

**UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO**

**MAYARA DE PAULA PEREIRA**

**MÉTODOS QUÍMICOS APLICADOS NA ANÁLISE  
PERICIAL FORENSE**

BAURU  
2015

**MAYARA DE PAULA PEREIRA**

**MÉTODOS QUÍMICOS APLICADOS NA ANÁLISE  
PERICIAL FORENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Química, sob a orientação do Prof. Dr. Herbert Duchatsch Johansen.

BAURU  
2015

Pereira, Mayara de Paula

P4366m

Métodos químicos aplicados na análise pericial forense  
/ Mayara de Paula Pereira. -- 2015.

44f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Herbert Duchatsch Johansen.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em  
Química) – Universidade do Sagrado Coração – Bauru –  
SP.

1. Química. 2. Química forense. 3. Métodos químicos  
de análise pericial. I. Johansen, Herbert Duchatsch. II.  
Título.

**MAYARA DE PAULA PEREIRA**

**MÉTODOS QUÍMICOS APLICADOS NA ANÁLISE PERICIAL FORENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Química, sob a orientação do Prof. Dr. Herbert Duchatsch Johansen.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Herbert Duchatsch Johansen  
Universidade do Sagrado Coração

---

Prof. Me. Carlos Henrique Conte  
Universidade do Sagrado Coração

---

Profa. Ma. Bárbara de Oliveira Tessaroli  
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 15 de junho de 2015.

Dedico esse trabalho aos meus pais Anilton e Ieda, pois se cheguei até aqui, foi por todo amor, força, confiança e fé que depositaram em mim.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pelas oportunidades, desafios e realizações.

Ao grupo de Pesquisa em Eletroquímica e Corrosão da USC.

A meus anjos na Terra; pessoas que me ajudaram a concluir mais uma etapa da minha vida, com palavras de apoio e incentivo, gestos de carinho e compreensão, força (principalmente), paciência, conselhos, confiança e amor.

Ao Prof. Dr. Herbert Duchatsch Johansen, por todos seus ensinamentos e sua dedicação em me orientar na construção deste trabalho.

Enfim, a todos que no decorrer desses quatro anos de curso contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

(Charles Chaplin)

## RESUMO

A ciência forense vem ganhando cada vez mais espaço e reconhecimento no ambiente profissional. Atualmente, estudos comprovam que o interesse por esta profissão inicia-se quando é introduzido na grade curricular dos alunos o ensino de química e física. Este fato ocorre devido à maioria destes estudantes criar uma “ponte” entre o que lhes é apresentado como material de ensino e o que é retratado em seriados de ficção científica. Entretanto, a aplicação da química como instrumento crucial de análise pericial é bastante antiga e ocorreu com a descoberta de altos níveis de arsênio em amostras de fios de cabelos retiradas do corpo de Napoleão Bonaparte, o que ocasionou hipóteses e teorias sobre um possível envenenamento. Assim, levando em consideração o crescimento excessivo da criminalidade, o interesse pelo setor químico forense e o trabalho árduo dos peritos químicos na área criminalística com a utilização de métodos químicos de análises, o presente trabalho teve como objetivo apresentar a realidade de uma pequena parte da grande rotina de análises destes profissionais e a importância da química no ramo da investigação de crimes. Dentre os métodos químicos de análises aplicados por peritos forenses químicos, houve o interesse em salientar a técnica da quimioluminescência, utilizando o luminol para identificação de resíduos de sangues latentes em cenas de crimes; a técnica do pó para revelação de impressões digitais; análise de adulteração em chassi de carro através da realização de um ataque químico utilizando o reagente de Murakami; métodos sofisticados de reconhecimento aplicados às análises de resíduos provenientes de armas de fogo e análise de adulteração em bebidas destiladas. O interesse judicial pelos métodos químicos de análises ocorre devido a sua alta eficiência em fornecer resultados decisivos, tanto para os peritos, na elucidação de crimes, quanto para os juízes.

