



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS

BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

EMANUEL FERNANDO DA COSTA MOURA

A CIÊNCIA QUÍMICA E OS SEUS CONTRIBUTOS PARA O ÂMBITO PERICIAL

PAU DOS FERROS

2022

EMANUEL FERNANDO DA COSTA MOURA

A CIÊNCIA QUÍMICA E OS SEUS CONTRIBUTOS PARA O ÂMBITO PERICIAL

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Profa. Dra. SHIRLENE KELLY SANTOS CARMO

PAU DOS FERROS

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M929c Moura, Emanuel Fernando da Costa .
A ciência química e os seus contributos para o
âmbito pericial / Emanuel Fernando da Costa
Moura. - 2022.
43 f. : il.

Orientadora: Shirlene Kelly Santos Carmo.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2022.

1. Química. 2. Ciência forense. 3. Hematologia
forense. 4. Papiloscopia, Perícia. 5. Toxicologia.
I. Carmo, Shirlene Kelly Santos, orient. II.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 1115

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

EMANUEL FERNANDO DA COSTA MOURA

A CIÊNCIA QUÍMICA E OS SEUS CONTRIBUTOS PARA O ÂMBITO PERICIAL

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 22 / 11 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Shirlene Kelly Santos Carmo, Profa. Dra. (UFERSA)

Presidente

Francisca Sheldakelle Holanda Torres Pinheiro (E.E.D.J.F.M)

Membro Examinador

Mayra Thayná de Oliveira Silva (Centro Educacional Leonardo da Vinci – Uniasselvi)

Membro Examinador

“Lembre-se que a pessoa pode tirar tudo de você, menos o seu conhecimento”

-Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder o dom da vida, por de saúde para continuar perseguindo meus sonhos um dia de cada vez.

Agradeço aos meus pais por me ensinar, me educar, me criar, por dar todo apoio possível para que eu nunca desistisse. Mãe obrigado por ser essa mulher batalhadora, amorosa e que sempre procura o melhor para seus filhos, a senhora é meu maior exemplo. Pai obrigado por estar presente na minha vida, sempre mim protegendo.

Agradeço aos meus irmãos queridos, Emanuely e Isaque, saber que tenho eles ao meu lado são uma das coisas que me dá mais força de continuar.

Agradeço em especial meus queridos avós, minha avó Maria Francisca e meu avô Nicodemos Rebouças(in memoria), que foram meus segundos pais em vida, que ajudaram a me criar e mostraram um amor imenso pelos seus queridos netos.

Agradeço a minha família, avos, tios, primos, por sempre me apoia e comemorar pelas minhas conquistas.

Agradeço aos meus professores e professoras, por cada ensinamento, por toda a paciência, por sempre procurarem extrair o melhor de mim.

Agradeço aos meus queridos amigos do IFRN estes que mesmo de longe sempre estão disponíveis para o que eu precisar, em especial Simão Veiga um amigo para toda a vida.

Agradeço aos meus Amigos da UFERSA, em especial meus colegas queridos Ingridy, Ana Evelyn, Isac Emanuel, Maycon e João Victor, presentes que a UFERSA me deu, meus parceiros que me acompanharam em todas essas lutas de universitário.

Agradeço a Shirlene Kelly Santos Carmo, minha orientadora, pelo grande conhecimento que me foi transmitido, obrigado por sempre procurar extrair o melhor das pessoas, a senhora é um exemplo de profissional e de pessoa, cada ensinamento que me foi repassado será guardado com muito carinho, dedico este trabalho a senhora, obrigado por tudo.

RESUMO

A criminalidade é uma catástrofe social que afeta toda a sociedade, o crime se desenrola de diversos modos possíveis, tornando crucial o desenvolvimento de lei para conter e punir quem comete tais atos. Para isso, o poder público faz uso do âmbito pericial e judicial no sentido de elucidação dos fatos e a conclusão dos crimes. Diante disso, para que toda essa ordem progrida, a perícia utiliza-se de conhecimentos da ciência forense, em que por meio da análise científica envolvendo diversas áreas da ciência, é possível reunir informações essenciais que levem a conclusão dos casos. Dentre as diferentes áreas da perícia criminal, a ciência química exerce um papel importante nos diferentes ramos da forense. Seu uso foi um dos pioneiros empregados na criminalística, ficando atrás apenas da medicina legal. Diante da influência que a ciência química representa no âmbito pericial, este estudo apresenta a relação entre diversos conceitos que são empregados nas análises periciais. A pesquisa baseia-se em um estudo exploratório, cuja coleta de dados se deu por meio do levantamento bibliográfico. Com o objetivo principal de mostrar a importância da Química nos métodos investigativos utilizados pela perícia, o presente trabalho aproxima os conhecimentos científicos aos leitores e comprova, a importância desta ciência no cotidiano da vida humana, pois é através dela que muitos crimes são solucionados e consequentemente muitas sentenças definidas.

Palavra-chave: Química, Ciência forense, Hematologia forense, Papiloscopia, Perícia, Toxicologia.

ABSTRACT

Crime is a social catastrophe that affects the society life. The crime unfolds in several possible ways, making the development of law crucial to contain and punish those who commit such acts. For this, the public power makes use of the expert and judicial scope in the sense of elucidation of the facts and the conclusion of the crimes. Therefore, for this whole order to progress, the expertise uses knowledge of forensic science, in which through scientific analysis involving various areas of science, it is possible to gather essential information that lead to the conclusion of cases. Among the different areas of forensics, chemical science plays an important role in the different branches of forensics. Its use was one of the pioneers used in criminalistics, second only to forensic medicine. In view of the influence that chemical science represents in the forensic field, this study presents the relationship between several concepts that are used in expert analyses. The research is based on an exploratory study, whose data collection took place through a bibliographic survey. With the main objective of showing the importance of Chemistry in the investigative methods used by the expertise, the present work brings scientific knowledge closer to the readers and proves the importance of this science in the human daily life, because it is through it that many crimes are solved and consequently many definite sentences.

Keywords: Chemistry, Forensic Science, Forensic Hematology, Papilloscopic, Expertise, Toxicology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação da taxa de homicídios e de MVCI (2014 a 2019)	16
Figura 2: Inter-relações entre os diversos ramos científicos, as Ciências Forenses e Criminalística.....	19
Figura 3: Fotografias do antes (a) e (c) e após a aplicação do luminol (b) e (d)	24
Figura 4: Análise de sangue em amostra – Resultado positivo para sangue	25
Figura 5: Processo cromatográfico em camada delgada.....	28
Figura 6: Tipos de impressões digitais.....	29
Figura 7: Impressão digital por pó de grafite	30
Figura 8: Reação química entre uma ninidrina e um aminoácido	31
Figura 9: Impressão digital revelada com spray de solução etanólica de ninidrina	31
Figura 10: Reação orgânica de halogenação (adição por iodo) em alceno.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GPI	Global Peace Index
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
UFs	Unidades Federativas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Hb	Heme
CCD	Cromatografia de camada delgada
CSC	Cromatografia supercrítica
LSD	Dietilamida do Ácido Lisérgico
MVCI	Mortes violentas por causas indeterminadas
BNCC	Base nacional comum curricular

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tipos de glândulas e a composição de seus fluidos	30
Tabela 2: Testes calorimétricos e suas reações.	35
Tabela 3: Conceitos químicos aplicados nas análises periciais	37
Tabela 4: Conteúdos químicos englobados nas diferentes áreas da forense	39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	15
2.2 Objetivos gerais	15
2.3 Objetivos específicos	15
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
3.1 Criminalidade Brasileira.....	16
3.2 Criminalística	17
3.3.1 Química forense.....	20
3.3.2 Perícia em manchas de sangue (Hematologia Forense)	21
3.3.2.1 Identificação de sangue em cenas de crime	22
3.3.2.1.1 Luminol	22
3.3.2.1.2 Kastler-Meyer	24
3.3.2.2 Perícia grafotécnica	25
3.3.2.2.1 Cromatografia.....	26
3.3.2.2.1.1 Cromatografia de papel	26
3.3.2.2.1.2 Cromatografia de camada delgada	27
3.3.2.3 Perícia em impressões digitais.....	28
3.3.2.3.1 Ninidrina.....	30
3.3.2.3.2 Vapor de iodo	31
3.3.2.4 Perícia Toxicologia.....	32
3.3.2.4.1 Identificação de álcool.....	32
3.3.2.4.2 Identificação em drogas de abuso.....	33
4. METODOLOGIA.....	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
5.1 Empregabilidade de conceitos da química nas análises periciais	37
5.2 Séries escolares que contemplam os conteúdos periciais neste estudo.....	39
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41

REFERÊNCIAS	42
--------------------------	-----------

1. INTRODUÇÃO

Durante a história da humanidade os seres humanos sofrem com crimes ocorrentes entre a sociedade. O Brasil, segundo o Global Peace Index (GPI), edição de 2021 é o país que mais teme a violência em todo o mundo. Dentre os fatores mais agravantes, destacam-se os homicídios, os quais se representam por elevados índices (IPEA, 2021). Diante de tal realidade, as esferas governamentais visam cada vez mais aprimorar as Políticas de Segurança Pública, para então lidar com os diversos crimes revestidos de tecnologia (TOCCHETTO, 2014).

