntado sobre quais drogas são examinadas, no ano, com maior frequência pela perícia, o perito* respondeu:

“[No Estado de Mato Grosso, os exames feitos em maior quantidade são de] cocaína e maconha. Mais ou menos metade de cada. É o que tem mais, disparado! Cerca de 99% das drogas é de cocaína e maconha [...]. No carnaval, aumenta o número de drogas sintéticas, como o ecstasy. Mas fora isso, é o ano inteiro [cocaína e maconha, a maior quantidade analisada]” (NICK STOKES, 34 anos).

*Entrevista realizada com peritos das áreas de Balística Forense, Biologia Molecular, Engenharia Legal, Identificação Veicular, Química Forense e Perícias Externas, entre 29 de outubro e 06 de dezembro de 2019.

Um exemplo dessa atividade é aquela que cabe aos peritos oficiais verificar se uma determinada substância, que foi apreendida por suspeita de ser cocaína, é de fato esta droga ou é apenas uma substância lícita (permita por lei) que guarda algumas semelhanças com ela, como é o caso, por exemplo: de medicamentos contendo lidocaína (que, inclusive, pode dar falso-positivo para alguns testes presuntivos de cocaína), do fermento em pó, da cal virgem, do pó de giz e do amido de milho.



Homem preso com substância similar a cocaína, alega que material apreendido é cafeína

“Um homem de 41 anos foi preso pela Polícia Militar (PM) [...] após um cumprimento de mandado de busca e apreensão em uma residência localizada na Rua Libânio Silveiro da Rocha, Bairro Nossa Senhora de Fátima.

Segundo o subtenente Anísio, a princípio, a denúncia seria relativa a uma arma de fogo que o suspeito teria em casa. Ao abordar a residência para cumprir o mandado, o suspeito tentou impedir a entrada dos policiais, sendo necessário prendê-lo por desobediência.

No local, a arma de fogo não foi localizada, porém os militares apreenderam duas porções de substância semelhante à cocaína e uma maritaca Jandaia, animal da fauna silvestre. A PM de Meio Ambiente também foi acionada no local para registrar essa ocorrência.

Em conversa, o suspeito alegou que o pó branco no interior das duas bucinhas se tratava de cafeína. Diante do fato, todo o material foi apreendido e o suspeito preso em flagrante e conduzido à Delegacia de Polícia Civil de Patos de Minas”.

Fonte: PATOS NOTÍCIAS, 2018. Disponível em: < <https://www.patosnoticias.com.br/noticia/22496-homem-pres-com-substancia-similar-a-cocaina-alega-que-material-apreendido-e-cafeina>>. Acesso em 4 de maio de 2019.

Portanto, nas ocorrências que envolvem este tipo de situação, é fundamental que as sentenças judiciais estejam plenamente fundamentadas no trabalho da perícia forense, de modo que seus resultados visem a condenação dos verdadeiros criminosos e a absolvição dos inocentes.

Drogas de abuso: conceito e ocorrência mundial

As drogas são substâncias que ao serem consumidas (por inalação, via oral ou aplicação intravenosa, por exemplo) causam algum efeito sobre o funcionamento metabólico do indivíduo. Do ponto de vista legal, elas podem ser classificadas como *lícitas*, quando forem permitidas por lei (como os medicamentos, as bebidas alcoólicas e os cigarros), ou *ilícitas*, quando a sua produção, porte ou comercialização forem proibidas.

O termo *drogas de abuso*, comumente utilizado no âmbito forense, designa compostos químicos ilícitos cujos efeitos acometem o sistema nervoso central daqueles que às consomem,

especialmente *“modificando o humor, a consciência, o pensamento e os sentimentos”* (VELHO et al., 2017a, p. 188). Por isso, estas drogas também são classificadas como psicoativas ou psicotrópicas.

Usadas indiscriminadamente, as drogas de abuso (substâncias de uso recreacional ou entorpecentes) demonstram ter alto potencial de causar dependência física e/ou psíquica a seus usuários, tornando-os, muitas vezes, dependentes químicos. Ademais, com o passar do tempo, a quantidade de droga consumida pode ser paulatinamente aumentada devido ao desenvolvimento de tolerância à droga, uma vez que os efeitos vão sendo cada vez menores ao consumir uma mesma quantidade, motivada pela rápida ou diminuta metabolização dessas substâncias.

Segundo Velho et al. (2012a), a dependência física acontece porque o organismo acaba se adaptando ao uso frequente da droga, atingindo um estado de equilíbrio. Quando esse equilíbrio é rompido pela descontinuação do consumo, crises de abstinência podem ocorrer, inclusive apresentando quadros clínicos de convulsão, inquietação, sudorese (suor excessivo), diarreia, vômito e até culminando em óbito. Já a dependência psíquica ocorre quando o indivíduo quer a todo custo a droga, uma vez que atrela o consumo dela ao seu bem-estar e ao prazer. Assim, quando o uso da substância é cessado, podem acontecer episódios de crises psicológicas (em variados níveis).

Sob um ponto de vista mais panorâmico, o consumo e o tráfico de drogas de abuso no Brasil é um problema ético, político, econômico e social. É caso de saúde pública! Isso porque o uso dessas substâncias está intimamente relacionado às altas taxas de violência no país, seja por crimes diretamente relacionados a drogas (cometidos por usuários, traficantes ou pelas organizações criminosas de produção e distribuição desses entorpecentes), seja pelo financiamento de diversos outros tipos de crimes (como a corrupção nos setores públicos e a consolidação de grupos de poderio paramilitar, à exemplo das milícias).

Contudo, cabe ressaltar que esse não é um problema exclusivo do nosso país, uma vez que a problemática das drogas se localiza por todo o globo, o que varia é a intensidade da sua presença e dos problemas correlatos. Diversos países da América do Sul como, por exemplo, Bolívia, Paraguai, Colômbia e Peru enfrentam problemas também com o intenso tráfico internacional (*“exportação”*) de drogas, uma vez que são considerados os maiores produtores de cocaína e maconha do mundo.

Deste modo, os primeiros passos para enfrentar a disseminação dessas substâncias é a criação e execução de políticas públicas efetivas com abordagens multidisciplinares para diminuir o seu consumo, além das ações de prevenção e combate ao crime de tráfico de drogas (e toda a sua cadeia produtiva), aplicando firmemente a legislação brasileira.

Drogas de abuso e alguns aspectos legais

Com a intenção de combater a produção e o tráfico de drogas ilícitas, bem como prevenir o uso não autorizado, instituiu-se importantes matérias na legislação brasileira em concordância com os principais acordos internacionais sobre o tema – diversos desses compromissos originados na Organização Mundial da Saúde (OMS), um órgão subordinado à Organização das Nações Unidas (ONU).

A Portaria nº 344, de 12 de maio de 1998, publicada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde, foi uma das primeiras sobre o assunto, ao qual normatiza o controle especial de mais de 440 substâncias (além de seus isômeros, sais e percussores) e medicamentos que as contenham. Logo, de acordo com o seu artigo 2º, torna-se obrigatório a obtenção de autorização para qualquer ação que envolva as referidas substâncias (ANVISA, 1998):

Portaria nº 344, de 12 de maio de 1998 (ANVISA, Ministério da Saúde)

Art. 2º Para extrair, produzir, fabricar, beneficiar, distribuir, transportar, preparar, manipular, fracionar, importar, exportar, transformar, embalar, reembalar, para qualquer fim, as substâncias constantes das listas deste Regulamento Técnico (ANEXO I) e de suas atualizações, ou os medicamentos que as contenham, é obrigatória a obtenção de Autorização Especial concedida pela Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde.

Em resumo, o controle especial acontece desde a obtenção de autorização para produção, guarda, transporte, comércio, prescrição, escrituração e embalagem pelas empresas, até a competência de registro e fiscalização dessas substâncias – que podem ser do tipo, por exemplo: entorpecentes, psicotrópicas, anabolizantes, imunossupressoras e proscritas (cuja prescrição, manipulação e uso são proibidos) – pela própria ANVISA.

Quanto aos crimes e penas aplicadas à produção e ao tráfico de drogas, estes são estabelecidos pela Lei nº 11.343, de 23 de agosto de 2006, que implantou também o Sistema Nacional de Políticas Públicas sobre Drogas (Sisnad), além de estabelecer diversas medidas de

prevenção ao uso e de atuação multidisciplinar juntos aos dependentes químicos, objetivando a reinserção social dos usuários.

Dentre os principais crimes previstos, têm-se o disposto nos artigos 33 e 34 da referida lei (BRASIL, 2006), ao qual proibi, dentre outras coisas, o cultivo, o preparo, o transporte e a comercialização de drogas, matérias-primas, insumos químicos e equipamentos diversos usados para a sua produção:

Lei nº 11.343, de 23 de agosto de 2006

Art. 33. Importar, exportar, remeter, preparar, produzir, fabricar, adquirir, vender, expor à venda, oferecer, ter em depósito, transportar, trazer consigo, guardar, prescrever, ministrar, entregar a consumo ou fornecer drogas, ainda que gratuitamente, sem autorização ou em desacordo com determinação legal ou regulamentar:

Pena - reclusão de 5 (cinco) a 15 (quinze) anos e pagamento de 500 (quinhentos) a 1.500 (mil e quinhentos) dias-multa.

§ 1º Nas mesmas penas incorre quem:

I - importa, exporta, remete, produz, fabrica, adquire, vende, expõe à venda, oferece, fornece, tem em depósito, transporta, traz consigo ou guarda, ainda que gratuitamente, sem autorização ou em desacordo com determinação legal ou regulamentar, matéria-prima, insumo ou produto químico destinado à preparação de drogas;

II - semeia, cultiva ou faz a colheita, sem autorização ou em desacordo com determinação legal ou regulamentar, de plantas que se constituam em matéria-prima para a preparação de drogas;

III - utiliza local ou bem de qualquer natureza de que tem a propriedade, posse, administração, guarda ou vigilância, ou consente que outrem dele se utilize, ainda que gratuitamente, sem autorização ou em desacordo com determinação legal ou regulamentar, para o tráfico ilícito de drogas.

[...]

Art. 34. Fabricar, adquirir, utilizar, transportar, oferecer, vender, distribuir, entregar a qualquer título, possuir, guardar ou fornecer, ainda que gratuitamente, maquinário, aparelho, instrumento ou qualquer objeto destinado à fabricação, preparação, produção ou transformação de drogas, sem autorização ou em desacordo com determinação legal ou regulamentar:

Pena - reclusão, de 3 (três) a 10 (dez) anos, e pagamento de 1.200 (mil e duzentos) a 2.000 (dois mil) dias-multa.

Por outro lado, uma das medidas mais eficientes para inibir os crimes relacionados às drogas de abuso está o controle rigoroso de produtos químicos, sobretudo àqueles usados como insumos na fabricação de entorpecentes. Esta medida surgiu após a constatação de que os maiores países “produtores de drogas” (especialmente de cocaína) importavam os insumos químicos de outras nações, inclusive do Brasil, sem qualquer tipo de fiscalização. E isso ficava evidente quando eram descobertos os laboratórios clandestinos de refino de drogas, onde era possível observar nas embalagens a origem dos produtos usados.

Devido à pressão internacional e ao estabelecimento de acordos multilaterais, foram implementadas legislações em diversos países para tratar do problema. No caso do Brasil,

surgiram algumas matérias ao longo das últimas décadas, dentre as quais três mais contemporâneas se destacam: a Lei nº 10.357, de 27 de dezembro de 2001; o Decreto nº 4.262, de 10 de junho de 2002; e a Portaria nº 1.274, de 25 de agosto de 2003, do Ministério da Justiça.

A Lei nº 10.357, de 27 de dezembro de 2001, por sua vez, estabelece as normas para o controle e a fiscalização de produtos químicos que possam servir de insumos para a produção de drogas proibidas, conforme trata no artigo 1º (BRASIL, 2001):

Lei nº 10.357, de 27 de dezembro de 2001

Art. 1º Estão sujeitos a controle e fiscalização, na forma prevista nesta Lei, em sua fabricação, produção, armazenamento, transformação, embalagem, compra, venda, comercialização, aquisição, posse, doação, empréstimo, permuta, remessa, transporte, distribuição, importação, exportação, reexportação, cessão, reaproveitamento, reciclagem, transferência e utilização, todos os produtos químicos que possam ser utilizados como insumo na elaboração de substâncias entorpecentes, psicotrópicas ou que determinem dependência física ou psíquica.

§ 1º Aplica-se o disposto neste artigo às substâncias entorpecentes, psicotrópicas ou que determinem dependência física ou psíquica que não estejam sob controle do órgão competente do Ministério da Saúde.

§ 2º Para efeito de aplicação das medidas de controle e fiscalização previstas nesta Lei, considera-se produto químico as substâncias químicas e as formulações que as contenham, nas concentrações estabelecidas em portaria, em qualquer estado físico, independentemente do nome fantasia dado ao produto e do uso lícito a que se destina.

Esta lei é regulamentada pelo Decreto nº 4.262, de 10 de junho de 2002, que atribui à Polícia Federal (órgão do Ministério da Justiça) a responsabilidade de coordenar e executar o controle e fiscalização desses produtos químicos.

E finalmente, a Portaria nº 1.274, de 25 de agosto de 2003, do Ministério da Justiça, normatiza a consignação, aos estabelecimentos comerciais regularmente cadastrados, do Certificado de Licença para uso, produção, armazenamento, aquisição, transporte, comercialização, importação e/ou exportação de um total de 146 produtos químicos (como os ácidos clorídrico e sulfúrico, a acetona, o clorofórmio e o cloreto de etila), de modo a proporcionar maior eficiência no controle e fiscalização pela Polícia Federal e, conseqüentemente, evitar desvios desses insumos para a produção de substâncias ilícitas.

Testes preliminares para drogas de abuso

Constatar preliminarmente a natureza química de uma substância suspeita é uma das ferramentas mais práticas contra o tráfico de drogas. Os testes usados com esse intuito são significativamente mais rápidos, baratos e simples de se realizar, permitindo que sejam usados

num número maior de amostras, além de seus resultados serem critério para se encaminhar ou não as referidas substâncias para exames definitivos posteriores, o que demandaria mais tempo e recursos.

Os exames preliminares (ou testes rápidos) para drogas de abuso são comumente testes que envolvem mudanças de cor, portanto, os reagentes usados nesses exames são aqueles que reagem seletivamente com uma determinada substância ou grupo de substâncias (geralmente ilícitas, apesar de poder haver falsos-positivos) e formam produtos coloridos, inclusive com a presença de precipitado em alguns casos. Assim, dependendo da cor resultante, estabelece-se qualitativamente e preliminarmente se a amostra questionada contém ou não entorpecentes, sem determinar sua concentração ou pureza, por exemplo.

Como informação adicional, cabe destacar que por muito tempo esses exames foram chamados de *testes colorimétricos*. Todavia, o mais correto é que sejam tratados como testes rápidos que envolvem a mudança de cor, uma vez que os resultados são observados macroscopicamente, enquanto o termo *colorimétrico* remete a análises que envolvem quantificação, como acontece nas análises espectrofotométricas (cujos valores são dados em transmitância ou absorbância, por exemplo).

Além das vantagens aqui já mencionadas, acrescenta-se que esses testes apresentam também significativa especificidade química (reagem especificamente com determinadas substâncias) e podem ser realizados em qualquer local – geralmente são levados como *kits* para onde há grande fluxo de pessoas e mercadorias, como em travessias de fronteiras, aeroportos, rodoviárias e portos, além de *blitz* policiais e locais onde tenham ocorrido crimes – e por qualquer pessoa previamente treinada e autorizada (policiais e peritos), não requerendo, assim, a presença de especialistas na realização da técnica.

Do ponto de vista legal, os testes preliminares usados para a constatação da natureza e da quantidade de drogas estão amparados pela Lei nº 11.343, de 23 de agosto de 2006, mais especificamente estabelecidos no *caput* e nos parágrafos primeiro e terceiro do artigo 50 (BRASIL, 2006):

Lei nº 11.343, de 23 de agosto de 2006

Art. 50. Ocorrendo prisão em flagrante, a autoridade de polícia judiciária fará, imediatamente, comunicação ao juiz competente, remetendo-lhe cópia do auto lavrado, do qual será dada vista ao órgão do Ministério Público, em 24 (vinte e quatro) horas.

§ 1º Para efeito da lavratura do auto de prisão em flagrante e estabelecimento da materialidade do delito, é suficiente o laudo de constatação da natureza e quantidade da droga, firmado por perito oficial ou, na falta deste, por pessoa idônea.

[...]

§ 3º Recebida cópia do auto de prisão em flagrante, o juiz, no prazo de 10 (dez) dias, certificará a regularidade formal do laudo de constatação e determinará a destruição das drogas apreendidas, guardando-se amostra necessária à realização do laudo definitivo. (Incluído pela Lei nº 12.961, de 2014)

[...]

Como pode ocorrer falso-positivo, a citada lei também possibilita a proteção legal dos peritos e policiais que realizarem esses testes, bem como permite a prisão em flagrante de suspeitos de tráfico mesmo antes do exame definitivo, conforme corroboram Velho et al. (2017):

[...] o exame de constatação é, na verdade, uma espécie de triagem aplicada em materiais apreendidos sob suspeita de serem drogas, cujo objetivo reside na tentativa de evitar possíveis abusos, consistindo em garantia aos direitos da pessoa e sendo válido até que efetivamente se possa proceder ao exame definitivo, este sim cientificamente considerado inequívoco. Sua previsão legal também protege o policial de possíveis processos em caso de falso positivo nesses exames, visto que, por natureza, o exame preliminar não é 100% seguro, porém, a previsão legal garante seu uso e manutenção do flagrante até o resultado definitivo sem que se configure abuso de autoridade, quando o exame definitivo indicar que não se tratava de droga (p. 192).

Seguindo esse propósito, os órgãos de polícia e de perícia criminal tem à disposição, atualmente, diversos testes presuntivos que podem ser aplicados aos mais diferentes tipos de substâncias proibidas, fortalecendo cada vez mais o combate ao tráfico de drogas.

Principais testes de mudança de cor para drogas ilícitas

Ao considerar o extenso rol de exames para constatação preliminar de substâncias entorpecentes cotidianamente usadas na investigação criminal, pode-se selecionar os principais, que são: o *Teste de Scott* e a *Reação de Reichard* para cocaína, o *Teste Fast Blue B* e a *Reação de Beam* para maconha, o *Teste de Marquis* e o *Teste de Simon* para metanfetaminas e *ecstasy*, o *Teste de Ehrlich* para LSD, e a *Reação de Wachsmuth* para heroína.

O teste de Scott, criado em 1973, é usado para identificar preliminarmente a presença de cloridrato de cocaína (forma mais comum de apresentação da droga) ou suas derivações (em alguns casos, pode-se constatar também o *crack*). O exame consiste na reação de complexação da referida droga com uma solução de tiocianato de cobalto II, $[\text{Co}(\text{SCN})_2]$ (de coloração rósea), em meio ácido (comumente, uma solução diluída de ácido clorídrico), ao qual forma como produto um precipitado de coloração azul (indicando resultado positivo) (**Figuras 33 e 34**).



Figura 33. Amostra de pasta-base de cocaína e teste de Scott com resultados negativo e positivo, respectivamente.

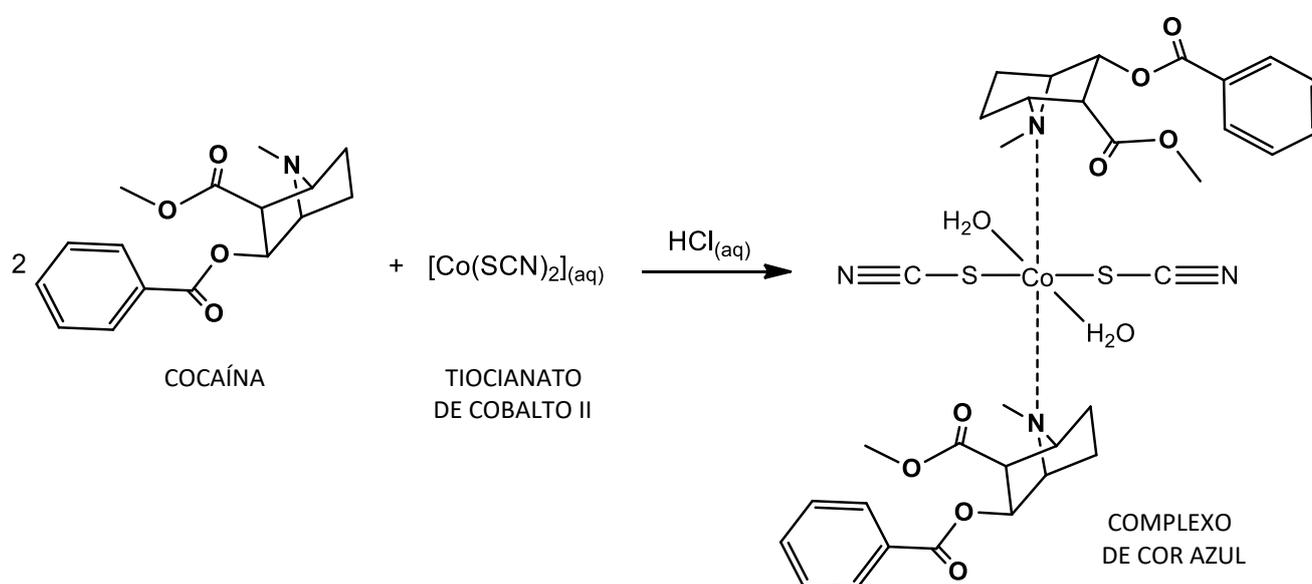


Figura 34. Reação química entre tiocianato de cobalto II e cocaína em meio ácido.

Como há baixa especificidade nesse teste, resultados falsos-positivos podem ocorrer com substâncias que não sejam cocaína, como é o caso de outras drogas (heroína), medicamentos (lidocaína, prometazina e metadona) e substâncias lícitas diversas (que compõem alguns cosméticos, papéis e alimentos, por exemplo). Isso ocorre porque a reação com tiocianato de cobalto II é baseada na formação de um complexo de cobalto II, originado quando reage com compostos químicos que possuem em suas estruturas aminas terciárias (como a cocaína, a lidocaína, a prometazina, a metadona e a heroína) (**Figura 35**) ou sais de amônio quaternário (VIEIRA; VELHO, 2012, p. 25-26).

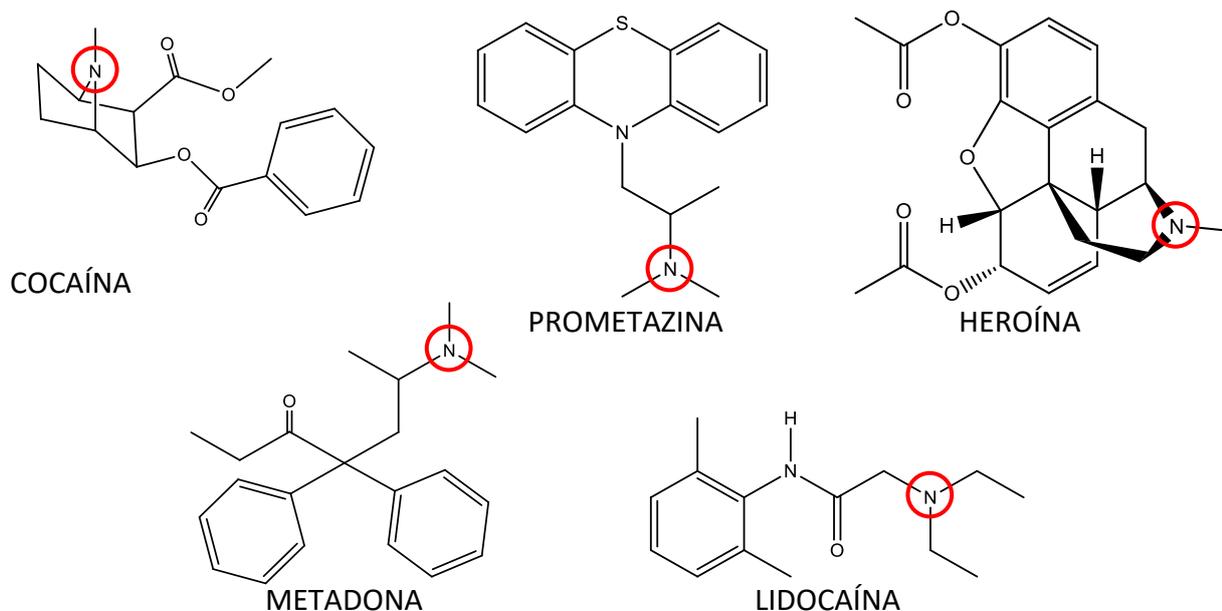


Figura 35. Moléculas que reagem positivamente com o Teste de Scott, devido a presença de aminas terciárias.

Por outro lado, visando mascarar os resultados do teste de Scott, os traficantes podem adicionar substâncias interferentes à droga, como compostos metálicos (especialmente sais de ferro). Estes compostos, dependendo da concentração e composição da amostra, impedem a formação do complexo azul mesmo com a presença de cocaína, resultando em exame falso-negativo. Todavia, esse tipo de situação eleva ainda mais a importância da experiência e do treinamento do perito que está realizando o teste, uma vez que diante de suspeitas da presença de interferentes (ou substâncias mascarantes), ele pode encaminhar a amostra para exame definitivo, dirimindo as dúvidas quanto ao resultado obtido.

Conceição et al. (2014) contribuem ao destacar o papel dos adulterantes e diluentes comumente encontrados na cocaína que, muitas vezes, podem também interferir no tempo de reação ou no resultado do teste de Scott. As redes de tráfico de drogas, visando obter maior lucro, aumentam a “quantidade da droga”, adicionando nela substâncias adulterantes e/ou diluentes, que são visualmente semelhantes à cocaína. Os adulterantes são aqueles que apresentam efeitos de imitação ou potencializam a ação da cocaína, dentre eles: a lidocaína (efeito anestésico, muito parecido com a droga), a cafeína (estimulante), o levamisol (reage sinergicamente com a cocaína, produzindo efeito estimulante) e o ácido bórico (age como anestésico). Já os diluentes são substâncias que não apresentam nenhum efeito similar à droga, sendo usados basicamente para aumentar o rendimento da mistura, tais como: amido, talco, lactose e fermento em pó.

Também usada para a identificação presuntiva de cocaína e *crack*, a Reação de Reichard pode ser efetivamente usada na pesquisa de amostras suspeitas. Esse teste acontece pela reação dessas drogas com uma solução básica (com hidróxido de sódio à 40%) de β -naftol, cujo resultado positivo é indicado pelo aparecimento de coloração azul intensa (FARIAS, 2017, p. 115).

Quanto à identificação da maconha, produzida a partir do vegetal *Cannabis sativa*, dois exames podem ser utilizados: o Teste *Fast Blue B* e a Reação de Beam.

O Teste *Fast Blue B* consiste no uso de solução de cloreto de di-*o*-anisidina tetrazólio com sulfato de sódio anidro. Esta solução ao entrar em contato com derivados canabinólicos (primeiramente extraídos com éter de petróleo e secados em papel filtro), reage e produz compostos que resultam em coloração vermelho ou vermelho-púrpura (próxima ao tom azul, que pode ser melhor observada, adicionando-se solução diluída de hidróxido de sódio) solúveis em solventes orgânicos, como o etanol (BORDIN et al., 2012; IPÓLITO; OLIVEIRA, 2015, p. 30) (**Figura 36**). Esta reação está intimamente relacionada à presença de fenóis nos derivados canabinólicos, o que por si só sugere a ocorrência de falsos-positivos com substâncias que contenham esses grupamentos orgânicos.



Figura 36. Amostra de maconha e teste *Fast Blue B* antes (à direita) e após (à esquerda) a adição de solução etanólica contendo a referida amostra, resultando em positivo para maconha.

Já a Reação de Beam consiste na aplicação lenta de solução etanólica de ácido clorídrico (5%) ou de hidróxido de sódio (5%) sobre a amostra suspeita de conter canabinoides. O resultado é positivo se surgir coloração vermelha ou vermelho-violácea, respectivamente (FARIAS, 2017, p.

116). Contudo, apesar de ser simples e usar reagentes bastantes comuns, o teste apresenta baixa especificidade, contribuindo para a ocorrência de muitos falsos-positivos.

Para o exame preliminar de anfetaminas (da qual deriva o *ecstasy*), metanfetaminas e seus derivados podem ser adotados o Teste de Marquis ou o Teste de Simon.

No Teste de Marquis, usa-se formaldeído em solução de ácido acético glacial (40%) e ácido sulfúrico concentrado. O procedimento consiste em macerar a amostra suspeita de conter a droga e submetê-la à aplicação dos referidos reagentes, cujo resultado é positivo se ocorrer o surgimento de coloração: alaranjada ou marrom para anfetamina ou metanfetamina; amarela-esverdeada ou verde para bromoanfetamina (DOB) ou 2,5-dimetoxianfetamina (derivados anfetamínicos); ou preta para *ecstasy* (conhecido também como metilenodioximetanfetamina, MDMA) (IPÓLITO; OLIVEIRA, 2015, p. 33).

Para o Teste de Simon, o resultado é positivo caso haja a formação de coloração azul (em diversas tonalidades) na reação entre a amostra contendo metanfetamina, anfetamina ou seus derivados com algumas gotas de soluções de acetaldeído (10%), nitroprussiato de sódio (10%) e carbonato de sódio (2%). No entanto, destaca-se que falsos-positivos podem ocorrer com certos tipos de medicamentos.

O LSD (dietilamina do ácido lisérgico), geralmente encontrado em selos embebidos com a droga para uso sublingual, pode ser preliminarmente identificado através do Teste de Ehrlich. Segundo Ipólito e Oliveira (2015, p. 32), a técnica se dá pela aplicação, sobre a amostra questionada, de solução metanólica de paradimetiaminobenzaldeído e ácido orto-fosfórico concentrado. O resultado é positivo se ocorrer mudança de coloração para violeta.

Por último, a Reação de Wachsmuth é usada para constatar a presença de heroína, inclusive diferenciando-a de demais alcaloides, como o ópio e a morfina. O exame acontece com a aplicação, na amostra, de solução diluída de cloridrato de hidroxilamina e hidróxido de sódio, seguida da neutralização com ácido clorídrico concentrado. Posteriormente, se houver aparecimento de cor rósea-violácea com a adição de cloreto de ferro III, tem-se o indicativo da presença da droga (FARIAS, 2017, p. 116).

Testes definitivos para drogas de abuso

Após realizado o teste preliminar com ocorrência de resultado positivo, o próximo passo é encaminhar o material apreendido para os laboratórios forenses, visando a produção do exame definitivo para drogas de abuso, tanto no seu aspecto qualitativo (pela presença ou não de substância ilícita), quanto pelo caráter quantitativo da análise – relacionado à concentração das substâncias entorpecentes, composição química total e teor de pureza, incluindo-se também a análise de possíveis interferentes, adulterantes e/ou diluentes.

O aparato tecnológico e os procedimentos de preparo de amostras são bastante diversificados quando os exames definitivos de drogas são comparados com outros testes usados na Química Forense (como na identificação de resíduos de tiro ou na revelação de impressões digitais, por exemplo). Esses testes necessitam ser obtidos por metodologias que sejam extremamente confiáveis (são chamadas até de inequívocas), uma vez que seus resultados têm, em regra, efeito direto e imediato nas decisões da Justiça.

Neste contexto, a respeito do exame definitivo, a legislação brasileira instituiu que sempre devem ser guardadas amostras (contraprovas) das substâncias suspeitas de serem drogas para fins de constatação definitiva, uma vez que o restante delas devem ser destruídas, conforme a Lei nº 11.343, de 23 de agosto de 2006, em seus artigos 50 (parágrafos 2º a 5º) e 50-A (BRASIL, 2006):

Lei nº 11.343, de 23 de agosto de 2006

§ 2º O perito que subscrever o laudo a que se refere o § 1º deste artigo não ficará impedido de participar da elaboração do laudo definitivo.

§ 3º Recebida cópia do auto de prisão em flagrante, o juiz, no prazo de 10 (dez) dias, certificará a regularidade formal do laudo de constatação e determinará a destruição das drogas apreendidas, guardando-se amostra necessária à realização do laudo definitivo. (Incluído pela Lei nº 12.961, de 2014)

§ 4º A destruição das drogas será executada pelo delegado de polícia competente no prazo de 15 (quinze) dias na presença do Ministério Público e da autoridade sanitária. (Incluído pela Lei nº 12.961, de 2014)

§ 5º O local será vistoriado antes e depois de efetivada a destruição das drogas referida no § 3º, sendo lavrado auto circunstanciado pelo delegado de polícia, certificando-se neste a destruição total delas. (Incluído pela Lei nº 12.961, de 2014)

Art. 50-A. A destruição de drogas apreendidas sem a ocorrência de prisão em flagrante será feita por incineração, no prazo máximo de 30 (trinta) dias contado da data da apreensão, guardando-se amostra necessária à realização do laudo definitivo, aplicando-se, no que couber, o procedimento dos §§ 3º a 5º do art. 50. (Incluído pela Lei nº 12.961, de 2014)

É importante esclarecer que os testes definitivos nem sempre confirmam os resultados obtidos com os exames presuntivos, pois podem haver falsos-positivos e falsos-negativos nas análises preliminares, apesar de estas serem situações muito raras. Além disso, sempre que

houver dúvidas, os resultados podem ser revisados, inclusive por diferentes técnicas instrumentais, desde que haja amostra na quantidade necessária e que ela esteja suficientemente conservada.

Os testes definitivos são realizados majoritariamente via análise instrumental, especialmente a partir de métodos cromatográficos e espectrométricos. Assim, são técnicas possíveis de serem utilizadas para este fim, por exemplo: a cromatografia gasosa (CG), a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), a cromatografia de camada delgada (CCD), a cromatografia de íons (CI), a espectrometria de massas (EM), a espectrofotometria de absorção atômica (EAA), a espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN), a termogravimetria (TG), a microscopia eletrônica de varredura (MEV), a espectroscopia na região do ultravioleta-visível (UV-VIS) e na região do infravermelho (IV) (**Figura 37**) – para mais informações sobre essas técnicas, recomenda-se a leitura dos livros *Química Forense Experimental* (MARTINS; OLIVEIRA, 2015) e *Fundamentos de Química Analítica* (SKOOG et al., 2015).

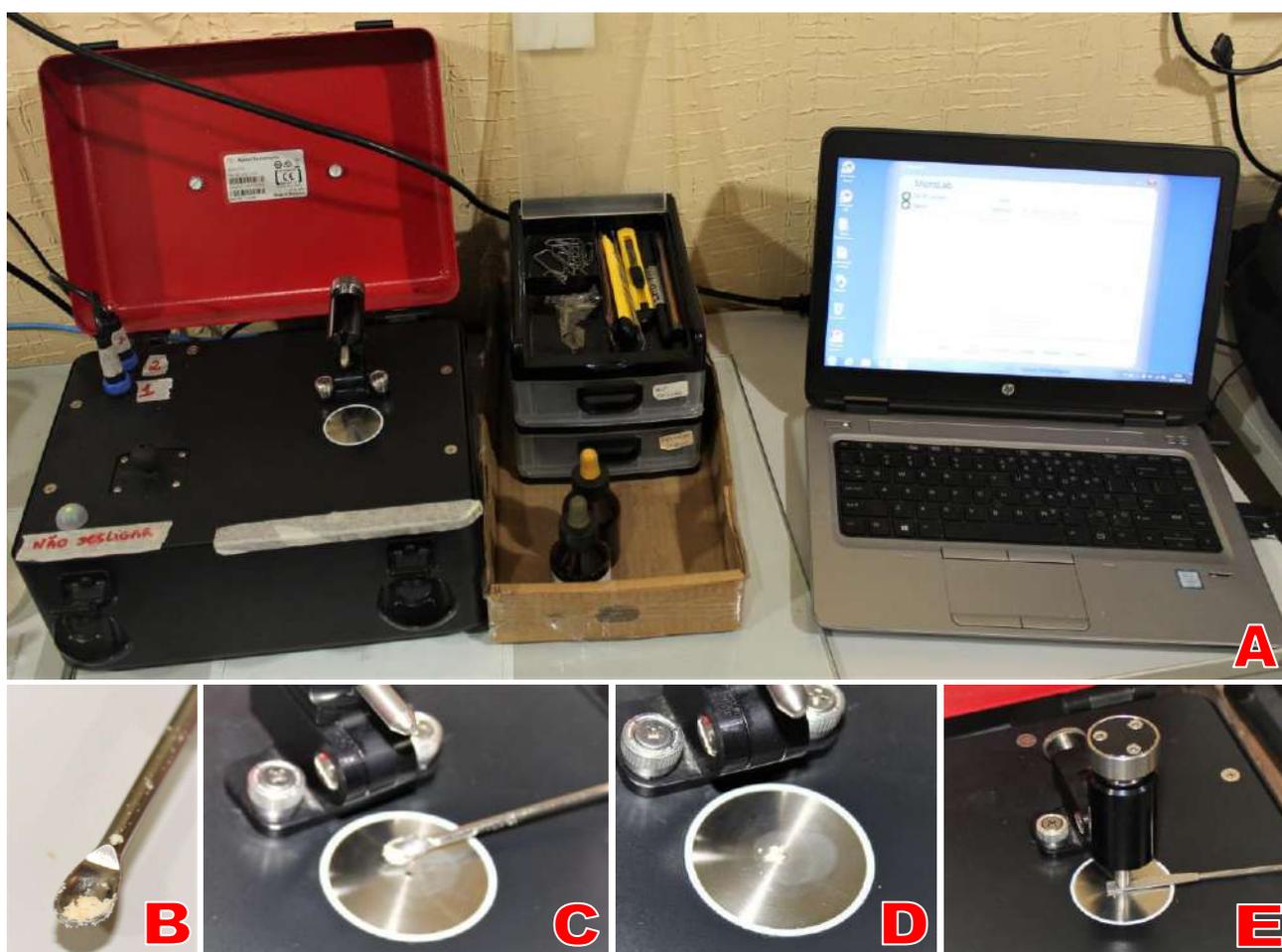


Figura 37. Espectroscopia na região do infravermelho (IV): equipamento portátil de IV conectado à um notebook para visualização dos resultados (A), amostra suspeita de ser base de cocaína (B), injeção e compactação da amostra no IV (C e D) para a análise (E).