**Palavras-chave:** Química. Química forense. Métodos químicos de análise pericial.

## ABSTRACT

Forensic science has been gaining more space and recognition in the workplace. Currently, studies show that general interest in this profession begins when it is introduced to the curriculum of the students of chemistry and teaching of physics. This fact is due to the majority of these students creating a "bridge" between what is presented to them as teaching material and what is portrayed in science fiction series. However, application of chemistry as a crucial tool for expert analysis is quite old and occurred with the discovery of high levels of arsenic in hairs from samples taken from the body of Napoleon Bonaparte, which led to hypotheses and theories about possible poisoning. Thus, taking into consideration the excessive growth of crime, the interest in the forensic chemical sector and the hard work of chemical experts in the forensic area with the use of chemical analysis methods, this study aimed to present the reality of a small part of great routine analysis of these professionals and the importance of chemistry in the field of investigation of crimes. Among the chemical methods of analysis applied by chemical forensic experts, there was interest in stressing the technique of chemiluminescence, using luminol to identify waste latent bloods at crime scenes, the technique of powder for revealing fingerprints, tampering analysis in car chassis by performing a chemical attack using the reagent discovered by Murakami, and sophisticated methods of recognition applied to the analysis of waste from firearms and tampering analysis in beverages. The judicial interest in chemical analysis methods is due to its high efficiency to provide decisive results, both for experts in elucidating crimes, and for the judges.

**Keywords:** Chemistry. Forensic chemistry. Chemical methods of forensic analysis.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Montagem experimental para o Teste de Marsh.....	15
Figura 2 - Reação de síntese do luminol.....	18
Figura 3 - Molécula de hemoglobina .....	19
Figura 4 - Oxidação do luminol e formação da diazoquinona.....	20
Figura 5 - Formação do Endo-peróxido.....	20
Figura 6 - Formação do 3-aminofalato. ....	21
Figura 7 - Fenômeno da Quimiluminescência.....	21
Figura 8 - Fenômeno da Quimioluminescência (luz azul).....	22
Figura 9 - Mecanismo de reação da Ninidrina com um aminoácido.....	26
Figura 10 - Número de identificação do veículo. ....	30
Figura 11 - Identificação mundial .....	30
Figura 12 - Seção descritiva do veículo.....	31
Figura 13 - Seção indicadora do veículo.....	31

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	12
2.1	OBJETIVO GERAL .....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3</b>	<b>CIÊNCIA FORENSE</b> .....	13
3.1	QUÍMICA FORENSE .....	14
3.2	PERITO QUÍMICO FORENSE.....	15
3.3	ANÁLISES LABORATORIAIS.....	17
3.4	IDENTIFICAÇÃO DE VESTÍGIOS .....	17
<b>3.4.1</b>	<b>Resíduos de Sangue</b> .....	18
<b>3.4.2</b>	<b>Revelação de Impressões digitais</b> .....	22
3.4.2.1	<i>Técnica do pó</i> .....	23
3.4.2.2	<i>Vapor de iodo</i> .....	24
3.4.2.3	<i>Nitrato de Prata</i> .....	25
3.4.2.4	<i>Ninidrina</i> .....	25
<b>3.4.3</b>	<b>Resíduos de armas de fogo</b> .....	27
3.4.3.1	<i>Exame resíduográfico</i> .....	27
3.4.3.2	<i>Microscopia eletrônica de varredura acoplada à análise de raios-X</i> .....	29
3.5	ADULTERAÇÃO DA NUMERAÇÃO DE VEÍCULOS .....	29
<b>3.5.1</b>	<b>Análise de adulteração de chassi de carro</b> .....	32
3.6	BEBIDAS ALCOÓLICAS DESTILADAS.....	32
<b>3.6.1</b>	<b>Análise de adulteração de bebidas alcoólicas destiladas</b> .....	34
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	36
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	37