Nesse sentido, a criminalística surge com a finalidade de se inserir na sociedade por meio de suas técnicas científicas voltadas para a elucidação de crimes, o que faz com que, técnicas abusivas e sub-humanas, como a tortura, seja deixada para trás (TOCCHETTO, 2014). Diversas ciências foram implementadas dentro da área forense ao longo dos anos, permitindo com que as contribuições científicas de vários estudiosos originaram a ciência criminal da atualidade (CAVEDON, 2014).

Essa ciência criminal, comumente conhecida como “Ciência Forense”, constitui-se pela interdisciplinaridade promovida pela junção de diversas áreas científicas, como a física, química, biologia, dentre outras, que se relacionam entre si com a finalidade de trazer a verdade sobre um determinado caso investigado (ARAÚJO, 2016). A perícia criminal desempenha papel essencial para solucionar casos criminais, sendo esta, responsável por analisar a cena de crime, coletar vestígios e estudá-los em laboratório para serem utilizados como provas.

A Química Forense apresenta-se como uma das principais áreas de atuação dentro das Ciências Forenses, pois emprega os conhecimentos da química aos problemas de natureza forense. Por ser uma ciência tão ampla, a química desempenha papel significativo dentro da perícia criminal. Responsável por estudar a propriedade, composição, estrutura da matéria e suas reações, a ciência química apresenta papel fundamental juntamente a outras ciências, dentro do campo pericial. Partindo dessa perspectiva, o presente trabalho tem por objetivo, avaliar as contribuições propiciadas pelo emprego da ciência química, no que tange as análises realizadas a partir de técnicas e métodos analíticos, nos casos periciais.

2. OBJETIVOS

2.2 Objetivo geral

Identificar a importância da Ciência Química, por meio dos seus conceitos e princípios aplicados, dentro do âmbito da perícia criminal.

2.3 Objetivos específicos

- Observar a empregabilidade de conceitos da química nas análises periciais.
- Identificar as séries escolares que contemplam os conteúdos abordados nas análises periciais apresentadas.
- Avaliar a importância do uso da química na análise de vestígios.

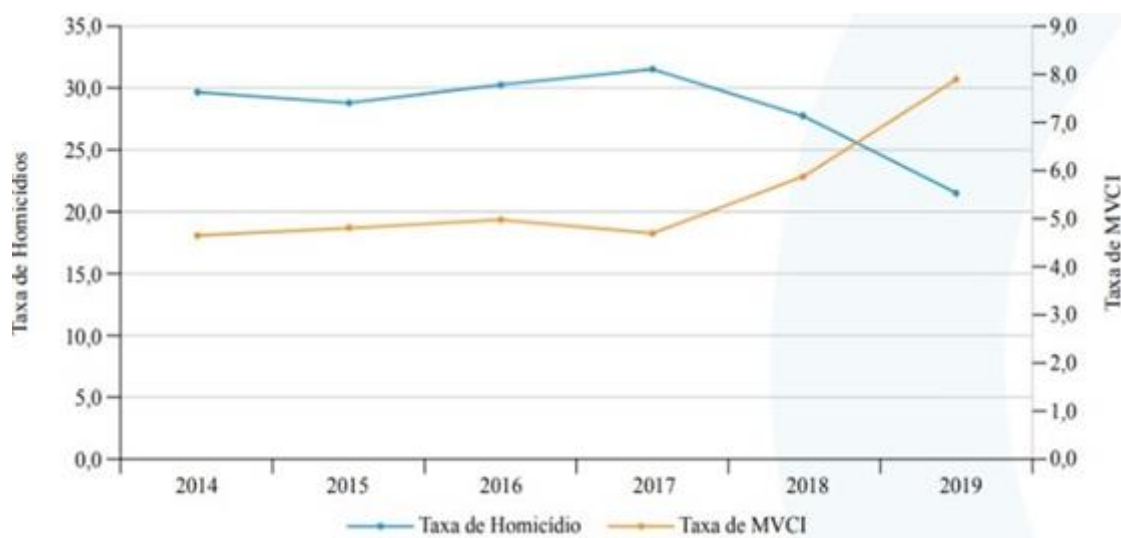
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Criminalidade Brasileira

A criminalidade é um fenômeno social que prejudica todas as pessoas, em qualquer local do mundo, no Brasil os casos de violência apavoram os brasileiros, principalmente quando em regiões urbanas, que apresentam um alto índice populacional (DANTAS, 2022). Ao se analisar os fatores que influenciam esta catástrofe, muitas das vezes é possível observar que um ser humano não nasce para o crime, mas sim, diversas causas o tornam um criminoso. Condições como a economia do país (aumento de inflação), pobreza, analfabetismo, e convivência com pessoas de má índole, contribuem para estes perfis (GARRIDO, 2013). Diante de aspectos que aceleram cada vez mais este fato, países de segundo e terceiro mundo são os mais afetados com esse problema, já que lidam com os fatores de aumento de criminalidade, no qual o Brasil pode se incluir nesse grupo.

Ao analisar o Atlas da Violência disponibilizado pelo IPEA, dos últimos anos, mostra por meio de dados levantados, a taxa de diversos crimes ao redor do país, em especial os crimes de homicídio reunidos por estes.

Figura 1: Representação da taxa de homicídios e de MVCI (2014 a 2019)



Fonte: Atlas da violência, 2021

Analisando os dados obtidos pelo IPEA (2021), estes apontam que os índices de homicídios registrados no ano de 2019, como se observa na Figura 1, é o menor dos últimos anos desde o ano de 1997, visto que do ano de 2018 para 2019 ocorreu essa redução. Entretanto

o próprio registro informa que a qualidade de pesquisa está deixando a desejar, visto que os métodos de identificação de homicídios são insuficientes para contabilizar o número de mortos.

No registro do Mapa da Violência aponta um grande problema quando se observa os dados, do qual mostra uma grande taxa de homicídios da parte dos jovens, dentre estes, homens na faixa dos 15 aos 29 anos, de modo que nos últimos 10 anos, de 2010 a 2020 houve uma redução de 13,1% para 12,5%. Esse problema se torna ainda mais grave quando se analisa a projeção da população dos anos de 2000 a 2060 disponibilizado pelo IBGE, evidencia uma redução da população jovem no país, e um grande aumento no número de idoso.

Ao observar as referências dos anos anteriores, IPEA (2017) e IPEA (2018), é possível identificar que três fatores tenham contribuído para essa redução nos índices de homicídios nas UFs durante décadas: o envelhecimento da população; o Estatuto do desarmamento; e a implementação de ações e programas qualificados de segurança pública.

Nesse sentido, a estrutura, os procedimentos e as rotinas das unidades investigativas influenciam fortemente na busca por meios de solucionar diversos casos criminosos (SOUSA, 2021). Dessa maneira a polícia criminal tem um fator bastante importante para solução de caso, até mesmo em evitar que crimes ocorram, já que um criminoso poderá pensar duas vezes antes de cometer um crime sabendo que a polícia tem meios para provar que ele cometeu esse delito.

3.2 Criminalística

Com a criminalidade se alastrando desenfreadamente na vida da sociedade, a ação de políticas públicas no que tange a segurança pública, se faz necessária e urgente. Assim como o acesso à saúde, à educação e à moradia, a liberdade de ir e vir com segurança é um direito fundamental estabelecido pela Constituição Federal de 1988, sendo de responsabilidade do Estado assegurá-lo. Diante das estratégias no tocante ao combate à criminalidade, de acordo com a definição proposta por Del Picchia, a criminalística se destaca como um dos ramos que tem por objeto, o reconhecimento e interpretação dos indícios intrínsecos materiais relativos ao crime ou à identidade do criminoso (VELHO; GEISER; ESPINDULA, 2021).

A criminalística é conhecida como uma ciência judicial, da qual utiliza dos conhecimentos científicos para auxiliar a polícia e a justiça na conclusão de casos específicos,

sendo eles homicídios, tráfico, suicídios, mortes acidentais, furtos, roubos dentro os mais variados. Diante da lei de código de processo penal, o 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 [...]”.

Seguindo a lei, os sistemas jurídicos não têm o direito de incriminar alguém sem provas, com isso, a criminalística se torna peça chave do processo para auxiliar a busca pela verdade em um determinado caso investigado.

Para elucidar um pouco sobre esta área, uma das primeiras ciências a desenvolver métodos para identificar homicídios foi a medicina geral, que através de análise dos corpos das vítimas podia dizer como o crime ocorreu, e sugerir pistas que conseguissem levar ao acusado. A partir disso, os conhecimentos científicos de outras ciências foram se somando para facilitar ainda mais a descoberta de um culpado, e com isso surge a profissão de perito criminal, um profissional que engloba os conhecimentos específicos de uma ciência para solucionar um caso (TOCCHETTO, 2014).

A profissão de perito criminal tem a responsabilidade de obter provas em uma cena de crime, manuseando da ciência forense para apresentar tais fatos que comprovem a verdade sobre o caso investigado. Essas ciências podem ser entendidas como as ciências naturais aplicadas à análise de vestígios, como comprovação e resposta a questões apresentadas por demanda judicial (VELHO; GEISER; ESPINDULA, 2021).