Essas análises, por sua vez, também podem ser realizadas a partir de técnicas hífenadas (acoplando-se duas ou mais delas), como no caso da cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM), que é uma das mais utilizadas nas análises de drogas e de falsificações em medicamentos, bebidas, alimentos e tintas.

A análise via CG-EM, por exemplo, ocorre com a separação das substâncias contida na amostra pela migração diferencial através da coluna de separação (fase estacionária). Como cada substância interage de forma diferente com o material da coluna, devido à polaridade e as variadas intensidades das interações intermoleculares, a passagem pela coluna, proporcionada pelo gás inerte de arraste (fase móvel), ocorre em tempos distintos. À medida que as substâncias vão sendo separadas, elas são injetadas no espectrômetro de massas. Neste processo, as substâncias são decompostas em fragmentos iônicos, com relação massa/carga (m/z) distintos, o que possibilita a sua identificação, ao passo que se pode comparar os resultados obtidos com um banco de dados de espectros de substâncias já conhecidas – recomenda-se a leitura do livro *Introdução à Espectroscopia* (PAVIA et al., 2010) para mais informações sobre essas e outras técnicas usadas para a identificação de substâncias.

Contudo, para a análise definitiva de drogas de abuso alguns fatores são determinantes na escolha da técnica instrumental, como:

- **Disponibilidade de recursos e especialistas:** se há equipamentos, reagentes e materiais disponíveis para efetuar a análise, bem como se existe pessoal qualificado que possa proceder o preparo das amostras, a análise instrumental e a interpretação dos resultados;
- **Tipo da amostra:** refere-se à suspeita do que a substância seja, sua composição química e sua susceptibilidade à aplicação da técnica, ou seja, se a amostra pode ser realmente analisada por determinada técnica sem sofrer degradação antes da obtenção dos resultados; há casos, por exemplo, de substâncias que se degradam facilmente com o aumento de temperatura, o que conseqüentemente não se recomendaria o uso técnicas que utiliza variação da temperatura antes da análise que emitirá os resultados – como nas etapas de preparo de amostra ou de injeção delas no equipamento (como na análise por CG);
- **Sensibilidade e demais parâmetros analíticos do método:** se a análise instrumental empregada pode oferecer resultados satisfatórios, tanto do ponto de vista qualitativo

quanto quantitativo, considerando parâmetros como: limites de detecção e quantificação, sensibilidade, especificidade, linearidade e robustez;

- **Forma de apresentação da amostra:** a forma como ela é encontrada pode impactar enormemente a obtenção dos resultados, influenciado desde o processo de preparo da amostra até a consideração pelas próprias características da técnica empregada, uma vez que as substâncias suspeitas podem estar tanto na forma sólida, líquida, pastosa, diluída, concentrada, com interferentes, adulterantes ou diluentes, por exemplo.

Ademais, os órgãos periciais brasileiros utilizam, em suma, as recomendações norte-americanas do *Scientific Working Group for the Analysis of Seized Drugs* (SWGDRUG) – assim como praticamente todas as demais perícias do mundo –, cuja última atualização foi publicada em 09 de junho de 2016. Nesta recomendação, estabelece-se três categorias de técnicas (**Quadro 3**) de acordo com o seu potencial de análise.

Quadro 3. Categorias de técnicas analíticas recomendadas pelo SWGDRUG para identificação de drogas.

CATEGORIAS		
A	B	C
<ul style="list-style-type: none">• Espectroscopia no Infravermelho• Espectrometria de Massas• Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear• Espectroscopia Raman• Difractometria de Raio-X	<ul style="list-style-type: none">• Eletroforese Capilar• Cromatografia Gasosa• Espectrometria de Mobilidade de íons• Cromatografia Líquida• Exame de Estrutura Microcristalina• Identificadores Farmacêuticos• Cromatografia em Camada Delgada• Exame Macroscópico e Microscópico (penas para <i>cannabis</i>)	<ul style="list-style-type: none">• Testes de Mudanças de Cor• Espectroscopia de Fluorescência• Imunoensaios• Ponto de Fusão• Espectroscopia no Ultravioleta

Fonte: SWGDRUG, 2016.

Logo, recomenda-se que quando uma técnica de *Categoria A* é utilizada para análise de uma amostra suspeita de ser droga ilícita, pelo menos mais uma outra técnica deve ser usada, podendo ser de qualquer uma das três categorias (A, B ou C). Todavia, quando uma técnica de *categoria A* não é usada, deve-se realizar pelo menos três técnicas diferentes, sendo pelo menos duas técnicas da *Categoria B*, desde que não sejam correlacionadas (SWGDRUG, 2016) – ou seja, não se deve usar, por exemplo, duas técnicas cromatográficas diferentes para a análise de um

mesmo material, uma vez que elas se baseiam num mesmo princípio de identificação (portanto, são correlacionadas).



COM A PALAVRA, O PERITO:



Perguntado sobre quais testes preliminares e definitivos comumente realiza para identificar drogas de abuso, o perito* respondeu:

“Para atender [as recomendações da SWGDRUG], a gente faz [a Espectroscopia de Infravermelho], que é uma técnica de categoria A, e uma de categoria C, que são os testes colorimétricos, como o Teste de Scott para cocaína e o Fast Blue Salt B para maconha. No caso do ecstasy, a gente usa o Reagente de Marquis (muitas vezes, a gente faz a Espectrometria de Massas desse material). Para o LSD, a gente tem o Reagente de Ehrlich, mas como, no selo, o LSD tem uma quantidade muito pequena, muitas vezes dá um resultado inconclusivo, não satisfatório... Aí a gente faz por Espectrometria de Massas, usando a CG (Cromatografia Gasosa) para separação” (NICK STOKES, 34 anos).

*Entrevista realizada com peritos das áreas de Balística Forense, Biologia Molecular, Engenharia Legal, Identificação Veicular, Química Forense e Perícias Externas, entre 29 de outubro e 06 de dezembro de 2019.

Deste modo, torna-se extremamente importante a presença de peritos criminais especializados em preparo de amostras e análise química instrumental nos laboratórios forenses, visando aumentar a confiabilidade dos resultados e as chances de sucesso na análise definitiva de substâncias suspeitas de serem ilícitas.

Perfil químico e rastreabilidade das drogas

Uma ação, em pleno desenvolvimento no Brasil, que vem surtindo efeito no combate ao tráfico de drogas é o desenvolvimento de perfis químicos das principais substâncias proibidas consumidas e comercializadas no país.

O intuito da criação dos perfis, que nada mais é do que um banco de dados com informações das drogas apreendidas, é identificar os grupos criminosos que as produzem e as vendem, fornecendo dados detalhados às autoridades policiais (e judiciais) para que possam melhor realizar seu trabalho, sobretudo na elucidação da dinâmica de muitos crimes praticados em regiões dominadas pelo tráfico de drogas.

Para tanto, a construção do perfil químico perpassa pela análise química e física dos entorpecentes, sobretudo quanto a sua forma de apresentação (estado físico, embalagens usadas, marcações e tipos de prensagens das drogas, assim como, a coloração delas), os componentes

químicos e suas concentrações (princípios ativos, impurezas, diluentes, adulterantes e substâncias mascarantes) e os teores de pureza da droga.

Como exemplo da aplicabilidade dessas ações, pode-se citar a identificação de grupos criminosos que utilizavam diferentes cores de embalagens ou adesivos para identificar o destino dos blocos prensados de maconha para as diferentes regiões brasileiras. O Primeiro Comando da Capital (PCC) – grupo narcotraficante fundado no Estado de São Paulo, que hoje já se faz presente em todo o país – também trocou os papelotes plásticos por pinos (tubos do tipo Eppendorf®) para embalar porções de cocaína, objetivando controlar o tráfico de drogas na região. Por último, a produção norte-americana *Breaking Bad* (distribuído pela *Sony Pictures Television*, em cinco temporadas, de 2008 a 2013), apesar de ser uma trama ficcional, também apresenta exemplos da identidade criminosa na apresentação do entorpecente: a droga presente no seriado é a metanfetamina, produzida com alto grau de pureza no formato de cristais azuis.

Assim, pelo estabelecimento do perfil químico das drogas, facilita-se o rastreamento delas no processo investigativo, fornecendo informações quanto à provável origem de sua produção (qual país ou região produtora, a partir das substâncias presentes), o destino delas (tráfico nacional ou internacional, regional ou local), os grupos que as traficam (onde exercem influência, como se identificam e seu *modus operandi*) e os produtos usados no seu refino (na tentativa de investigar e combater o desvio de produtos químicos controlados), aumentando, deste modo, cada vez mais a possibilidade de sucesso na solução e repressão desses crimes.



EXAME PRELIMINAR PARA DROGAS DE ABUSO

OBJETIVOS:

- Estudar conteúdos químicos a partir de experimentos (alguns análogos) para identificação preliminar de drogas de abuso.
- Discutir os aspectos políticos, econômicos, culturais e sociais do tráfico internacional de drogas.

CONTEÚDOS:

- Leis brasileiras que tratam do uso e do tráfico de drogas;
- Aspectos gerais da violência relacionada ao tráfico de entorpecentes;
- Exames preliminares e definitivos e ocorrência de falsos-positivos e falsos-negativos;
- Estrutura química de algumas drogas (grupos funcionais);
- Reações químicas (ácido/base, complexação, precipitação e oxidação/redução).

METODOLOGIA:

A metodologia proposta para esta atividade é a de uma *AULA LÚDICA-EXPERIMENTAL* com casos fictícios (conforme o exemplo a seguir), após discussão com os estudantes sobre a problemática da violência relacionada ao tráfico de drogas (esta atividade introdutória pode ser realizada no formato de uma roda de conversa, visando contextualizar os conhecimentos a serem construídos com a atividade lúdica-experimental).

Para tanto, sugere-se ao professor dividir a turma em grupos e entregar a cada um deles um caso fictício envolvendo a possível presença de drogas ilícitas, pedindo-lhes que realizem os procedimentos experimentais necessários. Ao final, os estudantes podem registrar suas análises e conclusões num relatório a ser entregue (como um laudo técnico, resguardadas as devidas distinções).

A partir de então, se houver disponível no laboratório solução de tiocianato de cobalto II (usada no teste de Scott, como exame preliminar para identificação de cocaína, derivados e substâncias análogas), pode-se proceder a realização dos testes com algumas substâncias lícitas que apresentam resultados falsos-positivos (como é o caso da lidocaína e da prometazina, que podem ser adquiridas em farmácias na forma de gel e comprimidos, respectivamente).

No entanto, caso não haja disponibilidade do reagente do teste de Scott, pode-se realizar algumas analogias experimentais, partindo-se de materiais de fácil aquisição, que sejam comumente encontrados nos laboratórios, como é o caso da solução aquosa de bromotimol (indicador ácido-base), do hidróxido de cálcio $[Ca(OH)_2]$ em pó e do amido (ou da farinha de trigo). Por sua vez, a reação do bromotimol com o hidróxido de cálcio produz resultado semelhante ao positivo do teste de Scott (quando este indica a presença de cocaína ou substâncias análogas), com o surgimento da cor azul. Já a reação do bromotimol com o amido (ou a farinha de trigo) se assemelha com o resultado negativo, não ocorrendo mudança de coloração (ou a depender do pH, se este for ácido, a coloração pode ficar entre o amarelo e o verde claro, mas nunca azul (**Quadro 4 e Figura 38**)).

Quadro 4. Comparação entre os resultados do teste de Scott e da analogia experimental para a presença de drogas.

TESTE	RESULTADO POSITIVO	RESULTADO NEGATIVO
Exame preliminar (Teste de Scott)	Coloração azul com precipitação (Com a presença de estruturas com aminas terciárias ou de sais de amônio quaternário, como a cocaína e a lidocaína)	Sem mudança de coloração (Sem a presença de estruturas com aminas terciárias ou de sais de amônio quaternário, como a cocaína e a lidocaína)
Analogia experimental	Coloração azul (pH básico pela presença de $\text{Ca}(\text{OH})_2$)	Sem mudança de coloração ou mudança de cor entre o amarelo e o verde claro (A depender do pH do amido ou da farinha de trigo, todavia não apresentará cor azul)

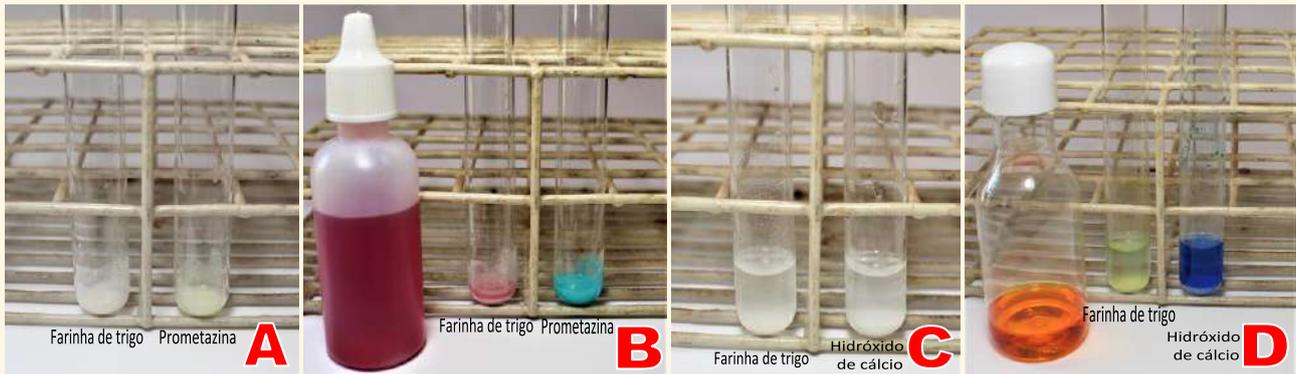


Figura 38. Teste de Scott, antes (A) e após (B) a aplicação de tiocianato de cobalto II, e analogia experimental, antes (C) e depois (D) da aplicação do indicador azul de bromotimol.

CASO FORENSE:

Durante uma inspeção de rotina num aeroporto brasileiro, policiais federais interceptaram uma mala suspeita, ao qual não continha as informações necessárias para seguir viagem. A bagagem seguiria para o Marrocos, que é notadamente uma das principais rotas estratégicas para o tráfico internacional de entorpecentes.

Após passar pelo *scanner* e dar mais motivos para os policiais ficarem ainda mais desconfiados da ocorrência de tráfico de drogas, os cães farejadores foram levados a examinar a mala. Todavia, ao contrário do que se esperava, os cães não emitiram nenhum sinal característico que indicasse a presença de material ilícito.

Não convencidos, os agentes da Polícia Federal solicitaram a presença do proprietário da bagagem, ao qual descobriram ser uma médica chilena, de 66 anos, que prestava serviço voluntário há mais de dois anos no referido país de destino. Em seguida, na presença da dona da mala, os agentes abriram a bagagem e se deparam com dezenas de caixas de medicamentos, cada uma contendo cinco sachês cheios de um pó branco. Os peritos federais foram acionados para examinar o material.

Diante do caso, quais testes devem ser realizados para constatar ou descartar a presença de substâncias ilícitas? Explique quais procedimentos devem ser adotados e os justifique conceitualmente. Por fim, como poderia ser descartada a hipótese de falso-positivo para uma substância permitida por lei?

DICA: pode-se entregar, a cada grupo, uma caixa com sachês de comprimidos de prometazina (substância permitida por lei, mas que resulta em falso-positivo no teste de Scott), se o reagente utilizado for o tiocianato de cobalto II. Caso se opte pela analogia experimental (com o uso de solução de azul de bromotimol), cada grupo deverá receber uma caixa com sachês contendo pequenas quantidades de hidróxido de cálcio. Além disso, visando aumentar um pouco mais a complexidade da atividade, pode-se fornecer aos grupos, independentemente do reagente/teste realizado, pós brancos diversos (como amido, farinha de trigo, pó de giz ou leite em pó) igualmente armazenadas em sachês (com objetivo de identificar a ocorrência de resultados negativos).

Por fim, reafirma-se que a analogia experimental se refere ao efeito visual (mudança de cor), uma vez que as substâncias e as reações químicas produzidas são diferentes do exame preliminar com tiocianato de cobalto II. Portanto, é crucial que o professor explique aos estudantes sobre as diferenças, estabelecendo comparações e explorando conceitualmente o teste de Scott em relação aos resultados da analogia experimental.

PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO:

Para a avaliação do processo de ensino-aprendizagem, propõe-se a análise da participação dos estudantes na roda de conversa (especialmente na construção dos argumentos) e na resolução dos casos forenses fictícios – inclusive a forma como realizaram os procedimentos experimentais e os relacionaram com os conceitos químicos estudados.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

CONCEIÇÃO, V. N.; SOUZA, L. M.; MERLO, B. B.; FILGUEIRAS, P. R.; POPPI, R. J.; ROMÃO, W. *Estudo do teste de Scott via técnicas espectroscópicas: um método alternativo para diferenciar cloridrato de cocaína e seus adulterantes*. **Revista Química Nova**, v. 37, n. 9, 2014, p. 1538-1544.

IPÓLITO, A. J.; OLIVEIRA, M. F. *Testes rápidos para detecção de substâncias entorpecentes*. In MARTINIS, B. S.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Química Forense Experimental**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.

VIEIRA, M. L.; VELHO, J. A. *Exame preliminar e definitivo de drogas de abuso*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.



ATENÇÃO: possíveis obstáculos epistemológicos e pedagógicos!



Assim como já foi discutido no **ROTEIRO DE ATIVIDADE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA** do *Capítulo 2*, é importante que sempre ao tratar desse tipo de assunto, deva-se fazê-lo de forma bastante responsável, uma vez que nem sempre se conhece a realidade dos estudantes, aos quais estes (ou pessoas próximas à eles) podem já ter vivenciado situações delicadas, relacionadas ao consumo e/ou ao tráfico de drogas. Assim, deve-se compreender que este tipo de atividade é mais uma possibilidade de discussão de temáticas com relevância pedagógica e social.

Quanto ao uso da analogia experimental, é importante que o professor esclareça aos estudantes as diferenças existentes com o exame preliminar, explorando conceitualmente cada uma das reações químicas (dispensando atenção necessária para a identificação de possíveis obstáculos à aprendizagem e eventuais erros conceituais). Isso se faz necessário para que a atividade não se esvazie de significado, mas que possibilite a construção de novos conhecimentos.

CAPÍTULO 7

FUNDAMENTOS DA TOXICOLOGIA FORENSE

A **Toxicologia Forense** é uma ciência multidisciplinar que se dedica ao estudo dos agentes tóxicos envolvidos em situações de interesse forense, aos quais incluem análises para detecção, determinação da composição e concentração desses agentes, bem como da ação deles no organismo, os processos de biotransformação e o tempo que perdura seus efeitos.

Para tanto, são comumente necessários conhecimentos químicos, bioquímicos, farmacêuticos, clínicos e de biologia molecular para a realização das análises toxicológicas, visando melhor atender aos questionamentos da Justiça.

Fundamentos da Toxicologia

As análises que envolvem crime onde se suspeita ter ocorrido envenenamento (proposital ou acidental), consumo de substâncias entorpecentes (seguida ou não de *overdose*), contaminações ocupacionais ou ambientais, ou ainda, testes para novos medicamentos e cosméticos, constituem-se em exemplos de como a pesquisa toxicológica se faz necessária cotidianamente.



COM A PALAVRA, O PERITO:



Perguntado se algum caso criminal, ao longo de sua carreira na perícia, havia sido marcante ou tenha lhe chamado a atenção, o perito relatou o caso de um envenenamento:

“Teve o caso do achocolatado aqui, em Cuiabá, há uns 3 ou 4 anos. Basicamente, uma pessoa [dono do estabelecimento] envenenou um achocolatado porque ela tinha um mercado, uma mercearia, e tinha uma pessoa furtando lá constantemente. E ela sabia quem era, aí ela deixou esse achocolatado com veneno para a pessoa ir lá, furtar e enfim... Aí a pessoa furtou e não bebeu, mas vendeu para uma senhora que deu para criança dela de 2 anos e, então, a criança veio à óbito por causa disso... Daí veio o conteúdo estomacal da criança. No caso, isso é feito pelo IML [Instituto Médico Legal], onde os médicos legistas fazem a necropsia e encaminham [o material do estômago]. E veio também o achocolatado [...], onde foi detectado o veneno, tanto no estômago, quanto no achocolatado. Esse é o caso mais marcante, inclusive para a Politec, porque é um caso que só foi elucidado por causa da perícia, já que se não fosse o trabalho do perito, qualificado, capacitado, não tivesse feito o trabalho bem feito, seria um caso que não iria descobrir de outras formas, pois tinha suspeita de envenenamento, mas se não encontrasse o veneno lá, o suspeito poderia simplesmente falar que não fez e pronto! E não ia ser elucidado [...]. É um caso muito evidente que a gente não pode fazer justiça com as próprias mãos, pois tem o Estado para isso. E isso virou uma tragédia!” (NICK STOKES, 34 anos).

*Entrevista realizada com peritos das áreas de Balística Forense, Biologia Molecular, Engenharia Legal, Identificação Veicular, Química Forense e Perícias Externas, entre 29 de outubro e 06 de dezembro de 2019.

Logo, devido ao amplo campo de atuação científica e prática, a Toxicologia abarca divisões com diferentes finalidades, dentre as quais: a Analítica (ou Química), a Clínica (ou Médica) e a Experimental – que passam a atender a demanda por análises toxicológicas ambientais, ocupacionais, sociais, de alimentos, de medicamentos, de cosméticos e forenses, por exemplo (OGA et al., 2008).

Em todos esses casos, os profissionais da Toxicologia – incluindo-se os peritos criminais que atuam nesse campo – acabam lidando com conceitos que são fundamentais à compreensão dessa Ciência, os quais serão aqui esclarecidos (mesmo que de maneira breve e pouco aprofundada), dentre eles os de: agente tóxico, toxicidade, efeito nocivo, antídoto, fases de intoxicação, DL50, interações metabólicas, vias de administração e fisiologia básica, bioindicadores e biomarcadores, toxicocinética e toxicodinâmica.

Agente tóxico ou *toxicante* é qualquer substância capaz de exercer efeito danoso ou de induzir danos à um organismo vivo. Sua ação sempre estará sujeita à fatores qualitativos e quantitativos. Do ponto de vista qualitativo, os efeitos dependerão da susceptibilidade da espécie (o chocolate, por exemplo, pode fazer mal aos cães e não aos humanos) e do próprio indivíduo, incluindo-se: o seu *estado nutricional*, em casos de desnutrição é comum a diminuição do número de enzimas para metabolizar/biotransformar o toxicante; a *idade*, como a fragilização da

resistência imune em idosos, ou quando ela é pouco desenvolvida em recém-nascidos; e o *sexo*, uma vez que há substâncias que causam danos às mulheres e não aos homens (e vice-versa), especialmente quando elas estão gestantes, como é o caso do medicamento Talidomida®. Já os aspectos quantitativos se relacionam à dose e à concentração administrada no indivíduo ou ao qual ele tenha sido exposto.

Já a *toxicidade* é a propriedade do agente tóxico em produzir *efeito nocivo* ou induzir disfunção metabólica. Sendo que esses efeitos podem:

- **Afetar a função:** diminuindo as respostas imunológicas à uma nova sobrecarga do toxicante, devido a morte de células e/ou inibição (ou inativação) de enzimas que participam da biotransformação (metabolização do toxicante, visando a excreção);
- **Afetar a homeostasia:** podendo alterar o equilíbrio normal do organismo, tais como: o pH, a temperatura corporal, a concentração hídrica (quantidade de água) e a manutenção da glicemia (glicose no sangue);
- **Aumentar a susceptibilidade às exposições posteriores:** promovendo a fragilização do organismo, fazendo com esteja suscetível também a outros tipos de agentes tóxicos, sejam eles químicos, físicos, biológicos ou sociais.

Após a exposição à um agente tóxico, efeitos nocivos podem ser desencadeados no organismo, processo este que é denominado de *intoxicação*. A intoxicação pode ser dividida didaticamente em quatro fases, segundo OGA et al. (2008, p. 6):

- **Exposição:** relaciona-se ao contato entre a substância e o indivíduo, da qual se considera as diferentes vias de administração ou formas de exposição ao toxicante, a dose ministrada, sua concentração e o tempo de exposição, além das características físico-químicas do próprio agente tóxico e da susceptibilidade individual a ele;
- **Toxicocinética:** compreende os modos de absorção, distribuição e armazenamento do toxicante pelo indivíduo, bem como os processos (ou tentativas) de biotransformação dessas substâncias, incluindo-se a velocidade de excreção pelo organismo – que estão diretamente relacionadas às propriedades do toxicante, em especial, a sua biodisponibilidade (ou seja, o quanto da substância pode ser “aproveitada” pelo organismo);

- **Toxicodinâmica:** diz respeito ao que o toxicante faz com o organismo, incluindo-se o surgimento dos desequilíbrios homeostáticos (alteração da concentração hídrica, da temperatura corporal, da glicemia, do pH, etc.)
- **Clínica:** dá-se pelo aparecimento dos sinais (que são observados via exames) e sintomas (que são relatados pelo próprio indivíduo) desencadeados pelos efeitos nocivos do toxicante.

Por outro lado, o agente tóxico pode ser neutralizado por um *antídoto* (ou *inibidor*), que nada mais é do que uma substância que “antagoniza” os efeitos nocivos do toxicante.

Neste sentido, para que uma determinada substância seja capaz de provocar danos à um organismo, a sua quantidade deve ser considerada. Assim, visando estabelecer alguns parâmetros para indicar o quão mortal é uma determinada substância, criou-se a Dose Letal 50 (DL50, ou dose letal mediana): uma medida que indica a quantidade de toxicante necessária para causar óbito em 50% da população em estudo (geralmente de ratos, cujos dados são transpostos estatisticamente para os seres humanos). Como exemplo podemos citar: a nicotina (um dos componentes do cigarro), cuja DL50 gira em torno de 1mg/Kg (o que equivale à 0,08g para uma pessoa adulta pesando cerca de 80 Kg); o etanol, que tem a DL50 igual à 7,06g/Kg (a determinação deste parâmetro foi feita com ratos, via ingestão oral, tendo possivelmente valores semelhantes para o ser humano); e a água, que tem DL50 de 90g/Kg (ou seja, se uma pessoa de 90Kg ingerir cerca de 8,1 litros de água de uma única vez, há 50% de chance que ela morra).

Em conformidade com esse parâmetro, cabe destacar o famoso enunciado do médico e alquimista alemão Paracelsus (1493-1541), ao qual afirmou: “Todas as substâncias são venenos, não existe nada que não seja veneno. Somente a dose correta diferencia o veneno do remédio” (SOUZA, 2019). Ou ainda, em traduções populares posteriores: *a diferença entre o remédio e o veneno está na dose*.

Em tempo, o conceito de *veneno* pode ser entendido como sendo toda substância capaz de causar intoxicação ou óbito àqueles que a ela tenham sido expostos, mesmo que em pequenas quantidades (OGA et al., 2008).

Contudo, não é somente a dose que tem relação direta com os efeitos nocivos provocados ao organismo, mas é importante também a forma como ela é administrada. E isso está intimamente relacionado à fisiologia do local de exposição. Para tanto, em termos práticos, a ordem das vias de acesso que apresentam os maiores riscos – em condições gerais e considerando

um mesmo toxicante – de exposição são (em ordem crescente): dérmica (contato com a pele), oral (pela boca, seguindo todo o percurso do aparelho digestivo), intradérmica (subcutânea, abaixo da pele), intramuscular (no tecido muscular), intraperitoneal (no tecido abaixo do músculo), pulmonar (ou inalatória, com absorção pelos pulmões) e intravenosa (na corrente sanguínea).

Diante disso, a inalação pulmonar de um toxicante, geralmente, é mais preocupante que a exposição dérmica, por exemplo. Isso porque o tecido dérmico é menos vascularizado, sendo a pele a primeira barreira de proteção do indivíduo, com diversas camadas (epiderme, derme e hipoderme). Já na administração pulmonar, corre-se maiores riscos devido à sua alta vascularização, que pelas trocas gasosas ocorridas nos alvéolos pulmonares, torna-se possível a rápida distribuição do agente tóxico por todo o metabolismo, além de poder causar problemas também na captação e distribuição de gás oxigênio (O₂).

Por outro lado, quando o toxicante, após a exposição, adentra ao organismo, algumas interações metabólicas são possíveis pela administração de outras substâncias, as quais podem provocar situações que agravem ainda mais os efeitos nocivos, mesmo que a intenção seja de tentar inibi-los. Assim, a interação metabólica pode ser do tipo: sinérgica de adição (quando os efeitos da nova substância se soma aos efeitos do toxicante), sinérgica de potenciação (quando uma substância é capaz de potencializar os efeitos da outra) ou antagônica (no caso do antídoto, que inibi ou neutraliza a ação do toxicante). Situações desse tipo são mais comuns em casos de automedicação (sem a devida orientação médica) ou em tentativas de suicídio pela ingestão de diferentes medicamentos.

Logo, visando detectar processos de intoxicação ou possibilidade de envenenamento, sobretudo em investigações forenses, exames toxicológicos podem ser realizados a partir da análise instrumental de matrizes biológicas (sangue, urina, fezes, suor, sêmen, saliva, pelo, cabelo e unha, por exemplo), especialmente para identificar e quantificar os toxicantes e seus metabólitos (produtos da biotransformação), bem como examinar a presença de biomarcadores.

Os *biomarcadores* são moléculas (como as enzimas de biotransformação) que quando quantificadas podem oferecer parâmetros para se verificar prováveis distúrbios metabólicos (inclusive a intensidade deles e o estágio dos danos) e intoxicação. Assim, os biomarcadores são parâmetros que apontam informações mais individualizadas, diferentemente dos chamados *bioindicadores* – que são organismos vivos (como fungos, plantas, aves ou peixes) muito sensíveis à determinados agentes tóxicos; logo, na presença deles, os bioindicadores podem apresentar

alterações morfológicas, metabólicas ou comportamentais, que indicam contaminação numa população ou ecossistema, por exemplo.

Desta forma, utilizando-se do entendimento profundo desses processos e de muitos outros, concomitantemente com as diversas técnicas e metodologias desenvolvidas ao longo das últimas décadas, os toxicologistas forenses têm contribuído cada vez mais na resolução de crimes, dando suporte fundamental às decisões dos tribunais.

Efeitos toxicológicos de algumas drogas de abuso

As chamadas drogas de abuso, drogas de uso recreacional ou entorpecentes são substâncias proibidas por lei, uma vez que apresentam, na maioria das vezes, alto potencial de causar dependência física e psíquica aos seus usuários. Essa dependência é resultado dos efeitos químicos que elas produzem no metabolismo, especialmente pela alteração da produção e liberação de hormônios relacionados à sensação de prazer e bem-estar.

Dentre os mais variados tipos de drogas ilícitas existentes, pode-se exemplificar os principais efeitos produzidos por aquelas que estão amplamente disseminadas no país, as quais são: a maconha, a cocaína, o *crack*, o *ecstasy* e o LSD.

A maconha é uma droga natural, preparada a partir do extrato desidratado e picado da planta *Cannabis sativa* (**Figura 39**). Esse vegetal, cujos efeitos já são conhecidos há mais de quatro milênios (RIBEIRO et al., 2005), é bastante comum na América do Sul, especialmente na Bolívia e no Paraguai, que são os seus maiores produtores e exportadores, abastecendo grande parte do comércio ilegal mundial.



Figura 39. Forma mais comum de apresentação da maconha.

Devido à simplicidade do cultivo, do rápido e prático processo de preparação da droga e do aproveitamento de praticamente toda a planta (tendo a maior concentração de substâncias narcóticas nas folhas e, principalmente, nas flores; já as demais partes também pode contê-las, exceto as raízes), a maconha é atualmente o entorpecente mais distribuído e consumido no Brasil, fazendo-se presente em todas as classes sociais.

Por outro lado, devido às características adaptativas da planta à região tropical, sua produção também tem sido realizada no Brasil em pequena escala, inclusive nas próprias casas dos usuários e/ou traficantes (geralmente, no fundo do quintal, misturada à outras plantações, ou ainda, em cômodos escondidos dentro de casa – equipados com iluminação artificial e aplicação de fertilizantes, ou até, em alguns casos, por meio do cultivo hidropônico), dificultando substancialmente o trabalho de repressão policial à esses crimes.

A maconha (*baseado*, *beck* ou *marijuana*, como também é popularmente conhecida) apresenta dezenas de substâncias canabinoides com efeitos fisiológicos – dentre eles: o canabidiol e o canabinol –, com destaque para o delta-9-tetrahydrocannabinol (THC) (**Figura 40**), cuja concentração varia de 0,5 a 4%, segundo Velho et al. (2017), na mistura final.

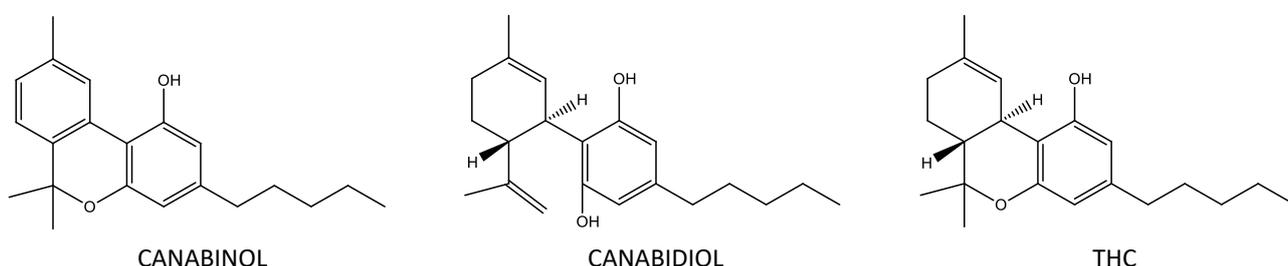


Figura 40. Algumas das substâncias canabinoides encontradas na maconha.

O THC é a substância de maior efeito psicoativo que contém na maconha. Sua ação ocorre no sistema nervoso central, alterando a modulação neural dopaminérgica. O THC é classificado como uma droga de efeito alucinógeno, pois provoca alterações nas percepções sensoriais, na memória, nos sentimentos e no pensamento, podendo culminar em quadros de alucinações.

Logo após o seu uso – de 20 a 30 minutos se fumada (a partir de cigarros contendo entre 2 e 5mg de THC) (RIGONI et al., 2006), e de uma a duas horas se ingerida (em *brownies* e coquetéis, por exemplo, cuja quantidade pode variar consideravelmente) –, aparecem os principais “efeitos positivos”, aos quais incluem: aumento da autoconfiança e autoestima, “sensação de relaxamento,

os cinco sentidos ficam mais aguçados, qualquer coisa torna-se divertida, euforia e aumento de prazer sexual” (RIGONI et al., 2006).

Terminado o tempo de ação da maconha – que pode durar por até 12 horas, a depender da forma e quantidade de consumo –, efeitos negativos podem surgir, mesmo que em diferentes graus de intensidade, como os de ansiedade, angústia, paranoia, desatenção e diminuição da capacidade intelectual e motora. Do ponto de vista físico-clínico, são comuns também o aumento do apetite (popularmente conhecida como *larica*), taquicardia (aceleração dos batimentos cardíacos), midríase (dilatação das pupilas), boca seca, dentre outros.

Ribeiro et al. (2005) e Rigoni et al. (2006), em pesquisa sobre os efeitos do consumo e dependência da maconha, relataram que problemas de aprendizagem pode ocorrer à longo prazo, além de efeitos como perda de memória, diminuição da motivação para realizar as atividades cotidianas (apatia e improdutividade), depressão, desregulação da menstruação, perda de libido e infertilidade (devido à diminuição da produção do hormônio testosterona) e quadros de psicoses.

Rigoni et al. (2006) ainda chamam a atenção para o período da adolescência, na qual o uso dessa substância pode ter significativas consequências no rendimento escolar dos jovens (refletindo em reprovações, muitas vezes), bem como eles podem apresentar graves transtornos nos seus desenvolvimentos físico, psíquico e social.

O exame toxicológico para verificar se houve consumo de maconha é feito, geralmente, coletando-se sangue, se a suspeita for de uso recente e esporádico (em torno de até 24 horas depois), ou urina, caso se tenha passado até 15 dias do uso. Em períodos maiores, considerando-se intervalos de tempo desde o último uso, recomenda-se o teste em fios de cabelo ou em raspas de unhas, já que essas matrizes comportam pistas do seu consumo por até seis meses.

Quanto à cocaína (na forma de sal orgânico, cloridrato de cocaína) e o *crack* (na forma de base livre) (**Figura 41**), esclarece-se que ambas são originadas a partir de preparados (refino) das folhas da planta *Erythroxylum coca*, usando-se diversos produtos químicos (como ácidos, hidróxidos, solventes, sais e óxidos).