## 1 INTRODUÇÃO

O primeiro indício do uso da química para a investigação de crimes foi com a descoberta de altos níveis de arsênio em amostras de fios de cabelos retiradas do corpo de Napoleão Bonaparte – surge então a hipótese de um possível envenenamento. Então, em 1990 surgiu uma nova teoria: o envenenamento teria sido acidental, causado por um papel de parede que continha um composto de arsênio, conhecido como hidrogenoarseniato de cobre (II) ( $\text{CuHAsO}_4$ ). Nesta hipótese, o clima úmido do lugar, favoreceu o crescimento de uma certa espécie de fungos (morfo) neste papel e que estes fungos teriam convertido o  $\text{CuHAsO}_4$  do papel de parede em trimetil arsina  $[(\text{CH}_3)_3\text{As}]$ , um composto venenoso e volátil – tendo sido inalado por Napoleão diariamente, causando sua morte. Essa teoria foi baseada no fato de que, as pessoas que viviam diariamente com Napoleão, sofreram distúrbios gastrointestinais, que é um dos sintomas causados pelo envenenamento por Arsenio. (1)

Contudo, a criminalística como se conhece teria seu início quando Hans Gross, estudante de direito, nascido em Graz (cidade austríaca), no final do século XIX, propôs que os métodos da Ciência moderna fossem utilizados para solucionar casos criminais. Desde então, e com o aumento excessivo da criminalidade, a Química Forense vem ganhando cada vez mais espaço na área jurídica e de investigação forense, provendo apoio científico na elucidação de crimes com a aplicação dos conhecimentos das ciências químicas. (2)

Na vida real, independentemente das apelações promovidas pelos seriados de televisão, documentários entre outros programas, como C.S.I (*Crime Scene Investigation*), o foco principal dos peritos especializados em química forense é confirmar ou descartar o envolvimento do(s) suspeito(s). Apesar dos avanços tecnológicos, as conclusões nos laudos periciais são bem menos precisas quando comparadas às conclusões apresentadas nestes seriados. (3)

O trabalho dos profissionais forenses não se limita apenas ao laboratório. Muitas vezes – ou, até mesmo, todas – a perícia é realizada em locais externos. Sendo assim, é necessário que o perito possua conhecimentos sólidos, e atualizados de todas as áreas da química (ou uma grande parte delas), como: Química Fundamental, Química

Analítica, Química Orgânica, Química Inorgânica, e Físico-Química; e até mesmo, noções em Biologia, em Física, em Geologia, em Toxicologia, em Criminalística, entre outras áreas. (4)

Para ajudar na averiguação de todos os vestígios (identificação ou constatação da presença de substâncias), os laboratórios químicos forenses possuem métodos cada vez mais sofisticados e precisos em seus resultados. São exames realizados através de reagentes específicos no reconhecimento de substâncias desconhecidas ou na comparação de substâncias químicas com padrões industriais, como: falsificação de líquidos (bebidas, combustíveis, tintas, etc.), fluidos biológicos (sêmen, sangue, saliva etc.), resíduos de tiro, produtos de perspiração das impressões digitais, falsificação de chassis de veículos e numeração de armas de fogo, dentre outros. As análises através de técnicas instrumentais e o uso de modernos equipamentos de Cromatografia Gasosa (Gas Chromatography - GC), Espectrometria de Massa (Mass Spectrometry - MS), Fluorescência de Raios-X (X-Ray Fluorescence - XRF), Espectroscopia Infravermelho (Infrared spectroscopy – IR spectroscopy), Espectrofotometria de Absorção Atômica (Atomic Absorption Spectrometry - AAS) vem sendo cada vez mais utilizadas em cenas de crime, como: homicídios, latrocínios e estupros; pois há a necessidade de exames não destrutivos nas amostras. (5)

Assim, a Química e todo seu conteúdo são aplicadas à área forense, tornando-se a ciência encarregada das análises, determinações e classificações de substâncias e/ou elementos presentes nos locais de averiguação. (6)

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Apresentar o papel do químico e sua contribuição, através de técnicas instrumentais de análises e conhecimentos químicos específicos, para análises periciais forenses.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) retratar o início do uso da química para fins periciais;
- b) informar a importância da disciplina para elucinação de crimes;
- c) expor métodos e técnicas químicas de análises aplicadas à área pericial.