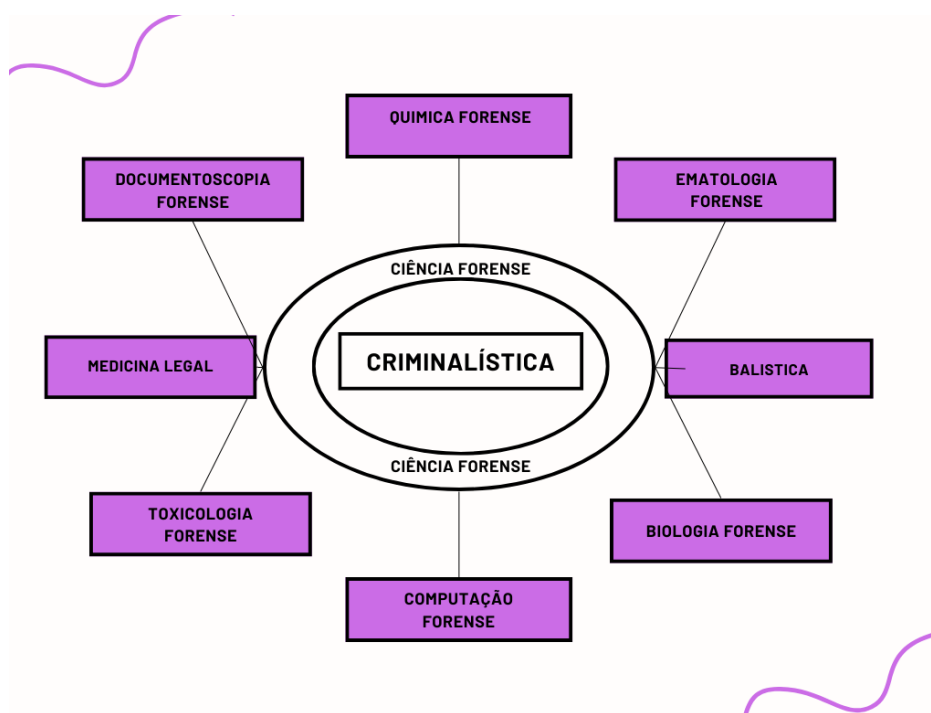
3.3 Ciência forense

A ciência forense é a base da perícia criminal, responsável judicialmente por levantar provas em casos criminais. Trata-se da junção de conhecimentos de diversas outras ciências, com a função investigativa de determinar fatores que embasam o processo investigativo.

Dado que a criminalística é a junção de conhecimentos oriundos de diversas ciências, é possível considerá-la como um sistema, visto que, os diversos ramos científicos que compreendem as ciências forenses, alimentam o sistema da criminalística por meio de suas técnicas e metodologias inerentes a cada circunstância.

Por envolver o ambiente por um todo em suas investigações, diversas áreas científicas auxiliam, devido isso a ciência forense se fragmenta em vários ramos, conforme pode ser visto na Figura 2.

Figura 2: Inter-relações entre os diversos ramos científicos, as Ciências Forenses e Criminalística.



Fonte: Autoria própria

Cada um destes ramos com sua devida importância no campo pericial, atuando individualmente ou em conjunto, contribuem para a obtenção de informações que levam a resolução dos casos por meio da identificação e comprovação da natureza dos vestígios investigados. Dentre estes, apresentam destaque:

- Biologia forense: área que utiliza dos conhecimentos adquiridos do ramo da biologia, para análise de fluidos corporais como sangue, saliva, sêmen encontrados dentro da cena do crime, em que serve para identificação de indivíduos.
- Toxicologia forense: uma subdivisão multidisciplinar que envolve várias ciências para identificação de drogas presentes no corpo ou na cena do crime.
- Computação forense: responsável pela busca ou recuperação de informações presentes nos aparelhos digitais, para serem usados como prova.

- Entomologia forense: Estuda os insetos encontrados nos corpos de vítimas, para que assim possam identificar a hora de sua morte, e o local do ocorrido.
- Odontologia forense: área da qual estuda a arcada dentária de vítimas, é importantíssima na identificação de corpos que nenhum outro ramo conseguiu determinar, é capaz de determinar tipos de mordidas, e também a idade que tinha o corpo.
- Balística: Analisa o comportamento de um projétil, do seu lançamento, voo, comportamento, e o efeito causado.

A utilização do método científico é a base da Criminalística, visto que na elaboração do laudo pericial, um conjunto de técnicas são necessárias para que os vestígios¹ recolhidos durante a investigação, possam gerar comprovações e possibilitar ao responsáveis pela perícia, obter informações essenciais que o's leve'm a verdade sobre o caso.

Ao se falar em vestígios, é importante apresentar outros dois termos empregados no contexto pericial: evidência e indício, onde a evidência é o vestígio que, após a realização das análises periciais, tem a sua comprovação científica com o fato relacionado. Já o indício, sendo um fato conhecido e provado é a expressão empregada na fase processual (VELHO; GEISER; ESPINDULA, 2021).

3.3.1 Química forense

No Brasil, a química foi uma das pioneiras aplicadas a criminalística, ficando atrás da medicina. De todos os ramos da ciência forense, a química forense é um dos que mais contribui para identificação de provas. Essa ciência está presente em uma grande diversidade de análises periciais, e se encarrega pela análise, classificação e identificação de elementos ou substâncias recolhidas nos locais de crime, ou que possam estar relacionados a esse.

A utilização dos conhecimentos químicos auxilia em investigações, podendo ser empregada de diversas formas, por possuir diversos métodos de análises, que propicia a identificação de substâncias presentes em cenas de crime, e assim sendo capaz de determinar como o crime ocorreu e encontrar provas que cheguem aos culpados. Por se tratar de uma ciência que estuda a matéria, suas reações, e o que causam, os seus processos de análises podem ser usados de diversas formas, encontrando vestígios que informem como ocorreu o assassinato,

¹ É todo objeto ou material bruto constatado e/ou recolhido em local de crime ou presente em uma situação a ser periciada (Velho; Geiser; Espindula, 2021).

a obtenção de provas que determinem um culpado, e até em determinações de drogas usando de processos rápidos para sua definição (PEREIRA, 2010; ROMÃO et al., 2011).

O fato que a química estuda o universo e tudo o que o compõe de maneira mais esta a matéria e suas transformações, esta procura estudar a constituição da matéria de seus átomos e moléculas, em que essa se torna a base de diversas ciências, a partir da química, que pode estudar os efeitos de compostos no organismo, as transformações que tornam as cores do fogo que conhecemos, a energia que move o mundo, as reações que estão ocorrendo a cada segundo (BROWN et al., 2016). Seguindo isso, a química forense pode se relacionar com diversas outras áreas da ciência forense, facilitando a execução de métodos de identificação das mais diversas formas, ajudando em muito o trabalho de um perito.

A implicação de conceitos químicos no âmbito pericial, possibilita que se possa obter conclusões a partir das análises realizadas sobre os vestígios encontrados no local do crime, sendo assim, de extrema relevância como prova técnica em um processo judicial. Com isso, é a química, considerada uma ciência tão versátil, torna os seus fundamentos algo essencial para diversas áreas da criminalística (OLIVEIRA; SOARES, 2021). Desse modo, em várias áreas da ciência forense é comum encontrar métodos de experimentação que usam dos conhecimentos da química para auxiliarem.

3.3.2 Perícia em manchas de sangue (Hematologia Forense)

A Hematologia Forense constitui umas das sub-áreas da Biologia Forense, a qual apresenta como principal finalidade, o estudo das manchas de sangue, suas propriedades e suas doenças, na criminalística esses conhecimentos são usados para identificação de corpos.

O sangue é classificado como um tecido vivo, possuindo em sua composição uma parte líquida denominada plasma, que é a mistura de água, vitaminas, sais, e fatores de coagulação, e por uma parte sólida que são as hemácias, leucócitos e plaquetas, das quais são responsáveis por carregar oxigênio para o corpo, combate de infecções, e recuperação de vasos sanguíneos danificados, respectivamente (GOMES, 2019).

Os vestígios de sangue são um tipo de prova comumente encontrados em uma cena de crime, podendo apresentar-se de diversas formas: líquido, coagulado, seco ou não visível - oculto). Por meio do formato da gota de sangue depositada em uma determinada superfície, é possível, dentre outras observações, identificar a posição que a vítima se encontrava no momento em que foi acometida pela arma branca ou de fogo.

Manter a cena de um crime sem a interferência de ações externas de pessoas e do meio ambiente é de extrema importância para manter a integridade sobre a materialidade dos fatos ocorridos, e assim, por meio das técnicas e métodos analíticos de análises, possibilitar a identificação verídica sobre cada vestígio analisado (GOMES, 2019).

A busca por vestígios de sangue em uma cena de crime, emprega com bastante frequência, testes preliminares (presuntivos), os quais são escolhidos devido a sua rapidez e facilidade na aplicação, assim como nos resultados. Porém, esses testes são em geral, para orientação sobre determinada composição, podendo apresentar resultados falso-positivos devido não possuírem elevada especificidade na presença de outras substâncias além do sangue, neste caso, assim sendo necessários a realização de testes confirmatórios.

3.3.2.1 Identificação de sangue em cenas de crime

Os métodos e técnicas de identificação do sangue são de vital importância em uma investigação, por se tratar de um dos vestígios mais comumente encontrados em cenas de homicídios. As informações contidas nesta prova material, pode contribuir de diferentes formas, seja pela determinação do seu tipo característico, no que diz respeito ao sistema ABO², seja sobre o formato em que esta foi encontrado no local, possibilitando informações sobre a posição da vítima no momento do ataque, assim como, as condições que propiciaram o crime.

Com isto em mente, as técnicas de identificação sanguínea se tornam imprescindíveis em qualquer cena de crime, de modo que uma análise rápida e eficiente, possibilita a um perito detectar ou descartar um vestígio como prova fundamental em um processo judicial. Dentre as principais técnicas empregadas nesta análise, o método do Luminol e de Kastle-Meyer destacam-se.