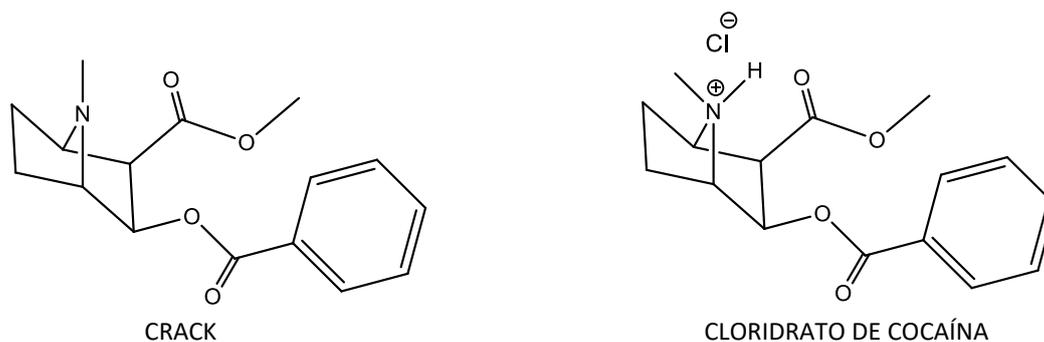


Figura 41. Estrutura química da cocaína na forma de base livre (*crack*) e de sal orgânico (cloridrato de cocaína).

Além do cloridrato de cocaína e do *crack*, o processo de produção parte também de outras formas de apresentação, como a merla e a pasta-base (**Figura 42**).



Figura 42. Pasta-base de cocaína armazenada em tubos Eppendorf®.

Os principais países produtores de cocaína são: a Bolívia, o Peru e a Colômbia. Nos dois primeiros, juntamente com algumas regiões da Argentina, é legal o consumo das folhas de coca *in natura* (cujos teores de cocaína podem chegar próximo à 1,5%), uma vez que elas têm propriedades de aumentar a resistência física, diminuir o apetite e o cansaço.

Analisando estruturalmente as substâncias originadas das folhas de coca, observa-se que a maior parte delas são classificadas como alcaloides, pois apresentam caráter básico (*álcali*) e suas estruturas contêm “compostos nitrogenados farmacologicamente ativos” (FARIAS, 2015, p. 35).

A cocaína e seus derivados, além de terem efeito anestésico local, apresentam rápida ação no sistema nervoso central, produzindo o chamado “efeito gangorra” (euforia-depressão): na qual se inicia com o estágio de euforia, insônia, falta de apetite e excitação, logo após o seu consumo, e termina com a instalação do estado depressivo, motivando o usuário a procurar a droga cada vez mais e à todo custo (em alguns casos, até cometendo crimes para consegui-las), tornando-o um compulsivo dependente químico.

Com o uso prolongado desse entorpecente pode ocorrer ainda quadros clínicos de taquicardia, insônia, convulsões, danos cerebrais, depressão profunda e crises psicológicas em variados níveis. Em consonância, é comum aos dependentes irem adquirindo tolerância à droga, fazendo com que consumam quantidades cada vez maiores para terem os mesmos efeitos, aumentando assim as chances de morte por *overdose* (ou *última dose*), já que as “concentrações letais estão entre 1,0 e 2,5 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ (micrograma de droga por cm^3 sangue), ou em termos práticos, algo em torno de 200mg” (FARIAS, 2015, p. 37).

O consumo desses alcaloides se dá basicamente por três formas: aspiração do pó de cocaína, cujos efeitos aparecem entre 3 e 5 minutos; via intravenosa do pó solubilizado em água, aonde os efeitos se iniciam em cerca de 30 segundos; ou por aquecimento (à 95°C) seguido da inalação do *crack*, pelo qual os efeitos passam a ser sentidos depois de 5 a 8 segundos (MALDANER; BOTELHO, 2012, p. 46), podendo viciar já no primeiro uso. Como curiosidade, o nome “*crack*” remete ao barulho (estalos) emitido quando ele é aquecido (OLIVEIRA et al., 2009).

A cocaína é frequentemente a droga que apresenta a maior quantidade de impurezas (provenientes do refino) e adição de interferentes, adulterantes e diluentes. Com isso, devido à presença de um grupamento éster na molécula da droga, reações de hidrólise são bastante comuns, seja pelas condições impróprias de armazenamento, seja após o seu consumo, dentro organismo do usuário (processo de biotransformação, realizada principalmente no fígado).

De acordo com Maldaner e Botelho (2012, p. 44), a hidrólise pode acontecer em quaisquer condições de pH: se neutro ou básico, ela origina a benzoilecgonina; se ácido, há formação de metilecgonina ou ecgonina mais ácido benzoico e metanol (ambos, ao sofrerem reação de esterificação, produzem benzoato de metila, responsável pelo odor característico da cocaína, conforme a **Figura 43**).

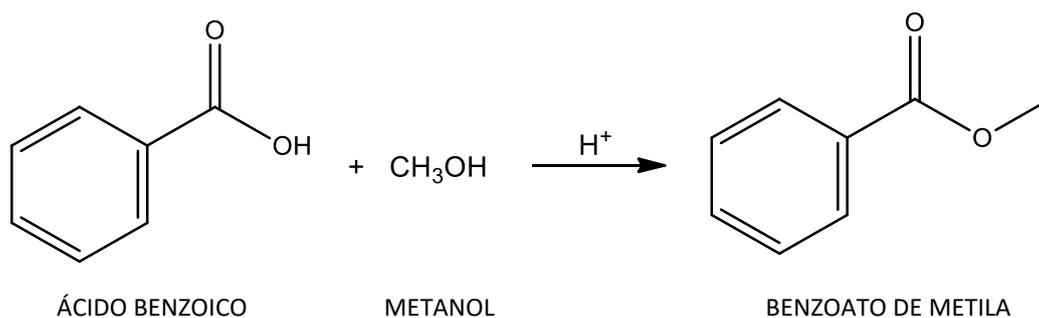


Figura 43. Reação química entre ácido benzoico e metanol para a produção do benzoato de metila (principal responsável pelo odor característico da cocaína).

Portanto, no exame toxicológico para cocaína e drogas correlatas, fez-se necessário sobretudo a pesquisa dos produtos da sua biotransformação, tendo em vista que sua detecção com concentrações razoáveis pode acontecer até seis dias após o uso, desde que utilizando matrizes como sangue, saliva, urina e meconio (para recém-nascidos cujas mães sejam usuárias). A partir desse período, as chances mais promissoras acontecem com o exame de fios de cabelo, pelos e unhas de usuários crônicos que estejam passando por períodos de abstinência (sem uso da droga).

O *ecstasy* (3,4-metilenodioximetanfetamina, ou MDMA), geralmente encontrado na forma de comprimidos ou cápsulas, é uma droga sintética produzida a partir da anfetamina (**Figura 44**). Inicialmente, ele chegou a ser usado para fins de emagrecimento, uma vez que auxiliava no controle do apetite (XAVIER et al., 2008). Contudo, com a proibição e popularização, seu uso passou a ser mais comum entre os jovens que frequentam festas noturnas do tipo *tecno* e *raves* (que são caracterizadas por tocarem músicas eletrônicas contínuas, por várias horas ou dias, exigindo muita disposição física).

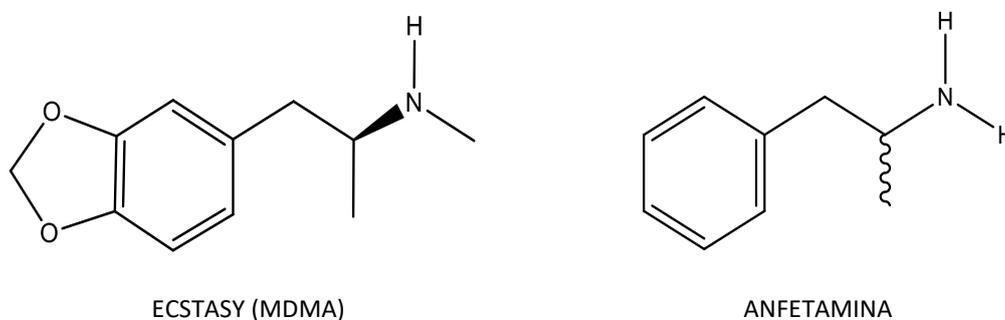


Figura 44. Estrutura química do ecstasy e de uma anfetamina.

Após administração oral, a ação da MDMA se dá em torno de 20 a 60 minutos. A “pílula do amor”, como também é conhecida, age no sistema nervoso central, aumentando a secreção e diminuindo a reabsorção dos hormônios serotonina, dopamina e noradrenalina (IPÓLITO; OLIVEIRA, 2015, p. 33). Como efeito, ela produz ação estimulante e alucinógena, gerando sensação de bem-estar, euforia, aumentando a autoconfiança e a sociabilidade, além de alterações significativas na percepção sensorial.

Contudo, passado os efeitos iniciais – que pode perdurar de duas a quatro horas, considerando uma ingestão moderada de 75 a 100mg (XAVIER et al., 2008) –, pode ocorrer sintomas que dependerão do tempo, da dose e da susceptibilidade de cada indivíduo, ao quais pode incluir, segundo Souza et al. (2003), de taquicardia, bruxismo (cerrar e ranger os dentes), sudorese (suor excessivo) e náuseas até dormência, alucinações, exaustão, depressão, danos hepáticos e, em altos níveis de intoxicação, a morte. Além disso, estudos revelam que esses efeitos podem durar até cerca de duas semanas após a sua ingestão.

Já o exame toxicológico para atestar o uso de *ecstasy* e outras anfetaminas, também acontece nas mesmas matrizes que as demais drogas aqui já citadas. No entanto, destaca-se que cerca de 65% dela é comumente eliminada na urina sem sofrer alterações estruturais. Já o restante é metabolizado quase em sua totalidade pelo fígado (XAVIER et al., 2008).

Outro entorpecente bastante disseminado no Brasil é o LSD (dietilamina do ácido lisérgico, ou LSD₂₅) (**Figura 45**), cuja venda acontece geralmente em selos de papel filtro, embebidos com solução da droga, para uso sublingual. O LSD é uma droga sintética incolor e inodora, com estruturas semelhantes às substâncias produzidas por fungos (cogumelos) da espécie *Claviceps purpurea* (IPÓLITO; OLIVEIRA, 2015, p 31).

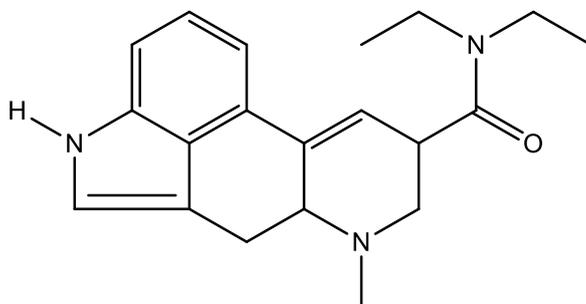


Figura 45. Estrutura química da dietilamina do ácido lisérgico (LSD).

O LSD é mais usado por frequentadores da vida noturna, assim como o *ecstasy*. Sua ação acomete potencialmente o sistema nervoso central, especialmente modificando os níveis de serotonina. Logo, com pequeníssimas doses da droga (em torno de 30 µg), os usuários já sentem efeitos como euforia, alterações da percepção sensorial (as cores ficam mais vivas e os sons mais audíveis) e alucinações intensas (FARIAS, 2015, p. 44). Todavia, normalmente ocorrem também, durante ou após os efeitos primários, midríase, taquicardia, sudorese, alucinações violentas e desagradáveis, náusea e depressão, além dos chamados *flashbacks* (os usuários podem voltar a ter as alucinações mesmo decorridos muito tempo de seu uso).

A toxicologia para verificar a ingestão de LSD segue os mesmos preceitos das demais drogas de abuso, com especial atenção à realização de exames usando a urina como matriz, pelo qual a maior parte dos metabólitos é eliminada, tendo em vista que o LSD passa por intensa metabolização hepática.

Para além das substâncias proibidas, há muitas outras que também podem causar dependência química. Estas substâncias, entretanto, recebem atenção especial, uma vez que são de uso controlado (com exceção das bebidas alcoólicas e do fumo), estando presente geralmente em medicamentos analgésicos, regulares hormonais e aqueles relacionados aos diversos transtornos mentais.

Efeitos do álcool, legislação brasileira e teste de alcoolemia

O etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) é um composto orgânico pertencente ao grupo dos álcoois. O álcool etílico (ou simplesmente álcool, como é popularmente conhecido o etanol) está muito presente nas nossas vidas, tanto como combustível em veículos automotores, quanto nos alimentos (como massa de pastéis, pratos flambados e trufas de caipirinha e licor, por exemplo), nas bebidas alcoólicas e nos produtos de limpeza (desengordurantes e desinfetantes, principalmente) que usamos no dia a dia.

No entanto, o etanol quando consumido em excesso, como qualquer outra substância, pode produzir efeitos nocivos ao organismo, sobretudo alterações metabólicas que podem atingir a percepção da realidade e a destreza motora dos seus consumidores. Hoffmann et al. (1996), em estudo sobre a epidemiologia do álcool e seus efeitos, relacionaram informações sobre os efeitos

causados em condutores de veículos de acordo com a variação da concentração alcoólica no sangue (em gramas de etanol por litro de sangue) (**Quadro 5**).

Quadro 5. Efeitos do consumo de álcool em condutores de veículos de acordo com a concentração no sangue.

Concentração de álcool no sangue (g/L)	Efeitos do consumo de álcool em condutores de veículos	Situação Geral
0,1	- Aparentemente não existe área cerebral afetada e a conduta externa é normal.	Efeitos mínimos (0,1-0,5g/L)
0,2	- Apresenta uma sensação subjetiva de vigor, simpatia e maior sociabilidade.	
0,5-0,8	- Reação demorada, lenta; - Euforia no condutor, distensão e bem-estar; - Início de impulsividade e agressividade ao volante; - Início de perturbação motora; - Tendência à inibição emocional; - Pode-se manter certo nível de controle.	Zona de alarme (0,5-0,8g/L)
1,0	- Existe depressão das áreas motoras provocando movimentos oscilantes, passos cambaleantes, grosserias, linguagem descoordenada.	Direção perigosa (0,8-1,5g/L)
1,5	- Estado de embriaguez importante; - Reflexos muito perturbados e lentidão das respostas; - Problemas sérios de coordenação; - Perda do controle preciso dos movimentos; - Dificuldades de concentração da vista; - Diminuição notável da vigilância e percepção do risco.	
2,0	- Atinge todas as áreas motoras e o cérebro médio, ficando o alcoolizado instável emocionalmente, com náuseas e controle dos esfínteres diminuídos.	Direção altamente perigosa (1,5-3,0g/L)
3,0	- O álcool compromete mais, agravando a área sensorial do cérebro; - Embriaguez nítida com efeitos narcóticos e confusão; - Mudanças imprevisíveis no comportamento: agitação psicomotora; - Perturbações psico-sensoriais e visível confusão mental; - Vista dupla e atitude titubeante.	
4,0-5,00	- Embriaguez profunda; - Estupor analgésico e progressiva inconsciência; - Abolição dos reflexos, paralisia e hipotermia; - Pode desembocar em coma.	Direção impossível (Maior que 3,0g/L)
5,0-7,0	- O álcool atinge todo o cérebro e provoca a paralisia do centro respiratório e morte; - O álcool pode provocar ainda o <i>delirium tremens</i> , que é uma encefalopatia aguda em alcoólicos crônicos fisicamente comprometidos.	

Fonte: Adaptado de Hoffmann et al. (1996).

Conforme se verifica no **Quadro 5**, mesmo em pequenas quantidades, o álcool pode trazer sérias consequências aos usuários, especialmente quando estes estão sob direção, o que aumenta exponencialmente as chances de ocorrer acidentes de trânsito, provocando danos, muitas vezes, permanentes (como amputações, para ou tetraplégica, danos neurológicos e problemas psiquiátricos, como: depressão e estresse pós-traumático) ou morte, envolvendo não somente o alcoolizado, mas normalmente muitas outras pessoas, vítimas da imprudência, inclusive os

familiares. Ademais, acidentes oriundos da mistura entre álcool e direção veicular também impactam financeiramente o Estado, aos quais tem que arcar com a maioria dos custos operacionais e hospitalares envolvidos.

Contudo, para além dos perigos relacionados à ingestão de álcool por condutores de veículos, cabe mencionar que problemas como cirrose hepática, câncer no trato digestivo, alterações hormonais e envelhecimento precoce são alguns dos riscos provocados pelo consumo excessivo e prolongado do etanol. Do mesmo modo, pesquisas apontam também que o uso de álcool durante a gestação aumenta consideravelmente a probabilidade de haver má-formação fetal, problemas neurológicos e de crescimento, além de anomalias comportamentais (MESQUITA, 2010).

Apesar do álcool ser uma substância lícita, inclusive tida como ingrediente de alguns elementos culturais brasileiros (como a caipirinha e o canjinha), ele é uma droga psicotrópica, já que atua no sistema nervoso central (conforme os sinais e os sintomas já elencados), podendo até causar dependência: o alcoolismo.

Desta forma, visando proporcionar maior segurança no trânsito, algumas legislações foram estabelecidas no Brasil, dentre elas: a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), bem como as suas posteriores alterações, em especial a Lei nº 11.705, de 19 de junho de 2008 (mais conhecida como *Lei Seca*); a Lei nº 12.760, de 20 de dezembro de 2012; e a Resolução nº 432, de 23 de janeiro de 2013, do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN).

A propalada Lei Seca (BRASIL, 2008) produziu alterações significativas no CTB, estabelecendo medidas mais duras para a prevenção de infrações e combate de crimes de trânsito ocasionados por condutores alcoolizados. Quatro anos depois, com a Lei nº 12.760, de 20 de dezembro de 2012 (BRASIL, 2012a), houve maior endurecimento da legislação de trânsito, ao qual disciplinou maiores valores de multa e eliminou a concentração máxima permitida de álcool no sangue para os motoristas e motociclistas.

Considerando essas alterações, o referido CTB passou a estabelecer algumas penalidades para o condutor que dirigir alcoolizado ou sob efeitos de drogas, e ainda, para aqueles que confiarem a direção veicular a quem esteja sob os efeitos dessas substâncias. Assim, abarca-se, na legislação, desde infrações de trânsito até medidas administrativas e multas, conforme se observa nos artigos 165 e 166 (BRASIL, 1997):

Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 e suas alterações

Art. 165. Dirigir sob a influência de álcool ou de qualquer outra substância psicoativa que determine dependência: (Redação dada pela Lei nº 11.705, de 2008)

Infração - gravíssima; (Redação dada pela Lei nº 11.705, de 2008)

Penalidade - multa (dez vezes) e suspensão do direito de dirigir por 12 (doze) meses.

Medida administrativa - recolhimento do documento de habilitação e retenção do veículo, observado o disposto no § 4º do art. 270 da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 - do Código de Trânsito Brasileiro. (Redação dada pela Lei nº 12.760, de 2012)

Parágrafo único. Aplica-se em dobro a multa prevista no caput em caso de reincidência no período de até 12 (doze) meses. (Redação dada pela Lei nº 12.760, de 2012)

Art. 166. Confiar ou entregar a direção de veículo a pessoa que, mesmo habilitada, por seu estado físico ou psíquico, não estiver em condições de dirigi-lo com segurança:

Infração - gravíssima;

Penalidade – multa.

Todavia, caso haja crimes (como lesão corporal ou homicídio culposo) decorrentes da direção veicular sob o efeito de álcool ou de outras substâncias psicoativas, poderá ocorrer responsabilização penal do infrator nos termos do Código Penal e do Código de Processo Penal, de acordo com os artigos 291, 302 e 303 do CTB (BRASIL, 1997):

Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 e suas alterações

Art. 291. Aos crimes cometidos na direção de veículos automotores, previstos neste Código, aplicam-se as normas gerais do Código Penal e do Código de Processo Penal, se este Capítulo não dispuser de modo diverso, bem como a Lei nº 9.099, de 26 de setembro de 1995, no que couber.

§ 1º Aplica-se aos crimes de trânsito de lesão corporal culposa o disposto nos arts. 74, 76 e 88 da Lei nº 9.099, de 26 de setembro de 1995, exceto se o agente estiver:

I - sob a influência de álcool ou qualquer outra substância psicoativa que determine dependência; (Incluído pela Lei nº 11.705, de 2008)

[...]

§ 2º Nas hipóteses previstas no § 1º deste artigo, deverá ser instaurado inquérito policial para a investigação da infração penal. (Incluído pela Lei nº 11.705, de 2008)

[...]

§ 4º O juiz fixará a pena-base segundo as diretrizes previstas no art. 59 do Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940 (Código Penal), dando especial atenção à culpabilidade do agente e às circunstâncias e consequências do crime. (Incluído pela Lei nº 13.546, de 2017)

Art. 302. Praticar homicídio culposo na direção de veículo automotor:

Penas - detenção, de dois a quatro anos, e suspensão ou proibição de se obter a permissão ou a habilitação para dirigir veículo automotor.

[...]

§ 3º Se o agente conduz veículo automotor sob a influência de álcool ou de qualquer outra substância psicoativa que determine dependência: (Incluído pela Lei nº 13.546, de 2017)

Penas - reclusão, de cinco a oito anos, e suspensão ou proibição do direito de se obter a permissão ou a habilitação para dirigir veículo automotor. (Incluído pela Lei nº 13.546, de 2017)

Art. 303. Praticar lesão corporal culposa na direção de veículo automotor:

Penas - detenção, de seis meses a dois anos e suspensão ou proibição de se obter a permissão ou a habilitação para dirigir veículo automotor.

[...]

§ 2º A pena privativa de liberdade é de reclusão de dois a cinco anos, sem prejuízo das outras penas previstas neste artigo, se o agente conduz o veículo com capacidade psicomotora alterada em razão da influência de álcool ou de outra substância psicoativa

que determine dependência, e se do crime resultar lesão corporal de natureza grave ou gravíssima. (Incluído pela Lei nº 13.546, de 2017)

Para tanto, as infrações serão aplicadas de acordo com a confirmação da presença de teor alcoólico no sangue ou no ar alveolar (artigo 276), sendo que se comprovada a alteração da capacidade psicomotora do condutor (incisos I e II do artigo 306), este poderá responder criminalmente (BRASIL, 1997):

Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 e suas alterações

Art. 276. Qualquer concentração de álcool por litro de sangue ou por litro de ar alveolar sujeita o condutor às penalidades previstas no art. 165. (Redação dada pela Lei nº 12.760, de 2012)

Parágrafo único. O Contran disciplinará as margens de tolerância quando a infração for apurada por meio de aparelho de medição, observada a legislação metrológica. (Redação dada pela Lei nº 12.760, de 2012)

Art. 306. Conduzir veículo automotor com capacidade psicomotora alterada em razão da influência de álcool ou de outra substância psicoativa que determine dependência: (Redação dada pela Lei nº 12.760, de 2012)

Penas - detenção, de seis meses a três anos, multa e suspensão ou proibição de se obter a permissão ou a habilitação para dirigir veículo automotor.

§ 1º As condutas previstas no caput serão constatadas por: (Incluído pela Lei nº 12.760, de 2012)

I - concentração igual ou superior a 6 decigramas de álcool por litro de sangue ou igual ou superior a 0,3 miligrama de álcool por litro de ar alveolar; ou (Incluído pela Lei nº 12.760, de 2012)

II - sinais que indiquem, na forma disciplinada pelo Contran, alteração da capacidade psicomotora. (Incluído pela Lei nº 12.760, de 2012)

§ 2º A verificação do disposto neste artigo poderá ser obtida mediante teste de alcoolemia ou toxicológico, exame clínico, perícia, vídeo, prova testemunhal ou outros meios de prova em direito admitidos, observado o direito à contraprova. (Redação dada pela Lei nº 12.971, de 2014)

§ 3º O Contran disporá sobre a equivalência entre os distintos testes de alcoolemia ou toxicológicos para efeito de caracterização do crime tipificado neste artigo. (Redação dada pela Lei nº 12.971, de 2014)

Esclarece-se, entretanto, que para ser considerado crime, a concentração alcoólica deve ser igual ou superior à 6dg/L, se por exame sanguíneo, ou a partir de 0,34mg/L, se medido através do ar alveolar expirado, além de outras possibilidades, segundo o artigo 7º da Resolução nº 432, de 23 de janeiro de 2013, do CONTRAN (CONTRAN, 2013):

Resolução nº 432, de 23 de janeiro de 2013, do CONTRAN

Art. 7º O crime previsto no art. 306 do CTB será caracterizado por qualquer um dos procedimentos abaixo:

I – exame de sangue que apresente resultado igual ou superior a 6 (seis) decigramas de álcool por litro de sangue (6 dg/L);

II - teste de etilômetro com medição realizada igual ou superior a 0,34 miligrama de álcool por litro de ar alveolar expirado (0,34 mg/L), descontado o erro máximo admissível nos termos da “Tabela de Valores Referenciais para Etilômetro” constante no Anexo I;

- III – exames realizados por laboratórios especializados, indicados pelo órgão ou entidade de trânsito competente ou pela Polícia Judiciária, em caso de consumo de outras substâncias psicoativas que determinem dependência;
- IV – sinais de alteração da capacidade psicomotora obtido na forma do art. 5º.

Portanto, a determinação do teor alcoólico no organismo pode ser realizada por exames clínicos (toxicológicos, por técnicas cromatográficas, especialmente a CG, e por espectrofotometria de absorção na região do UV-VIS) com amostras de sangue, ou ainda, pela quantificação dos níveis de álcool no ar alveolar, por meio de testes rápidos.

Os testes rápidos são feitos com *etilômetros* (mais popularmente conhecidos como *bafômetros*). Os etilômetros são aparelhos portáteis construídos especificamente para a detecção de alcoolemia a partir do ar expirado pela boca, que é originado nos alvéolos pulmonares (por isso, ar alveolar). De acordo com Balbino et al. (2015), há três tipos de detectores: bafômetros descartáveis, detectores eletroquímicos e semicondutores.

Os bafômetros descartáveis são baseados em reações químicas de oxirredução com mudanças de cor. Para tanto, são constituídos de tubos contendo dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) sólido e sílica em meio ácido (ácido sulfúrico, H_2SO_4), além de nitrato de prata ($AgNO_3$) como catalisador. Caso o teste seja feito com um condutor alcoolizado, ao assoprar no bafômetro, ocorrerá reação com o etanol proveniente do seu ar alveolar (**Figura 46**):

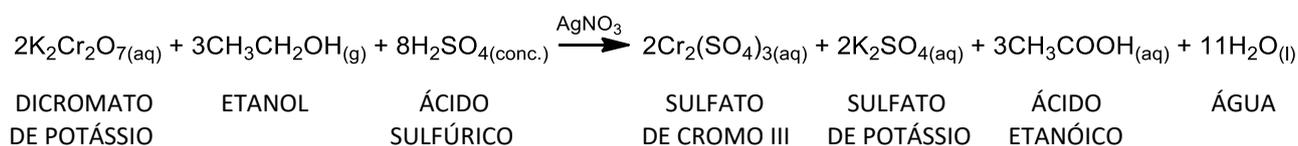


Figura 46. Reação química de oxirredução envolvida num bafômetro descartável.

Com a presença do etanol, a coloração que inicialmente era alaranjada, transforma-se em verde (**Figura 47**) – cuja intensidade da cor está diretamente relacionada à quantidade de etanol ingerido –, uma vez que o íon dicromato ($Cr_2O_7^{2-}$ do $K_2Cr_2O_7$) sofre redução e vai a íon cromo III (Cr^{3+} , do sulfato de cromo III, $Cr_2(SO_4)_3$), e o etanol é oxidado à ácido etanóico (CH_3COOH), produzindo também água (H_2O) e sulfato de potássio (K_2SO_4).



Figura 47. Resultado negativo (à esquerda) e positivo (à direita) da reação química que constitui o teste de alcoolemia com bafômetro descartável.

Já os detectores eletroquímicos são etilômetros que funcionam como uma célula eletroquímica, da qual “consiste basicamente de uma camada porosa, quimicamente inerte, disposta entre duas finas camadas de platina, conectadas a um dispositivo elétrico para passagem de corrente, totalmente submersa em uma solução eletrolítica ácida” (BALBINO et al., 2015, p. 331). Assim, parafraseando o autor, quando o etanol passa pelo dispositivo, ele é oxidado eletroquimicamente a etanal (CH_3CHO), gerando uma resposta quantitativa (proporcional à concentração de etanol) que é produzida pelo fluxo de elétrons (corrente elétrica) dessa reação (**Figura 48**).

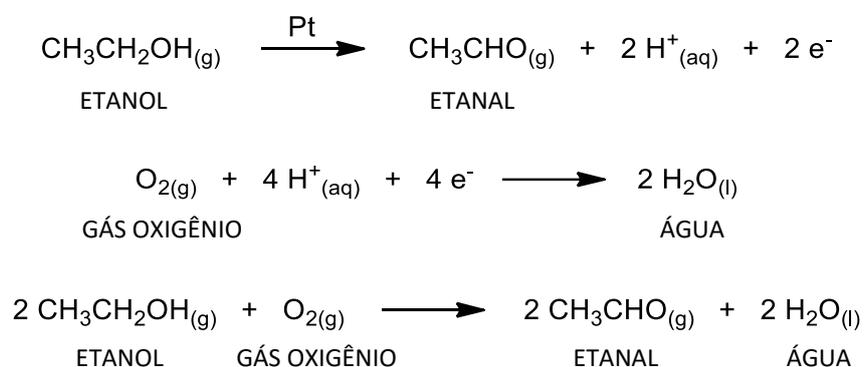


Figura 48. Reações químicas envolvidas num bafômetro com detector eletroquímico.

Por último, os etilômetros semicondutores são aqueles que possuem sensores seletivos para detecção do etanol. De acordo com Balbino et al. (2015):

O princípio de funcionamento baseia-se na aplicação de uma reduzida voltagem para produzir uma pequena corrente de fundo quando um óxido metálico (geralmente óxido de estanho) é aquecido em uma faixa de temperatura de 300 a 400°C. Quando o etanol entra em contato com a superfície do sensor, este é absorvido e imediatamente oxidado. Esta oxidação é verificada pela alteração da resistividade e da corrente, sendo medida pela voltagem, que, por sua vez, é proporcional à concentração de etanol no sangue (p. 332).

Em concordância com a importância do uso dos etilômetros para a fiscalização do trânsito, a legislação brasileira estabelece também a penalidade para quem se recusar a ser submetido ao teste, bem como outros meios para se atestar a alcoolemia de condutores envolvidos em acidentes de trânsito ou aqueles que sejam submetidos a esse tipo de fiscalização (BRASIL, 1997):

Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 e suas alterações

Art. 165-A. Recusar-se a ser submetido a teste, exame clínico, perícia ou outro procedimento que permita certificar influência de álcool ou outra substância psicoativa, na forma estabelecida pelo art. 277: (Incluído pela Lei nº 13.281, de 2016)

Infração - gravíssima; (Incluído pela Lei nº 13.281, de 2016)

Penalidade - multa (dez vezes) e suspensão do direito de dirigir por 12 (doze) meses; Incluído pela Lei nº 13.281, de 2016)

Medida administrativa - recolhimento do documento de habilitação e retenção do veículo, observado o disposto no § 4º do art. 270. (Incluído pela Lei nº 13.281, de 2016)

Parágrafo único. Aplica-se em dobro a multa prevista no caput em caso de reincidência no período de até 12 (doze) meses. (Incluído pela Lei nº 13.281, de 2016)

Art. 269. A autoridade de trânsito ou seus agentes, na esfera das competências estabelecidas neste Código e dentro de sua circunscrição, deverá adotar as seguintes medidas administrativas:

[...]

IX - realização de teste de dosagem de alcoolemia ou perícia de substância entorpecente ou que determine dependência física ou psíquica;

[...]

Art. 277. O condutor de veículo automotor envolvido em acidente de trânsito ou que for alvo de fiscalização de trânsito poderá ser submetido a teste, exame clínico, perícia ou outro procedimento que, por meios técnicos ou científicos, na forma disciplinada pelo Contran, permita certificar influência de álcool ou outra substância psicoativa que determine dependência.

[...]

§ 2º A infração prevista no art. 165 também poderá ser caracterizada mediante imagem, vídeo, constatação de sinais que indiquem, na forma disciplinada pelo Contran, alteração da capacidade psicomotora ou produção de quaisquer outras provas em direito admitidas. (Redação dada pela Lei nº 12.760, de 2012)

§ 3º Serão aplicadas as penalidades e medidas administrativas estabelecidas no art. 165-A deste Código ao condutor que se recusar a se submeter a qualquer dos procedimentos previstos no caput deste artigo. (Redação dada pela Lei nº 13.281, de 2016)

Como consequência da aplicação de leis mais rigorosas, pesquisas demonstraram que o número de acidentes de trânsito com vítimas fatais e com ocorrência de hospitalizados diminuiu consideravelmente um ano após a Lei Seca entrar em vigor. Malta et al. (2010), por exemplo,

corroboram com esta afirmativa a partir de um estudo que avaliou estatisticamente a mortalidade por acidentes de trânsito terrestres antes (julho de 2007 a junho de 2008) e depois (julho de 2008 a junho de 2009) da implantação da referida lei, cujos resultados indicaram uma variação média do risco de morte de -7,4% para o todo o Brasil e de -11,8% para as capitais, especialmente no Rio de Janeiro, que teve queda de -58,1%.

Controle antidoping no esporte

Buscando aumentar o rendimento nos esportes, muitos atletas passaram a consumir substâncias que pudessem aumentar sua performance física, tonificar seus músculos, diminuir a tensão antes das competições e minimizar os efeitos do cansaço e dos treinos intensos. Ao fazer uso de tais substâncias, obtêm-se vantagens sobre os adversários que não as consomem, maquiando-se as verdadeiras capacidades esportivas individuais – o que passou a ser inaceitável do ponto de vista ético e legal.

Atualmente, durante os grandes eventos esportivos (como os mundiais, as olimpíadas e as paraolimpíadas), são realizados exames toxicológicos nos atletas, visando coibir a prática do *doping*. Na existência de resultados positivos, os atletas (ou até delegações inteiras) podem sofrer punições severas, indo desde a desclassificação da competição até a penalidade de nunca mais poder competir novamente no esporte (decisão que é mais comum em casos de reincidência de *doping*).

Um dos casos mais emblemáticos e atuais de punição por *doping* é o da delegação russa, que foi impedida de participar dos Jogos Olímpicos de Inverno de 2018, na Coreia do Sul, devido ao sistema de fraudes nos exames *antidoping*, montado por grande parte das equipes técnicas e dos atletas desse país durante os Jogos Olímpicos de Inverno de 2014, que foi sediado justamente na Rússia. Esclarece-se, entretanto, que os atletas que não estavam envolvidos no escândalo puderam participar dos Jogos, desde que fossem convidados por um comitê especial olímpico e que não representassem a Rússia (sem cantar o hino e nem hastear a bandeira, por exemplo).

Por sua vez, dentre as principais substâncias proibidas usadas pelos atletas antes ou durante as competições, segundo Dorta et al. (2012), estão:

- **Agentes anabólicos:** como os hormônios naturais e sintéticos, em especial a testosterona, que tem efeito anabólico (estimula a síntese proteica, aumentando a

resistência muscular) e androgênico (estimula o desenvolvimento das características sexuais masculinas);

- **Beta-2 agonistas:** medicamentos geralmente usados contra a asma, como o salbutamol e o fenoterol, tendo efeitos anabólicos como o de aumento da resistência física e diminuição da fadiga muscular, além do aumento da estabilidade para competições que exigem precisão;
- **Diuréticos:** aumentam o volume urinário, visando a rápida perda de peso e/ou mascarar a ingestão de substâncias anabolizantes, tendo em vista a diminuição da concentração delas num grande volume urinário;
- **Estimulantes:** como a cafeína, a cocaína e as anfetaminas, que atuam no sistema nervoso central provocando, mesmo que momentaneamente, a estimulação mental e a capacidade de concentração, além de aumentar a resistência física;
- **Narcóticos:** como as substâncias derivadas do ópio, que possuem efeito analgésico, permitindo que os atletas tenham maior resistência física mesmo com treinos desgastantes ou com a presença de lesões;
- **Betabloqueadores:** proibidos em competições que envolvem precisão, uma vez que tais substâncias atuam na diminuição da frequência cardíaca e reduz tremores.

Assim, a Toxicologia Forense e a Química Forense são duas ciências que, através das diversas técnicas de análise instrumental (principalmente a cromatografia e a espectrometria, partindo-se de matrizes biológicas como urina e sangue) e da pesquisa de novos métodos, têm contribuído significativamente para o desenvolvimento legítimo dos esportes, ao promover práticas desportivas mais éticas e competições mais justas.



Doping na Rússia, uma política de Estado

“*Esse é nosso sistema: na Rússia só funciona com droga*”. A declaração, gravada por meio de uma câmera escondida, é de Mariya Savinova, campeã olímpica dos 800 metros na Olimpíada de Londres, em 2012. A uma colega de corrida, a meio-fundista confirmou fazer uso regular de oxandrolona, um esteroide anabolizante. Ela confessou a trapaça e disse saber exatamente quanto tempo é preciso para que a droga se torne imperceptível nos exames, pois seu marido *‘tem contatos muito bons no laboratório de controle de dopagem’*. O depoimento, inicialmente revelado em um documentário de uma emissora alemã em 2014, ganhou nova luz na semana passada como peça seminal de um devastador relatório de mais de 300 páginas divulgado por uma comissão independente de investigadores reunidos pela Agência Mundial Antidoping (Wada, na sigla em inglês). O que brota da papelada é muito claro: um esquema, alimentado pelas autoridades russas, que envolve atletas, treinadores, médicos e dirigentes, além do órgão nacional de controle de dopagem e do único laboratório russo antidoping credenciado. Diz Dick Pound, um dos membros da comissão, ex-presidente da Wada: *‘Tudo isso não poderia ter acontecido sem o conhecimento ou consentimento, direto ou implícito, das autoridades de Estado’*.

[...] as principais revelações do documento assustam, especialmente porque demonstram uma evidente política de Estado:

– Agentes da FSB, o órgão sucessor da KGB, o serviço secreto soviético do qual o presidente Vladimir Putin fez parte no período comunista, transitavam livremente pelo laboratório onde as amostras de sangue e urina dos atletas eram armazenadas. Na sucursal do laboratório, instalada em Sochi durante os Jogos de Inverno, havia membros da FSB disfarçados de cientistas.

– Às vésperas de uma inspeção da Wada na sede do laboratório russo, em dezembro de 2014, o chefe da instituição, Grigory Rodchenkov, ordenou a destruição de 1 417 amostras, mesmo depois de ter sido especificamente orientado pelos inspetores a manter preservado o material [...].

– Para escaparem de exames-surpresa, treinadores subornavam os agentes da agência russa antidoping com *‘dinheiro colocado em cima da mesa no momento da coleta das amostras’*.

– Agentes do controle de dopagem que escolhiam não fazer parte do esquema viviam sob constante ameaça. Um delator disse ter escapado pela janela de um hotel para não entregar as amostras a policiais russos que o esperavam do lado de fora do quarto [...].

[...] Para quem imaginava que a nova geopolítica global representava o fim da história nos embates que culminaram nos boicotes dos Jogos de 1980 e 1984, um alerta: o escândalo do doping russo faz tremer as certezas dos cartolas olímpicos. E, qualquer que seja a decisão, uma sombra sempre ofuscará as vitórias dos atletas da Rússia – ainda que saibamos que eles não são, nem de longe, os únicos a se dopar para vencer”.

Fonte: VEJA, 2015. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/esporte/doping-na-russia-uma-politica-de-estado/>>.

Acesso em 4 de maio de 2019.

Critérios para seleção de amostras biológicas e técnicas instrumentais

A escolha do tipo de amostra biológica e da técnica instrumental a ser utilizada num exame toxicológico forense depende de diversos fatores, entre os quais: os instrumentos disponíveis, a substância(s) pesquisa(s), o estado da pessoa examinada e o tempo a que ela pode ter sido exposta à(s) referida(s) substância(s).



Para proceder a seleção e a coleta das amostras biológicas a serem analisadas, deve-se primeiro verificar se há equipamentos disponíveis e analistas qualificados para produzir os resultados a partir da matriz selecionada. Neste caso, de nada adiantaria a coleta de raspas de unhas para um exame toxicológico de drogas, por exemplo, se não houver os materiais necessários para dar sequência à análise. Portanto, a ideia é que se foque em matrizes que sejam mais promissoras a partir dos recursos disponíveis.

Outro aspecto importante são as características físico-químicas da(s) substância(s) pesquisada(s). Isso é essencial para a escolha da técnica e da amostra a ser usada, uma vez que há metodologias que são mais eficientes para determinadas espécies químicas que para outras. Assim, na análise de um envenenamento, por exemplo, deve-se buscar procedimentos que sejam mais promissores para a detecção e quantificação dessas substâncias e de seus possíveis metabólitos, além de técnicas que não degrade as substâncias de interesse antes da emissão dos resultados – cita-se novamente o uso não recomendável da CG-EM para espécies químicas que se degradam facilmente pelo aumento da temperatura (termossensíveis), ou ainda, que sejam pouco voláteis.

A escolha da matriz biológica também tem relação com o estado do indivíduo examinado, se ele está vivo ou morto. A justificativa para isso diz respeito ao fato de se preferir coletar amostras que sejam as menos invasivas possíveis, evitando os riscos de contaminações e de danos (físicos e/ou emocionais) à pessoa. Neste sentido, em muitos exames *antidoping* é comum, por exemplo, a análise a partir da urina. Já para verificar a presença de drogas ilícitas ou a alcoolemia em cadáveres em estágios iniciais de decomposição, recomenda-se o uso de amostras menos comuns e mais invasivas, como é o caso do humor vítreo (que é o gel aquoso presente dentro do olho) e de fragmentos do fígado, por exemplo.

Por último, a noção do tempo que o indivíduo tenha sido exposto à uma determinada(s) substância(s) também é fundamental. Para verificar se foi realizado o uso de entorpecentes em meses anteriores, por exemplo, pode-se lançar mão de amostras como fios de cabelo, pelos ou raspas de unhas, uma vez que elas guardam por mais tempo (até seis meses, se antes do período de abstinência, o consumo tenha sido contínuo) os vestígios do uso dessas drogas. Por outro lado, caso se escolha o teste a partir da urina ou sangue, muito provavelmente os resultados serão negativos, pois a *janela de detecção* é muito pequena (de apenas poucos dias, se o consumo não for regular).



EFEITOS DO CONSUMO DE **ÁLCOOL** E OUTRAS DROGAS

OBJETIVOS:

- Discutir os efeitos sociais e de saúde do consumo de álcool e de alguns entorpecentes no organismo humano;
- Estudar conteúdos químicos a partir de experimentos que simulam o teste do bafômetro.

CONTEÚDOS:

- Leis brasileiras que tratam da direção veicular sob o efeito do álcool e de outras drogas (especialmente a *Lei Seca* e suas atualizações);
- Efeitos socioeconômicos e de saúde do consumo de álcool e de drogas ilícitas;
- Estrutura química de algumas drogas de abuso;
- Reações químicas de oxirredução;
- Preparo de soluções e cálculo de concentração.

METODOLOGIA:

Propõe-se que esta atividade seja desenvolvida interdisciplinarmente com a Biologia (envolvendo conteúdos referentes ao funcionamento do organismo humano, às formas de exposição aos diferentes tipos de drogas e sua inter-relação com os efeitos tóxicos e disfunções metabólicas). Assim, sugere-se a criação de *GRUPOS DE TRABALHO* para discutir e produzir materiais sobre os efeitos socioeconômicos e de saúde sobre o consumo do álcool e de algumas drogas de abuso, inter-relacionando-os com os conceitos (bio)químicos estudados.

Para tanto, os Grupos de Trabalho, constituídos a partir da divisão dos estudantes da turma e sob orientação do(s) professor(es), devem ser responsáveis por pesquisar e socializar aos demais colegas os aspectos químicos, biológicos, socioeconômicos e de saúde do consumo de algumas drogas, como o álcool, a maconha, a cocaína, a heroína, o *ecstasy* e o LSD.

Após a etapa de socialização e discussão mais aprofundada do tema, sugere-se que cada grupo produza um material sobre a temática em questão, a ser disponibilizada à comunidade escolar, podendo ser na forma de folhetos, jornais ou páginas da *Web*, por exemplo.

Como fechamento da atividade, propõe-se ainda uma *AULA LÚDICA-EXPERIMENTAL* sobre o teste do bafômetro (ou teste de alcoolemia), partindo-se de situações forenses fictícias (como o exemplo a seguir).



É importante que todo o desenvolvimento da atividade seja acompanhado pelo(s) professor(es) – sem que se perda de vista a autonomia e a criatividade dos estudantes –, de modo que atue(m) como orientador(es), esclarecendo dúvidas e encaminhando fontes de pesquisa, quando for necessário.

CASO FORENSE:

Numa operação da Polícia Militar para identificar infrações de trânsito, um homem de 44 anos foi abordado, teve seu carro revistado e sua documentação averiguada.

Durante a entrevista policial, o referido motorista se mostrou agitado, cambaleante e com falas desconexas. Contudo, ao ser questionado sobre o que havia bebido, o motorista afirmou ter ingerido apenas calmantes e nada de bebidas alcoólicas e nem de drogas ilícitas. Diante da resposta, o policial então o questionou sobre onde estavam os remédios, ou pelo menos a embalagem deles, mas o motorista rapidamente desconversou.

Diante das evidências, o agente lhe pediu que fizesse o teste de alcoolemia assoprando no etilômetro. Mesmo relutante, o homem aceitou. Todavia, durante a análise, o aparelho simplesmente parou de funcionar.

Havendo apenas *kits* para montagem do teste do bafômetro (baseado na reação com dicromato de potássio), o policial e os demais agentes ficaram sem saber como proceder o exame, uma vez que há muito tempo este tipo de teste não era utilizado, além de nunca terem sido treinados para fazê-lo.

Diante desta situação, à quais alternativas o policial poderia recorrer para verificar se o motorista estava alcoolizado? Explique quais os procedimentos deveriam ser adotados para realizar o teste do bafômetro a partir da solução de dicromato de potássio, justificando-os conceitualmente.

DICA: pode-se simular o assopro alcoolizado por meio de uma pisseta com etanol (de preferência o anidro, que pode ser encontrado em postos de combustíveis), com leve aquecimento em banho-maria, de modo a favorecer a sua volatilização. O “bico” da pisseta pode ser conectado a um tubo de ensaio (vedado com rolha de cortiça) contendo solução aquosa de dicromato e ácido sulfúrico. Como alternativa, o teste negativo pode ser obtido usando, por exemplo, apenas água ao invés do etanol.

Quanto ao experimento, propõe-se a realização de uma reação de oxirredução, cujo procedimento se dá com a adição, em um tubo de ensaio, de 2mL de solução aquosa de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_4$) à 2% (m/v) e 0,5mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado. Em seguida, pode-se adicionar etanol (CH_3CH_2OH) anidro volatilizado (assim como mostrado na **Figura 49**) para obtenção de resultado positivo, com mudança de coloração de alaranjado para tons de verde.

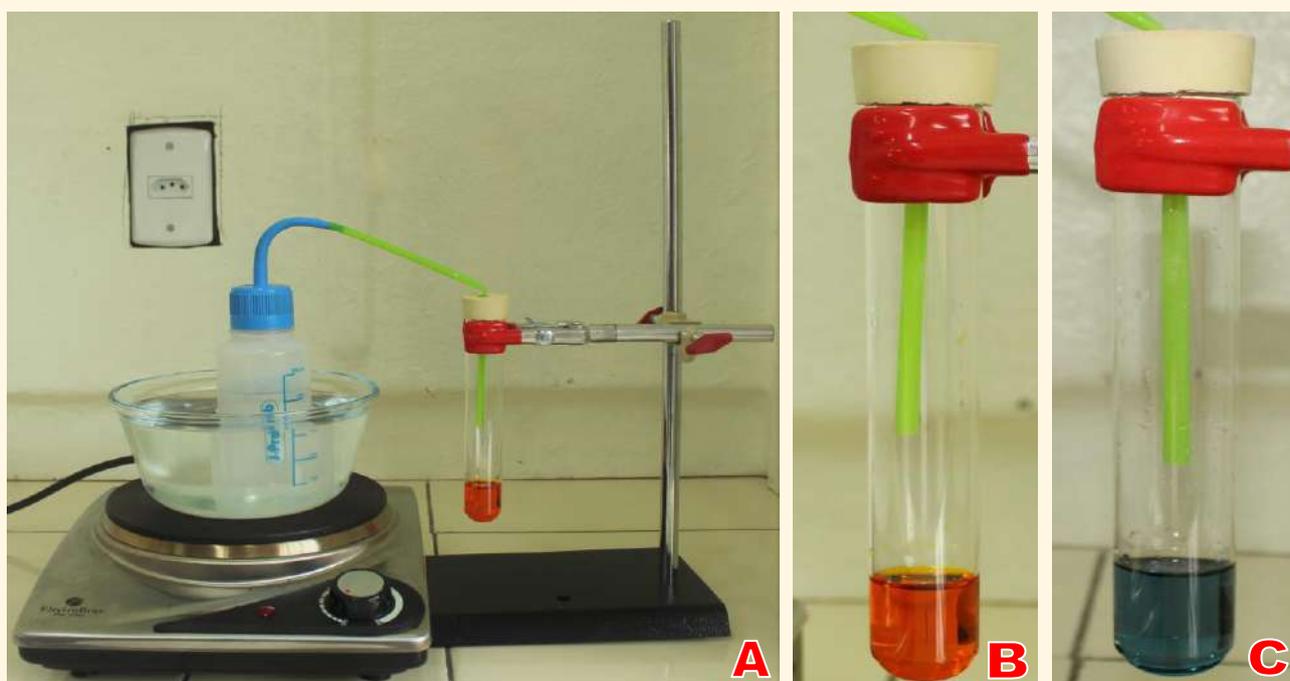


Figura 49. Teste do bafômetro com solução de dicromato de potássio: montagem experimental com pisseta contendo etanol em banho-maria (A), resultado negativo (B) e positivo para a presença de etanol (C).

PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO:

Para este procedimento, sugere-se a avaliação da participação dos estudantes durante toda a atividade, desde as etapas de pesquisa e socialização (até a realização dos experimentos e a produção do material informativo, buscando identificar se houve construção de novos conhecimentos e/ou limitações conceituais – o que compreende a identificação dos conhecimentos dos estudantes quanto às estruturas químicas das drogas, às reações químicas envolvidas no teste de alcoolemia, aos efeitos provocados ao organismo por essas substâncias e aos aspectos éticos e socioeconômicos envolvidos – a serem exploradas a partir de novas abordagens.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

BALBINO, M. A.; TADINI, M. C.; OLIVEIRA, L. S.; OIYE, E. N.; RIBEIRO, M. F. M.; ELEOTÉRIO, I. C.; OLIVEIRA, M. F. *Investigação de possíveis interferentes no teste do bafômetro*. In MARTINIS, B. S.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Química Forense Experimental**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.

CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução nº 432, de 23 de janeiro de 2013**. Dispõe sobre a fiscalização do consumo de álcool ou de outra substância psicoativa, com efeitos na Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 – Código de Trânsito Brasileiro (CTB). 2013.

HOFFMANN, M. H.; CARBONELL, H.; MONTORO, L. *Álcool e segurança – epidemiologia e efeitos*. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 16, n. 1, Brasília-DF, 1996.

MALDANER, A. O.; BOTELHO, E. D. *Perfil químico de drogas de abuso: o exemplo da cocaína*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.

RIBEIRO, M.; MARQUES, A. C. P. R.; LARANJEIRA, R.; ALVES, H. N. P.; ARAÚJO, M. R.; BALTIERI, D. A.; BERNARDO, W. M.; LAGP, C.; KARNIOL, I. G.; KERR-CORRÊA, F.; NICASTRI, S.; NOBRE, M. R. C.; OLIVEIRA, R. A.; ROMANO, M.; SEIBEL, S. D.; SILVA, C. J. *Abuso e dependência da maconha*. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 51, n. 5, São Paulo-SP, set./out. 2005.

RIGONI, M. S.; OLIVEIRA, M. S.; ANDRETTA, I. *Conseqüências neuropsicológicas do uso da maconha em adolescentes e adultos jovens*. **Ciências & Cognição**, v. 8, Rio de Janeiro-RJ, ago. 2006.



ATENÇÃO: possíveis obstáculos epistemológicos e pedagógicos!



Ressalta-se que, assim como nas atividades anteriores, o aspecto lúdico da atividade deve estar em equilíbrio com o didático, privilegiando tanto a diversão na resolução do caso forense, quanto a criatividade e a construção conceitual.

CAPÍTULO 8



ANÁLISE DE VESTÍGIOS DE SANGUE E EXAME DE DNA

A análise de vestígios de sangue se tornou procedimento indispensável para elucidar episódios de crimes contra a vida. Tal importância está ligada à dois principais motivos: a possibilidade de se compreender a dinâmica do delito pelos tipos e padrões de marcas encontradas no local do crime; e à revolução causada pela descoberta do DNA (ácido desoxirribonucleico) para as questões forenses, passando a ser exame privilegiado para a identificação humana.

A composição sanguínea e sua importância para a manutenção da vida

O sangue humano é composto por uma ampla variedade de componentes que desempenham funções fundamentais para a manutenção da vida. O sangue faz parte do sistema circulatório, responsável por distribuir nutrientes, hormônios e gás oxigênio (O₂) à todo o organismo, bem como carregar diversas substâncias, oriundas dos processos metabólicos, para serem eliminadas pelos órgãos excretores.

A composição sanguínea é basicamente uma mistura líquida de plasma (55%) e células. O plasma é formado majoritariamente por água (cerca de 95%), além de sais inorgânicos e gases dissolvidos, proteínas, nutrientes (como glicose, lipídios e aminoácidos), hormônios e resíduos do metabolismo. Já as células sanguíneas são as plaquetas, os glóbulos vermelhos (hemácias) e os glóbulos brancos (leucócitos).

As hemácias (ou eritrócitos) são formadas pela hemoglobina (**Figura 50**) – uma estrutura proteica que contém quatro grupos *heme* (uma molécula de protoporfirina IX complexada à um íon ferro II) –, que dá a coloração avermelhada ao sangue. As hemácias são as células responsáveis por fazer o transporte de gás oxigênio (O₂) para o organismo e captar o gás carbônico (CO₂) produzido pelo metabolismo, liberando-o na respiração (expiração).

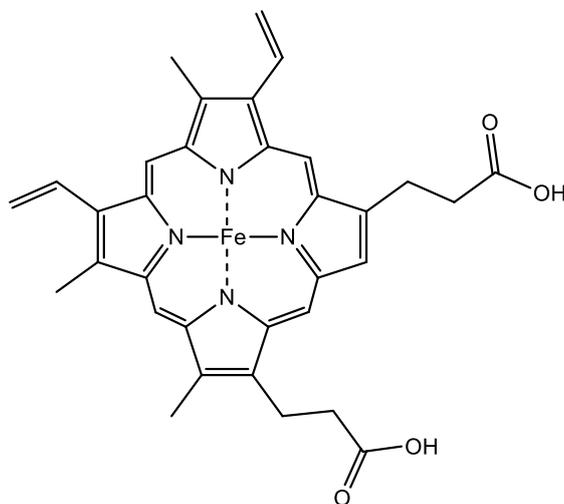


Figura 50. Estrutura química do grupo *heme* (protoporfirina IX complexada à um íon ferro II).

Quanto às plaquetas (ou trombócitos), elas são as responsáveis pela coagulação sanguínea. Sua ação acontece em casos de ferimentos, nas quais elas se aderem às lesões e possibilitam a liberação de enzimas que produzem a coagulação, estancando o sangramento.

Já os leucócitos são grupos de células que compõe o sistema imunológico, atuando na defesa do organismo. Sua ação acontece pela captura e pela produção de anticorpos para combater e eliminar seres estranhos (microrganismos ou espécies químicas, por exemplo) que tenham tido contato com o organismo.

Por fim, o entendimento da composição e da função sanguínea no organismo, aliada à noções sobre os processos fisiológicos (especialmente o respiratório), passam a ser fundamentais em análises forenses envolvendo casos de acidentes, homicídios ou suicídios que estejam

relacionados à agentes tóxicos que dificultam, por exemplo, as trocas gasosas, dentre os quais: o monóxido de carbono (CO), o ácido clorídrico (HCl) e o cianeto (CN⁻, que não atua nos sítios da hemoglobina, mas sim na via metabólica da cadeia transportadora de elétrons presente nas células com mitocôndrias).

Tipos e padrões de manchas de sangue

Do ponto de vista forense, as manchas de sangue deixadas num local de crime contra a vida podem dizer muito sobre como os eventos se sucederam. Tanto pelo tipo, quanto pelo padrão e ângulos das manchas, pode ser possível inferir sobre as características físicas e psíquicas do criminoso, além do tipo do instrumento lesivo usado, a intensidade e a violência dos golpes, a distância e a posição entre a vítima e o agressor, dentre muitas outras possibilidades.

Para entender como os vestígios de sangue podem dar pistas de um crime, recorre-se aos fundamentos da **Hematologia Forense**. Sobre esta ciência, Francez et al. (2017, p. 213) afirmam que ela se dedica à “compreensão da análise sanguínea, sua interpretação e repercussão na esfera jurídica, incluindo o estudo das manchas de sangue associadas a um evento delituoso, com intuito de identifica-las, caracterizá-las e inferir a dinâmica, os meios e os modos de ocorrência do crime”.

Devido à amplitude de procedimentos empregados na Hematologia Forense, ela passou a ser dividida em dois ramos: a *Hematologia Forense Identificadora*, que busca identificar se um vestígio contém ou não sangue, e se o contiver, se é ou não de origem humana, além de analisar também o tipo sanguíneo; e a *Hematologia Forense Reconstrutora*, que analisa a dinâmica do crime a partir das manchas de sangue, seus formatos, padrões e ângulos.

Assim, com base na *Hematologia Forense Reconstrutora*, destaca-se que os vestígios de sangue podem ser de seis tipos:

- **Gotejadas:** ocorre quando as gotas de sangue caem pela ação da gravidade, em velocidades menores que as gotas que são projetadas; além disso, pelo gotejamento, é possível constatar, muitas vezes, o ângulo e a altura da queda da gota de sangue, pelo qual também se pode inferir as posições e as alturas dos envolvidos;
- **Transferidas:** acontece quando as manchas de sangue são transferidas de uma superfície à outra, como em machas com formato de pegadas, marcas de mãos,

impressões digitais entintadas com sangue, marcas deixadas por objetos sujos de sangue ou quando a vítima se arrasta ou é arrastada;

- **Projetadas:** essas marcas são mais comuns quando se lesiona regiões muito vascularizadas, como no caso de golpes fortes na cabeça ou perfuração/corte de artérias; esse tipo de mancha pode dar pistas também sobre o tipo de instrumento usado para causar a lesão e a força empregada no golpe;
- **Empoçadas:** ocorre quando há um grande volume de fluido sanguíneo, formando uma poça de sangue, geralmente junto à vítima; é mais comum em casos de lesões profundas e acidentes graves de trânsito;
- **Escorridas:** quando se formam filete(s) de sangue que se originam numa poça de sangue ou diretamente da própria vítima em superfícies inclinadas (desniveladas);
- **E latentes:** quando as manchas de sangue não forem visíveis à olho nu, necessitando de reagentes e instrumentos específicos para a sua revelação; esse tipo de vestígio é mais comum quando se tenta esconder o sangue lavando o local do crime ou em condições ambientais desfavoráveis para a preservação do local (pela ocorrência de chuvas, por exemplo).

Cada um desses padrões de manchas é provocado por mecanismos distintos, cuja quantidade de sangue e o movimento realizado produzem deposições com características diferentes, estando relacionadas também com as superfícies aos quais se encontram e com a ação/instrumento que produziu os ferimentos que as originam.

Neste sentido, as manchas de gotejamento podem indicar a altura da queda da gota de sangue, de modo que quanto maior for o seu diâmetro (considerando-se um mesmo volume e que ela tenha caído de um ângulo próximo à 90°) e quanto mais raiamentos tiver (gotas com bordas coroadas ou estreladas, com projeções espinhosas radiais), maior a altura de onde a gota foi originada (essa proporção se verifica até certos limites de altura). Já as gotas com bordas mais regulares, mais arredondas, sugerem alturas menores (de até 20 cm), segundo Francez et al. (2017, p. 221-222).

Quanto ao ângulo da gota, identificada em manchas de projeção, pode-se determinar também a direção do movimento e a intensidade do golpe desferido na vítima. Sendo que quanto

menor o ângulo de inclinação (geralmente, menor que 50°), mais elíptica será a mancha de sangue.

As manchas transferidas, empoçadas e escorridas são evidências que podem indicar também a posição dos envolvidos no crime, especialmente a posição inicial da vítima, bem como a gravidade de seus ferimentos por meio do volume sanguíneo deixado no local.

Somando-se a todas essas análises, há também a possibilidade de avaliar o tempo transcorrido do crime, especialmente pelo tempo de secagem do sangue (considerando intervalos de tempo da ordem de horas). Francez et al. (2017) argumentam que, dado algumas condições, é comum que o sangue mude sua coloração e textura ao longo do tempo, de tal modo que pode até passar despercebido e ser confundido com outra substância. Isso acontece devido à processos de coagulação e oxidação. Na coagulação, o fibrinogênio (proteína presente no sangue) pode se transformar em fibrina e formar o coágulo, fazendo com que a mancha seque mais rápido. Como consequência, ocorre a *lise* (rompimento celular) das hemácias, liberando a hemoglobina, que sofre oxidação pelo contato com o ar atmosférico, alterando as características normais do sangue, cuja cor passa a assumir tons de castanho escuro e a textura adquire maior viscosidade.

Desta forma, é necessário destacar que a análise que envolve os tipos e padrões de manchas de sangue, apesar de parecerem simples pela quantidade reduzida de materiais empregados, constituem-se em exames de difícil realização, uma vez que é necessário considerar o tipo de superfície ao qual ela está depositada (em superfícies absorventes, isso pode ser mais difícil, como em colchões, pilhas de roupas, diretamente no solo, na grama ou locais parcialmente alagados), a quantidade de sangue (que está diretamente relacionada à análise do ângulo de projeção e da altura de queda), o tempo decorrido do crime e se houve tentativa de destruir os vestígios (e com qual material se tentou proceder a destruição), por exemplo.

Reagentes para revelação de vestígios latentes de sangue

Quando se pesquisa manchas de sangue latentes, é necessário o uso de reagentes reveladores e luzes especiais para a sua detecção preliminar. Para tanto, os testes são baseados geralmente em mudanças de cor ou em reações que apresentam luminescência, como no caso do reagente de Kastle-Meyer, do luminol e das luzes forenses. Contudo, todos esses exames são usados como testes preliminares, pois resultados falsos-positivos podem ocorrer pela presença de

outras substâncias que nada têm a ver com sangue, ou ainda, pela presença de sangue que não seja de origem humana.

O reagente de Kastle-Meyer é preparado em solução pela reação entre três substâncias: fenolftaleína, hidróxido de sódio (NaOH) e zinco metálico (Zn). A reação entre NaOH e Zn produz hidrogênio nascente (H), e este mantém a solução de fenolftaleína incolor. Assim, na aplicação do reagente Kastle-Meyer em vestígios de sangue e posterior aplicação de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), ocorrerá reação com mudança de cor para tons de rosa a vermelho claro (**Figura 51**). Isso ocorre porque o íon ferro originado na hemoglobina (Hb) decompõe o H₂O₂ em água (H₂O) e oxigênio nascente (O), aumentando o pH do meio e provocando a viragem da fenolftaleína (YOSHIDA et al., 2012, p. 182) (**Figura 52**). Para a coleta desses vestígios, recomenda-se o uso de *swabs* (semelhantes à cotonetes) com pontas de algodão.

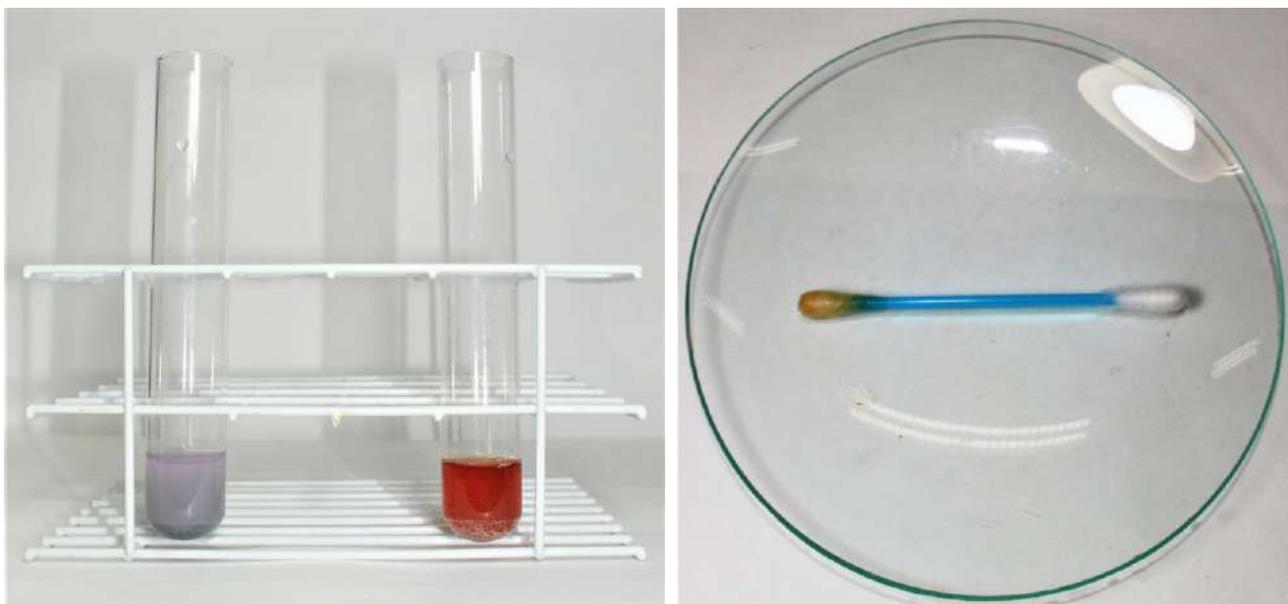


Figura 51. Teste presuntivo de sangue com Reagente de Kastle-Meyer.

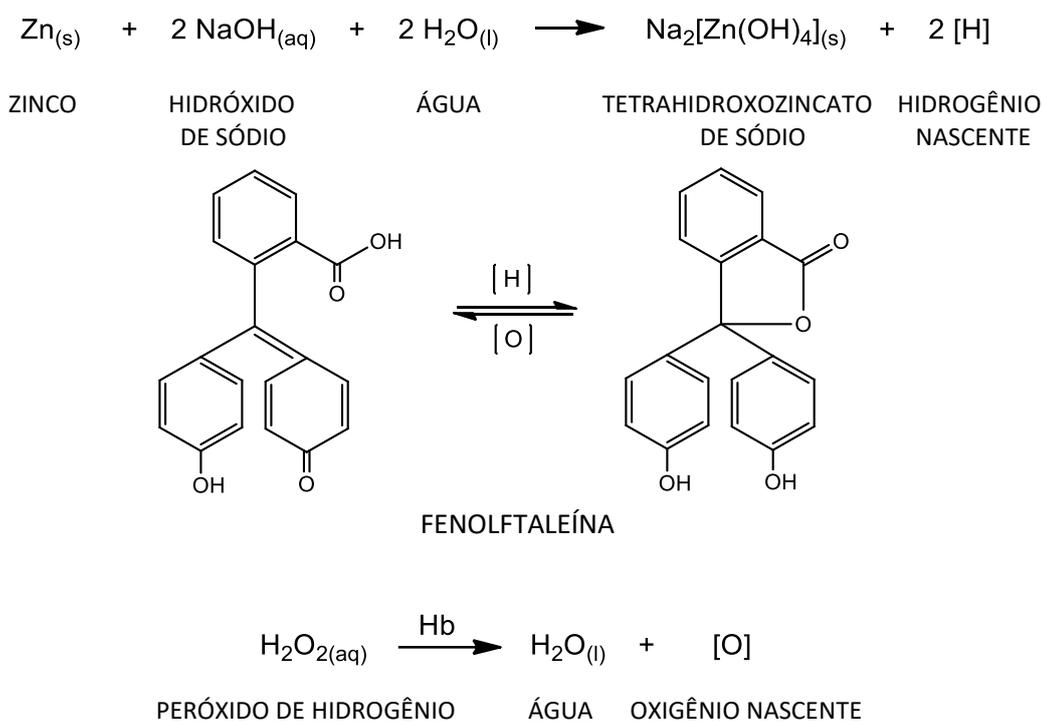


Figura 52. Reações químicas envolvidas no teste presuntivo de sangue com o Reagente de Kastle-Meyer.

Fonte: Adaptado de Yoshida et al. (2012, p. 182).

Quanto ao luminol (3-aminoftalhidrazida ou 5-amino-2,3-di-hidro-ftalazina-1,4-diona), ele é um dos reagentes mais conhecidos e mais sensíveis para identificação de sangue latente. Donate (2015), por exemplo, aponta que a detecção com luminol acontece com concentrações de até 1:1.000.000.000 (ou 1ppb, em partes por bilhão). Já Farias (2015) corrobora ao afirmar que esse reagente se mostra eficiente até em superfícies que já tenham sido lavadas muitas vezes ou cujos resíduos de sangue já estejam secos, mesmo que já se tenha passado anos.

O teste consiste na aplicação de uma solução de luminol no local suspeito, seguida ou não da aplicação de luz especial (na região do ultravioleta). Caso o resultado seja positivo há a ocorrência de reação quimioluminescente. Neste sentido, explica-se que toda reação quimioluminescente acontece quando há a formação de um produto em estado eletrônico excitado que, pelo rápido decaimento ao estado eletrônico fundamental, acaba emitindo luz na região do visível (DONATE, 2015, p. 52).

De maneira mais específica, caso haja a presença de sangue, a reação acontece pela oxidação do luminol ($\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{N}_3$) junto à um agente oxidante – que pode ser, por exemplo, o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) ou o ácido hipocloroso (HClO) – e um catalisador, em meio básico. Os catalisadores são comumente metais de transição, como os íons Fe^{3+} (originados na oxidação,

pelo ar atmosférico, dos íons Fe^{2+} da hemoglobina), que possibilitam a reação com emissão de luz azul (com comprimento de onda máximo de 425nm, na região do visível), gerando o resultado preliminar positivo (**Figura 53**).

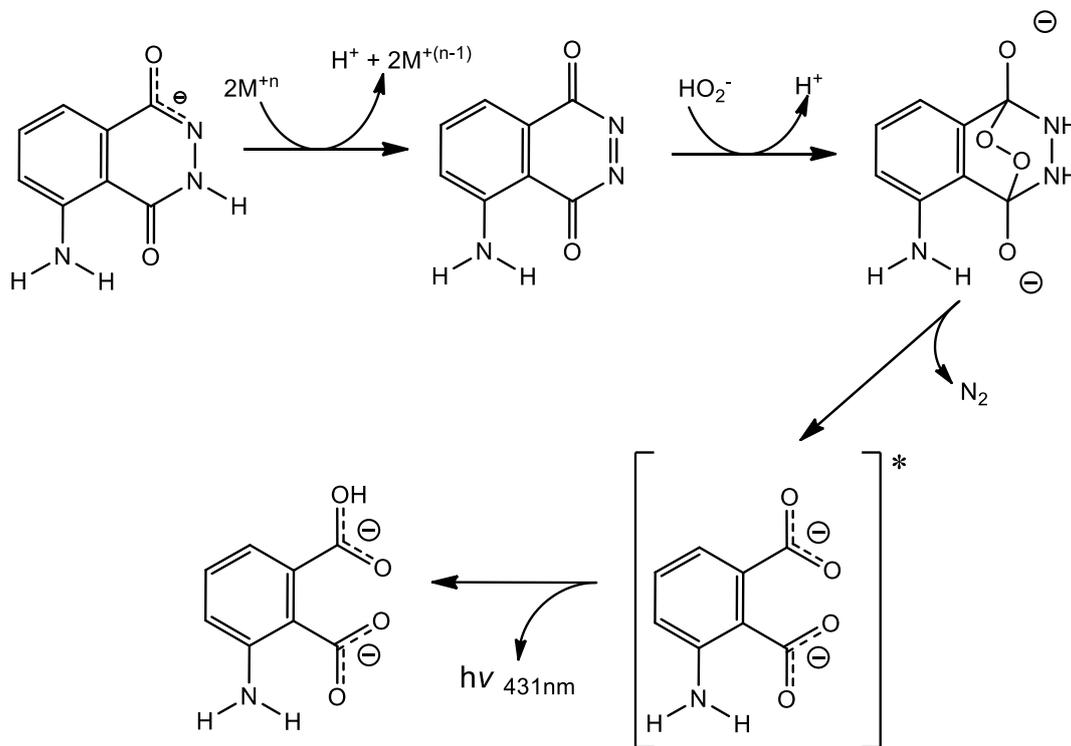


Figura 53. Mecanismo da reação de oxidação do luminol por peróxido de hidrogênio (H_2O_2), em meio aquoso, catalisada por metal de transição.

Fonte: Adaptado de Albertin et al. (1998).

Todavia, o luminol apresenta como desvantagem a baixa especificidade química, já que pode ser catalisado por muitos outros íons metálicos (como o cobalto, o cobre e o cromo), o que aumenta as chances de ocorrer resultados falsos-positivos. Além disso, outros fatores devem ser considerados:

- I. quando há necessidade de aplicação de luz negra (luz ultravioleta), pode haver degradação do DNA, dificultando a realização de exame genético posterior;
- II. para manter a efetividade do luminol, recomenda-se que ele seja preparado momentos antes da sua aplicação, mantendo-o refrigerado até o uso;
- III. em locais onde foi realizado a lavagem com produtos de limpeza contendo hipoclorito de sódio (NaClO , como na água sanitária), pode ocorrer reação positiva com o luminol, entretanto, o tempo de reação com o hipoclorito e os íons ferro são marcadamente diferentes, o que possibilita a sua distinção preliminar;

- IV.** e em estudos teóricos, Farias (2015) identificou que a reação de luminescência pode ser suprimida na presença de íons cálcio, a depender dos sítios de sua complexação.

Como alternativa, a aplicação de luzes forenses também pode ser usada para detectar sangue e outros vestígios biológicos (como sêmen, saliva e resíduos de impressões digitais). A realização do teste consiste na aplicação de luzes com comprimentos de onda específicos (às vezes com o uso de filtros, para selecionar faixas específicas de comprimentos de onda), visando revelar ou realçar os vestígios pelo contraste com as superfícies que os contêm.

Deste modo, o princípio do uso dessas luzes acontece por diversos fenômenos, como as da absorção de luz (determinada amostra ou superfície pode absorver a luz que é incidida, revelando o vestígio pelo contraste), da luminescência (pela absorção de energia, seguida da sua emissão na forma de luz visível) e da reflexão (quando a luz não é absorvida, mas sim refletida pelo material). Além disso, como vantagens, as luzes forenses se destacam pelo baixo custo, pela fácil aplicação e pela rapidez dos resultados.

Testes confirmatórios para sangue humano

Com base nas técnicas e metodologias aplicadas pela Hematologia Forense Identificadora, pode-se determinar também se uma determinada amostra de sangue é realmente de origem humana, tendo em vista que é comum a presença de sangue no ambiente doméstico, especialmente oriundas de carnes de animais usadas para a alimentação. Neste sentido, a presença de utensílios domésticos (como facas, facões e talheres) com resíduos de sangue, a depender da situação, nem sempre sugerem que eles tenham sido usados num crime, por exemplo.