3.3.2.1.1 Luminol

Para confirmação se o material encontrado é sangue ou não, é realizado um teste através do 3-aminofthalhidrazida (luminol) que estando exposto ao sangue apresenta características quimioluminescente. A quimioluminescência é o processo de extrair luz através de reações químicas, esse fenômeno ocorre diante da emissão de radiação no qual uma molécula ou átomo

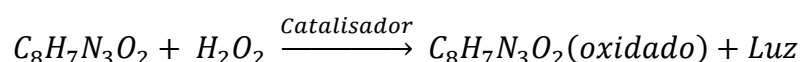
² O sangue humano possui quatro diferentes fenótipos: tipo A, tipo B, tipo AB e tipo O, que formam o conhecido sistema ABO. Assim, por intermédio de reações de aglutinação, é possível determinar o tipo sanguíneo de uma pessoa.

sofre uma transição de estado eletronicamente excitado para um estado de energia mais baixa, sendo perfeito para locais que não tenham vestígios de sangues visíveis.

Muitas vezes em cenas de crime, o local pode ter passado por manipulações, de modo que impedem que os profissionais cheguem a um culpado de maneira mais simples, devido a eliminação de diversas evidências. Porém, existem reagentes eficientes que conseguem detectar a presença destas provas materiais, mesmo quando não se encontram mais visíveis, ou seja, são considerados vestígios latentes. O luminol, a exemplo, consegue detectar a presença de sangue no local, por meio de uma reação de fluorescência na cor azul, provocada pela reação com o Ferro contido na hemoglobina do sangue (NOGUEIRA, 2013).

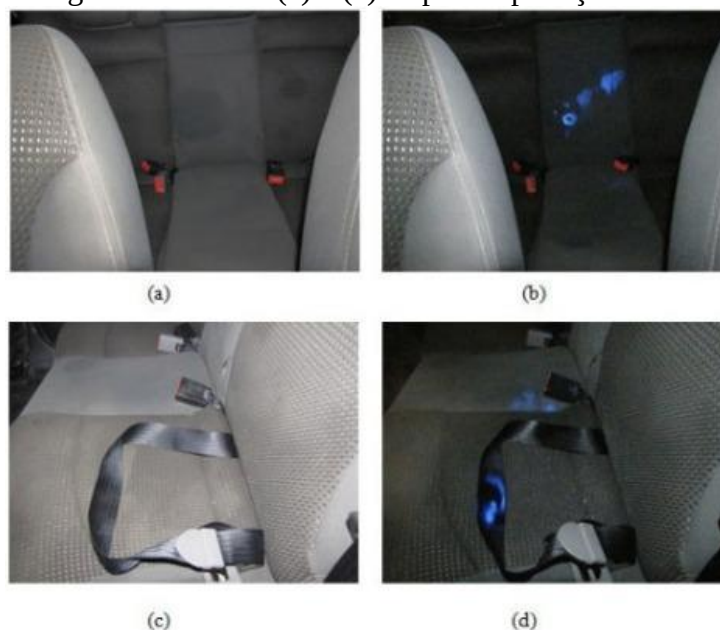
O fato do sangue possuir hemoglobinas na sua estrutura, esta são intituladas “heme” (Hb), das quais são formadas por átomos de ferro oxidado (Fe^{+2}) em sua composição. Moléculas Hb quando expostas a fatores externos, passam pela hemólise e pela reação de oxirredução, mudando do estado de para adquirindo assim, um tom amarronzado para a sua aparência, e deixando de ser moléculas de Hb para hemina ou hematina (VASCONCELLOS, 2018).

Nesse caso a reação química de luminol vai ocorrer com a junção com peróxido de hidrogênio (H_2O_2) na presença de Fe^{+3} encontrado na composição da hemina exposta na cena do crime, pois por se tratar de um metal de transição com fácil oxidação vai atuar como um catalisador da reação de luminol e peróxido de hidrogênio, produzindo luminol oxidado mais luz (VASCONCELLOS, 2018).



O processo mostrado se trata de uma reação química chamada de oxiredução que por meio de um catalisador, a reação $C_8H_7N_3O_2$ sofre uma oxidação perdendo seu elétron e liberando um transição de estado eletrônico, liberando a radiação de luz azul (Figura 3).

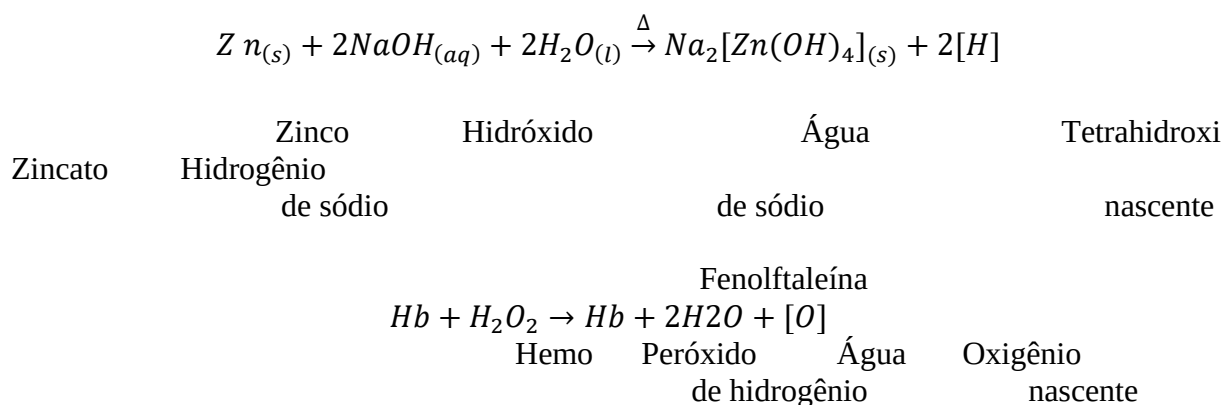
Figura 3: Fotografias do antes (a) e (c) e após a aplicação do luminol (b) e (d)



Fonte: (VASCONCELLOS, 2018).

3.2.1.1.2 Kastler-Meyer

O teste de Kastle-Meyer, assim como o luminol usa da composição do sangue como um catalisador que acelera a reação, da mistura entre peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e fenolftaleína ($C_{20}H_{12}O_4$). Para isto a fenolftaleína foi modificada por meio de sua forma convencional, foi reduzida e pré-dissolvida em solução alcalina, tornando seu aspecto em uma cor amarela fraca, assim, quando interagir com o peróxido de hidrogênio em solução alcalina, a hemoglobina no sangue catalisa a oxidação, retornando a fenolftaleína em sua forma normal, que gera uma cor rosa intensa (LOPES et al., 2021).



O que acontece é que a solução alcalina da fenolftaleína vai evidenciar a presença de sangue graças ao pó de zinco, tornando a coloração do sangue em um tom rosado (Figura 4) sendo exposto a água oxigenada fresca, isso devido os átomos de ferro contidos na hemoglobina

reagirem decompondo H_2O_2 em água (H_2O) e oxigênio nascente (O), aumentando o pH do meio e proporcionando a viragem da fenolftaleína (OLIVEIRA, 2021).

Figura 4: Análise de sangue em amostra – Resultado positivo para sangue



Fonte: Autoria própria

3.3.2.2 Perícia grafotécnica

A perícia grafotécnica é responsável pela análise de documentos assinados, dos quais estudam a autenticidade de tal manuscrito, esta área é de vital importância na realização de exames técnicos, pois esse estudo somente é possível porque a caligrafia de cada pessoa é única, os quais através das suas características, é possível distinguir a sua escrita das de outras pessoas. Saber diferenciar a assinatura real de uma falsa, é o foco desta profissão, identificar cópias, decalque, memorização e a transplantes de assinatura é o que este profissional analisa (SOUZA, 2021).

Para examinar a integridade de tais documentos, na maioria dos casos só necessita de uma inspeção visual, mas quando precisa de métodos alternativos rápidos para sua comprovação, torna-se necessário os conhecimentos científicos na área química para a análise das propriedades da prova estudada, como exemplo, o exame de datação de tinta (SOUZA, 2021).

O processo de datação de tinta funciona com o cálculos de evaporação da tinta em função do tempo, da qual graças a composição do material, que é formada especialmente por óleos orgânicos viscoso e corante cristais violetas entre outros, suas informações de composição são guardadas em um extenso banco de dados a respeito das diferentes marcas de tinta, graças

a isso os peritos são capazes de usar de diferentes métodos para determinar a data de uma tinta. Um desses métodos é o processo dinâmico que associa o avanço das propriedades físico-químicas das tintas (colorantes, solventes, resinas) e do substrato em função do tempo (MAGALHÃES, 2021).

Para esse estudo de documentos, um perito faz uso de diversos métodos para provar que as evidências são consistentes, dentre estes existe a análise de detacção de tinta, análise grafoscópica e mecanográfica, e a cromatografia estudo das substâncias presentes na tinta, um ponto importante para saber a origem da caneta, possibilitando assim ao profissional a ter ideias de suspeitos com isso (OLIVEIRA; SOARES, 2021).

3.3.2.2.1 Cromatografia

A cromatografia é o processo de separação de substâncias utilizado para encontrar a matéria em seu estado mais puro, com o melhor grau de confiabilidade possível. Tal procedimento é utilizado na perícia criminal para auxiliar em casos documentais que necessitam a análise de tintas encontradas em documentos dos quais insinuam serem adulterados (ARAÚJO, 2016).

Usando dos conhecimentos de separação e purificação de substâncias químicas, é um contribuinte importantíssimo para o âmbito pericial, do qual, a possibilidade de estudar os componentes de um produto de maneira molecular usando do conhecimento das propriedades químicas de um certo soluto em relação a uma fase móvel.

Os métodos de separação de substâncias são bastante eficientes e versáteis pelo fato de possuírem diversas maneiras de separar as essências de suas misturas. Dessa forma, a cromatografia se divide em ramos dependendo dos métodos utilizados, de início este se separa em cromatografia planar e de coluna e a partir do momento que necessitam de processos mais sofisticados vão se dividindo em mais categorias. O planar que se separa em chromatotron, cromatografia de camada delgada (CCD) e cromatografia de papel, já a de coluna se divide em cromatografia líquida, cromatografia supercrítica (CSC), cromatografia gasosa (AMORIM, 2019).

3.3.2.2.1.1 Cromatografia de papel

A cromatografia de papel consiste em um procedimento bem simples, do qual o papel cromatográfico é marcado por uma tinta, e colocado em um recipiente com um solvente, uma

mistura de água destilada e álcool 90%, que quando entra em contato com o soluto, nesse caso a tinta, percorre a superfície do papel por meio da fase estacionária, com isso, este quebra as moléculas que ligam as substâncias presentes na tinta as separando por partes e as tornando evidentes a olho nu, a partir disto, o soluto poder ser determinado, efetuando um cálculo do qual pode se expressar o movimento do soluto, isto é nomeado de fator de retenção (Rf), Equação 1 (POSTMA; ROBERTS JUNIOR.; HOLLENBERG, 2019):

$$RF = \frac{\text{Distância percorrida pelo soluto}}{\text{Distância percorrida pelo solvente}} \quad \text{eq. 1}$$

Estes métodos fazem uso dos conhecimentos físico-químicos de separação de misturas da qual, em laboratório esse é usado separando os componentes de uma amostra em função do deslocamento da diferença entre os solutos, esses do quais são movidos por uma fase móvel e contidos por uma outra fase estacionária líquida (água). Com isso a cromatografia de papel usa do mecanismo de absorção do papel, sendo esse um processo conhecido como separação líquido-líquido.

3.3.2.2.1.2 Cromatografia de camada delgada

A cromatografia de camada delgada(CCD) utiliza a técnica de adsorção de líquido-sólido, ocorrendo a separação de componentes da mistura por meio da migração de uma camada delgada de adsorvente fixado em uma superfície plana usando de uma fase móvel. A separação das misturas irá ocorrer principalmente pela adsorção da substância que devido à falta de afinidade entre as moléculas da mistura com a interação do solvente, assim quebrando as suas ligações. Este tipo de técnica, assim como a cromatografia de papel é bastante simples de ser utilizado, Figura 5, auxiliando para encontrar os componentes das misturas em seu estado mais puro (SACZK et al., 2016). Com o resultado obtido, os profissionais podem determinar a origem desse produto contribuindo assim na solução de casos.

Figura 5: Processo cromatográfico em camada delgada



Fonte: Autoria própria

Semelhante a cromatografia de papel, a CCD vai usar dos conhecimentos físico-químico referentes a solubilidade dos componentes de uma mistura, que por meio de uma superfície adsorvente, como vidro, plástico ou alumínio, vão reagir ao ser expostos por uma substância volátil, em fase móvel, que por cada soluto possui características diferentes que diferem a sua volatilidade, irão percorrer distâncias diferente quando analisar as suas fases estacionárias (MARTINS; OLIVEIRA, 2016).

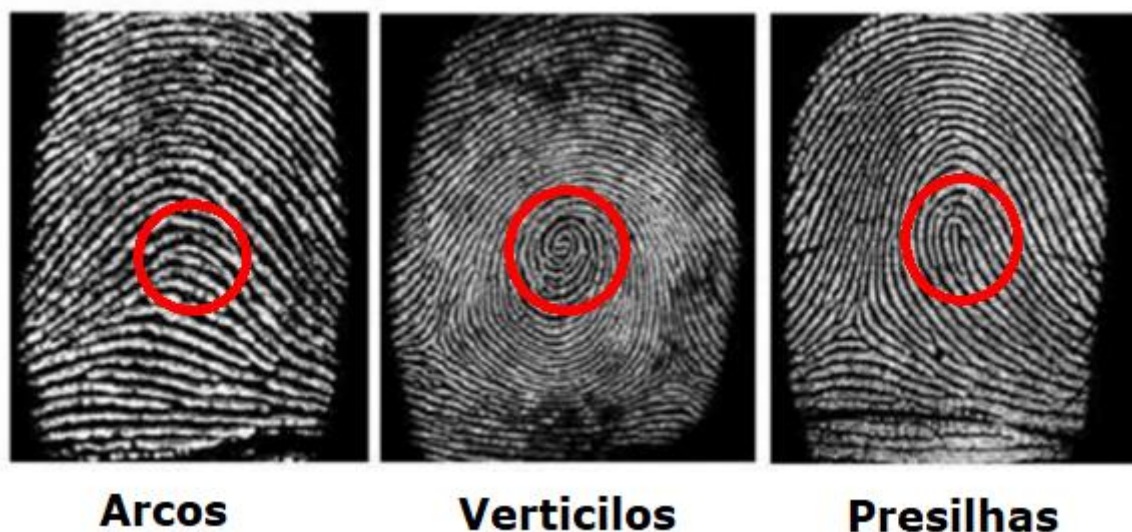
3.3.2.3 Perícia em impressões digitais

O estudo sobre as impressões digitais, desde a sua descoberta em eras mais remotas, proporcionou um grande embasamento para a comunidade científica e tecnológica, tendo em vista que ambos fatores, aliados em conformidade, cooperaram para o engrandecimento de estudos nesta esfera do conhecimento forense. A partir disso, sabe-se que com o avanço da tecnologia, tornou-se possível a obtenção de impressões digitais dos mais diversos materiais, facilitando o processo de investigação e possíveis deduções para resoluções de incógnitas em casos (GONZAGA, 2017).

As impressões digitais se classificam em um grupo denominado pelos peritos de vestígios latentes, do qual são aqueles materiais encontrados em cenas de crimes, podendo ou não serem usados como prova, isso acontece, pelo fato que a nossa mão deixa resíduos que possibilitam a identificação de impressões digitais, além disso cada digital possui características

das quais diferenciam umas das outras, e o trabalho do perito é analisar esses atributos por meio da coleta dos vestígios (BALSAN et al., 2019), assim como é mostrado da Figura 6.

Figura 6: Tipos de impressões digitais



Fonte: (Euro4science, 2015)

- Arco: é um agrupamento de linhas que percorrem um lado ao outro dos dedos, tomando a mais variadas formas de arco.
- Verticilos: Estes se caracterizam por um padrão diferente do arco, do qual possui um padrão diferentes entre eles em que surgem em um lado do dedo e vai circulando esse ponto, para uma origem. Os verticilos são divididos entre presilha externa e presilha interna dependendo da direção dos seus laços
- Presilhas: Esses se caracterizam por linhas retorcidas sobre a superfície do dedo, esses que dão origem às espirais, denominadas como verticilos.

Estas características se tornam visíveis graças às técnicas que destacam seus pontos característicos, cada técnica é desenvolvida visando o tipo adequado de superfície que a impressão é depositada. Por este motivo, existem diversos meios para encontrar a localização e desenho de uma impressão digital. Superfícies como vidros, plásticos de montagens, estruturas de materiais e equipamentos, o uso das técnicas de pó, Figura 7, é o mais indicado. Para superfícies mais instáveis como papéis, o iodo em forma de vapor é a melhor técnica para retirar as impressões papilares (VELHO; GEISER; ESPINDULA, 2021). Essa análise se dá por meio de compostos liberados pelas glândulas papilares no momento do contato com a superfície, conforme são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Tipos de glândulas e a composição de seus fluidos

Tipos de glândulas	Composição		
	Água	Compostos nitrogenados	Aminoácidos
Glândulas sudoríparas	Triglicerídeos	Ácidos graxos	Hidrocarbonetos
Glândulas sudoríparas apócrinas	Proteínas	Carboidratos	Ferro

Fonte: Autoria própria

Figura 7: Impressão digital por pó de grafite

Fonte: Autoria própria.

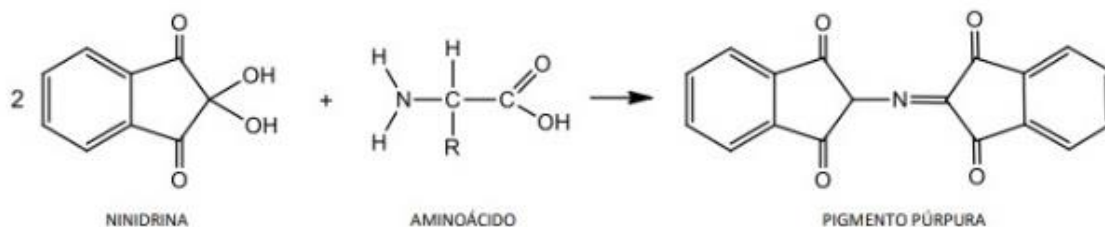
Técnicas para identificação de impressões digitais necessitam ter um cuidado no momento da coleta da amostra, desse modo, os profissionais desenvolvem métodos para isso, dependendo de fatores para utilizar cada um deles. Dentre os métodos requisitados, os químicos executam o papel crucial quando a superfície possui características que impedem a utilização de qualquer outro meio (BALSAN et al., 2019). O método da Ninidrina ($C_9H_6O_4$) e o Vapor de iodo (I_2), destacam-se entre as análises comumente empregadas.