Para tanto, os testes confirmatórios são baseados no reconhecimento imunológico de proteínas presentes no sangue humano e de testes imunocromatográficos. Segundo Francez et al. (2017):

Os principais métodos utilizam a reação de Uhlenhuth, que emprega soros antiespécies. No caso da hematologia, soros anti-humanos são empregados para identificar traços do sangue humano em uma amostra forense. O método mais conhecido é a reação de Vacher-Sutton, também conhecida como Teste Indireto de Coombs, e consiste em um método imune-hematológico baseado no fato de que, na presença de globulinas humanas (imunoglobulina G), o soro Coombs é inibido e perde sua capacidade de promover aglutinação de hemácias. Na ausência de globulinas humanas (sangue animal, ausência de sangue humano ou quantidades de sangue humano abaixo do limite de detecção do

teste), serão observadas aglutinações de hemácias em contato com o soro de Coombs (p. 219).

Portanto, no teste de Coombs, a presença de sangue humano é identificada pela não aglutinação das hemácias, ou seja, o sangue se mistura completamente à solução. Já em resultados negativos, observam-se a formação de precipitado (aglutinação) de hemácias, indicando que é de origem de outra espécie.

Por fim, o teste imunocromatográfico é baseado em *kits* de placas cromatográficas, cujo princípio se dá na reação da hemoglobina humana com anticorpos específicos corados que migram sobre regiões da placa, aos quais formam duas linhas coloridas caso o resultado seja positivo, ou somente uma linha, caso o resultado seja negativo.

DNA humano

O DNA (ou ADN, ácido desoxirribonucleico), encontrado também no sangue, é uma estrutura polimérica biológica, presente em todos os seres vivos, da qual se constitui como uma fita de dupla hélice de nucleotídeos. Os nucleotídeos do DNA são formados basicamente por grupo fosfato (PO_4^{3-}), um carboidrato (a desoxirribose, uma pentose) e uma base nitrogenada: adenina (A), guanina (G), timina (T) ou citosina (C) – as duas primeiras são chamadas de purinas e as duas últimas de pirimidinas (nomenclaturas que estão relacionadas às suas estruturas moleculares).

Na dupla hélice do DNA, as bases nitrogenadas dos nucleotídeos acabam se unindo, por interações intermoleculares (principalmente por ligação de hidrogênio), sempre em pares, na qual uma base purina se liga a uma base pirimidina: uma adenina obrigatoriamente forma par com uma timina, assim como uma citosina faz pareamento com uma guanina. Sendo essa sequência particular de nucleotídeos que constitui o código genético. O código genético, por sua vez, é transmitido dos pais para os filhos, pelo qual se herda as características físicas hereditárias, tais como: a cor da pele e dos olhos, o tipo de cabelo, o formato do nariz, o grupo sanguíneo, dentre inúmeras outras.

O DNA está presente em todas as células do nosso organismo, especificamente no núcleo das células (DNA nuclear). Além disso, encontra-se DNA também nas mitocôndrias (DNA mitocondrial), que são as organelas responsáveis pela produção de energia e respiração celular,

estando presentes em quase todas as células, com exceção das hemácias. O DNA mitocondrial, ao contrário do DNA nuclear, só herda o código genético materno – e isso significa, por exemplo, que testes de paternidade com este tipo de DNA não é possível.

Como o código genético é diferente para cada indivíduo, com exceção de gêmeos univitelinos – ou homozigotos, que tem origem a partir do mesmo espermatozoide e óvulo, eles acabam possuindo códigos genéticos idênticos, como se fossem clones –, pode-se promover a identificação humana a partir do DNA, tanto em diferenciação de espécies, como em testes de parentescos (maternidade e paternidade, por exemplo) ou em casos forenses, nas esferas civil e criminal.



Gêmeos idênticos são condenados a pagar pensão a criança após DNA apontar que os dois podem ser os pais, em Goiás

“A Justiça de Cachoeira Alta, a 358 quilômetros de Goiânia, condenou dois irmãos gêmeos a registrar e pagar pensão a uma mesma filha. Segundo consta no processo, os réus não quiseram assumir a paternidade e foram submetidos a exames laboratoriais de DNA. No entanto, como são univitelinos, com o código genético igual, os exames revelaram a compatibilidade da criança com os dois [...].

Segundo a decisão, os réus [...] ficam jogando a responsabilidade um para o outro [...]. Diante do impasse, já que nenhum dos homens quis se responsabilizar, o juiz da comarca [...] determinou que ambos sejam incluídos na certidão de nascimento da menina e que paguem, cada um, pensão alimentícia no valor de 30% do salário mínimo [...].

Ainda de acordo com a Justiça, para que fosse tentada uma identificação era necessário fazer um exame, chamado *Twin Test*, que custa R\$ 60 mil, mas também não é conclusivo, por ser necessário que um dos analisados tenha alguma mutação. Além disso, as partes do processo, segundo o juiz, não tinham condições financeiras para arcá-lo [...].

Segundo informações passadas pelo Tribunal de Justiça de Goiás, inicialmente, Valéria havia ajuizado a ação de reconhecimento de paternidade contra Fernando. Ele se submeteu ao exame de DNA, e quando o resultado deu positivo, ele indicou Fabrício como o verdadeiro pai. Por sua vez, o irmão também fez o mesmo teste, dando resultado igual – 99,9% de chances de ser o genitor [...].”

Fonte: G1 - Goiás, 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2019/04/01/gemeos-identicos-sao-condenados-a-pagar-pensao-a-crianca-apos-dna-apontar-que-os-dois-podem-ser-os-pais-em-goias.ghtml>>. Acesso em 4 de maio de 2019.

Genética Forense e exame de DNA

No âmbito jurídico, os exames de DNA são realizados seguindo protocolos rigorosos para que sejam garantidas a segurança e a confiabilidade dos procedimentos e, conseqüentemente, dos seus resultados. Logo, dadas às especificidades que envolvem as metodologias e técnicas empregadas na análise do DNA, surgiu a área denominada de Genética Forense.

A **Genética Forense** é a ciência forense que desenvolve e aplica conhecimentos, técnicas e metodologias relacionadas à pesquisa genética, sendo fundamentada principalmente pelos estudos da biologia molecular, da estatística e da genética de populações (SILVA et al., 2017, p. 241), de modo que possa dar fundamentação às investigações periciais e às decisões judiciais.

Para tanto, os exames genéticos realizados na esfera forense buscam, de maneira geral, a identificação inequívoca dos participantes de um delito (suspeitos e/ou vítimas), partindo de amostras biológicas coletadas no local do crime ou nos/dos próprios suspeitos envolvidos.

É importante esclarecer que dentre as vantagens da análise do DNA sobre os métodos convencionais de identificação (como as impressões digitais), enumera-se a sua estabilidade química, já que o DNA permanece estável por longos períodos de tempo, e a sua ocorrência em todas as células nucleadas do organismo humano, seja qual for o tipo de tecido ou fluido corporal.

Por sua vez, nas cenas de crimes, buscam-se amostras biológicas que sejam fontes de material genético, sendo que as mais comuns de serem encontradas são: sangue, sêmen, saliva, mucosas, cabelos (com bulbo capilar, que são as raízes), pelos, urina, fezes, pele, unha, suor, impressões digitais ou qualquer outro material biológico com células nucleadas.

Dado a abundância do DNA, é possível que ele seja utilizado, por exemplo, na identificação: de suspeitos em casos de crimes sexuais e crimes contra a vida; de cadáveres carbonizados, em estágio avançado de decomposição, mutilados ou indigentes; de instrumentos lesivos usados em delitos; da própria vítima, em crimes diversos; e do vínculo genético, para apuração de crimes como raptos, sequestros e tráfico de pessoas (especialmente de crianças), dos quais envolvem criminosos que se passam por parentes das vítimas.

Por outro lado, Silva et al. (2017, p. 261) argumentam que a Genética Forense permite também a análise de DNA não humano, como em casos de: tráfico e roubo de animais, identificação de vegetais de plantio ilegal (como aquelas usadas no preparo de drogas ilícitas), biopirataria (identificação de espécies), bioterrorismo (identificação de microrganismos patogênicos) e na Entomologia Forense (especialmente em exames relacionadas à identificação de insetos da fauna cadavérica, visando estimar o tempo transcorrido da morte).



COM A PALAVRA, O PERITO:



Perguntado sobre os principais exames feitos no laboratório de DNA, o perito criminal* respondeu:

“No laboratório de DNA, nós fazemos exames criminais de quatro áreas, que seriam: exames de identificação, por exemplo, um cadáver que é encontrado em estado avançado de decomposição, aí não se tem condições da realização da identificação desse cadáver, encaminha-se então esse material [para o laboratório], juntamente com o material dos possíveis familiares do cadáver que foi encontrado para fazer esse exame de identificação, então há a comprovação ou não se esse cadáver é realmente familiar daquela família que está requerendo o corpo; exames de local de crime, em que todos os vestígios ali encontrados, como sangue, sêmen, um fio de cabelo, uma bituca de cigarro, chiclete e todos os materiais biológicos encontrados na cena do crime serão encaminhados [para o laboratório], para fazer os exames de DNA; exames ligados aos crimes sexuais, que vem do IML [Instituto Médico Legal], pois o IML faz a coleta do material da vítima de estupro e envia para cá; e também exame de paternidade criminal, para ver se uma criança é fruto de abuso sexual, de estupro” (GREG SANDERS, 38 anos).

*Entrevista realizada com peritos das áreas de Balística Forense, Biologia Molecular, Engenharia Legal, Identificação Veicular, Química Forense e Perícias Externas, entre 29 de outubro e 06 de dezembro de 2019.

Neste contexto, é imperativo esclarecer, mesmo que de modo não aprofundado, os conceitos gerais do exame de DNA, uma vez que este se constitui, à grosso modo, num exame de comparação, com resultados medidos em probabilidades estatísticas. Assim, Silva et al. (2017) explicam que quando uma amostra biológica é processada em laboratório para realizar o exame de DNA, ela passa pelas etapas de “extração e purificação do DNA, quantificação, amplificação dos marcadores genéticos, separação e detecção dos marcadores genéticos por eletroforese capilar, interpretação dos perfis genéticos obtidos e o confronto genético” (p. 251).

Nos processos de extração e purificação do DNA, o objetivo é obter DNA em quantidade e qualidade suficiente para se proceder as demais etapas. Para tanto, a purificação acontece com a retirada de possíveis interferentes que acompanham as amostras, como no caso de fibras de roupas e sujidades diversas. Já a extração se dá pela separação do DNA dos demais componentes presentes nas células, tanto o nuclear quanto o mitocondrial. Ainda nesta etapa, promove-se a inativação de enzimas que podem degradar o DNA, como as nucleases denominadas de DNAases (SILVA et al., 2017, p. 251).

Quanto à etapa de quantificação, esta se dá pela determinação da concentração do DNA presente na amostra após os processos anteriores. Nesta fase, utiliza-se geralmente a técnica de Quantificação por Reação em Cadeia da Polimerase de DNA (ou PCR, do inglês *Polymerase Chain Reaction*), da qual é possível verificar se há inibidores na amostra ou se o DNA está degradado, além de já poder identificar à qual sexo pertence o DNA analisado (SILVA et al., 2017, p. 251) – o

que já é bastante útil na análise forense envolvendo crimes sexuais, diferindo o material genético do suspeito e da vítima (quando forem de sexos opostos).

De acordo com Silva et al. (2017, p. 252) e Jobim et al. (2018, p. 185), a amplificação dos marcadores genéticos também é feita por PCR, pois ela permite a amplificação seletiva, *in vitro*, de regiões do DNA, mesmo a partir de pequeníssimas quantidades de material biológico (na ordem de poucas dezenas de células). Neste processo, diversas reações bioquímicas acontecem usando diversos componentes químicos (como enzimas, cofatores e nucleotídeos) e ambiente com condições rigorosamente controladas (principalmente de temperatura), incluindo distintas etapas em repetição: *desnaturação* (à cerca de 90°C), para abertura da dupla hélice do DNA através do rompimento das ligações de hidrogênios entre as bases nitrogenadas dos nucleotídeos; *anelamento* (entre 50 e 60°C), quando a região alvo do DNA é delimitada e passa a ser amplificada pelo pareamento de iniciadores de cadeia (*primers*); e *extensão* (em torno de 72°C), quando se realiza a síntese de uma nova fita de DNA. A repetição dessas três etapas (ciclos) acontece normalmente de 25 a 35 vezes, amplificando aproximadamente em um bilhão de vezes os marcadores genéticos (sequências de DNA específicas).

A próxima etapa é a separação e detecção dos marcados genéticos, que acontece por eletroforese capilar. Neste processo, os marcadores genéticos são sequenciados a partir da separação por tamanho, seguido da detecção por fluorescência – que ainda na etapa de amplificação são marcados por fluoróforos (espécies químicas com propriedades fluorescentes) (SILVA et al., 2017, p. 253).

A partir de programas específicos de análise, os perfis genéticos sequenciados são interpretados a partir de eletroferogramas – que são representações gráficas (picos) que identificam os marcadores genéticos e, conseqüentemente, o conjunto deles identifica o perfil genético analisado.

A última etapa é o confronto genético que se dá pela comparação do perfil genético questionado (como a de um determinado vestígio encontrado numa cena de crime) com perfis cuja identidade é conhecida (dos suspeitos). Caso os perfis não sejam idênticos, tem-se a exclusão do suspeito – pelo menos no sentido restrito do material analisado, e não necessariamente do evento criminoso. Por outro lado, quando há compatibilidade entre os perfis, estima-se a probabilidade da ocorrência desse genótipo (tipo/perfil genético) ser de qualquer outra pessoa da população da qual o investigado pertence. Logo, quanto “*menor for a frequência do genótipo*

obtido, maior será o peso da evidencia genética, ou seja, menor será a probabilidade de observarmos esse mesmo genótipo em outro indivíduo da população” (SILVA et al., 2017, p. 255), sendo muito provável que os perfis analisados (o questionado com o de identidade conhecida) sejam de uma mesma pessoa. Além disso, os resultados são expressos geralmente na ordem de probabilidade de 1/1.000.000.000 (um para um bilhão).

Por fim, e como curiosidade, segundo Mendes Júnior (2012, p. 203), o primeiro caso em que houve o uso de exame de DNA para fins forenses ocorreu no Reino Unido, em meados da década de 80. O caso envolveu o estupro e assassinato de duas jovens: Lynda Rose Marie Mann (em 1983) e Dawn Amanda Ashworth (em 1986). Inicialmente, o adolescente Richard Buckland confessou o crime em interrogatório, entretanto os exames de DNA procedidos a partir do sêmen deixado nas jovens resultou em negativo, inocentando-o. Isso levou a polícia a retomar a procura pelo criminoso, realizando exames de DNA em todos os homens que viviam na região onde havia sido cometido os crimes. Para fraudar o exame, o criminoso ainda usou amostras de outra pessoa, até que foi denunciado e teve sua participação comprovada, em 1987, por um novo exame de DNA. Colin Pitchfork, o verdadeiro criminoso, foi sentenciado a cerca de 30 anos de prisão.

Banco de dados de perfis genéticos

Como o exame de DNA é essencialmente um teste de comparação, de nada adiantaria coletar vestígios num local de crime e proceder a determinação de perfis genéticos se não houver a possibilidade de se ter outros perfis já identificados para comparação, sejam dos próprios suspeitos de envolvimento, sejam de um banco de dados de perfis genéticos.

Assim, visando combater a criminalidade – especialmente os delitos cometidos por criminosos reincidentes – e dar maior eficiência e agilidade às investigações forenses, implantou-se, em diversos países, bancos de dados que contam, atualmente, com milhares ou milhões de perfis genéticos identificados. Um dos mais robustos bancos de dados com essa finalidade é o CODIS (do inglês, *Combined DNA Index System*), um software criado pelo FBI (*Federal Bureau of Investigations*, que é o departamento de investigação federal dos EUA), sendo usado por mais de 40 países (REIS, 2015, p. 190).

A partir do primeiro semestre de 2009, em acordo firmado entre o Brasil e os EUA, nosso país passou a ter direito a usar o programa CODIS, criando, em seguida, a Rede Integrada de

Bancos de Perfis Genéticos (RIBPG). A RIBPG foi instituída juntamente com o Banco Nacional de Perfis Genéticos a partir do Decreto nº 7.950, de 12 de março de 2013 (BRASIL, 2013), cuja finalidade era integrar os bancos de perfis de todos os Estados brasileiros e do Distrito Federal, pois até então cada unidade da federação tinha os seus próprios bancos de perfis de maneira isolada.

Contudo, cabe justificar que o desenvolvimento da RIBPG passou a ser possível devido à sanção da Lei nº 12.654, de 28 de novembro de 2012, que alterou a Lei nº 12.037, de 1º de outubro de 2009, e a Lei de Execução Penal (Lei nº 7.210, de 11 de julho de 1984), estabelecendo diretrizes para a coleta de perfis genéticos para fins de identificação criminal (BRASIL, 2012):

Lei nº 12.654, de 28 de novembro de 2012

Art. 3º A Lei no 7.210, de 11 de julho de 1984 - Lei de Execução Penal, passa a vigorar acrescida do seguinte art. 9º-A:

Art. 9º-A. Os condenados por crime praticado, dolosamente, com violência de natureza grave contra pessoa, ou por qualquer dos crimes previstos no art. 1º da Lei no 8.072, de 25 de julho de 1990, serão submetidos, obrigatoriamente, à identificação do perfil genético, mediante extração de DNA - ácido desoxirribonucleico, por técnica adequada e indolor.

§ 1º A identificação do perfil genético será armazenada em banco de dados sigiloso, conforme regulamento a ser expedido pelo Poder Executivo.

§ 2º A autoridade policial, federal ou estadual, poderá requerer ao juiz competente, no caso de inquérito instaurado, o acesso ao banco de dados de identificação de perfil genético.

Portanto, a partir dessa lei, os indivíduos que tenham praticado crime hediondo ou crime com violência de natureza grave contra pessoa devem fornecer compulsoriamente material biológico – cuja coleta é realizada na boca (saliva e raspagem com swabs na parte interna da bochecha) do indivíduo, tratando-se, deste modo, de um método indolor – para inserção de seu perfil genético no banco de dados. Todavia, o acesso a esse banco, que é extremamente sigiloso, só pode ser feito mediante autorização da justiça.

Desta forma, a RIBPG permite o acesso tanto de perfis genéticos de criminosos quanto de vestígios coletados no local de crime, o que possibilita identificar a ocorrência de crimes seriais (cometidos pelos mesmos indivíduos, mesmo que em Estados diferentes), quanto a busca de autoria criminal, uma vez que os perfis dos vestígios encontradas numa cena de crime são comparados com os perfis de criminosos já identificados. Além disso, a RIBPG subsidia também a identificação de pessoas desaparecidas, por meio do confronto sistemático e periódico para constatar vínculo genético entre *“quatro tipos diferentes de amostras biológicas: cadáveres e restos mortais não identificados, pessoas de identidade desconhecida, referências diretas de pessoas desaparecidas e familiares de pessoas desaparecidas”* (RIBPG, 2014, p. 4).



Perícia em DNA de criminoso sexual de MT alcança reconhecimento internacional

“A identificação genética a partir do confronto entre o material coletado de vítimas de violência sexual de Mato Grosso e do suspeito pelo crime, ocorrida em 2016, figurou em terceiro lugar como um dos casos mais emblemáticos do mundo [...].

O caso premiado foi o primeiro confronto positivo de DNA realizado através do Banco de Perfis Genéticos, que cruzou os dados do perfil do suspeito, coletado em vítimas no Mato Grosso, com os materiais coletados em outras vítimas nos estados de Goiás e Amazonas.

O acusado foi identificado [...]. Enquanto esteve foragido em Mato Grosso, ele cometeu quatro estupros com o mesmo modo de atuação. O primeiro foi em 2013 e outros três em 2015, nas cidades de Cuiabá e Várzea Grande.

Na ocasião, as informações genéticas de vestígios coletados nas vítimas foram confrontadas com o perfil de DNA do suspeito, a pedido da Delegacia de Defesa da Mulher, e tiveram resultado positivo.

Conforme a administradora estadual do Banco de Perfis Genéticos em Mato Grosso, perita criminal Ana Cristina Lepinsk Romio, foi o primeiro registro de crime sexual serial solucionado pelo cruzamento de informações genéticas com outro Estado [...].

A partir de então, o Laboratório Forense da Politec de Mato Grosso começou a separar, processar e comparar as amostras padrão – coletada do suspeito com os vestígios, coletados nas vítimas dos estupros ocorridos em Mato Grosso. Dois meses depois, as provas de que os crimes foram cometidos pelo mesmo autor começaram a ser confirmadas.

O passo seguinte, segundo a perita, foi inserir os perfis dos vestígios no Codis (sistema de indexação de DNA), e realizar as buscas no banco de dados nos estados que fazem parte da Rede Nacional de Banco de Perfis Genéticos, para localizar possíveis vestígios de outros crimes cometidos pelo mesmo suspeito. *‘As amostras de DNA estão custodiadas pela Politec, mas os crimes não estão esquecidos. É um trabalho silencioso e integrado que está dando respostas’*, comentou.

De 2015 a 2018, a Coordenadoria de Perícias de Biologia Molecular da Politec inseriu 153 perfis genéticos, de restos mortais não identificados, de vestígios de local de crime, de crimes sexuais e amostras de referência de pessoas desaparecidas [...].”

Entenda o caso

Entre os anos de 2012 e 2015, várias mulheres foram violentadas nos estados do Amazonas, Mato Grosso, Rondônia e Goiás. O agressor tinha o costume de agir sempre da mesma maneira e mudava constantemente de cidade. Em 2015, o criminoso foi preso em Rondônia após cometer roubos e um estupro.

O material biológico dele foi coletado e seu perfil foi comparado com outros casos investigados no estado vizinho de Mato Grosso. A comparação imediatamente confirmou o envolvimento do suspeito em quatro estupros.

Quando os perfis genéticos dos vestígios foram enviados para o Banco Nacional, novas compatibilidades foram encontradas com três perfis inseridos pelo banco de dados do estado do Amazonas. Em fevereiro de 2018, analisando amostras coletadas de duas vítimas de estupros na cidade de Goiânia, o laboratório de DNA de Goiás obteve dois perfis genéticos semelhantes. Atualmente, o esturador em série está sendo investigado por abuso sexual de mais de 50 vítimas.

Fonte: GOVERNO DE MATO GROSSO, 2019. Disponível em: < www.mt.gov.br/-/11822396-pericia-em-dna-de-criminoso-sexual-de-mt-alcanca-reconhecimento-internacional >. Acesso em 3 de junho de 2019.

IDENTIFICAÇÃO PRESUNTIVA DE VESTÍGIOS DE SANGUE

OBJETIVOS:

- Estudar conteúdos (bio)químicos a partir de experimentos (alguns análogos) para identificação presuntiva de vestígios de sangue.

CONTEÚDOS:

- Exames preliminares e definitivos para identificação de sangue;
- Reações de oxirredução, neutralização (indicador ácido-base) e complexação;
- Catálise (reação do luminol);
- Espectro eletromagnético (comprimentos de onda e regiões do UV-VIS);
- Estrutura química do DNA (bases nitrogenadas e interações intermoleculares).

METODOLOGIA:

A metodologia proposta para esta atividade é a de uma *AULA LÚDICA-EXPERIMENTAL* com casos criminais fictícios (conforme o exemplo a seguir) envolvendo a identificação presuntiva de sangue humano. Ademais, argumenta-se que esta aula pode ser potencialmente desenvolvida interdisciplinarmente com a Biologia (especialmente no estudo do sangue e das células que o compõem, do sistema circulatório e da genética).

CASO FORENSE:

Após dois dias do suposto desaparecimento de sua esposa, um homem vai a Delegacia registrar boletim de ocorrência. Indagado pelos policiais sobre os prováveis motivos do sumiço de sua mulher, o homem – já bastante nervoso – cai várias vezes em contradição, até revelar que ambos haviam discutido muito nos dias anteriores ao desaparecimento.

Sem pistas de que a mulher poderia ter ido embora por conta própria, uma vez que ela não teria levado nenhuma roupa, dinheiro ou documentos, a polícia começa a encarar o marido como o principal suspeito. Diante do fato, a polícia, juntamente com agentes da perícia criminal vão à casa do casal e se deparam com tudo muito organizado, com forte odor de água sanitária, principalmente na suíte, próximo à porta do banheiro. Ainda mais desconfiados, os peritos retiram os móveis do lugar e encontram num vão da parede de madeira do quarto, atrás do guarda-roupas, uma faca suja, impregnada do que parece ser sangue seco (dado à textura e à coloração marrom escura).

Diante do caso, quais testes devem ser realizados para averiguar presuntivamente a presença de sangue humano? Explique quais procedimentos devem ser adotados e os justifique conceitualmente. Por fim, como poderia ser descartada a hipótese de o suposto sangue encontrado na faca ser de origem animal?

DICA: pode-se montar a cena criminal fictícia com os móveis da própria sala de aula ou do laboratório. A faca pode ser suja com sangue animal (principalmente de fígado bovino). E o chão pode ser borrifado com água tônica de quinino, visando posterior análise com lâmpada de luz negra.

Assim, após o desenvolvimento conceitual dos temas, sugere-se ao professor dividir a turma em grupos e entregar a cada um deles um desses casos, pedindo-lhes que procedam aos

procedimentos experimentais necessários e redijam, ao final das análises, um relatório contendo as conclusões a que chegaram (como um laudo técnico, resguardadas as devidas distinções).

Para tanto, propõe-se a realização dos experimentos de Kastle-Meyer e uma analogia experimental referente ao efeito visual de luminescência do luminol (conforme os procedimentos descritos no **Quadro 6** e **Figura 54**). Além disso, é interessante, caso seja possível, montar cenas que retratem os eventos forenses, proporcionando maior imersão na atividade.

Quadro 6. Teste de Kastle-Meyer e analogia experimental para identificação presuntiva de sangue.

TESTE	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	RESULTADO
Teste de Kastle-Meyer	Solução 1: Adicionar em 10mL de água destilada e homogeneizar: 0,1 de indicador fenolftaleína + 2,0g de hidróxido de sódio (NaOH) + 2,0g de zinco em pó.	Positivo* se houver surgimento da cor rósea ou vermelho claro.
	Solução 2: Diluir manchas de sangue (podem ser obtidas de carne fresca de bovinos, especialmente do fígado). Caso a mancha de sangue esteja desidratada, fazer raspagem com uma espátula e adicionar água. Teste: colocar duas gotas da solução 1 em um cotonete, seguida de duas gostas da solução 2, mais duas a três gotas de peróxido de hidrogênio (H ₂ O ₂) à 5%.	Negativo se não houver mudança de cor.
Analogia experimental ao efeito visual do luminol	Usar lâmpada de luz negra sobre água tônica de quinino (facilmente encontrada em supermercados).	Positivo se houver emissão de luz.
		Negativo se não houver emissão de luz.



Figura 54. Analogia experimental do luminol usando água tônica com quinino antes e após aplicação de luz ultravioleta, respectivamente.

Deste modo, reafirma-se que a proposta de analogia experimental se refere ao efeito visual (emissão de luz), uma vez que as substâncias e as reações químicas produzidas são diferentes do teste com luminol. Portanto, é crucial que o professor explique aos estudantes sobre as diferenças, estabelecendo comparações e explorando conceitualmente a reação com luminol em relação aos resultados da analogia experimental.

PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO:

Para a avaliação do processo de ensino-aprendizagem, propõe-se a análise da participação dos estudantes durante a realização dos procedimentos experimentais e da elaboração do relatório, de modo a identificar se houve contextualização dos conceitos trabalhados, bem como, alguma limitação conceitual ainda a ser explorada.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

DIAS FILHO, C. R.; ANTEDOMENICO, E. *A perícia criminal e a interdisciplinaridade no Ensino de Ciências Naturais*. **Revista Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, maio/2010.

DONATE, P. M. *Luminol: síntese e propriedades quimioluminescente*. In MARTINIS, B. S.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Química Forense Experimental**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.

JOBIM, L. F.; COSTA, L. R. S.; SILVA, M.; JOBIM, M. S. L. (Orgs.). **Identificação Humana: identificação médico-legal, perícias odontológicas, identificação humana pelo DNA**. 3ª ed. Tratado de Perícias Criminalísticas. Campinas-SP: Millennium Editora, 2018.

MENDES JÚNIOR, C. T. *Técnicas aplicadas à análise forense de DNA*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.

YOSHIDA, R. L.; BRUNI, A. T.; VELHO, J. A. *Análise de vestígios latentes em locais de crimes*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.



ATENÇÃO: possíveis obstáculos epistemológicos e pedagógicos!



É sempre importante ressaltar que o uso da analogia experimental deve ser esclarecido aos estudantes, de modo a explorar conceitualmente as suas diferenças com os testes presuntivos originais, dando atenção inclusive à possíveis obstáculos à aprendizagem e aos erros conceituais que possam surgir. Em síntese, isso significa que tanto a analogia experimental quanto o aspecto lúdico da atividade devem ser compreendidos como estratégias para se atingir a construção de novos conhecimentos científicos.

CAPÍTULO 9

ANÁLISE DE FRAUDES EM DOCUMENTOS

Com o passar dos anos, as técnicas e os meios usados pelos criminosos para falsificar bens e documentos ficaram cada vez mais avançados, dificultando sobremaneira o trabalho dos investigadores forenses, pelos quais lidam cotidianamente com situações complexas e desafiadoras, visando dar as melhores respostas possíveis às esferas jurídicas, tanto civil quanto criminal.

Fraudes em documentos

São extremamente diversificadas as formas pelos quais os falsificadores conseguem cometer seus crimes, causando, na maioria das vezes, grandes prejuízos às vítimas e aos sistemas públicos e privados, com destaque para aqueles de ordem financeira e patrimonial. Assim, dentre as fraudes documentais mais comuns, encontram-se desde dinheiro e cheques falsos até casos relacionadas à falsificação de ingressos, atestados médicos, documentos de identidade (aos quais envolvem também os crimes de falsidade ideológica) e posses jurídicas (de terras, imóveis e bens).



Quadrilha desenvolve e comercializa *software* para falsificação de dinheiro

“Dezoito pessoas foram presas nesta quarta-feira (20) em uma operação da Polícia Federal (PF), acusadas de montar um esquema de produção e distribuição de dinheiro falso em Curitiba e região metropolitana. De acordo com a PF, a quadrilha desenvolveu um programa de computador para realizar as falsificações e também vendia o software para interessados em produzir dinheiro falso. Estima-se que o grupo produziu mais de R\$ 3,5 milhões em notas falsas.

A quadrilha era especializada na produção de notas de R\$ 100, mas também trabalhava com cédulas de R\$ 50. O grupo começou a ser investigado há dois anos, quando o Banco Central do Brasil detectou um aumento na identificação de cédulas falsas no Paraná. De acordo com Nilson Antunes, chefe da Delegacia de Repressão aos Crimes Fazendários da Polícia Federal, não há informações de outra quadrilha presa até hoje no Brasil que utilizava um sistema tão moderno e que produzia cópias tão perfeitas [...].

Nos computadores apreendidos pela PF, o software de falsificação estava instalado e trazia as notas já digitalizadas dentro de seu padrão de tamanho e cor. O perito criminal federal [...] explica que diferente do que acontece com as notas verdadeiras, cada lado das notas falsas era impresso separadamente e depois colados.

As notas ainda passavam por um processo de serigrafia para criar relevo. Segundo o delegado, cada cédula levava em média 15 horas para ficar pronta. *‘A quadrilha trocava as notas em bares, feiras, lojas de flores, para não chamar atenção’*, afirmou. Além de produzir para si mesmos, os integrantes da quadrilha vendiam o programa e notas falsas já prontas. *‘Cada cédula de R\$ 100, por exemplo, era vendida a R\$ 20 ou R\$ 30’*, contou o delegado. Desde que o esquema começou a ser investigado foram apreendidas e encaminhadas ao Banco Central aproximadamente 21,5 mil notas falsas.

Junto com o software, a quadrilha oferecia um manual de como fazer dinheiro [...]. Segundo Antunes, nenhum dos presos tinha conhecimentos avançados de informática ou serigrafia, mas conseguiram fazer cópias quase perfeitas [...]”.

Fonte: GAZETA DO POVO, 2010. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/quadrilha-desenvolve-e-comercializa-software-para-falsificacao-de-dinheiro-a1yztntmtbtx30qioc8y1ce/>>. Acesso em 6 de maio de 2019.

Na busca de coibir as práticas fraudulentas e dificultar a consumação desse tipo de crime, desenvolveu-se a área forense chamada de Documentoscopia. Em linhas gerais, a **Documentoscopia** busca determinar, por meio de variadas técnicas clássicas e instrumentais, a autoria e a autenticidade de documentos, qualquer que seja sua finalidade.

Tamanha a ocorrência das fraudes documentais, Zacca e Riston (2012, p. 156) afirmam que cerca de 25% dos laudos anualmente produzidos pela Polícia Federal se referem à análise de documentos. Logo, para dar conta desta tarefa, os peritos em Documentoscopia necessitam de um arcabouço de conhecimentos de diversas outras ciências, especialmente os da Química Forense, da Informática e das Artes Gráficas, que possibilitam os fundamentos necessários para a análise de tintas, papéis, selos, carimbos, impressões de segurança, dentre muitos outros exames documentais.

Zacca e Riston (2012) contribuem também ao apontar que na Documentoscopia os exames frequentemente realizados dizem respeito à:

- **Determinação de alterações:** determinar se o documento sofreu rasuras, acréscimos, montagens, recortes, supressão de elementos, entre outras alterações;
- **Vinculação de origem:** se as informações constadas nos documentos provêm de instrumentos de escrita manual (caneta, lápis, etc.) ou de impressões gráficas (impressoras);
- **Análise de tintas:** refere-se à identificação de tintas e pigmentos (de impressora, de caneta gel ou esferográfica) e suas composições químicas;
- **Ordem de lançamentos:** determina-se a sequência temporal de lançamentos escritos e/ou gráficos (por exemplo: se o documento foi assinado antes ou depois de ser impresso, ou seja, se a assinatura aconteceu quando o papel ainda estava em branco);
- **E datação do documento:** estima-se a época de quando o documento foi produzido, tanto o suporte (papel, plástico, papelão, etc.), quanto as informações registradas a partir dos elementos gráficos, inclusive da datação das tintas e da coerência temporal dos dados constantes no documento (por exemplo: no caso de documentos que tenham sido impressos à laser numa época que em esta tecnologia ainda não existia ou era pouquíssimo disseminada; ou ainda, quando um documento contém informações temporais desconexas com a realidade, ou seja, quando existem anacronismos).

Em consonância, cabe também à área da Documentoscopia a análise de documentos danificados e de documentos de segurança. Quanto aos danificados, realiza-se exames em documentos que sofreram deliberada tentativa de destruição, ou ainda, porque foram expostos à condições inapropriadas de conservação (como aqueles que foram molhados, rasgados, picotados, queimados, lavados quimicamente com solventes ou que tenham sofrido outros tipos de danos). Já na análise de documentos de segurança, verifica-se a autenticidade de documentos que possuam marcas de segurança (elementos especiais, tal como a existência de desenhos latentes, que passam a ser visualizados por aplicação de luzes), como é o caso das notas de dinheiro, dos

documentos pessoais (carteira de identidade, passaporte, título de eleitor e carteira nacional de habilitação, por exemplo) e do licenciamento veicular.

Em tempo, aqui se faz necessário definir um conceito importantíssimo: o de documento. Lima e Morais (2017, p. 391) colaboram ao defini-lo de forma bastante ampla: *“documento pode ser considerado qualquer material que contenha marcas, símbolos ou lançamentos que possuam algum significado ou que transmitam mensagem ou informação”*. Logo, qualquer meio material que contemple tais características pode ser analisado sob os pressupostos da Documentoscopia.

Análise grafoscópica e mecanográfica

Grafoscopia e Mecanografia são subdivisões da Documentoscopia bastantes distintas entre si. A primeira está relacionada aos exames de documentos manuscritos, seja em parte (como assinatura em documentos) ou no todo (como cartas e bilhetes). Já a segunda se refere aos documentos impressos mecanicamente, como os que são produzidos por meio de impressoras e carimbos.

Nos exames de documentos manuscritos (exames grafoscópicos ou grafotécnicos), objetiva-se basicamente determinar a ocorrência de falsificações de escrita manual, através da identificação ou exclusão de pessoas suspeitas de serem autoras de manuscritos, assinaturas ou rubricas (ou seja, todas as fraudes relacionadas à escrita). Para tanto, o procedimento mais comum é comparar os padrões gráficos das pessoas suspeitas, usando-se para isso amostras escritas mais antigas delas, como cartas, diários, assinaturas em documentos pessoais, cadernos escolares, listas de presença em reuniões e livros-ponto.

No entanto, de acordo com Lima e Morais (2017, p. 397), nem sempre é possível ter um laudo conclusivo a respeito desse tipo de análise documental. Isso porque, apesar das pessoas terem hábitos que permeiam a escrita, pode ocorrer delas inventarem, imitarem ou simularem a forma de escrever de uma outra pessoa (como se fosse a cópia de um desenho), o que torna ainda mais difícil a análise quando se examina apenas assinaturas, pois a quantidade de texto é muito reduzida para se poder observar e determinar padrões.

Outro fator que dificulta a análise grafoscópica é que as formas de escrita não são únicas para cada indivíduo, uma vez que pode haver semelhanças entre manuscritos de duas ou mais pessoas, além de que ela não é a mesma durante toda a vida, já que é muito comum observarmos

mudanças nos nossos padrões de escrita (tanto pela idade, quanto por fatores decorrentes do estado físico e emocional ou também pelos tipos de instrumentos usados na produção do manuscrito).

Por outro lado, quando o falsário simplesmente usa a sua própria forma de escrever, sem imitar outra pessoa, ou quando escreve trechos de textos mais longos (com mais material de comparação) que apenas uma assinatura, as chances de identificar fraudes são significativamente aumentadas.

Do ponto de vista procedimental da análise de manuscritos, infere-se que ela é realizada a partir de técnicas que envolvem fenômenos de interação da luz (como a luminescência, a absorção e a reflexão da luz) e/ou que fazem a ampliação de tamanho dos escritos (lupas e microscópios óticos, por exemplo), além de instrumentos que unem essas duas possibilidades, como os equipamentos com softwares específicos para análise documental – como o *Video Spectral Comparator* (VSC), que é um dos mais usados para o trabalho pericial.

Portanto, a partir do momento que os peritos têm à disposição esses recursos, eles podem de fato concretizar as análises e as comparações ao examinar principalmente a (LIMA; MORAIS, 2017, p. 398-399):

- **Morfologia:** que são as formas da escrita, como o desenho e o espaçamento das letras e das palavras, o tipo do traçado e o alinhamento à linha de pauta; sendo inclusive as características mais comumente falsificadas pelos criminosos;
- **Grafocinética:** diz respeito ao processo de construção da escrita, ou seja, do modo de como se dá a execução dos movimentos que originam os manuscritos (movimentos estes comandados pelo sistema nervoso central); nesta análise, verifica-se detalhes que são muitas vezes microscópicos, quase impossíveis de serem fraudados, tais como a dinâmica da produção do traçado, seu início, término, pontos de inflexão e as estrias e outras marcas produzidas pelo instrumento usado na escrita;
- E **qualidade do traçado:** relaciona-se à fluidez da escrita, à continuidade e homogeneidade da deposição da tinta sobre o suporte, da qual é possível examinar as irregularidades e as interrupções do traçado, a velocidade e o ritmo do desenho, além da distribuição da pressão no desenvolvimento da escrita (se mais leve ou mais encorpada).

Já em relação às análises mecanográficas, busca-se com elas identificar, por exemplo, os processos pelos quais os padrões gráficos foram inseridos no papel (ou qualquer outro suporte), quantos e quais os tipos de equipamentos foram utilizados, se o documento é original ou é cópia e se há alguma sobreposição de imagens na tentativa de mascarar ou adulterar informações (impressão sobre marcas de carimbo, assinatura sobre impressão, reimpressão, etc.).

Por fim, destaca-se que os equipamentos usados na Mecanografia são os mesmos usados na Grafoscopia, aos quais se podem adicionar também técnicas espectroscópicas e cromatográficas, além da microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Análise da composição química das tintas

As tintas são misturas de diversos componentes, cada qual com uma função distinta: o *colorante* (corantes e pigmentos, sendo os principais responsáveis por dar cor à tinta), o *veículo* (solventes usados para dar fluidez à tinta), a *resina* (polímeros que dão características como viscosidade e aderência ao suporte da escrita) e os *aditivos* (para melhorar características específicas da tinta, aumentando a durabilidade, a rapidez de secagem ou o ajuste da acidez, por exemplo). A composição química de todos esses componentes é constituída de compostos orgânicos (geralmente, em maior quantidade) e inorgânicos, a qual pode ser identificada por uma gama de procedimentos analíticos, clássicos e instrumentais.

Assim, a análise de tintas envolve uma quantidade imensa de técnicas, cuja escolha dependerá basicamente: da existência de recursos, ou seja, se há material disponível e pessoal capacitado para realizar a análise; da quantidade e do tipo da amostra de tinta; da suscetibilidade do documento à determinadas técnicas; e da possibilidade de se realizar exames não destrutivos ou semidestruativos.

Em relação à quantidade de tinta disponível, pode-se citar os casos que envolvem a análise da autenticidade de pinturas artísticas. Nesse exemplo, emprega-se usualmente amostras com quantidades ínfimas de tinta – que podem ser retiradas, muitas vezes, do verso ou das bordas dos quadros –, evitando ao máximo não danificar a obra de arte. Para tanto, essas amostras acabam sendo submetidas às técnicas que possuem baixos limites de detecção e quantificação para os componentes pesquisados.

Por conseguinte, na análise físico-química de tintas, tem-se a disposição métodos que são classificados como não destrutivos e semidestrutivos. No primeiro caso, é habitual o uso de microscópios ópticos e luzes especiais (especialmente nas regiões do ultravioleta e do visível), que são destacadamente mais simples, rápidos e baratos de serem realizados. Já os métodos semidestrutivos são aqueles que para serem executados, uma parte do documento acaba sendo sacrificada (no sentido da perda das suas características originais), seja pela retirada de um pedaço dele, seja pela aplicação de substâncias que podem danificá-lo – por exemplo: solventes, para determinar a solubilidade da tinta, e reveladores químicos, para visualizar possíveis marcas latentes.

Nos exames para determinar a composição química das tintas, os métodos empregados normalmente são do tipo semidestrutivo e que necessitam de reduzida quantidade de amostra. Por isso é necessário usar métodos instrumentais, que apesar de serem mais caros e demorados, possibilitam análises mais robustas, especialmente os métodos cromatográficos (CG, CLAE e CCD) hifenados com técnicas espectroscópicas (EAA e UV-VIS) ou espectrométricas (EM), ou ainda, combinadas com o emprego da Ressonância Magnética Nuclear (RMN). Ademais, destaca-se também a possibilidade de se utilizar a Cromatografia Planar ou Cromatografia em Papel (CP) – uma técnica não instrumental, mais simples, rápida e barata, porém muito menos robusta – para a pesquisa inicial da composição das tintas, permitindo comparar diferentes amostras.

Datação de tintas

Além da composição química, outra possibilidade de análise documentoscópica é a datação de tintas. Gondra e Grávalos (2012, p. 37) apontam que, através das técnicas já elencadas anteriormente, pode-se por exemplo: determinar o ano que a tinta passou a ser produzida, ou ainda, quando ela foi colocada à disposição no mercado; comparar as formulações de duas ou mais tintas de um mesmo documento, visando determinar qual foi depositada primeiro no papel (a idade relativa); determinar o quão seca a tinta está, ao qual se relaciona com a quantidade de solvente presente na tinta e o seu efeito sobre os seus componentes; e determinar a degradação da tinta sobre o papel.

Como exemplo dessas análises, pode-se examinar o tempo que a tinta permanece no papel e/ou o processo que leva à sua degradação, uma vez que a partir do momento que ela é depositada no suporte, ela entra em contato com ambientes naturalmente oxidantes pela

presença de oxigênio, umidade, luz e poeira (ZACCA; RISTON, 2012, p. 164). Neste instituto, cabe analisar então a volatilização dos solventes, a degradação dos colorantes, a polimerização das resinas e a quantificação de compostos químicos (LIMA; MORAIS, 2017, p. 409-410). Além disso, pode-se avaliar também o decaimento de alguns elementos químicos presentes nas tintas, quando houver a presença de marcadores.

Desta forma, percebe-se que ao passo que as falsificações se tornam cada vez mais requintadas, ficando muito próximas aos originais, os métodos documentoscópicos para combate e prevenção desse tipo de crime também acompanham tais evoluções. Um exemplo disso são as novas cédulas do real que, hoje, figuram entre as mais seguras do mundo no que diz respeito às características antifraudes (tintas especiais, marcas latentes, impressão em relevo, dentre muitas outras). Portanto, à medida que a sofisticação criminosa avança, as técnicas periciais devem sempre estar, pelo menos, um passo à frente!

SEPARAÇÃO DE TINTAS POR CROMATOGRAFIA PLANAR

OBJETIVOS:

- Estudar conteúdos químicos a partir de experimentos para separação de componentes das tintas de canetas.

CONTEÚDOS:

- Métodos analíticos de separação;
- Interações intermoleculares;
- Cromatografia planar (ou em papel).

METODOLOGIA:

Visando atingir os objetivos desta atividade, propõe-se a realização de uma *AULA EXPERIMENTAL* a partir da separação de tintas, comparando diferentes marcas de canetas, por meio da cromatografia planar (ou cromatografia em papel). Para tanto, pode-se usar papel sulfite ou filtro de papel (daqueles usados para coar café) como fase estacionária e etanol como fase móvel, conforme montagem experimental observada na **Figura 55**:

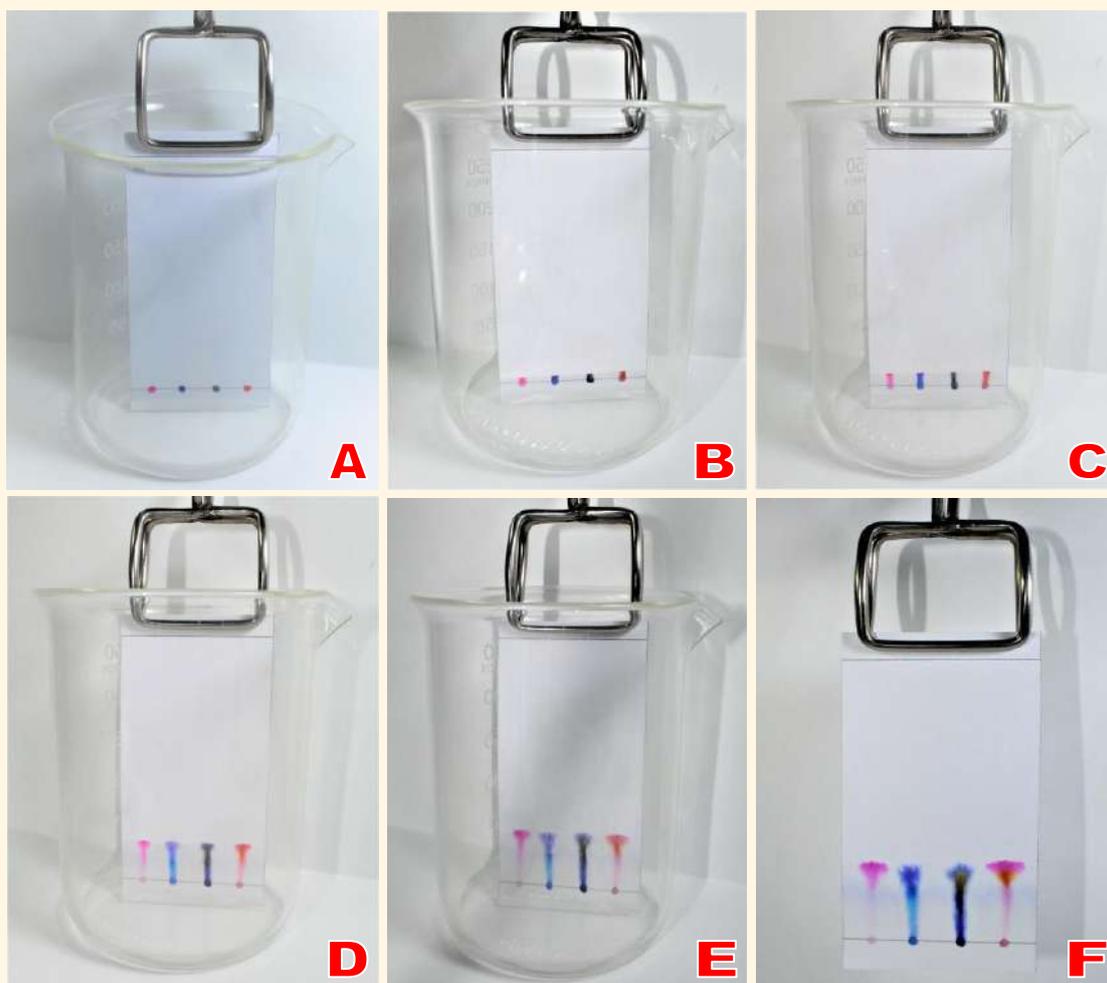


Figura 55. Sequência de separação dos componentes das tintas por cromatografia em papel.

PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO:

A avaliação desta atividade pode acontecer através da análise da participação dos estudantes durante os procedimentos experimentais, buscando identificar se houve aprendizagem e/ou a ocorrência de limitações conceituais ainda a serem discutidas.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

GONDRA, M. E.; GRÁVALOS, G. R. **Análise Forense de Documentos: instrumentos de escrita manual e suas tintas (Vol. I).** Tratado de Perícias Criminalísticas. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.

ZACCA, J. J.; RISTON, J. R. *Análise físico-química de fraudes em documentos: papéis e tintas*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.



ATENÇÃO: *possíveis obstáculos epistemológicos e pedagógicos!*



É importante discutir com os estudantes os diversos métodos existentes, inclusive instrumentais, para análise da composição de tintas e papéis, na qual este é um dos métodos menos sofisticados, contribuindo especialmente para uma análise mais preliminar.

CAPÍTULO 10

FRAUDES E ADULTERAÇÕES EM GERAL

As falsificações em documentos, apesar de serem bastantes comuns como meios para a prática de outros delitos, não são as únicas fraudes cometidas pelos criminosos. Na verdade, há uma infinidade de bens e produtos que são adulterados ou fraudados no intuito de se obter vantagens (pessoais ou financeiras) e/ou dificultar o trabalho de investigação policial e criminal. Dentre as principais fraudes investigadas pelas Ciências Forenses (especialmente, pela Química Forense), destacam-se as de: remédios, bebidas alcoólicas, alimentos e combustíveis. Ademais, as adulterações mais comuns são aquelas que envolvem a remoção ou remarcação de números de séries em armas de fogo e veículos.

Fraudes em medicamentos

A falsificação, adulteração ou alteração de medicamentos é uma ação criminosa tão grave que pela Lei nº 8.072, de 25 de julho de 1990, passou a ser considerada como crime hediondo, e portanto, é um crime inafiançável e sem direito à liberdade provisória antes da condenação ou à qualquer tipo de abrandamento da pena ou perdão da Justiça (indulto, anistia ou graça) (BRASIL, 1990):

Lei nº 8.072, de 25 de julho de 1990

Art. 1º São considerados hediondos os seguintes crimes, todos tipificados no Decreto-Lei no 2.848, de 7 de dezembro de 1940 - Código Penal, consumados ou tentados: (Redação dada pela Lei nº 8.930, de 1994) (Vide Lei nº 7.210, de 1984)

[...]

VII-B - falsificação, corrupção, adulteração ou alteração de produto destinado a fins terapêuticos ou medicinais (art. 273, caput e § 1º, § 1º-A e § 1º-B, com a redação dada pela Lei no 9.677, de 2 de julho de 1998). (Inciso incluído pela Lei nº 9.695, de 1998)

[...]

Art. 2º Os crimes hediondos, a prática da tortura, o tráfico ilícito de entorpecentes e drogas afins e o terrorismo são insuscetíveis de:

I - anistia, graça e indulto;

II - fiança. (Redação dada pela Lei nº 11.464, de 2007)

§ 1º A pena por crime previsto neste artigo será cumprida inicialmente em regime fechado. (Redação dada pela Lei nº 11.464, de 2007)

[...]

Em consonância, o Código Penal brasileiro (Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940) estabelece que os crimes que envolvem falsificação de produtos medicinais ou para fins terapêuticos, e ações correlatas, acarretam pena de reclusão e multa, conforme o seu artigo 273 (BRASIL, 1940):

Código Penal - Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940

Art. 273 - Falsificar, corromper, adulterar ou alterar produto destinado a fins terapêuticos ou medicinais: (Redação dada pela Lei nº 9.677, de 2.7.1998)

Pena - reclusão, de 10 (dez) a 15 (quinze) anos, e multa. (Redação dada pela Lei nº 9.677, de 2.7.1998)

§ 1º - Nas mesmas penas incorre quem importa, vende, expõe à venda, tem em depósito para vender ou, de qualquer forma, distribui ou entrega a consumo o produto falsificado, corrompido, adulterado ou alterado. (Redação dada pela Lei nº 9.677, de 2.7.1998)

§ 1º-A - Incluem-se entre os produtos a que se refere este artigo os medicamentos, as matérias-primas, os insumos farmacêuticos, os cosméticos, os saneantes e os de uso em diagnóstico. (Incluído pela Lei nº 9.677, de 2.7.1998)

§ 1º-B - Está sujeito às penas deste artigo quem pratica as ações previstas no § 1º em relação a produtos em qualquer das seguintes condições: (Incluído pela Lei nº 9.677, de 2.7.1998)

I - sem registro, quando exigível, no órgão de vigilância sanitária competente; (Incluído pela Lei nº 9.677, de 2.7.1998)

II - em desacordo com a fórmula constante do registro previsto no inciso anterior; (Incluído pela Lei nº 9.677, de 2.7.1998)

III - sem as características de identidade e qualidade admitidas para a sua comercialização; (Incluído pela Lei nº 9.677, de 2.7.1998)

IV - com redução de seu valor terapêutico ou de sua atividade; (Incluído pela Lei nº 9.677, de 2.7.1998)

V - de procedência ignorada; (Incluído pela Lei nº 9.677, de 2.7.1998)

VI - adquiridos de estabelecimento sem licença da autoridade sanitária competente. (Incluído pela Lei nº 9.677, de 2.7.1998)

[...]

O rigor com que trata a legislação brasileira, assim como a maioria dos tratados internacionais sobre saúde, é justificado pela potencialidade dos medicamentos falsificados

causarem danos às pessoas que são enganadas por esta prática reprovável e criminoso, aos quais podem incluir diversos efeitos danosos, desde complicações clínicas até levar à óbito, seja pelo não tratamento com o medicamento correto, seja pelo uso de outras substâncias presentes na medicação adulterada. Além disso, muitos outros problemas podem surgir, como o:

[...] alto custo financeiro, uma vez que a empresa fabricante do produto original precisa recuperar sua credibilidade junto ao paciente. Outro risco, ainda mais grave, é a falta de confiança das pessoas no sistema de saúde como um todo, o que pode levar, por exemplo, à baixa adesão da população em um programa de vacinação, comprometendo a eficiência do programa [...]. Outro aspecto crítico, que se desenvolve em longo prazo, é o desenvolvimento de resistência aos medicamentos (NEVES, 2012, p. 140).

Ames e Souza (2012), por exemplo, a partir da análise dos documentos periciais da Polícia Federal, no período de janeiro de 2007 a setembro de 2010, indicaram que foram elaborados 371 laudos com 610 medicamentos falsos apreendidos no Brasil, dos quais se destacaram os medicamentos para disfunção erétil masculina (Cialis® e Viagra®, no total de 69% dos produtos falsificados), esteroides anabolizantes (Durateston® e Hemogenin®, com 26% das apreensões) e inibidores de prostaglandinas (Cytotec®, com 3,5%, usado para o tratamento de inflamações e muitas outras aplicações).

Já Yano et al. (2011), num estudo experimental com cromatografia em camada delgada (CCD), analisaram 25 amostras de medicamentos manipulados naturais para tratamento da dor, da qual identificaram que sete (28%) deles eram falsificados, pois continham corticoides (acetato de dexametasona) e/ou piroxicam – ambos usados como anti-inflamatórios e, conseqüentemente, para tratamento da dor – mas que não estavam declarados em sua composição, conforme obriga a legislação brasileira.

Portanto, para combater este tipo de fraude, os conhecimentos de diversas áreas das Ciências Forenses são requeridos, especialmente os documentoscópicos, para o exame mais preciso das embalagens dos medicamentos, e os de análise química e farmacológica do princípio ativo (substância responsável pelo efeito terapêutico ou medicamentoso) contido ou não nos produtos suspeitos.

Na análise da embalagem, Neves (2012, p. 142) argumenta que ela consiste em três etapas de avaliação: do aspecto geral (cor, fonte, disposição e tamanho das letras e desenhos, por exemplo), dos dados impressos na embalagem (prazo de validade, data de fabricação e número do lote) e das marcas de segurança presentes na embalagem (como a tinta que aparece após a raspagem com um objeto de metal ou com aplicação de luz ultravioleta, conforme a **Figura 56**).

Assim, este procedimento acaba sendo um dos mais baratos e simples de realizar, cujos resultados já podem indicar a ocorrência de falsificação.



Figura 56. Marcas de segurança em embalagem de medicamento: marca original (A), com aplicação de luz ultravioleta (B) e após raspagem com objeto de metal (C).

Quanto às análises químicas, elas requerem procedimentos mais precisos, tanto qualitativos, visando identificar a composição do produto e se há a presença do princípio ativo, quanto quantitativos, no intuito de determinar a concentração das substâncias, uma vez que pode haver excesso ou insuficiência do princípio ativo e de outras substâncias no medicamento. Neste sentido, VELHO et al. (2017a, p. 206) afirmam que a análise quantitativa é importante também porque *“geralmente os falsificadores introduzem pequenas quantidades de substâncias genuínas para tentar frustrar ou confundir o processo de detecção nas fórmulas farmacêuticas”* (p. 206).

Ademais, as técnicas usadas para constatar as falsificações à nível de componentes do medicamento podem ser realizados inicialmente por *kits* experimentais – podendo ser levados à campo (para análise presuntiva) – e posteriormente confirmados por técnicas instrumentais, à depender do grau de sofisticação da fraude, como por exemplo: a cromatografia (CG, CLAE, CCD), a espectrofotometria (no UV-VIS e no IV), espectrometria de massas (EM) e a ressonância magnética nuclear (RMN).

Fraudes em bebidas alcoólicas e alimentos

A falsificação ou adulteração de gêneros alimentícios, assim como as fraudes em medicamentos, além de causar prejuízos financeiros, pode produzir graves danos à saúde dos consumidores, seja pelo não controle de qualidade dos produtos (inclusive, sem controle

sanitário), seja adotando processos de produção inadequados, ou ainda, usando matérias-primas de baixa qualidade ou até mesmo impróprias para o consumo humano.

De modo geral, as falsificações mais comuns ocorrem em bebidas alcoólicas, especialmente aquelas que apresentam maior valor comercial: uísque, vodca e rum. Essas três bebidas destiladas, segundo Veiga e Talhavini (2012, p. 124), representam mais de 90% da demanda de exames forenses relacionados à análise de bebidas no Brasil. Além disso, as bebidas mais falsificadas são as de marcas importadas famosas (como *Johnie Walker Red Label*[®] e *White Horse*[®]), pois são as que oferecem, obviamente, maior lucro para os criminosos.

Assim, as falsificações e adulterações de bebidas alcoólicas mais comuns envolvem: o uso de rótulos, lacres e selos de segurança falsificados (transformando uma bebida de menor valor ou de produção clandestina numa de marca com maior valor agregado); a alteração da composição pela adição de outras substâncias, como água e corantes (para diluir a bebida e aumentar a quantidade do produto, ou ainda, para fazer com que uma bebida falsificada se torne o mais semelhante possível à original); e adição de etanol impróprio para consumo, com altos teores de metanol (uma substância altamente tóxica para o organismo humano).

Neste contexto, visando coibir esses delitos, a legislação brasileira estabelece diversas normas para o controle e a fiscalização de bebidas e alimentos, principalmente as portarias do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), bem como trata das penas aplicáveis a este tipo de crime, conforme o artigo 272 do Código Penal (BRASIL, 1940):

Código Penal - Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940

Falsificação, corrupção, adulteração ou alteração de substância ou produtos alimentícios

Art. 272 - Corromper, adulterar, falsificar ou alterar substância ou produto alimentício destinado a consumo, tornando-o nociva à saúde ou reduzindo-lhe o valor nutritivo: (Redação dada pela Lei nº 9.677, de 2.7.1998)

Pena - reclusão, de 4 (quatro) a 8 (oito) anos, e multa. (Redação dada pela Lei nº 9.677, de 2.7.1998)

§ 1º-A - Incorre nas penas deste artigo quem fabrica, vende, expõe à venda, importa, tem em depósito para vender ou, de qualquer forma, distribui ou entrega a consumo a substância alimentícia ou o produto falsificado, corrompido ou adulterado. (Incluído pela Lei nº 9.677, de 2.7.1998)

§ 1º - Está sujeito às mesmas penas quem pratica as ações previstas neste artigo em relação a bebidas, com ou sem teor alcoólico. (Redação dada pela Lei nº 9.677, de 2.7.1998)

[...]

Por fim, para a análise de falsificações e adulterações em bebidas alcoólicas e alimentos, a perícia criminal dispõe de diversos exames, desde aqueles relacionados à análise visual do produto (análise da embalagem, rótulos, marcas de segurança, alterações da coloração ou presença de

suspensão na bebida) até os exames que envolvem instrumentação analítica (prioritariamente, os métodos cromatográficos, espectroscópicos e espectrométricos) para a determinação da composição química, medida de pH, teor alcoólico (quando for o caso) e determinação de resíduos, por exemplo.

Fraudes em combustíveis

Apesar da rigorosa fiscalização pelos órgãos de controle, muitos postos de combustíveis ainda comercializam produtos adulterados. Nestes locais, o combustível mais comum de sofrer fraude é a gasolina, ao qual geralmente se adiciona uma quantidade de etanol acima do que é estabelecido pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), ou ainda, pela adição de outras substâncias, como água e metanol.

Atualmente, a concentração permitida pela ANP de etanol anidro combustível na gasolina é de 27%, com margem de tolerância de 1% para mais ou para menos. Os responsáveis pela fiscalização do controle de qualidade dos diferentes combustíveis (gasolina, etanol, óleo diesel e biodiesel) comercializados no Brasil é da ANP e dos laboratórios e centrais analíticas credenciadas por ela (geralmente, laboratórios de pesquisa ligados a universidades federais).



Posto é interditado em Praia Grande por comercializar gasolina com 64% de etanol

“Um posto revendedor de combustíveis foi interditado ontem (24/07) em Praia Grande, no litoral de São Paulo, por comercializar gasolina comum com 61% de etanol e gasolina aditivada com 64% de etanol (o percentual obrigatório atualmente é de 27% com tolerância de 1% para mais ou para menos). O posto também foi autuado por ter sido detectado metanol no etanol e pela ausência de equipamentos obrigatórios, como termômetro, densímetro e balde aferidor certificado pelo Inmetro com a medida padrão de 20 litros.

Os postos autuados/interditados pela ANP estão sujeitos às penalidades previstas na Lei 9.847/99. A interdição é a medida cautelar aplicada em algumas situações, como a venda de combustível com problemas de qualidade. A interdição cautelar objetiva impedir a comercialização de produto em desacordo com as especificações, protegendo o consumidor. No momento em que a ANP identifica que cessaram as causas da interdição, conforme estabelece a Lei nº 9.847/99, procede à desinterdição. Os postos também estão sujeitos a multas, que podem chegar a R\$ 5 milhões, a ser aplicada ao final do processo administrativo iniciado com a autuação.

Cabe esclarecer que os agentes autuados e/ou interditados possuem, assegurado pela lei, direito ao contraditório e à ampla defesa. Dessa forma, somente após o julgamento definitivo do processo administrativo, gerado a partir do auto de infração, e em caso de subsistência do mesmo (quando o auto de infração é mantido pela decisão administrativa final), fica constatado que o estabelecimento cometeu, de fato, ato infracional previsto na Lei nº 9.847/99”.

Fonte: ANP, 2018. Disponível em: <www.anp.gov.br/noticias/4636-posto-interditado-25jul2018>. Acesso em 20 de abril de 2019.

Além disso, a fiscalização da ANP é realizada de acordo com protocolos de análise bastante rigorosos, que são checados e certificados periodicamente dado a importância desses procedimentos, já que visam: manter a qualidade dos produtos ofertados aos consumidores, pois o uso de combustíveis adulterados podem trazer sérios danos aos veículos automotores e diminuir a sua eficiência e segurança; e impedir que autuações indevidas aconteçam aos estabelecimentos de distribuição e comercialização de combustíveis – nestes casos, as multas podem alcançar até o valor de R\$ 5.000.000,00 (cinco milhões de reais), conforme estabelece a Lei nº 9.847, de 26 outubro de 1999 (BRASIL, 1999b).

Para tanto, na fiscalização da qualidade da gasolina, por exemplo, a ANP adota diversos parâmetros físico-químicos de análise (como aspecto, cor, massa específica, teor de etanol e de benzeno, destilação, composição química e marcador de solvente), que são condizentes com os métodos preconizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pela American Society for Testing and Materials (ASTM) (LIMA et al, 2012) (**Quadro 7**).

Quadro 7. Parâmetros físico-químicos adotados pela ANP para a análise da gasolina.

CARACTERÍSTICA	MÉTODO		DESCRIÇÃO DA ANÁLISE
	ABNT	ASTM	
Aspecto	-	-	Indicação visual da qualidade e de possíveis contaminações.
Cor	-	-	Indicação da tonalidade da cor característica da gasolina.
Massa específica a 20°C	NBR 7148 NBR 14065	D4052 D1298	Relação entre a massa de combustível e o seu volume. Quanto maior a massa específica, maior o potencial energético, uma vez que maior será a massa de combustível para um mesmo volume considerado.
Teor de etanol anidro combustível	NBR 13992	-	Verificação do atendimento ao dispositivo legal que delimita teores mínimo e máximo de etanol anidro na gasolina. A gasolina com valores inferiores ou superiores de etanol anidro combustível aos especificados pode comprometer o bom funcionamento dos veículos.
Destilação	NBR 9619	D86	Avaliação da volatilidade da gasolina. Os diversos pontos de destilação especificados visam atender as diferentes condições de operação dos motores.
Infravermelho [MON, RON, IAD, teor de benzeno (ASTM D6277) e composição (olefinas, saturados e aromáticos)]	Espectrometria por infravermelho		Indicação da concentração de compostos aromáticos, hidrocarbonetos com dupla ligação carbono-carbono (olefinas) e saturados (parafinas e naftênicos). Importante para o controle de emissões de compostos tóxicos, poluentes e que causam danos ao sistema de combustível e câmara de combustão.
Marcador de solvente	Conforme metodologia de identificação do fornecedor do marcador		Avaliação que verifica se o combustível foi adulterado por adição ilícita de solvente.

Fonte: Adaptado de LIMA et al. (2012).

Contudo, muitos outros testes podem e devem ser realizados para atestar a qualidade dos diferentes tipos de combustíveis comercializados no país, tais como: o pH, a condutividade elétrica e o teor de hidrocarbonetos no etanol combustível; o teor de água, a concentração de metanol/etanol e a viscosidade no biodiesel; o enxofre total e o índice de cetano no óleo diesel. E para a gasolina, testes rápidos e presuntivos podem ser observados, como a densidade (analisada com o auxílio de um densímetro) e a concentração de etanol (pelo Teste de Proveta, que se utiliza de uma solução salina para efetuar a separação química entre a gasolina e o etanol numa proveta, sendo este um teste oficialmente recomendado pela ANP).

Adulteração em armas de fogo e veículos

Na tentativa de combater diversos tipos de crimes, alguns bens acabam recebendo marcas de identificação que permitem a sua individualização. Este tipo de marcação é mais comum em veículos e armas de fogo. De modo geral, a individualização acontece com a gravação do número de série (que é único) em algumas peças dos veículos (principalmente o chassi e o motor) e das armas de fogo (especialmente na armação, na culatra e no cano da arma), que dificilmente podem ser trocadas sem desconfigurar a estrutura original.

O procedimento de gravação dos números de série (uma sequência de caracteres alfanuméricos) acontece, geralmente, por punção (marcação em baixo relevo) nas superfícies metálicas a serem identificadas. Neste tipo de gravação, produz-se uma deformação da superfície pela “compactação diferenciada na região da estrutura cristalina abaixo e adjacente aos referidos caracteres” (OLIVEIRA, 2006, p. 18), os quais passam a ser visualizados em baixo relevo.

Portanto, o processo de adulteração dos números identificadores consiste basicamente no desgaste mecânico e polimento da área originalmente marcada, podendo haver ou não a aplicação de nova numeração – que também pode ser por punção, na grande maioria das vezes, mais superficial que a marcação original de fábrica.

Adicionalmente, esclarece-se que os veículos que são roubados ou furtados têm três opções de destino: usados para cometer outros crimes, desmonte ilegal e comercialização de suas peças ou remarcação/adulteração de sinais de identificação (como a numeração de placas, chassi e motor) para a utilização deles como clones (VELHO et al., 2015, p. 316). Já a adulteração do número de identificação de armas de fogo é feita para dificultar o seu rastreamento, na tentativa

de impedir que se descubra as suas origens, como por exemplo: quando e onde ela foi produzida, quem a comprou ou a roubou/furtou, etc.

Deste modo, quando ocorre este tipo de adulteração, cabe à perícia forense tentar identificar tais alterações e se possível obter as informações originais. Para tanto, uma técnica bastante utilizada é o exame metalográfico.

O exame metalográfico se constitui num ataque químico, que nada mais é do que uma reação de corrosão (oxirredução) controlada. Este exame só é possível porque o processo de cunhagem dos caracteres (punção) produz uma compactação diferencial permanente da estrutura cristalina do suporte metálico, ao qual cria uma região mais densa em átomos. Logo, mesmo que a superfície seja desgastada o suficiente para remover os números (no sentido de não ser possível visualizá-los à olho nu), ainda haverá a marcas latentes, já que a adulteração normalmente não modifica a estrutura cristalina, permanecendo as diferenças de densidade.

Quanto à realização do ataque químico, dois fatores devem ser previamente considerados: o tipo de estrutura metálica ao qual se encontra a marcação e o tipo de adulteração realizada. Isso é extremamente importante para a escolha da técnica e dos reagentes (soluções fortemente oxidantes) a serem empregados.

Um exemplo de exame metalográfico para superfícies contendo ferro é o que utiliza a aplicação do reagente de Murakami – uma solução aquosa alcalina (com hidróxido de sódio, NaOH) de hexacianoferrato de potássio, $K_3[Fe(CN)_6]$ – sobre a superfície pesquisada. Assim, a revelação pode ser obtida pela diferença de reatividade dos sítios da referida superfície metálica, em que é observada uma maior velocidade de reação do reagente de Murakami no local com maior densidade (de onde a numeração original foi removida). Como resultado, há a precipitação do hexacianoferrato de ferro III – ou Azul da Prússia, $Fe[Fe(CN)_6]$, conforme a reação:

Velho et al. (2015, p. 320-321), Farias (2015, p. 124-125) e Velho et al. (2012b, 218-220), por sua vez, sugerem alguns reagentes para serem usados em superfícies metálicas específicas, aos quais foram organizados no **Quadro 8**:

Quadro 8. Reativos recomendados para exame metalográfico de acordo com o tipo de superfície metálica.

TIPO DE SUPERFÍCIE METÁLICA	REATIVOS RECOMENDADOS PARA O EXAME METALOGRAFICO
Alumínio e suas ligas	<p>Reagente de Keller (ataque químico brando): 2mL de ácido fluorídrico (HF) + 3mL de ácido clorídrico (HCl) + 5mL de ácido nítrico (HNO₃) + 190mL de água destilada (H₂O).</p> <p>Reagente de Tucker (ataque químico agressivo): 15mL de ácido fluorídrico (HF) + 45mL de ácido clorídrico (HCl) + 15mL de ácido nítrico (HNO₃) + 75mL de água destilada (H₂O).</p> <p>Reagente de Hume Rothery (reação lenta, de 45 a 60 minutos): 500g de cloreto de cobre II + 5mL de ácido clorídrico (HCl) + 1L de água destilada (H₂O).</p>
Aço carbono e titânio	<p>Reagente de Hatcher (ataque químico brando): 55mL de ácido clorídrico (HCl) + 4g de cloreto de cobre I (CuCl) + 11g de cloreto de cobre II (CuCl₂) + 31mL de água destilada (H₂O).</p> <p>Reagente de Hatcher (para superfícies pouco oxidadas): 40mL de ácido clorídrico (HCl) + 5g de cloreto de cobre II (CuCl₂) + 30mL de água destilada (H₂O) + 25mL de etanol anidro (CH₃CH₂OH).</p> <p>Reagente de Hatcher (para superfícies bastante oxidadas): 120mL de ácido clorídrico (HCl) + 90g de cloreto de cobre II (CuCl₂) + 100mL de água destilada (H₂O).</p>
Aço inoxidável	<p>Reagente de Besseman-Haemers (ataque químico brando): 120mL de ácido clorídrico (HCl) + 130g de cloreto de ferro III (FeCl₃) + 80g de cloreto de cobre II (CuCl₂) + 1L de etanol anidro (CH₃CH₂OH).</p> <p>Reagente de Besseman-Haemers (para superfícies altamente desgastadas por raspagem): 120mL de ácido clorídrico (HCl) + 8g de cloreto de ferro III (FeCl₃) + 6g de cloreto de cobre II (CuCl₂) + 100mL de etanol anidro (CH₃CH₂OH).</p>
Cobre, latão e outras ligas de cobre	<p>Solução Reveladora: 19g de cloreto de ferro III (FeCl₃) + 6mL de ácido clorídrico (HCl) + 100mL de água destilada (H₂O).</p>
Ferro fundido e ligas de magnésio	<p>Solução Reveladora: 120mL de ácido clorídrico (HCl) + 130g de cloreto de ferro III (FeCl₃) + 8g de cloreto de cobre II (CuCl₂) + 1L de metanol (CH₃OH).</p>
Ligas que contenham ferro	<p>Reagente de Murakami: Hidróxido de sódio (NaOH) + hexacianoferrato de potássio (K₃[Fe(CN)₆]) + água destilada (H₂O).</p>

Todavia, ressalta-se que para proceder o exame metalográfico, deve-se inicialmente fazer a limpeza da superfície, usando-se principalmente solventes orgânicos (para desengordurar) e lixamento prévio da superfície (para remover camadas oxidadas do metal), de maneira a impedir que esse tipo de interferência ocorra na reação química e, por sua vez, atrapalhe a revelação.

Por fim, é importante ressaltar que o processo de revelação dos números de série, por ataque químico, em veículos automotores e armas de fogo ocorre muito rapidamente. E sendo ele um processo corrosivo e, conseqüentemente, um exame destrutivo, a revelação deve ser imediatamente fotografada (VELHO et al., 2012b, p. 217).

IDENTIFICAÇÃO DE ADULTERAÇÃO NA GASOLINA

OBJETIVOS:

- Estudar conteúdos químicos a partir de experimentos para identificação de adulteração na gasolina combustível.