3.3.2.3.1 Ninidrina

O uso da ninidrina ($C_9H_6O_4$) possibilita uma boa reatividade em substâncias com aminoácido, Figura 8, assim quando entra em contato com uma digital, muda suas características de um líquido incolor para um de tonalidade púrpura, Figura 9, evidenciando

assim as propriedades que a digital possui. Este procedimento é indicado em superfícies de cor clara do qual destaca sua cor, como papéis e documentos (ANDRADE; OLIVEIRA, 2016).

Figura 8: Reação química entre uma ninidrina e um aminoácido



Fonte: Oliveira; Soares, 2020

Figura 9: Impressão digital revelada com spray de solução etanólica de ninidrina



Fonte: Oliveira e Soares, 2020

3.3.2.3.2 Vapor de iodo

O vapor de iodo também é outro método bastante eficaz, utilizando os cristais de iodo que possui uma boa afinidade a gordura (do qual pode ser encontrado em digitais), que quando eleva a sua temperatura passa de o estado sólido para o gasoso em instantes e quando diminui sua temperatura volta a seu estado sólido é um procedimento rápido para determinação de digitais, pois os cristais de iodo ficam impregnados na superfície que se encontra as digitais, as tornando visíveis a olho nu graças a sua coloração (ANDRADE; OLIVEIRA, 2016). O que vai ocorrer

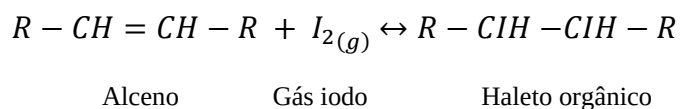


Figura 10: Reação orgânica de halogenação (adição por iodo) em alceno



Fonte: (Oliveira e Soares, 2021)

3.3.2.4 Perícia Toxicologia

A toxicologia forense consiste em conhecimentos científicos utilizados para detecção de tóxicos nocivos ao organismo, com isso, apoiar na aplicação de leis que tragam justiça. A assistência da toxicologia para solução de casos, remete de vários séculos atrás, mais em específico no século XIX, como surgiu através de métodos para determinação se corpos foram envenenados ou não, se desenvolvendo até chegar aos dias atuais (OLIVEIRA; MANTOVANI; SILVEIRA; DORTA, 2018).

Os conhecimentos da toxicologia são aplicados, com a função de auxiliar na comprovação de fatos do interesse do criminalista, ajudando na interpretação de casos, graças a obtenção de resultados através das práticas toxicológicas. A toxicologia pode ser usada de diversas formas podendo ser aplicada em áreas de investigação de mortes, a dopagem no esporte, testes de drogas e no trânsito (PRITSCH, 2020).

3.3.2.4.1 Identificação de álcool

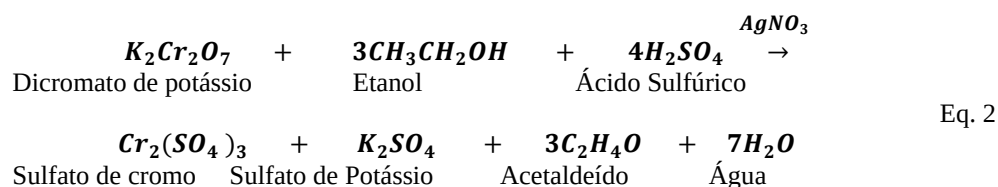
O teste do bafômetro é bastante empregado nas rodovias para assegurar um trânsito com menos acidentes e mortes. Esse teste determina o teor de álcool no organismo do indivíduo, comprovando assim se o motorista passou ou não do limite de álcool permitido pela legislação

da lei seca (Código de Trânsito Brasileiro, 2008), assegurando que estas pessoas possuam condições de permanecerem ao volante na condução do seu veículo (JOMAR; RAMOS; ABREU, 2016).

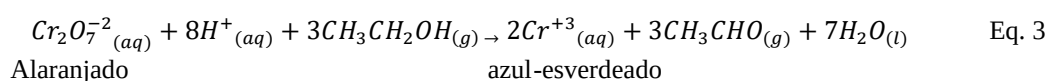
Este teste somente é possível devido ao álcool permanecer no organismo após ser metabolizado pelo fígado. O etanol (C_2H_5OH) que é expirado pelo ar surge devido a uma condição de equilíbrio em que este ar dentro dos pulmões passa por uma reação, sofrendo saturação pelo o etanol presente no sangue, isso ocorre devido processo de difusão envolvido no transporte de gases do metabolismo humano, para que isto ocorra o ar analisado no equipamento deve ser o contido do fundo dos pulmões após uma respiração prolongada.

A detecção do etanol ocorre devido à uma reação envolvendo o ar expirado pelo motorista e uma solução de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) do qual é fortemente acidulado com ácido sulfúrico (H_2SO_4), onde o etanol irá reagir com os íons de dicromato gerando o que chamam de acetaldeído (C_2H_4O) e íons de Cr^{+3} , logo, conforme o etanol reage a mudança da coloração da solução passando de um tom alaranjado para um tom esverdeado (ANDRADE; COSCIONE, 2001).

Durante o contato do etanol com as soluções e o etanol ocorre? uma reação de oxirredução conforme apresentada na Equação 2.



Na forma iônica em solução, a equação apresenta a seguinte forma, Equação 3:



3.3.2.4.2 Identificação em drogas de abuso

Diferente do álcool que é legalizado no nosso país, muitas drogas nocivas são proibidas pela legislação, tornando um crime a venda e consumo desses produtos, mesmo assim existem pessoas que utilizam destes, sendo para lucro ou consumir os contrabandeando do exterior ou produzindo em laboratórios. Para que exista uma contenção desses usuários, qualquer um que seja pego transportando esses produtos de alguma maneira é preso imediatamente, e a droga apreendida, para isso os profissionais, utilizam de técnicas rápidas que determinam se este produto é uma droga.

O que acontece é que nós seres humanos utilizamos de substâncias psicotrópicas para o nosso bem estar e prazer, geralmente derivado de plantas, isso ocorre desde tempos longínquos dos seres humanos, porém diferente dos povos antigos, temos o conhecimento da influência que essas substâncias fazem ao nosso organismo, podendo trazer complicações aos nosso corpos, devido isso elas são separadas e intituladas de drogas de abuso, podendo trazer problemas físicos e mentais ao nosso organismo (ROMÃO, et al., 2011). Algumas dessas drogas são crack, LSD, maconha, cocaína bastante traficados por contrabandistas.

A maconha é uma planta conhecida pelos seres humanos há milhares de anos, essa droga possui propriedades psicoativas de alto potencial podendo ser utilizada quase como um todo para produção de drogas, excluindo apenas as raízes. Por ser uma droga ilícita no país, tende a ser utilizado um teste chamado *fast blue B* para determinar a presença de cannabis em certo produto (RIBEIRO et al., 2005).

Isso ocorre quando o produto é exposto a essa droga tornando uma coloração vermelha ou rosa, isso ocorre devido à natureza fenólica da molécula da maconha, quando seu extrato etéreo ativo reage com o *fast blue B*, forma um produto de coloração avermelhada, solúvel de fase orgânica, isso ocorre devido à combinação de cores gerado pela reação (MARTINS, OLIVEIRA, 2016).

Já em relação a cocaína trata-se de um alcalóide encontrado em folhas *Erythroxylum coca*, de origem dos Andes, sendo comercializada de forma cloridratada ou pasta base, comumente nesse tipo de droga é encontrado em suas misturar, impurezas, vindas do processo de refinamento e adulteração da substância, esse procedimento altera as análises de teste rápido sendo de responsabilidade do analista interpretar e determinar este produto. O procedimento para identificação da cocaína em uma determinada amostra suspeita, baseia-se em uma reação química envolvendo o tiocianato de cobalto, no qual em caso positivo a droga promove a formação de precipitações no tom azul (MARTINS, OLIVEIRA, 2016).

Para relacionar as drogas e seus testes específicos a Tabela 2 apresenta seus principais métodos de análise e os resultados obtidos após a confirmação da reação.

Tabela 2: Testes calorimétricos e suas reações.

Tipos de drogas	Teste	Coloração inicial	Coloração final
Maconha	Fast Blue	Azul	Avermelhada
Cocaína	Tiocianato de cobalto	Vermelho	Tom azul
LSD	Teste de Ehrlich	Rosa avermelhado	Cor Azul-violeta
Metanfetamina	Teste Marquis	Azul	Tom alaranjada ou marrom

Fonte: Autoria própria

4. METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa pode ser estabelecida como um conjunto de etapas na qual direciona o seu objeto de estudo a critérios de caráter científico para obter dados que corroborem ou não a sua teoria inicial (CIRIBELLI, 2003). Segundo Guilherme (2020), ela se torna importante para definir uma maneira de chegar ao seu propósito.

A pesquisa baseia-se em um estudo exploratório, cuja coleta de dados se deu por meio do levantamento bibliográfico. Zanella (2013) explicita que a pesquisa exploratória tem como objetivo, “ampliar o conhecimento a respeito de um determinado fenômeno” além de explorar a realidade buscando maior conhecimento.

Quanto à sua natureza, a abordagem apresenta caráter qualitativo onde, conforme define Gil (2008) é entendida como uma descrição narrativa de atividades que podem ser denominadas específicas.

O estudo busca explicitar os contributos da ciência química no campo da ciência criminal. Para isso, delimitou-se o tema em quatro seções da área de estudo no âmbito da perícia criminal: A perícia de manchas de sangue, a perícia grafotécnica, perícia em identificação de digitais e perícia toxicológica.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Empregabilidade de conceitos de química nas análises periciais

Nos últimos anos a profissão de perito tem ganhado cada vez mais notoriedade aos olhos da população, isto se dá em parte, das produções de obras como filmes, séries, documentários, e livros que divulgam, relatam e experimentam o trabalho desses profissionais. Além disso, o trabalho desenvolvido pelo perito, através das informações obtidas em suas análises técnico-científicas, são cruciais para entender e chegar a uma resposta concreta sobre o caso investigado.

Para que tudo isso seja possível, o ramo da criminalística, vai envolver o conhecimento de diversas ciências, com o intuito de corrigir o descumprimento de leis inseridas em nossa constituição. Nesse sentido, a versatilidade dos conteúdos da química aplicados no cotidiano pericial é incalculável, já que seu estudo engloba a matéria em si, como se comporta e como reage das mais variadas formas possíveis. Os conceitos químicos nas análises periciais são evidenciados em seus respectivos segmentos. Conforme as áreas trabalhadas no estudo desenvolvido neste trabalho, é possível observar esta empregabilidade conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Conceitos químicos aplicados nas análises periciais

Área pericial	Conceitos químicos aplicados
Hematologia forense	Reações de oxirredução; Espectroscopia
Papiloscópica	Características de superfícies; Reações químicas; Mudança de estado físico
Documentoscopia	Métodos de separação; Misturas homogêneas e heterogêneas;
Toxicologia Forense	Reações de oxirredução; Soluções; Tipos de concentrações

Fonte: Autoria própria

Na análise de sangue, objeto de estudo da Hematologia Forense, observa-se a aplicabilidade de conceitos como reações de oxirredução e espectroscopia. Na oxirredução, as reações envolvem a transferência de elétrons entre as espécies químicas, o que é evidenciado pela mudança no número de oxidação (nox) dos participantes da reação. Em outras situações do dia a dia, também pode-se observar esse fenômeno na combustão, na fotossíntese e na

formação da ferrugem. Já a espectroscopia é uma técnica experimental que se baseia na utilização da luz para estudar a composição, a estrutura e as propriedades da matéria, assim, na análise de sangue, essa técnica permite identificar os principais constituintes presentes em uma amostra investigada, e assim, comprovando a sua real identidade.

Na papiloscopia, identificação dos tipos de impressões digitais, o estudo da melhor técnica a ser empregada para tentar revelar uma determinada impressão digital depende do tipo de superfície na qual esta possa estar depositada, assim, é importante ter esse conhecimento sobre os tipos de superfícies. Já, quando a quando não se é possível identificar o desenho da impressão por meio da técnica dos pó, se faz necessário o uso de reagentes químicos, os quais por meio do aquecimento e liberação de vapores, aderem a superfície promovendo o aparecimento do desenho da impressão digital, neste caso, além de envolver reações químicas neste processo, observa-se a mudança de estado físico da substância.

A análise de documentos, tratadas na documentoscopia, atua no intuito de apurar sua autenticidade ou falsidade. Desse modo, no âmbito pericial, técnicas de separação de misturas, como a cromatografia, por exemplo, são bastante empregadas na identificação do tipo de caneta utilizada na escrita em um documento investigado.

Por fim, a Toxicologia forense, a qual atua na identificação de substâncias presentes em amostras, propicia que diversos conceitos químicos possam ser aplicados nessa área. Dentre eles, os tópicos das reações de oxirredução e tipos de concentrações, podem ser observados na determinação do teor alcoólico presentes na metodologia dos bafômetros utilizados para controle nas rodovias. Já para as análises preliminares que envolvem testes colorimétricos, é possível observar a aplicabilidade do tópico de preparo de soluções.

Para a perícia, o cuidado na coleta de vestígios e as análises realizadas são de total relevância para uma investigação, caso estes sejam comprometidos de alguma forma, os resultados podem não ter a confiabilidade necessária para serem usados como prova, conseqüentemente, serão invalidados perante a justiça. O uso da química para análise de vestígios é de certo modo muito eficiente, já que muitos desses métodos podem ser aplicados ainda no local de crime, garantindo assim, uma prisão em flagrante delito, quando o acusado ainda estiver presente no local.

5.2 Séries escolares que contemplam os conteúdos periciais desse estudo

O sistema educacional brasileiro é constituído por níveis e modalidades de ensino. Englobando a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, a Educação Básica tem caráter obrigatório e regulamentada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

O Ensino Fundamental dura 9 anos (1º ao 9º série), dividido em Fundamental I e II, e, portanto, é o período mais longo da Educação Básica. Para o Ensino Fundamental, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é organizada em grandes áreas do conhecimento e seus respectivos componentes curriculares. Portanto, as áreas do conhecimento desse período escolar são: Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas (BRASIL, 2018).

Já o Ensino Médio é a etapa final da Educação Básica, a BNCC do Ensino Médio se organiza em continuidade ao proposto para a Educação Infantil e o Ensino Fundamental, centrada no desenvolvimento de competências e orientada pelo princípio da educação integral. As aprendizagens essenciais definidas na BNCC do Ensino Médio estão organizadas por áreas do conhecimento (Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas). Nesse sentido, a Tabela 4 apresenta as séries de ensino em que podem ser tratadas os conceitos empregados nas áreas periciais tratadas ao longo deste trabalho.

Tabela 4: Conteúdos químicos englobados nas diferentes áreas da forense

Área pericial	Conceitos químicos aplicados	Ensino fundamental	Ensino médio
Hematologia forense	Reações de oxirredução; Espectroscopia	9ª série	1ª, 2ª e 3ª série
Papiloscópica	Características de superfícies; Reações químicas; Mudança de estado físico	9ª série	1ª e 2ª série
Documentoscopia	Métodos de separação; Misturas homogêneas e heterogêneas;	7ª série	1ª e 2ª série
Toxicologia Forense	Reações de oxirredução; Soluções; Tipos de concentrações	9ª série	1ª, 2ª e 3ª série

Fonte: Autoria própria

Dessa forma, é possível observar que ainda na sua fase da educação obrigatória, as quais o ensino Fundamental e Médio estão inseridos, o estudante já vivencia conceitos que posteriormente poderão ser empregados em sua atuação na área pericial, caso essa seja sua escolha profissional. Nesse sentido, a importância de trazer no ensino as diversas vertentes em que esses conceitos podem ser aplicados, possibilita ao estudante, um aprendizado mais fundamentado e significativo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão da ciência química é de vital importância para o meio judicial, visto que, o seu uso se torna essencial na elucidação dos fatos que aplicam a criminalística. As explicações científicas dos resultados obtidos, esclarecem como e porque acontecem tais eventos e auxiliam a perícia para uma perfeita execução dos procedimentos. As técnicas preliminares são de fácil realização e interpretação, já as técnicas analíticas, conhecidas como “definitivas” proporcionam resultados confiáveis, e é através delas que muitas sentenças são definidas. Pode-se confirmar que sem os conhecimentos científicos em química não haveria investigação criminal e conseqüentemente haveria injustiça na resolução dos crimes e nas sentenças definidas.

O segmento das Ciências Forenses no país está em pleno desenvolvimento, principalmente no que diz respeito à perícia criminal. O aparecimento de cursos de graduação e pós-graduação na área forense também é um dos fatores que mostra o quanto essa área tem avançado. A integração entre perícia e as instituições de ensino tem amparado de maneira expressiva a aplicação de pesquisas nesse setor, visto que são nesses ambientes, em sua grande parte, em que novas metodologias e técnicas analíticas são desenvolvidas, tornando-se imprescindíveis no trabalho pericial.

A explicação de conceitos científicos a partir da utilização da criminologia e práticas forenses em sala de aula, mostra-se uma via para aproximar os alunos da vivência real, observando aspectos e fenômenos importantes na vida da sociedade, isso é uma forte maneira de motivar e tornar o aprendizado significativo.

REFERÊNCIAS

AMORIM, A. F. V. de. **Química: Métodos da cromatografia**. 1ª edição. ed. Fortaleza: Editora da Universidade Estadual do Ceará, 2019. 86 p.

ANDRADE, J. C. de; COSCIONE, A. R. **Simulação de um Bafômetro**. Revista Chemkeys, Unicamp, n. 5, p. 1-14, maio de 2001. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/chemkeys/article/view/9620> Acesso em: 26 maio 2022.

ANDRADE, J. F. de; OLIVEIRA, M. F. de. **Identificação de impressões digitais**. In: MARTINIS, Bruno Spinosa de; OLIVEIRA, Marcelo Firmino de. Química forense experimental. 1ª edição. ed. São Paulo: Cengage learning, 2016. cap. 3, p. 38-49. ISBN 8522122776.

ARAUJO, W. O. de. **Utilização dos métodos analíticos a serviço da investigação criminal**, Acta de ciências & saúde, v. 2(1), p. 1-18, 2016. Disponível em: <https://www2.ls.edu.br/actacs/index.php/ACTA/article/view/164/146>. Acesso em: 24 maio 2022.