CONTEÚDOS:

- Cálculo de concentração e preparo de soluções;
- Interações intermoleculares;
- Densidade e solubilidade (solventes polares e apolares).

METODOLOGIA:

A metodologia proposta nesta atividade é de uma *AULA LÚDICA-EXPERIMENTAL* a partir de casos fictícios envolvendo fraudes em combustíveis (como o exemplo a seguir), mais especificamente a adulteração da gasolina com percentuais maiores de etanol do que o estabelecido pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) – que atualmente é de 27% para a gasolina comum.

Assim, propõe-se que o professor faça a divisão da turma em grupos e lhes entregue amostras de gasolina (algumas deliberadamente adulteradas, com teores variados de etanol, à escolha do professor), de modo que cada um deles seja responsável por analisar um determinado caso.

Para tanto, a proposta é que os estudantes pesquisem como devem ser realizados os testes, executem os experimentos que julgarem necessários, realizem os devidos cálculos do percentual de etanol e emitam um parecer (podendo

ser na forma de exposição oral e/ou registro em relatório). Cabe ainda destacar que os testes mais simples para serem realizados são o da densidade e o da proveta – sendo este último um dos mais acessíveis de realizar, cumprindo satisfatoriamente os objetivos desta atividade.

Por fim, é importante dar autonomia aos grupos, deixando-os exercerem a criatividade para resolverem o problema proposto. Além disso, esta atividade se configura numa importante oportunidade para avaliar os conhecimentos dos estudantes quanto a manipulação de vidrarias, reagentes e equipamentos de laboratório, assim como dos conceitos químicos envolvidos.



Para a realização desta atividade, sugere-se que o professor atue como orientador e acompanhe os procedimentos executados pelos estudantes, especialmente no que se refere à segurança, uma vez que ao se trabalhar com substâncias inflamáveis e tóxicas, todas as precauções devem ser seguidas, fazendo-se o uso, por exemplo, de EPI's e da capela – ou ainda, de um local que tenha satisfatória circulação de ar (caso seja realizado no laboratório, certifique-se que os exaustores estejam funcionando corretamente).

CASO FORENSE:

Após denúncia anônima, fiscais da ANP fizeram diligência num posto de combustível da capital que era suspeito de adulterar a gasolina com teores de etanol acima do permitido. Cabe destacar que o referido estabelecimento já havia sido multado duas vezes: uma por irregularidade documental e outra por fraude no volume de combustível vendido (havia diferenças entre os valores registrados na bomba e o volume escoado).

Deste modo, os fiscais recolheram amostras de gasolina comum para verificar sua qualidade e, caso confirmada a denúncia, realizar os procedimentos jurídicos necessários.

De acordo com o exposto, quais testes devem ser realizados para averiguar presuntivamente e definitivamente o teor de etanol na gasolina? Explique e realize os procedimentos necessários e os justifique conceitualmente. Por fim, conclua se o posto deve ou não ser multado.

DICA: o teste da proveta consiste na separação do etanol da gasolina com o uso de solução aquosa saturada de cloreto de sódio (NaCl). Como o próprio nome sugere, o teste é realizado numa proveta (geralmente de 100mL, podendo variar o volume desde que respeitadas as proporções), cujo procedimento experimental consiste na adição de 50mL de gasolina a ser analisada mais 50mL da solução de NaCl. Em seguida, deve-se agitar lentamente a mistura (tampa-se a proveta e a inverte 10 vezes, com intervalos para a liberação dos gases). Por fim, deixe-a em repouso por 15 minutos e calcule a variação percentual do volume da gasolina, de acordo com a equação a seguir:

$$\text{Teor de etanol (\%)} = \frac{\text{Volume inicial da gasolina} - \text{Volume final da gasolina}}{\text{Volume inicial da gasolina}} \cdot 100\%$$

Atualmente, o teor estabelecido pela ANP é de 27%, de modo que o referido teste pode variar $\pm 1\%$. Por fim, a separação acontece porque o etanol anidro migra para a solução salina (mais polar) devido às forças de atração que estabelecem entre si, através das interações intermoleculares (especialmente pelas ligações de hidrogênio), conforme demonstrado na **Figura 57**.

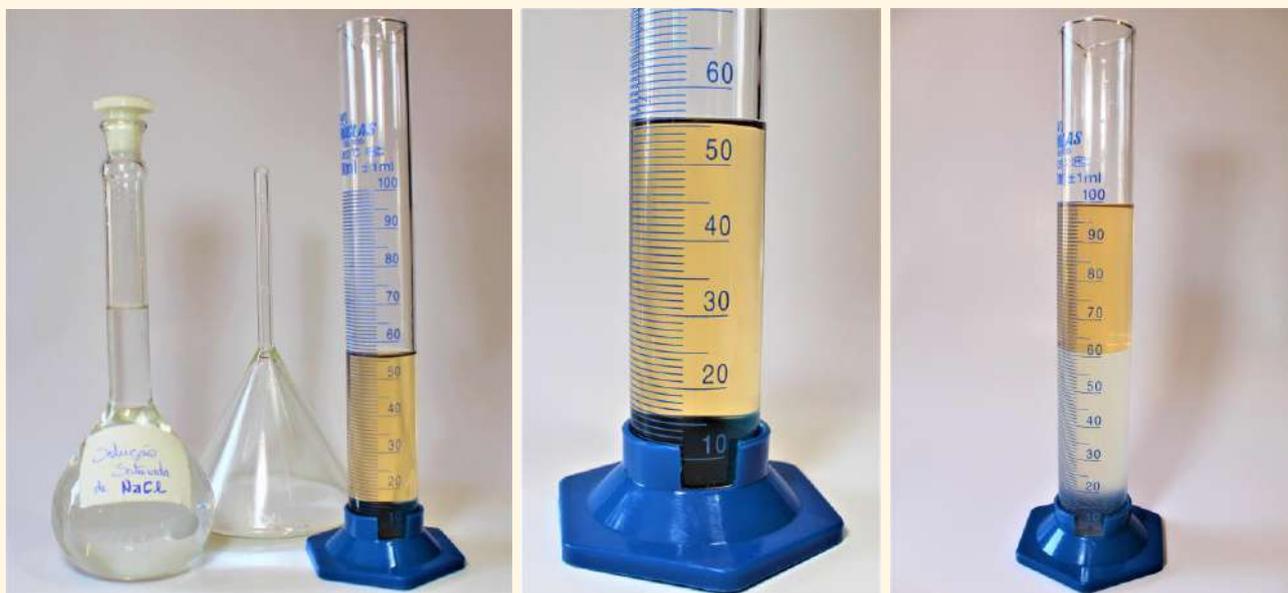


Figura 57. Teste da proveta para determinar o teor de etanol na gasolina, que neste caso foi de 22%.

PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO:

Na avaliação do processo de ensino-aprendizagem, propõe-se a análise da participação dos estudantes durante as pesquisas, a realização dos procedimentos experimentais e a comunicação dos resultados, buscando identificar se houve construção conceitual.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

BRASIL. **Lei nº 9.847, de 26 outubro de 1999.** Dispõe sobre a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis. 1999.

LIMA, A. S.; ASSIS, C. S.; RALDENES, E.; PEREIRA, J. P. M. L. **O Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis – PMQC.** Rio de Janeiro-RJ: ANP, 2012.

VELHO, J. A.; BRUNI, A. T.; CAMARGO, M. A.; OLIVEIRA, M. F. *Química Forense.* In VELHO, J. A.; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. (Orgs.). **Ciências Forenses: uma introdução às principais áreas da Criminalística moderna.** 3ª ed. Campinas-SP: Millennium Editora, 2017a.



ATENÇÃO: *possíveis obstáculos epistemológicos e pedagógicos!*



Com esta atividade, pode-se discutir com os estudantes a natureza experimental da Química, da importância do estabelecimento das hipóteses, da teorização das pesquisas e da comunicação e validação dos resultados, podendo-se identificar ainda possíveis visões deformadas sobre o trabalho científico.



ATIVIDADE EXTRA

ROTEIRO ESTRUTURADO DE MINICURSO

- INTEGRANDO CONHECIMENTOS A PARTIR DE UM CASO FORENSE -



INTEGRANDO CONHECIMENTOS A PARTIR DE UM CASO FORENSE

OBJETIVOS:

- Estudar diversos conteúdos químicos a partir da resolução de um caso forense fictício que integra conhecimentos de diversas áreas das Ciências Forenses, em especial da Química Forense.

CONTEÚDOS:

- Revelação de impressões digitais (Capítulo 4);
- Exame presuntivo de resíduos de disparo de arma de fogo (Capítulo 5);
- Exame presuntivo de drogas de abuso (Capítulo 6);
- Exame preliminar para vestígios de sangue (Capítulo 8).

METODOLOGIA:

Propõe-se como atividade integradora dos conhecimentos abordados neste livro a resolução de um caso forense fictício a partir da proposição de um *MINICURSO*. Para tanto, sugere-se que esta atividade seja desenvolvida em dois momentos: *AULA TEÓRICA-EXPERIMENTAL* e *RESOLUÇÃO DE UM CASO FORENSE*.

No desenvolvimento da *aula teórica-experimental*, o professor deve apresentar (ou revisar, caso já tenha desenvolvido as atividades dos capítulos anteriores com os estudantes) os principais conceitos e técnicas envolvidas na resolução de crimes, principalmente aquelas relacionadas às impressões digitais, às drogas de abuso, aos vestígios

de sangue e aos resíduos de disparo de arma de fogo, uma vez que estes são os temas diretamente envolvidos no caso forense a seguir. Já na etapa de *resolução do caso forense*, os estudantes devem ser divididos em grupos e, a partir daí, colocar em prática os conhecimentos construídos com a solução de um homicídio com três suspeitos (caso forense fictício).

Em síntese, é importante que os estudantes tenham autonomia, exercendo sua criatividade para resolverem o problema proposto. Ademais, destaca-se que esta atividade se configura numa importante oportunidade para avaliar os conhecimentos dos estudantes quanto a manipulação de materiais de laboratório, a realização de procedimentos experimentais e aos conceitos químicos envolvidos.



Este minicurso pode ser realizado tanto como atividade de integração dos conteúdos discutidos (como uma revisão de conceitos, por exemplo), quanto como atividade introdutória à Química Forense, especialmente quando se dispõe de pouco tempo para integralizar todas as demais atividades propostas neste livro.

PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO:

Para a avaliação do processo de ensino-aprendizagem, propõe-se a análise da participação dos estudantes durante todas as etapas da atividade, incluindo-se a realização dos procedimentos experimentais e a comunicação da resolução do caso forense (fundamentada de acordo com os conteúdos químicos envolvidos), buscando-se identificar se houve a efetiva construção de conhecimentos científicos.

ROTEIRO ESTRUTURADO DAS AÇÕES:

[considerando uma turma com 30 estudantes, divididos em cinco grupos, e duração média de 4 a 5 horas]

1. ORGANIZAR O LABORATÓRIO E SEPARAR OS MATERIAIS PARA A AULA TEÓRICO-EXPERIMENTAL		
Lista de materiais para revelação de impressões digitais conforme o <i>Roteiro de Atividade Didático-Pedagógica nº 4</i>		
Vapor de iodo: Erlenmeyer de 250mL Pinça metálica Iodo sólido Chapa de aquecimento Papel sulfite com digital latente	Vapor de cianoacrilato: Béquer de 2L ou cuba de vidro Copo de vidro com digital latente Supercola a base de cianoacrilato Papel alumínio (formato de barca) Chapa de aquecimento	Fuligem (pó revelador caseiro): Vidro-relógio Vela Pinça Papel sulfite com digital latente Pincel de cerdas macias
Lista de materiais para exame de resíduos de disparo conforme o <i>Roteiro de Atividade Didático-Pedagógica nº 5</i>		
Analogia experimental (efeito visual): Solução indicadora de fenolftaleína Hidróxido de cálcio em pó (positivo) Amido ou farinha de trigo (negativo) 2 tubos de ensaio (para o negativo e o positivo)*	Exame presuntivo (caso haja os reagentes): Solução acidificada de rodizonato de sódio Nitrato de chumbo ou de bário (positivo) Amido ou farinha de trigo (negativo) 3 tubos de ensaio (para o negativo e os dois positivos)*	
Lista de materiais para o teste de Scott (cocaína) conforme o <i>Roteiro de Atividade Didático-Pedagógica nº 6</i>		
Analogia experimental (efeito visual): Solução indicadora de azul de bromotimol Hidróxido de cálcio em pó (positivo) Amido ou farinha de trigo (negativo) 2 tubos de ensaio (para o negativo e o positivo)*	Teste de Scott (caso haja os reagentes): Solução de tiosulfato de cobalto II Comprimidos de prometazina ou lidocaína (positivo) Amido ou farinha de trigo (negativo) 2 tubos de ensaio (para o negativo e o positivo)*	
Lista de materiais para o exame preliminar de sangue conforme o <i>Roteiro de Atividade Didático-Pedagógica nº 8</i>		
Analogia experimental (efeito visual): Lâmpada de luz negra com bocal e extensão Água tônica de quinino	Exame preliminar (caso haja os reagentes): Solução de luminol Solução de peróxido de hidrogênio Sangue animal ou solução de cloreto de ferro II	
OBSERVAÇÃO: Caso haja disponibilidade de tempo e materiais, os demais experimentos descritos nos <i>Roteiros de Atividades Didático-Pedagógicas</i> podem ser realizados, como por exemplo: o teste de Kastle-Meyer, a comparação de tintas de canetas, a identificação de adulteração na gasolina e os outros métodos de revelação de impressões digitais latentes. Ademais, o uso de luvas se torna fundamental na execução dos experimentos, visando a segurança e a não contaminação com impressões digitais dos estudantes nos materiais a serem analisados. *Quantidade necessária para cada grupo de estudantes.		

2. MONTAR O CENÁRIO DO CRIME FICTÍCIO
<p>O cenário do homicídio deve ser organizado em uma sala separada das demais atividades, de modo que os estudantes só a vejam no momento que forem realizar a análise da cena do crime (ou seja, após a aula teórico-experimental). Para tanto, a sala deve ser estruturada da seguinte forma (como o exemplo disposto na Figura 58):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estender um manequim feminino (ou boneca) no chão da sala próximo à uma parede (representando a vítima); • Perfurar ou produzir uma marca semelhante à um tiro no tórax, em cima do coração, do manequim; • Colocar tinta vermelha (ou <i>ketchup</i>) em manchas escorridas na boca e no tórax (região do coração) do manequim e gotejar em algumas regiões do chão; • Adicionar água tônica com quinino, com spray, sobre as manchas de tinta (ou de ketchup) no chão, no tórax e na boca do manequim; • Depositar hidróxido de cálcio em pó (ou prometazina, a depender do teste a ser realizado) no interior da narina da boneca (representando o consumo de cocaína); • Colocar uma mesa ao lado do manequim, contendo: uma garrafa vazia de uísque ou vinho, duas taças de vidro com impressões digitais latentes (da vítima e do suspeito, neste caso, do ex-namorado) e pulverizar

um pouco de amido (simulando a possível presença de cocaína, mas que resultará em negativo);

- Encher três luvas de látex com água e identificá-las (representando a mão de cada um dos suspeitos) e adicionar hidróxido de cálcio em pó em pequenas quantidades (ou seja, resultará em positivo para disparo de arma de fogo para os três);
- Deixar a disposição de cada grupo o seguinte *kit* experimental: fita adesiva ou esparadrapo (para retirar resíduos de disparo das mãos dos suspeitos), dois cotonetes ou *swabs* (para coletar o pó na mesa e no nariz da vítima), pó revelador (fuligem ou dióxido de titânio) e supercola (para revelar as impressões digitais nas taças), lâmpada de luz negra com bocal e extensão e spray de água tônica de quinino (para visualizar a presença de sangue latente), solução indicadora de fenolftaleína (para o exame de disparo) e de azul de bromotimol (ou solução de tiocianato de cobalto II, para o exame presuntivo de cocaína).

OBSERVAÇÃO: a depender da disponibilidade dos materiais, o professor pode proceder às adaptações que forem necessárias.



Figura 58. Exemplo de montagem da cena forense fictícia: visão geral da cena (A), ferimento por projétil (B), detalhe do pó branco nas narinas (C), taças de vinho com as impressões digitais latentes e pó branco sobre a mesa (D), análise com lâmpada de luz negra (E) e as “mãos” dos três suspeitos (F).

3. DESENVOLVER A AULA TEÓRICA-EXPERIMENTAL COM OS ESTUDANTES

Nesta etapa, o professor deve abordar prioritariamente os seguintes temas (podendo seguir a referida ordem):

- Questionar aos estudantes sobre os casos criminais mais famosos que conhecem, especialmente aqueles que causaram grande comoção nacional;
- Introduzir os conceitos/temas de Ciências Forenses, Criminalística e Química Forense (pode-se citar também as diversas outras áreas forenses);
- Discutir brevemente como as Ciências Forenses são representadas nas mídias (seriados e documentários), especialmente as diferenças entre o imaginário popular (com as visões folclóricas do trabalho pericial) e a realidade da perícia criminal;
- Desenvolver os conceitos relacionados à identificação e revelação de impressões digitais: o que são essas marcas e como elas são formadas, os principais formatos (arcos, presilhas e verticilo), os tipos (latentes, moldadas, entintadas e padrão), os princípios da individualização das impressões digitais (perenidade, imutabilidade, variabilidade e classificabilidade), os bancos de dados de comparação (e os leitores biométricos) e as técnicas para revelação;
- Orientar os estudantes para que realizem experimentalmente algumas técnicas de revelação (principalmente: vapor de iodo, vapor de cianoacrilato e pó revelador caseiro) e comparem suas impressões digitais com as dos colegas;
- Desenvolver os conceitos relacionados à Balística Forense: os tipos de armas, a composição dos projéteis, o mecanismo de disparo de tiro, os resíduos produzidos na produção do tiro (especialmente o lançamento de partículas de chumbo, bário e antimônio), os tipos de zona provocados por disparo a curta distância (chama, esfumaçamento e tatuagem), as técnicas do exame residuográfico (presuntivo e definitivo, bem como a ocorrência de falsos-positivos e falsos-negativos) e o exame microcomparativo de projéteis;
- Orientar os estudantes para que realizem experimentalmente o exame presuntivo de disparo de arma de fogo (comparando os resultados positivos e negativos);
- Desenvolver os conceitos relacionados à análise das drogas: diferença entre drogas lícitas e ilícitas, as principais drogas de abuso (cocaína, *crack*, heroína, LSD, maconha e *ecstasy*), seus efeitos tóxicos (físicos e psíquicos, especialmente a dependência química e a *overdose*), os principais métodos presuntivos e definitivos para identificação das drogas (citar especialmente o teste de Scott e a ocorrência de falsos-positivos e falsos-negativos), o controle de produtos químicos e o perfil químico para rastreabilidade das drogas;
- Orientar os estudantes para que realizem experimentalmente o exame presuntivo para cocaína com o teste de Scott (ou a analogia experimental, comparando os resultados positivos e negativos);
- Desenvolver os conceitos relacionados à fraude de bens e documentos: falsificação de medicamentos, bebidas (uísques), alimentos, chassi de veículos (exame metalográfico) e combustíveis (gasolina), tipos de adulteração de documentos, exames mecanográficos e grafoscópicos, marcas de segurança, exame de tintas (cromatografia, inclusive a planar);
- Opcionalmente, caso haja disponibilidade de tempo e materiais, pode-se realizar os experimentos para identificar a adulteração da gasolina (teste da proveta) e a comparação de tintas de canetas (cromatografia planar);
- Desenvolver os conceitos relacionados à análise de vestígios de sangue: composição sanguínea humana, tipos de vestígios de sangue (projetada, escorrida, gotejada, empoçada, transferida e latente), exames preliminares para identificação de sangue (teste de Kastle-Meyer e luminol, com a ocorrência de falsos-positivos e falsos-negativos) e exame de DNA.
- Orientar os estudantes para que realizem experimentalmente a analogia experimental do luminol;
- Concluir sobre a importância do trabalho pericial criminal para o estabelecimento de uma Justiça realmente justa e tecnicamente fundamentada.

OBSERVAÇÃO: a depender da disponibilidade de tempo e dos materiais, o professor pode proceder às adaptações que forem necessárias.

4. RESOLUÇÃO DO CASO FORENSE FICTÍCIO PELOS ESTUDANTES

- Inicialmente, o professor deve esclarecer aos estudantes que eles colocarão os conhecimentos construídos na aula teórica-experimental em prática a partir da solução de um caso forense fictício: um suposto homicídio com três suspeitos!
- Cada grupo deve receber os documentos* do caso forense (e fazer a leitura prévia): o laudo preliminar do médico-legista, o boletim de ocorrência policial e a ficha dos três suspeitos contendo suas impressões digitais-padrão.
- Em seguida, o professor deve questionar a cada grupo sobre quais são as suas primeiras hipóteses, encaminhando-os posteriormente para a cena do crime (um grupo de cada vez). Além disso, o professor deve orientá-los que cada grupo trabalhe em sigilo, na busca de que não influencie e não seja influenciado pelas teorias dos demais.
- Já na cena do crime, o professor deve entregar os kits experimentais (descrito no **item 2** deste roteiro) aos grupos e orientá-los de que podem fazer o croqui (desenhar), fotografar e coletar material** para os exames que acharem ser necessários, mas sem modificar a posição dos objetos (exceto as taças de vidro, que deverão ser removidos para a revelação das impressões digitais). Deve-se ainda cronometrar o tempo para cada grupo (sugere-se sete minutos, no máximo) e orientá-los da necessidade de trabalhar coletivamente, porém dividindo as funções (dado ao pouco tempo).
- Após a coleta, cada grupo deve proceder aos procedimentos experimentais (sem ainda revelar os resultados aos demais grupos) e elaborar a teoria/hipótese (à critério do professor, os grupos podem registrá-las na forma de um relatório/laudo a ser entregue em momento oportuno) que responda as seguintes perguntas: **Quem é o homicida? Qual foi a sua motivação? Como se sucederam os fatos? Como o grupo fundamenta a sua teoria/hipótese?**
- Por fim, cada grupo deve socializar com os demais e com o professor quais foram os procedimentos de coleta e exames que realizaram, as dúvidas que tiveram, as suas primeiras hipóteses e solucionar como aconteceu e quem participou do evento criminoso (é natural que haja diferentes teorias e que acusem diferentes suspeitos, inclusive com divergências entre os estudantes de um mesmo grupo). Ademais, a cada tese apresentada, é importante que o professor faça questionamentos, objetivando avaliar a coerência e a robustez dos argumentos

* Estes documentos estão disponíveis nas páginas a seguir, sendo preciso apenas que o professor faça a quantidade de cópias necessárias e as preencha com assinaturas e suas impressões digitais, usando para isso: o *polegar* para a impressão digital da vítima (tanto no campo apropriado do laudo preliminar do médico-legista, quanto em uma das taças da cena do crime), a do *dedo indicador* para o ex-namorado (na ficha dos suspeitos e em uma das taças da cena do crime), a do *dedo médio* para o traficante e do *anular* para a amiga (ambas na ficha dos suspeitos). É interessante que as impressões digitais sejam deixadas em duplicata, facilitando a comparação e dando uma margem de erro no processo de revelação a ser realizado pelos estudantes.

** É importante que os estudantes fotografem o local do crime, coletem amostras do pó presente na mesa e na narina da vítima, examinem a cena com a lâmpada de luz negra, coletem amostras dos resíduos de disparo de arma de fogo de cada uma das mãos dos suspeitos, removam as taças e façam nelas a revelação das impressões digitais.

5. AVALIAÇÃO DO CASO FORENSE COM OS ESTUDANTES E ENCERRAMENTO DO MINICURSO

Após a apresentação das teorias/hipóteses dos grupos, o professor deve analisar o caso forense juntamente com todos os estudantes, revisando a cena do crime e os procedimentos experimentais que foram (ou deveriam ter sido) realizados. Para tanto, seguem os apontamentos:

- Conforme descrito nos documentos recebidos: a vítima foi morta devido à um tiro no coração, havia três suspeitos (todos com motivações para cometer o homicídio) e a arma do crime não fora encontrada;
- Havia a presença de sangue na vítima e no chão e um pó branco nas suas narinas, cujo teste resultou positivo preliminarmente para cocaína – o que confirma que a vítima era usuária de drogas;
- O pó branco encontrado na mesa resultou preliminarmente em negativo para drogas, o que leva a pensar a máxima que “nem tudo que está no local do crime diz respeito ao crime praticado”, podendo ser, neste caso, apenas sujeira ou restos de preparo de alimentos, por exemplo;

- As taças sujas de uísque (ou vinho) estavam com as impressões digitais da vítima e do ex-namorado, sugerindo que eles haviam se encontrado de forma amigável (talvez até tenham reatado o namoro) – contradizendo a versão de que ele só havia se encontrado pela manhã, já sem vida;
- Quanto aos resíduos de disparo de arma de fogo, o teste presuntivo resultou em positivo para os três suspeitos: o traficante (que já era esperado, uma vez que era também vendedor de armas), o ex-namorado (que trabalha com metais pesados, com grandes chances de falso-positivo para chumbo) e a amiga (que não havia justificativa plausível para a presença desses resíduos);
- Deste modo, pode-se concluir que a autora do crime fora a amiga, uma vez que provavelmente tenha encontrado os dois juntos novamente, despertando seu ciúme e a sua ira. Já em relação ao namorado, é provável que estivesse presente no momento do crime, mas que tenha decidido se calar e não revelar a autoria do homicídio.

Por último, para o encerramento da atividade, o professor pode avaliar, com os estudantes, o minicurso em sua totalidade, principalmente se a atividade se mostrou eficaz tanto ao despertar engajamento e curiosidade, quanto na efetiva construção de conhecimentos científicos (que pode ser analisada pela participação e argumentação dos estudantes e pela escrita do relatório/laudo).



SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA
SUPERINTENDÊNCIA DA POLÍCIA TÉCNICA-CIENTÍFICA
INSTITUTO MÉDICO LEGAL

LAUDO MÉDICO PERICIAL

EXAME NECROSCÓPICO PRELIMINAR

Nº. 758.951-28/2019

Cuiabá-MT, 06 de novembro de 2019.

1. Identificação:

Realizou-se o exame necroscópico no cadáver de **Hellen Suzana Vasconcelos de Sousa**, na presente data, atendendo a solicitação da autoridade policial, sob o registro nº. **24.042/2019** da Polícia Judiciária Civil.

Informações pessoais complementares:

Nome: **Hellen Vasconcelos de Sousa**

RG: **1230404-18 SSP/MT**

Sexo: **Feminino**

Idade: **25 anos**

Data de nascimento: **12/05/1994**

Estado civil: **Solteira**

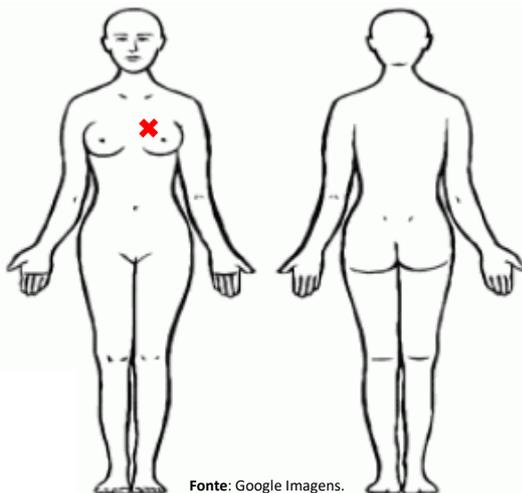
Profissão: **Secretária**

2. Histórico:

Exame realizado preliminarmente no local do crime, às 08h25 da manhã, em 06 de novembro de 2019. O corpo fora supostamente encontrado pelo ex-namorado dentro da casa da vítima, às 06h30 da manhã.

3. Descrição:

A vítima se encontrava ao solo, sem vida, em estado moderado de *rigor mortis*, com temperatura corporal indicando que o óbito teria ocorrido em torno das 22h à 23h30 do dia anterior. A *causa mortis* foi devido à uma perfuração, aparentemente por projétil de arma de fogo à curta distância, na região superior esquerda do tórax (coração). Não havia sinais aparentes de abuso sexual ou luta corporal. Exames toxicológicos ainda não foram realizados. Exames necroscópicos confirmatórios serão efetuados na sede do Instituto Médico Legal (IML) após a remoção do corpo.



Fonte: Google Imagens.

Impressão digital
do polegar

4. Discussão e conclusão:

Ante o exposto, infere-se que foi examinado preliminarmente um corpo em estado de morte real, com instalação do *rigor mortis* (indicando que o óbito ocorreu à menos de 24 horas). A *causa mortis* foi devido à uma lesão perfuro-contundente (por projétil de arma de fogo) na região superior esquerda do tórax (coração). Exames confirmatórios e toxicológicos ainda serão realizados na sede do Instituto Médico Legal (IML).

Observados os requisitos legais e sem mais a declarar, o médico-legista responsável pelo referido exame abaixo assina:

Médico-Legista (CRM-MT: 12.345-6)

João Ribeiro M. Miranda
Médico-Legista
CRM-MT: 12.345-6



ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE SEGURANÇA PÚBLICA
POLÍCIA JUDICIÁRIA CIVIL

BOLETIM DE OCORRÊNCIA nº. 2019/210.214

Responsável pela elaboração: **JORGE RAMUS**

Data e hora da Comunicação: **06/11/2019, às 07h30**

Data e hora do Fato: **06/11/2019, às 06h30**

COMUNICANTE:

Nome: **RODRIGO BORGES**

RG: **2078954-71 SSP/MT**

Data de nascimento: **30/01/1992**

Endereço: **RUA ANHANGUERA, Nº. 27, PARQUE JURUEMA** Cidade/UF: **CUIABÁ-MT** Sexo: **MASCULINO**

Contato: **(94) 98752-0001**

Profissão: **MECÂNICO DE AUTOMÓVEIS**

Escolaridade: **ENSINO MÉDIO**

NATUREZA DA OCORRÊNCIA:

Tipo: **HOMÍCIDO**

Forma: **CONSUMADO**

LOCAL DO FATO:

Tipo do local: **RESIDÊNCIA URBANA**

Endereço: **RUA MATURAMA, Nº 67, PARQUE JURUEMA, CUIABÁ-MT, CEP: 78.500.478**

VÍTIMA:

Nome: **HELLEN VASCONCELOS DE SOUSA**

RG: **1230404-8 SSP/MT**

Data de nascimento: **12/05/1994**

Endereço: **RUA MATURAMA, Nº. 67, PARQUE JURUEMA** Cidade/UF: **CUIABÁ-MT** Sexo: **FEMININO**

Contato: **NÃO INFORMADO**

Profissão: **SECRETÁRIA**

Escolaridade: **ENSINO MÉDIO**

NARRATIVA:

Relata o comunicante que, na hora e data informadas, encontrou sua ex-namorada, HELLEN VASCONCELOS DE SOUSA, caída ao chão da sala, sem vida, com um ferimento próximo ao seio esquerdo, com muito sangue. Em seguida, ligou para a Polícia Militar e para o serviço de emergência, comunicando o fato. O motivo de sua ida até o local seria porque o comunicante levava a referida vítima todos os dias para o trabalho, mesmo após o término do relacionamento amoroso entre eles. Afirma ainda que a porta da casa estava entreaberta, sem sinais de arrombamento e estava tudo organizado como de costume. Além disso, informou que a vítima era usuária de drogas (cocaína e maconha) e que não saberia informar se ela teria inimigos. Por fim, declara que estava sozinho no momento que encontrou o corpo, não havendo outras testemunhas.

PROVIDÊNCIAS:

B.O. encaminhado para a Delegacia de Homicídios e Proteção à Pessoa (45ª DHPP) e solicitação de perícia à Polícia Técnico-Científica – Região Metropolitana.

Assinam:

Policial Civil Responsável

Comunicante



ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE SEGURANÇA PÚBLICA
POLÍCIA JUDICIÁRIA CIVIL

FICHÁRIO DOS PRINCIPAIS SUSPEITOS

INFORMAÇÕES PRELIMIARES LEVANTADAS COM A ENTREVISTA DE TESTEMUNHAS NO LOCAL

B.O. nº. 2019/210.214 – Caso: **HOMICÍDIO CONSUMADO** – Vítima: **HELLEN VASCONCELOS DE SOUSA**

SUSPEITO nº. 01

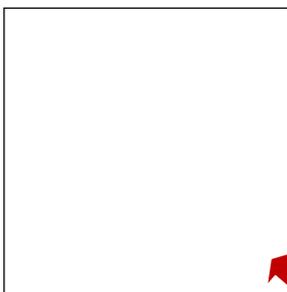
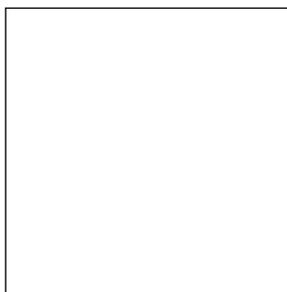
Nome: RODRIGO BORGES

Idade: 27 ANOS

Profissão: MECÂNICO DE AUTOMÓVEIS

Sexo: MASCULINO

Grau de parentesco ou de proximidade: EX-NAMORADO



INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:

Álibi: NÃO CONFIRMADO.

Antecedentes criminais: SEM REGISTRO

Possível motivação: CRIME PASSIONAL, por querer que a vítima reatasse o relacionamento amoroso com ele, mesmo após a traição por parte dele.



IMPRESSÃO DIGITAL DO POLEGAR

SUSPEITO nº. 02

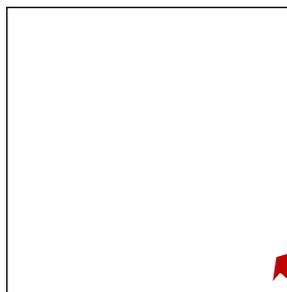
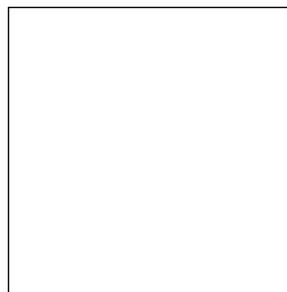
Nome: FERNANDA LOPES

Idade: 22 ANOS

Profissão: SECRETÁRIA

Sexo: FEMININO

Grau de parentesco ou de proximidade: AMIGA



INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:

Álibi: NÃO CONFIRMADO.

Antecedentes criminais: PORTE DE DROGAS (USUÁRIA)

Possível motivação: CIÚMES, uma vez ela fora amante do ex-namorado da vítima.



IMPRESSÃO DIGITAL DO POLEGAR

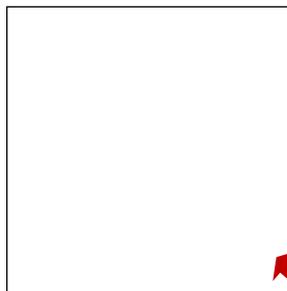
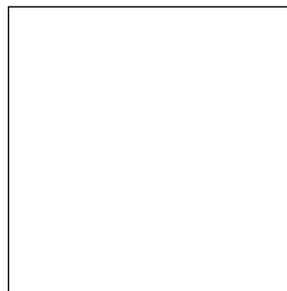
SUSPEITO nº. 03

Nome: MAURÍCIO SANTOS (PITBULL) Idade: 23 ANOS

Profissão: DESEMPREGADO

Sexo: MASCULINO

Grau de parentesco ou de proximidade: FORNECEDOR DE DROGAS



INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:

Álibi: NÃO CONFIRMADO.

Antecedentes criminais: TRÁFICO DE DROGAS, ROUBO DE CARGAS, LATROCÍNIO E VENDA DE ARMAS

Possível motivação: DÍVIDA DE DROGAS, pois era ele quem fornecia drogas à vítima, chegando a ameaçá-la em algumas ocasiões.



IMPRESSÃO DIGITAL DO POLEGAR

APONTAMENTOS FINAIS

Diante do amplo campo de atuação pericial, a Química Forense é uma ciência que merece destaque, tanto pela sua importância no desenvolvimento de novas técnicas e métodos, quanto pela diversidade de situações forenses que pode ser empregada, desde a identificação de falsificações em bens e documentos até a investigação de autoria de crimes variados contra a vida.

Cabe assinalar também que a Química Forense e as áreas afins se constituem em temáticas que despertam a curiosidade dos mais variados públicos – fenômeno este facilmente comprovado pelo vasto mercado de produção e consumo de séries, filmes e programas televisivos do gênero.

Assim, como proposto ao longo deste livro, o interesse despertado pelos mistérios que cercam o trabalho pericial pode ser potencialmente mobilizado para a construção de conhecimentos científicos, sobretudo em sala de aula. Portanto, defendeu-se aqui que a área forense seja encarada com maior clareza e responsabilidade, evitando visões deformadas e folclóricas da Ciência e do trabalho pericial. Para tanto, propôs-se o desenvolvimento dos variados conteúdos químicos/científicos e das atividades didático-pedagógicas a partir de abordagens teórica, lúdica e experimental, mediadas por uma constante vigilância metodológica e epistemológica, pela qual as ações devem ser coerentemente planejadas e terem reconhecidas suas possibilidades e limitações.

Por último, aponta-se mais uma vez a importância da Química Forense e dos demais campos periciais enquanto instrumentos de promoção da Justiça, ao permitir maior eficiência no combate à criminalidade, bem como pela possibilidade de aplicar conhecimentos técnico-científicos para construir uma sociedade mais justa e consciente do que é o fazer científico, sobretudo nos tempos atuais.

Agora, conte-nos como foi a sua experiência na leitura e/ou aplicação das atividades didático-pedagógicas propostas neste livro, deixe-nos saber a sua opinião! Para isso, envie e-mail para

freitaseoliveiras@gmail.com. Aguardamos o seu contato! Até breve!



GLOSSÁRIO

A

Agente tóxico: qualquer substância que seja capaz de exercer efeito danoso ou de induzir danos à um organismo vivo (mesmo que tóxico).