BALSAN, J. D.; ROSA, B. N.; PEREIRA, C. M. P.; SANTOS, C. M. M. **Desenvolvimento de metodologia de revelação de impressão digital latente com chalconas**. Química nova, [s. l.], 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em 10 de set. de 2022.

BRONDANI, . Patrícia Bulegon. Cromatografia de camada delgada. **CROMATOLOGRAFIA**, [s. l.], 2019.

BROWN, Theodore l.; LEMAY, H. Eugene jr.; BURSTEN, Bruce E.; MURPHY, Catherine J.; WOODWARD, Petrick M.; STOLTZFUS, Matthew W. **Química: a ciencia central**. CRUZ, Antonio Gerson Bernardo da (ed.). Tradução: Eloiza Lopes, Tiago Jonas, Sonia Midori Yamamoto. 13. ed. São paulo: Pearson, 2016.

CAVEDON, N. R. A. **As representações sociais circulantes no período de margem do ritual de passagem: o caso dos peritos criminais em estágio probatório**. Revista administração Mackenzie. v. 15, n. 4, p. 66-96, 2014. Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/ram/a/Nk498NKGN7BznwHxwFmWHHq/?lang=pt> >. Acesso em: 05 fev. 2022.

CIRIBELLI, M. C. **Como elaborar uma dissertação de mestrado através da pesquisa científica**. Rio de Janeiro: 7 Letras, 2003.

CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO. Decreto-lei nº 9503, de 23 de setembro de 1997. LEI Nº 9.503, DE 23 DE SETEMBRO DE 1997. Lei seca, [S. l.], 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503compilado.htm. Acesso em: 8 jun. 2022.

DANTAS, R. F. **Violência e vulnerabilidades urbanas: Teoria da ambiência restritiva**. Dilemas, Rev. Estudo. 2022. Conflito Controle Soc. – Rio de Janeiro – v. 15(1), pp. 277-302. doi.org/10.4322/dilemas.v15n1.40294.

FIGUEIREDO DE SOUSA, A. **A contribuição da ciência e tecnologia na área da perícia**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, 2021.

GARRIDO, Adriana Cristina Oliver. **FATORES SOCIAIS DE CRIMINALIDADE**. Faculdade atenas, [s. l.], 12 abr. 2013. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/12487744/fatores-sociais-de-criminalidade-faculdade-atenas>. Acesso em: 26 ago. 2022.

GOMES, M. R. **Da breve análise criminológica do transgressor à classificação das manchas de sangue por meio da hematologia forense reconstitutiva**. Monografia de Pós graduação em Ciências Forenses. Centro universitário de lavras, Unilavras, v. 1(1), p. 42-74, 2019.

GONZAGA, W. A. **Química forense: a química que soluciona crimes para a polícia judiciária**. Jus.com.br, 2017. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/55192/quimica-forense-a-quimica-que-soluciona-crimes-para-a-policia-judiciaria>. Acesso em: 24 abr. 2022.

GOVERNO FEDERAL (Brasil). Ministério da educação. **Base Nacional Comum Curricular**. BNCC, [s. l.], 6 abr. 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica. **Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 2000-2060**.

IPEA (Orgs.). **Atlas da violência 2019**. Brasília; Rio de Janeiro; São Paulo: IPEA; FBSP, 2019. Disponível em: Acesso em: 08 set. 2022.

IPEA (Orgs.). **Atlas da violência 2020**. Brasília; Rio de Janeiro; São Paulo: IPEA; FBSP, 2020. Disponível em: . Acesso em: 03 ago. 2022.

IPEA (Orgs.). **Atlas da violência 2021**. Brasília; Rio de Janeiro; São Paulo: IPEA; FBSP, 2021. Disponível em: . Acesso em: 08 set. 2022.

JOMAR, R. T.; RAMOS, D. de O.; ABREU, M. M. **Teste do bafômetro: resultados e recusas de motoristas interceptados pela Operação Lei Seca no Rio de Janeiro**. Ciênc. saúde colet. 21(12), 2016

LOPES, Vitor Kunes; LÜDKE, Josiane Cristina; ALVES, Lucas Ferreira; SALGUEIRO, Lais Galerani; NETO, Amadeu Pasqualim; LOPES, Lúcia. **Deteção de sangue por kastle-meyer em diferentes tecidos após a lavagem com detergente contendo oxigênio ativo**. RECIMA21: REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR, [s. l.], v. 2, n. 11, 2021. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/959>. Acesso em: 11 jul. 2022.

MARTINIS, B. S. de; OLIVEIRA, M. F. de (org.). **Química forense experimental**. 1ª ed. São paulo: Cengage learning, 2016.

MAGALHÃES, Daniela regina bazuchi. DATAÇÃO DE DOCUMENTOS ATRAVÉS DO ESTUDO DE SUAS TINTAS. **Condequi**: congresso online nacional de química, [s. l.], 1 abr. 2021.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. Química: Química - ensino médio. São paulo, ed. 3, 2016.

NOGUEIRA, T. M. B. **Análise de Padrões de Manchas de Sangue: a importância medicolegal**. 2013. 95 f. Dissertação (Mestrado em Biomedicina), Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto, Porto, 2013. Disponível em: . Acesso em: 21 out 2022.

OLIVEIRA, C. D. R. de; MANTOVANI, C. de C.; SILVEIRA, G. de O.; DORTA, M. **Introdução a toxicologia forense e contexto histórico**. In: DORTA, Daniel Junqueira; YONAMINE, Maurício; COSTA, José Luiz da; MARTINS, Bruno Spinosa de. Toxicologia forense. [S. l.: s. n.], 2018. cap. 1, p. 21-39.

OLIVEIRA, Douglas freitas de; SOARES, Elane chaveiro. **Química forense: uma abordagem teórica, lúdica e experimental para o ensino de química**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2021. 264 p. ISBN 978-65-87322-06-3.

PEREIRA, C. B. C. **A utilização da Química Forense na investigação.** Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2010. 52p.

POSTMA, J. M.; ROBERTS JUNIOR., J. L.; HOLLENBERG, J. L. **Separação de corantes de alimentos por cromatografia em papel: Separação de licopeno e betacaroteno por cromatografia.** In: POSTMA, James M.; ROBERTS JR., Julian L.; HOLLENBERG, J. Leland. Química no laboratório. 5 ed. Barueri, SP: Manole Ltda, 2019. cap. 3, p. 51-60.

PRITSCH, I. C. **Toxicologia forense: o estudo dos agentes tóxicos nas ciências forenses.** Revista Criminalística e Medicina Legal, v. 5, ed. 1, 2020. Disponível em: Instituto de Pós-Graduação (IPOG), Curitiba, PR, Bras. Acesso em: 8 jun. 2022.

RIBEIRO, M. et al. **Abuso e dependência da maconha.** Rev. Assoc. Med. Bras. 51 (5) • Out 2005 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ramb/a/m3LVCQcYCcQ6GwQ53CqWzNH/?lang=pt>. Acesso em: 8 jun. 2022.

ROMÃO, W.; SCHWAB, N. V.; BUENO, M. I. M. S.; SPARRAPAN, R.; EBERLIN, M. N.; MARTINY, A.; SABINO, B. D.; MALDANER, A. O. **Química forense: perspectivas sobre novos métodos analíticos aplicados à documentoscopia, balística e drogas de abuso.** Química Nova, 34 (10), 2011.

SACZK, A. A.; ABREU, D. C. P.; BALBINO, M. A.; OLIVEIRA, M. F. de. **Cromatografia em camada delgada.** In: MARTINS, Bruno spinosa de; OLIVEIRA, Marcelo Firmino de (org.). Química forense experimental. 1. ed. São paulo: Cengage learning, 2016. cap. 10, p. 154-165.

SOUZA, Beatriz Salgueiro de; FERREIRA; Julieta Adriana. **FUNCIONAMENTO DO LUMINOL E SUA UTILIZAÇÃ O PARA A IDENTIFICAÇÃ O DE SANGUE LATENTE: LUMINOL OPERATION AND ITS USE FOR THE IDENTIFICATION OF LATENT BLOOD.** UNIARARAS, São paulo, v. 6, ed. 1, 2018.

SOUZA, M. C. de. **Perícia Grafotécnica e Documentoscopia: Ferramentas para cessar injustiças.** Jusbrasil, 2021. Disponível em: <https://peritomarcelocarneirodesouza.jusbrasil.com.br/artigos/1109795477/pericia-grafotecnica-e-documentoscopia>. Acesso em: 22 abr. 2022.

TOCCHETTO, Domingos (org.). **Criminalística.** 6. ed. Campinas, SP: Millennium Editora, 2014.

VASCONCELLOS, Flavia Armani; PAULA, Washington Xavier. APLICAÇÃO FORENSE DO LUMINOL: UMA REVISÃO. REVISTA CRIMINALÍSTICA E MEDICINA LEGAL, REVISTA CML, ano 2017, v. 1, n. 2, p. 28 - 36, 5 abr. 2018.

VELHO J. A., GEISER., G. C.; ESPINDULA, A. Ciências Forenses: uma introdução Às principais áreas da criminalística moderna. 4ª ed. – Campina, SP. Millenium Editora, 2021.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de Pesquisa**. 2. ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/ UFSC, 2013. 134 p. Disponível em: <http://arquivos.eadadm.ufsc.br/EaDADM/UAB_2014_2/Modulo_1/Metodologia/material_didatico/Livro%20texto%20Metodologia%20da%20Pesquisa.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2022.