Análise Clássica: análise que envolve o uso de reações químicas para identificar a presença de substâncias de interesse, geralmente há a ocorrência de mudança de cor e/ou formação de precipitado.

Análise Instrumental: análise que envolve instrumentação analítica, geralmente com equipamentos de alta tecnologia, para obtenção de resultados mais robustos e confiáveis.

Ante Mortem: antes da morte.

Arma de Fogo: artefato que expelle projéteis pela força expansiva dos gases resultantes da combustão da mistura explosiva (geralmente, a pólvora) presente em seus cartuchos.

Assistente Técnico: profissional com nível superior contratado pelas partes do processo para realizar a revisão dos exames e resultados obtidos pela perícia criminal.

B

Bafômetro: aparelho para a detecção de alcoolemia a partir do ar alveolar (mesmo que etilômetro).

Balística Forense: ciência que estuda as armas de fogo e suas munições usadas em eventos criminoso, além da relação entre disparo, vítima e atirador.

Bioindicador: organismo vivo muito sensível à determinado agente tóxico, sendo que na presença deste, tal organismo tende a apresentar alterações biológicas ou comportamentais.

Biomarcador: moléculas que quando quantificadas podem oferecer parâmetros para se verificar

prováveis distúrbios metabólicos provocados por uma intoxicação.

C

Cadeia de Custódia: protocolo de procedimentos sequenciais pelo qual passa um material, oriundo de um fato criminoso, até o seu último destino.

Causa Jurídica da Morte: razão jurídica da morte, que pode ser homicídio, suicídio, acidente ou morte natural (esta última não é objeto de interesse da investigação pericial).

Causa Médica da Morte: razão clínica/biológica da morte; identificação da lesão ou patologia que ocasionou o óbito.

Causa Mortis: causa determinante da morte.

Cena de Crime: local onde ocorreu o crime; o mesmo que local de crime.

Ciências Forenses: conjunto de ciências que se dedica ao estudo, divulgação e desenvolvimento de metodologias científicas para auxiliar a esfera judicial.

Código Genético: sequência particular de nucleotídeos que formam o DNA; o código genético é o responsável por arquivar as características físicas hereditárias.

Confronto Balístico: exame para comparar diferentes projéteis, identificando se eles foram disparados por uma mesma arma de fogo; o mesmo que exame balístico microcomparativo.

Confronto Datiloscópico: exame de comparação entre uma impressão digital questionada e uma impressão digital padrão (de identidade conhecida).

Contraprova: parte do material coletado na cena de crime que é guardado para uma possível segunda análise, visando contestar ou confirmar os resultados obtidos nos exames iniciais.

Crime: ato ou omissão reprovável, passível de ser penalizado com base na lei.

Criminalística: sistema de regras e normas ao qual deve ser aplicados os conhecimentos científicos para que seus resultados possam ser apreciados pela Justiça.

D

Datilograma: imagem produzida pelas rugosidades dos dedos sobre uma superfície.

Datilosopia: estudo e identificação de impressões deixadas pelas papilas dos dedos (impressões digitais).

Delito: ação ou fato criminoso.

Documentoscopia: ciência que desenvolve e utiliza metodologias para determinar a autenticidade e/ou identificar a autoria de um documento.

Droga de abuso: droga proibida por lei, com efeito no sistema nervoso central.

Droga ilícita: droga proibida por lei.

Droga lícita: droga permitida por lei, como os medicamentos, o cigarro e as bebidas alcoólicas.

E

Entomologia Forense: estudo dos insetos envolvidos num crime; atua geralmente na determinação do tempo transcorrido da morte pela avaliação dos estágios de desenvolvimento de diversas espécies de insetos (fauna cadavérica).

Entorpecente: droga proibida por lei, com efeito no sistema nervoso central.

Epistemologia: área da Filosofia que se dedica ao estudo do que é conhecimento. Tem por finalidade a investigação dos critérios e condições sobre os quais se produz o conhecimento, seus tipos, suas fontes e suas formas de validação.

Etilômetro: aparelho para a detecção de alcoolemia a partir do ar alveolar; o mesmo que bafômetro.

Evidência: material, sinal ou fato encontrado numa cena de crime que comprovadamente tem relação ao evento delituoso.

Exame Antidoping: exame para identificar o uso, por atletas, de substâncias proibidas que aumentam o rendimento em competições esportivas.

Exame Balístico Microcomparativo: exame para verificar se diferentes projéteis foram disparados por uma mesma arma de fogo; o mesmo que confronto balístico.

Exame Definitivo: exame de caráter inequívoco, de decisão final.

Exame de DNA: exame de comparação de perfis genéticos, com vistas a identificação pessoal ou determinação de parentesco.

Exame Metalográfico: exame que se constitui numa reação de oxirredução controlada para revelação de marcas de identificação em superfícies metálicas.

Exame Presuntivo: exame de caráter provisório, não definitivo.

Exame Residuográfico: teste para identificar a presença de resíduos oriundos de disparo de arma de fogo.

Exame Toxicológico: teste para verificar substâncias presentes num organismo, desde a verificação de consumo de entorpecentes e medicamentos até a constatação de envenenamento.

F

Falso-negativo: quando a substância de interesse se faz presente, porém o exame não a detecta na amostra (pode ser resultante, por exemplo, da baixa sensibilidade do método ou do uso de outras substâncias que mascaram a sua presença).

Falso-positivo: quando não há a presença do analito de interesse, porém o exame o acusa (em geral, é causado pela baixa seletividade do método de análise).

Fauna Cadavérica: conjunto de espécies de insetos que são comumente encontradas em cadáveres, em diferentes estágios de decomposição.

G

Genética Forense: ciência forense que atua na pesquisa de perfis genéticos e na identificação humana por exames de DNA.

Grafoscopia: campo da Documentoscopia que análise documentos manuscritos, objetivando terminar a sua autenticidade e verificar a sua autoria.

H

Hematologia Forense: ciência forense responsável pela identificação de manchas de sangue e pela análise da dinâmica de um crime a partir desses vestígios.

I

Impressão Datiloscópica: marca deixada pelos dedos quando se toca em alguma superfície; o mesmo que impressão digital.

Impressão Digital: desenho produzido pelas pontas dos dedos quando se toca algum suporte; o mesmo que impressão datiloscópica.

Impressão Palmar: desenho produzido pelas palmas das mãos.

Impressão Plantar: marca produzida pelas plantas dos pés.

Inimputável de Pena: quando o infrator, à época do delito, seja incapaz mentalmente de decidir sobre os seus atos ou de se autodeterminar, ficando livre de cumprir pena em sistema prisional, entretanto, pode ser internado para tratamento psiquiátrico por tempo indeterminado.

Indício: prova material relacionado ao crime que pode auxiliar a Justiça na tomada de decisões durante a fase processual.

L

Latrocínio: crime caracterizado pelo roubo seguido de morte da vítima.

Laudo Pericial Criminal: relatório elaborado por peritos criminais sobre as observações, exames e resultados de uma investigação criminal.

Letal: que tem potencial para causar a morte; de ser fatal.

Local de Crime: espaço onde ocorreu o crime; mesmo que local de delito ou cena de crime.

M

Mecanografia: área responsável por analisar documentos impressos mecanicamente, como aqueles produzidos por meio de impressoras e carimbos.

Medicina Legal: área médica que se dedica aos exames dos danos causados à pessoa, *ante* ou *post mortem*.

Modus Operandi: modo de operação; relaciona-se, neste caso, na investigação de como se deu detalhadamente a dinâmica de um crime.

N

Necropsia: exame realizado no morto para identificar lesões e determinar a causa da morte.

Necropapiloscopia: exame papiloscópico em cadáveres.

P

Perícia Criminal: atividade realizada por peritos oficiais, que se expressa no conjunto de técnicas e exames para determinar a materialidade e a dinâmica de um crime.

Peri mortem: durante ou na morte.

Perito: profissional concursado, com nível superior, responsável por realizar perícias.

Papiloscopia: ciência que estuda as marcas deixadas pelas impressões digitais, palmares e plantares.

Palatoscopia: estudo das rugosidades presentes no palato ("céu da boca"), também chamada de Rugoscopia palatina.

Podoscopia: estudo das impressões deixadas pelas plantas dos pés

Poroscopia: estudo das marcas deixadas pelos poros.

Post Mortem: após a morte.

Proscrito: material ou substância proibida; ilegal.

Q

Queiloscopia: estudo das marcas da textura e formato deixados pelos lábios.

Química Forense: ciência que aplica os conhecimentos e metodologias da Química para a elucidação de crimes.

Quiroscopia: estudo das marcas deixadas pelas palmas das sobre uma superfície.

R

Rugoscopia Palatina: estudo das rugosidades, com o intuito de identificação humana, presentes no palato (“céu da boca”), também chamada de Palatoscopia.

Rigor Mortis: enrijecimento dos músculos do corpo após a morte.

S

Serial Killer: indivíduo que comete assassinatos em série, geralmente, repetindo o perfil das vítimas (idade, sexo, classe social, profissão, características fenotípicas) e/ou o modo de ação (rituais e procedimentos que levam a vítima à morte, com posterior ocultação ou não do cadáver).

Simulacro: no sentido estrito abordado neste texto, significa qualquer objeto que simule uma arma de fogo, mas que não produz tiro.

Swab: instrumento para coleta de vestígios diversos em locais de crime; semelhante à um cotonete: com haste plástica mais longa e ponta contendo geralmente algodão.

T

Tanatologia: estudo da morte e suas causas.

Teste de Eficiência de Tiro: exame para verificar se uma determinada arma de fogo é capaz de produzir tiro ou se é possível a ocorrência de incidentes ou acidentes de tiro ou tiro acidental.

Toxicologia Forense: ciência que analisa substâncias tóxicas presentes num organismo, bem como os efeitos que elas causam.

Toxicante: qualquer substância que seja capaz de exercer efeito danoso ou de induzir danos à um organismo vivo; o mesmo que agente tóxico.

Toxicidade: propriedade do agente tóxico em produzir *efeito nocivo* ou induzir disfunção metabólica.

Tricologia Forense: estudo de pelos, cabelos e fibras relacionadas de alguma forma à um evento criminoso.

V

Vestígio: material, sinal ou fato encontrado numa cena de crime que possa ter relação ao evento delituoso.

Vitimologia: estudo das características biológicas, psicológicas e sociais de vítimas de crimes; geralmente, este trabalho auxilia na investigação de crimes cometidos por *serial killers*.

REFERÊNCIAS

ALBERTIN, R.; ARRIBAS, M. A. G.; BASTOS, E. L.; RÖPKE, S.; SAKAI, P. N.; SANCHES, A. M. M.; STEVANI, C. V.; UMEZU, I. S.; YU, J.; BAADER, W. J. *Quimiluminescência orgânica: alguns experimentos de demonstração para a sala de aula*. **Revista Química Nova**, v. 21, n. 6, São Paulo-SP, nov./dez., 1998.

AMES, J.; SOUZA, D. Z. *Falsificação de medicamentos no Brasil*. **Revista de Saúde Pública**, v. 46, n. 1, São Paulo-SP, 2012.

ANDRADE, J. F.; OLIVEIRA, M. F. *Identificação de impressões digitais*. In MARTINIS, B. S.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Química Forense Experimental**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.

ANDRADE, M. A. S. M. **Uma proposta contextualizada para o ensino de ciências no 8º ano por meio da perícia criminal**. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica de Biologia Geral) - Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Duque de Caxias-RJ, 2016.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 344, de 12 de maio de 1998**. Ministério da Saúde, 1998.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. *Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, junho, 2003, p. 176-194.

BALBINO, M. A.; TADINI, M. C.; OLIVEIRA, L. S.; OIYE, E. N.; RIBEIRO, M. F. M.; ELEOTÉRIO, I. C.; OLIVEIRA, M. F. *Investigação de possíveis interferentes no teste do bafômetro*. In MARTINIS, B. S.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Química Forense Experimental**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.

BARIUCH, E.; MORACCI, J. P. A. *Balística Forense*. In VELHO, J. A.; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. (Orgs.). **Ciências Forenses: uma introdução às principais áreas da Criminalística moderna**. 3ª ed. Campinas-SP: Millennium Editora, 2017.

BORDIN, D. D.; MESSIAS, M.; LANARO, R.; CAZENAVE, S. O. S.; COSTA, J. L. *Análise forense: pesquisa de drogas vegetais interferentes de testes colorimétricos para identificação dos canabinoides da maconha (Cannabis Sativa L.)*. **Revista Química Nova**, v. 35, n. 10, 2012, p. 2040-2043.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940**. Código Penal. 1940.

_____. **Decreto-Lei nº 3.689, de 03 de outubro de 1941**. Código de Processo Penal. 1941.

_____. **Decreto nº 3.665, de 20 de novembro de 2000**. Dá nova redação ao Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados (R-105). 2000.

_____. **Decreto nº 4.262, de 10 de junho de 2002**. Regulamenta a Lei nº 10.357, de 27 de dezembro de 2001, que estabelece normas de controle e fiscalização sobre produtos químicos que direta ou indiretamente possam ser destinados à elaboração ilícita de substâncias entorpecentes, psicotrópicas ou que determinem dependência física ou psíquica, e dá outras providências. 2002.

_____. **Decreto nº 4.764, de 05 de fevereiro de 1903**. Dá novo regulamento à Secretaria da Polícia do Distrito Federal. 1903.

_____. **Decreto nº 5.123, de 1º de julho de 2004**. Regulamenta a Lei no 10.826, de 22 de dezembro de 2003, que dispõe sobre registro, posse e comercialização de armas de fogo e munição, sobre o Sistema Nacional de Armas - SINARM e define crimes. 2004.

_____. **Decreto nº 7.950, de 12 de março de 2013**. Institui o Banco Nacional de Perfis Genéticos e a Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos. 2013.

_____. **Decreto nº 9.685, de 15 de janeiro de 2019**. Altera o Decreto nº 5.123, de 1º de julho de 2004, que regulamenta a Lei nº 10.826, de 22 de dezembro de 2003, que dispõe sobre registro, posse e comercialização de armas de fogo e munição, sobre o Sistema Nacional de Armas - SINARM e define crimes. 2009.

_____. **Lei nº 10.357, de 27 de dezembro de 2001**. Estabelece normas de controle e fiscalização sobre produtos químicos que direta ou indiretamente possam ser destinados à elaboração ilícita de substâncias entorpecentes, psicotrópicas ou que determinem dependência física ou psíquica, e dá outras providências. 2001.

_____. **Lei nº 10.826, de 22 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre registro, posse e comercialização de armas de fogo e munição, sobre o Sistema Nacional de Armas – Sinarm, define crimes e dá outras providências. 2003.

_____. **Lei nº 11.343, de 23 de agosto de 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. 2006.



_____. **Lei nº 11.705, de 19 de junho de 2008.** Lei Seca. Altera a Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, e a Lei no 9.294, de 15 de julho de 1996, para inibir o consumo de bebida alcoólica por condutor de veículo automotor, e dá outras providências. 2008.

_____. **Lei nº 12.654, de 28 de novembro de 2012.** Altera as Leis nos 12.037, de 1o de outubro de 2009, e 7.210, de 11 de julho de 1984 - Lei de Execução Penal, para prever a coleta de perfil genético como forma de identificação criminal, e dá outras providências. 2012b.

_____. **Lei nº 12.760, de 20 de dezembro de 2012.** Altera a Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro. 2012a.

_____. **Lei nº 5.970, de 11 de dezembro de 1973.** Exclui da aplicação do disposto nos artigos 6º, inciso I, 64 e 169, do Código de Processo Penal, os casos de acidente de trânsito, e, dá outras providências. 1973.

_____. **Lei nº 8.072, de 25 de julho de 1990.** Dispõe sobre os crimes hediondos, nos termos do art. 5º, inciso XLIII, da Constituição Federal, e determina outras providências. 1990.

_____. **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.** Institui o Código de Trânsito Brasileiro. 1997.

_____. **Lei nº 9.847, de 26 outubro de 1999.** Dispõe sobre a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis, de que trata a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, estabelece sanções administrativas e dá outras providências. 1999b.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (Ensino Médio).** 2018.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio).** 1999a.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio).** 2002.

BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes.** Campinas-SP: Millennium, 2012.

CACHAPUZ, A. *Superação das visões deformadas da Ciência e da Tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica.* In CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. (Orgs.). **A necessária renovação do ensino de Ciências.** São Paulo-SP: Editora Cortez, 2005.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** Tradução: Raul Filker. Brasiliense, 1993.

CONCEIÇÃO, V. N.; SOUZA, L. M.; MERLO, B. B.; FILGUEIRAS, P. R.; POPPI, R. J.; ROMÃO, W. *Estudo do teste de Scott via técnicas espectroscópicas: um método alternativo para diferenciar cloridrato de cocaína e seus adulterantes.* **Revista Química Nova**, v. 37, n. 9, 2014, p. 1538-1544.

CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução nº 432, de 23 de janeiro de 2013.** Dispõe sobre os procedimentos a serem adotados na fiscalização do consumo de álcool ou de outra

substância psicoativa que determine dependência, com efeitos na Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 – Código de Trânsito Brasileiro (CTB). 2013.

CRUZ, A. A. C.; RIBEIRO, V. G. P.; LONGHINOTTI, E.; MAZETTO, S. E. *A Ciência Forense no Ensino de Química por meio da experimentação investigativa e lúdica*. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo-SP, v. 38, n. 2, p. 167-172, maio, 2016.

CUNHA, M. B. *Jogos no Ensino de Química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula*. **Revista Química Nova na Escola**, v. 34, n. 02, 2012, p. 92-98.

DONATE, P. M. *Luminol: síntese e propriedades quimioluminescente*. In MARTINIS, B. S.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Química Forense Experimental**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.

DORTA, D. J.; MANTOVANI, C. C.; OLIVEIRA, A. D. R.; SOUZA, A. O. YANOMINE, M. *Controle da dopagem no esporte*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.

FARIAS, R. F. **Introdução à Química Forense**. 4ª ed. Campinas - SP: Editora Átomo, 2017.

FIGINI, A. R. L.; COSTA, G. D.; SILVA, J. R. L.; FERREIRA, M. A. R. *A Identificação Humana por meio das Impressões Digitais e o Confronto Datiloscópico*. In FIGINI, A. R. L. (Org.). **Datilosopia e revelação de impressões digitais**. Tratado de Perícias Criminalísticas. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012b.

FIGINI, A. R. L.; ROSA, C. T. A.; TOCHETTO, D.; D'ALMEIDA, D. Q.; SILVA, J. R. L. *Criminalística, Impressões Digitais e o Local do Crime*. In FIGINI, A. R. L. (Org.). **Datilosopia e revelação de impressões digitais**. Tratado de Perícias Criminalísticas. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012a.

FIGINI, A. R. L.; RODRIGUES, E. A. *A Formação e a composição das Impressões Digitais*. In FIGINI, A. R. L. (Org.). **Datilosopia e revelação de impressões digitais**. Tratado de Perícias Criminalísticas. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.

FIGINI, A. R. L. *Papilosopia, Datilosopia e Revelação de Impressões Digitais*. In VELHO, J. A.; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. (Orgs.). **Ciências Forenses: uma introdução às principais áreas da Criminalística moderna**. 3ª ed. Campinas-SP: Millennium Editora, 2017.

FRANCEZ, P. A.; SILVA, E. F. A.; DIAS FILHO, C. R. *Biologia Forense*. In VELHO, J. A.; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. (Orgs.). **Ciências Forenses: uma introdução às principais áreas da Criminalística moderna**. 3ª ed. Campinas-SP: Millennium Editora, 2017.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. *Para uma imagem não deformada do trabalho científico*. **Revista Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, 2001, p. 125-153.

GIORDAN, M. *O papel da experimentação no Ensino de Ciências*. **Revista Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.



GONDRA, M. E.; GRÁVALOS, G. R. **Análise Forense de Documentos: instrumentos de escrita manual e suas tintas** (Vol. I). Tratado de Perícias Criminalísticas. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.

HOFFMANN, M. H.; CARBONELL, H.; MONTORO, L. *Álcool e segurança – epidemiologia e efeitos*. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 16, n. 1, Brasília-DF, 1996.

IPÓLITO, A. J.; OLIVEIRA, M. F. *Testes rápidos para detecção de substâncias entorpecentes*. In MARTINIS, B. S.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Química Forense Experimental**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.

JOBIM, L. F.; JOBIM, M. S. L.; SILVA, F. G.; EWALD, G. M.; JOBIM, M. R. S. L.; PENNA, L.; GIL, B. C. *Investigação laboratorial*. In JOBIM, L. F.; COSTA, L. R. S.; SILVA, M.; JOBIM, M. S. L. (Orgs.). **Identificação Humana: identificação médico-legal, perícias odontológicas, identificação humana pelo DNA**. 3ª ed. Tratado de Perícias Criminalísticas. Campinas-SP: Millennium Editora, 2018.

LIMA, A. P.; GUIMARÃES, P. E. B.; CORRÊA, B. S.; DINIZ, V. W. B. *Química Forense: a atuação do químico no contexto da perícia criminal*. In **Anais do 47º Congresso Brasileiro de Química**, Natal-RN, 2007.

LIMA, A. S.; ASSIS, C. S.; RALDENES, E.; PEREIRA, J. P. M. L. **O Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis – PMQC**. Rio de Janeiro-RJ: ANP, 2012.

LIMA, C. K. A.; MARTINS, A. F.; SILVA, E.; DANTAS, K. G. F.; MARINHO, P. S. B. *A utilização da Química Forense no Ensino Médio*. In **Anais do 56º Congresso Brasileiro de Química**, Belém-PA, 2016.

LIMA, N. P.; MORAIS, M. J. *Documentoscopia*. In VELHO, J. A.; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. (Orgs.). **Ciências Forenses: uma introdução às principais áreas da Criminalística moderna**. 3ª ed. Campinas-SP: Millennium Editora, 2017.

LOPES, A. R. C. *Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da Ciência Química*. **Revista Química Nova**, 15 (3), 1992.

_____. *Obstáculos epistemológicos nos livros didáticos de Química*. In LOPES, A. R. C. **Currículo e epistemologia**. Ijuí-RS: Ed. Unijuí: 2007.

MALDANER, A. O.; BOTELHO, E. D. *Perfil químico de drogas de abuso: o exemplo da cocaína*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.

MALTA, D. C.; FILHO, A. M. S.; MONTENEGRO, M. M. S.; MASCARENHAS, M. D. M.; SILVA, M. M. A.; LIMA, C. M.; NETO, O. L. M.; TEMPORÃO, J. G.; PENNA, G. O. *Análise da mortalidade por acidentes de transporte terrestre antes e após a Lei Seca - Brasil, 2007-2009*. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 19, n. 4, Brasília-DF, dez. 2010



MARINHO, P. A.; GUIMARÃES, L. C.; VELHO, J. A. *Análise de resíduos de disparo de armas de fogo*. In MARTINIS, B. S.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Química Forense Experimental**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.

MARTINIS, B. S.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Química Forense Experimental**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.

MENDES JÚNIOR, C. T. *Técnicas aplicadas à análise forense de DNA*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.

MESQUITA, M. A. *Efeitos do álcool no recém-nascido*. **Einstein (São Paulo)**. Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa Albert Einstein, v. 8, n. 3, 2010, p. 368-375.

MESSEDER-NETO, H. S. **O lúdico no Ensino de Química na perspectiva histórico-cultural: além do espetáculo, além da aparência**. Curitiba-PR: Prismas, 2016.

MESSEDER-NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. *O lúdico no Ensino de Química: considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural*. **Revista Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, nov. 2016, p. 360-368.

MINISTÉRIO DE ESTADO DA JUSTIÇA. **Portaria nº 1.274, de 25 de agosto de 2003**. Ministério da Justiça. 2003.

MORTIMER, E. F. *As Chamas e os Cristais Revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino das Ciências da natureza*. In SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A (Orgs.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí-RS: Ed. Unijuí, 2011. p. 209-230.

MUNAYER, T. K. A. **A utilização de contos de suspense e atividades investigativas no processo de ensino e aprendizagem de Química na Educação Básica: uma proposta de um paradidático sobre Ciência Forense**. 2018. 177 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto-MG, 2018.

NEVES, D. B. J. *Análise da falsificação de medicamentos*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.

NUNES. P. P. **Contextualização e abordagem de conceitos químicos por meio da Química Forense: uma sequência didática para o Ensino Médio no ensino da Química**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM, 2017.

OGA, S.; CAMRGO, M. M. A.; BATISTUZZO, J. A. O. **Fundamentos de Toxicologia**. 3ª ed. São Paulo-SP: Atheneu Editora, 2008.

OLIVEIRA, D. F. **Jogos e atividades lúdicas para o Ensino de Química: uma investigação sobre as produções no meio acadêmico-científico brasileiro**. 2017. 63 f. Monografia (Licenciatura Plena em Química) – Departamento de Química, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2017.

OLIVEIRA, D. F.; SOARES, E. C. *A ludicidade e a Química Forense como motivação para o ensino de Química*. In **Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**. Florianópolis-SC, 2016.

_____. *Química Forense no Ensino de Química: uma análise das publicações em eventos acadêmico-científicos brasileiros*. In **Anais do 58º Congresso Brasileiro de Química**. São Luís-MA, 2018a.

_____. *A ludicidade no Ensino de Química: uma análise das publicações em eventos da área*. In **III Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia**. Foz do Iguaçu-PR, 2018b.

OLIVEIRA, J. R. S. *Contribuições e abordagens das atividades experimentais no Ensino de Ciências: reunindo elementos para a prática docente*. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1, jan./jun., 2010.

OLIVEIRA, M. F.; ALVES, J. Q.; ANDRADE, J. F.; SACZK, A. A.; OKUMURA, L. L. *Análise do teor de cocaína em amostras apreendidas pela polícia utilizando-se a técnica de cromatografia líquida de alta eficiência com detector UV-Vis*. **Eclética Química**, v. 34, 3, 2009.

OLIVEIRA, M. F.; ELEOTÉRIO, I. C.; VELHO, J. A. *Análise de resíduos de disparos de arma de fogo*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.

OLIVEIRA, M. F. *Química Forense: a utilização da Química na pesquisa de vestígios de crime*. **Revista Química Nova na Escola**, v. 24, nov. 2006.

PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S.; VYVYAN, J. R. **Introdução à Espectroscopia**. 4ª ed. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2010.

PINHEIRO, E. E. A.; COSTA JÚNIOR, J. S.; PAZ, C. C.; TEIXEIRA, K. S. N.; SILVA, N. R. *A Química Forense como elemento motivador do Ensino de Química no Ensino Médio*. In **Anais do 11º Simpósio Brasileiro de Educação Química**, Teresina-PI, 2013.

REIS, A. B. (Org.). **Metodologia Científica em Perícia Criminal**. 3ª ed. Tratado de Perícias Criminalísticas. Campinas-SP: Millennium Editora, 2015.

RIBEIRO, M; MARQUES, A. C. P. R.; LARANJEIRA, R.; ALVES, H. N. P; ARAÚJO, M. R.; BALTIERI, D. A.; BERNARDO, W. M.; LAGP, C.; KARNIOL, I. G.; KERR-CORRÊA, F.; NICASTRI, S.; NOBRE, M. R. C.; OLIVEIRA, R. A.; ROMANO, M; SEIBEL, S. D.; SILVA, C. J. *Abuso e dependência da maconha*. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 51, n. 5, São Paulo-SP, set./out. 2005.

RIBPG. Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos. **Relatório da Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos: dados estatísticos e resultados relativos a novembro de 2014**. Ministério da Justiça, 2015.

RIGONI, M. S.; OLIVEIRA, M. S.; ANDRETTA, I. *Conseqüências neuropsicológicas do uso da maconha em adolescentes e adultos jovens*. **Ciências & Cognição**, v. 8, Rio de Janeiro-RJ, ago. 2006.

ROSA, M. F.; SILVA, P. S.; GALVAN, F. B. *Ciência Forense no Ensino de Química por meio da experimentação*. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo-SP, 2013.

SANTOS, R. O.; SOUZA, D. A. *Utilização de experimentos de Química Forense no ensino de Química*. In **Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**, Florianópolis-SC, 2016.

SEBASTIANY, A. P. **Desenvolvimento de atitude investigativa em um ambiente interativo de aprendizagem para o ensino informal de Ciências**. 2013. 247 f. Dissertação (Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porta Alegre-RS, 2013.

SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO, M. C.; DEL PINO, J. C.; SALGADO, T. D. M. *A utilização da ciência forense e da investigação criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos*. **Educación Química**, v. 24, n. 1, p. 49-56, 2013.

SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO, M. C.; SALGADO, T. D. M. *Aprendendo a investigar através de uma atividade investigativa sobre Ciência Forense e Investigação Criminal*. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 4, set-dez., 2015.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**. 9ª ed. Tradução de Robson Mendes Matos. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.

SILVA, E. F. A.; JACQUES, G. S.; CHEMALE, G.; FRANCEZ, P. A. *Genética Forense*. In VELHO, J. A.; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. (Orgs.). **Ciências Forenses: uma introdução às principais áreas da Criminalística moderna**. 3ª ed. Campinas-SP: Millennium Editora, 2017.

SILVA, F. J. O. **A perícia papiloscópica como alternativa para o ensino de princípios químicos em Roraima**. 2016. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista-RR, 2016.

SILVA, P. S.; ROSA, M. F. *Utilização da ciência forense do seriado CSI no Ensino de Química*. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 3, set-dez., 2013.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. *Experimentar sem medo de errar*. In SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A (Orgs.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí-RS: Ed. Unijuí, 2011. p. 231-261.

SANTANA, E. M.; REZENDE, D. B. *Um estudo bibliográfico sobre o uso de atividades lúdicas e jogos no Ensino de Química*. In **Anais da 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Fortaleza-CE, 2009.



SOARES, M. H. F. B.; MESQUITA, N. A. S. *Jogos no Ensino de Química: discutindo a presença/ausência do Paradoxo do Jogo Educativo*. In **Anais da 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Goiânia-GO, 2016.

SOARES, M. H. F. B. **O Lúdico em Química: Jogos e Atividades Aplicados ao Ensino de Química**. 2004. 203 fls. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2004.

_____. **Jogo para o Ensino de Química: teoria, métodos e aplicações**. Guarapari-ES: Ex Libris Editora, 2008.

SOUZA A. K. R. **Uso da Química Forense como ferramenta de ensino através da aprendizagem significativa**. 2016a. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2016a.

SOUZA, L. A. *Paracelso: cientista da saúde*. In **Brasil Escola**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/paracelso-cientista-saude.htm>>. Acesso em: 31 de março de 2019.

SOUZA, L. M. V.; HOSHI, L.; LIMA, L. F.; SANTIAGO, M. M.; ALVES, M. P. R.; MENDONÇA, L. O.; PEIXOTO, M.; ALVES, T. C. A.; PONDÉ, M. P. *Revisão Toxicológica e Tratamento da Intoxicação pelo Êxtase*. **Revista Neurociências**, v. 11, n. 1, 2003.

SOUZA, T. A. **Ciência Forense como lugar interdisciplinar no Ensino Médio: uma experiência docente**. 2016b. 132 f. Mestrado (Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá-MG, 2016b.

SWGDRUG. **Scientific Working Group for the Analysis of Seized Drugs – Recommendations**. Versão 7.1, de 09 de junho de 2016.

TOCHETTO, D. (Org.). **Balística Forense: aspectos técnicos e jurídicos**. 9ª ed. Tratado de Perícias Criminalísticas. Campinas-SP: Millennium Editora, 2018.

VEIGA, M. A. M. S.; TALHAVINI, M. *Análise de falsificação de bebidas: o exemplo de uísques*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.

VELHO, J. A.; BALBINO, M. A.; MARTINS, V. V. *Exame metalográfico*. In MARTINS, B. S.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Química Forense Experimental**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.

VELHO, J. A.; BALBINO, M. A.; OLIVEIRA, M. F. *Revelação de caracteres suprimidos em armas e veículos*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012b.

VELHO, J. A.; BRUNI, A. T.; ANDRADE, J. F. *Introdução à Química Forense*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012a.

VELHO, J. A.; BRUNI, A. T.; CAMARGO, M. A.; OLIVEIRA, M. F. *Química Forense*. In VELHO, J. A.; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. (Orgs.). **Ciências Forenses: uma introdução às principais áreas da Criminalística moderna**. 3ª ed. Campinas-SP: Millennium Editora, 2017a.

VELHO, J. A.; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. *Introdução às Ciências Forenses*. In VELHO, J. A.; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. (Orgs.). **Ciências Forenses: uma introdução às principais áreas da Criminalística moderna**. 3ª ed. Campinas-SP: Millennium Editora, 2017b.

VELHO, J. A.; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. (Orgs.). **Ciências Forenses: uma introdução às principais áreas da Criminalística moderna**. 3ª ed. Campinas-SP: Millennium Editora, 2017d.

VELHO, J. A.; SILVA, L. A. R.; CARMO, C. F. A.; DAMASCENO, C. T. M. *A perícia em locais de crime*. In VELHO, J. A.; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. (Orgs.). **Ciências Forenses: uma introdução às principais áreas da Criminalística moderna**. 3ª ed. Campinas-SP: Millennium Editora, 2017c.

VIEIRA, M. L.; VELHO, J. A. *Exame preliminar e definitivo de drogas de abuso*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.

WAISELFIZ, J. J. **Mapa da Violência 2016: Homicídio por armas de fogo no Brasil**. FLACSO Brasil, 2016.

XAVIER, C. A. C.; LOBO, P. L. D.; FONTELES, M. M. F.; VASCONCELOS, S. M. M.; VIANA, G. S. B.; SOUSA, F. C. F. *Êxtase (MDMA): efeitos farmacológicos e tóxicos, mecanismo de ação e abordagem clínica*. **Revista de Psiquiatria Clínica**, v. 35, n. 3, São Paulo-SP, 2008.

YANO, H. M.; GUARDIA, R. C. A.; FARIAS, F. F.; SANTOS, A. P.; AURICCHIO, M. T. *Identificação de corticóides e piroxicam por cromatografia em camada delgada em medicamentos manipulados falsificados*. **Boletim Epidemiológico Paulista (BEPA)**, v. 8, n. 95, p. 4-13, 2011.

YOSHIDA, R. L.; BRUNI, A. T.; VELHO, J. A. *Análise de vestígios latentes em locais de crimes*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.

ZACCA, J. J.; RISTON, J. R. *Análise físico-química de fraudes em documentos: papéis e tintas*. In BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da Química que soluciona crimes**. Campinas-SP: Millennium Editora, 2012.

REFERÊNCIAS DAS FIGURAS QUE COMPÕEM A CAPA E OS QUADROS DE AVISOS DESTE LIVRO

(Acesso em 10 abril de 2019)

Arma de fogo: <http://thezombieworldrpg.weebly.com/uploads/1/4/9/3/14936264/161327911.png?311>

DNA: pngimg.com/uploads/dna/dna_PNG40.png

Folha de maconha: http://pngimg.com/uploads/cannabis/cannabis_PNG28.png

Megafone: <https://www.nettl.com/uk/wp-content/uploads/2017/11/megaphone.png>

Microfone: <https://cdn2.iconfinder.com/data/icons/red-gray/520/Mic-512.png>

Vidrarias: https://www.xelia.it/images/slideshow/Fotolia_52318228_Subscription_Monthly_M_provette_TRASP_400.png

Tachinha: https://cdn.pixabay.com/photo/2013/07/12/14/10/pushpin-147918_640.png

Impressão digital: <https://images.vexels.com/media/users/3/139140/isolated/preview/faaa3b02a85ca452598dd699c33b9b5c-design-de-impres-o-digital-realista-by-vexels.png>





Diariamente, deparamo-nos com inúmeras notícias a respeito de ações criminosas que impactam a vida em sociedade, muitas vezes, causando comoção nacional. Neste cenário, são variados os tipos de delitos, desde a falsificação de bens e tráfico de drogas até, por exemplo, a ocorrência de sequestros e homicídios. Uma triste constatação!

No entanto, a autoria desses crimes nem sempre é imediatamente identificada, fazendo com que seja necessário o trabalho de investigação por parte dos órgãos competentes, de peritos criminais oficiais, de médico-legistas e das polícias federal e judiciária civil, o que demanda uma sólida e organizada estrutura de conhecimentos e metodologias científicas que auxiliem no processo investigativo.

O campo de estudos e pesquisas que envolvem a investigação de crimes é bastante amplo e multidisciplinar, pois congrega as chamadas Ciências Forenses, uma área que tem sido bastante explorada pela mídia em programas e séries televisivas de grande sucesso, principalmente entre os jovens e adolescentes, mais provavelmente por sua dinâmica de mistério e suspense do que por uma prática que exige conhecimentos científicos diversos e interligados.

Estas ciências, por sua vez, contam com um rol de áreas de pesquisa e atuação pericial, dentre as quais: a Documentoscopia, a Balística Forense, a Papioscopia Criminal, a Psiquiatria Forense, a Medicina Legal e a Química Forense. Neste livro, abordaremos de forma mais sistemática e organizada, esta última, a Química Forense – tanto do ponto de vista mais teórico e prático das técnicas e metodologias periciais (são dez capítulos, incluindo dezenas de ilustrações, casos reais noticiados e entrevistas com peritos criminais), quanto de sugestões de atividades didático-pedagógicas (são dez propostas variadas, ilustradas e comentadas) a partir de abordagens lúdicas-experimentais, buscando-se manter ainda uma constante vigilância teórica, metodológica e epistemológica para superação de possíveis visões deformadas e folclóricas do trabalho pericial.

Seja bem-vindo(a) a esta aventura!



ADVERTÊNCIA

Este livro é destinado a todos aqueles que se interessam pelo instigante campo da Química Forense e da investigação criminal, sobretudo à licenciandos, professores e pesquisadores da área de Ensino de Química/Ciências que buscam trabalhar essa temática em sala de aula e/ou que queiram conhecer um pouco mais sobre esta magnífica Ciência!