### 3 CIÊNCIA FORENSE

Evidências históricas comprovam que o primeiro indício da ciência para uso forense foi quando o Professor Henry Holmes Croft (professor de química e filosofia no *Kings College* – Canadá), por possuir uma reputação considerável no campo da toxicologia e especialista na detecção da presença de venenos em casos de suspeita de homicídio, testemunhou o assassinato de Sarah King, esposa do Dr. William Henry King. Croft encontrou grãos de arsênio no estômago e fígado de Sarah King, porém a quantidade era pequena para ter sido a causa da morte. Com este laudo, seu marido Dr. William Henry King foi condenado e confessou o crime. (7,8,9)

A ciência forense pode ser tratada como uma área interdisciplinar, envolvendo a aplicação de várias áreas do nosso cotidiano: física, química, biologia, medicina, matemática, entre outras, que atuam juntas ou individualmente no fornecimento de dados ao juiz, baseado em resultados científicos obtidos através de análises laboratoriais com o uso de instrumentos científicos. (10)

Os princípios utilizados por peritos e investigadores na coleta dos dados para análise, são:

- a) o princípio de Locard: qualquer indivíduo ou qualquer coisa que entra no local do crime deixa algo e leva algo consigo; seja esse crime uma colisão com fuga, um disparo com arma de fogo ou envenenamento;
- b) o Princípio da Individualidade: dois objetos podem parecer idênticos, mas, não existe dois objetos absolutamente semelhantes. (11,12)

Atualmente, a ciência forense vem ganhando cada vez mais reconhecimento no mundo. Com o surgimento de técnicas e métodos sofisticados para ajudar no reconhecimento das evidências, coleta de informações e a relação das evidências com o atual suspeito e até mesmo nos diversos seriados e filmes fictícios apresentados por grandes produtoras. Entretanto, estes seriados apresentam instrumentos e resultados fora dos padrões utilizados pela ciência e cientistas - inclusive químicos – reais, na resolução de casos. (9,13)

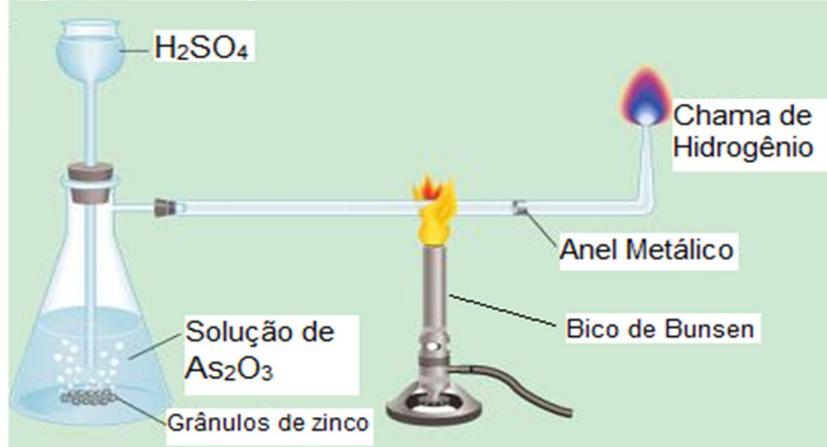
### 3.1 QUÍMICA FORENSE

Química forense é a aplicação dos conhecimentos da química - diversas vezes ligada a análises bioquímicas, biológicas e toxicológicas -, na realização de análises laboratoriais em amostras inorgânicas e orgânicas, que são colhidas e encaminhadas por peritos e/ou investigadores para fins forense legal e/ou judicial. (11,14)

A aplicação da química para elucidação de crimes é bastante antiga. Por séculos, houve a utilização de substâncias tóxicas, como: óxido de arsênio (III) e venenos de escorpião para a prática de suicídios e homicídios. O óxido de arsênio (III) ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ) é um composto branco, solúvel em água, insípido e que, se ingerido constantemente - em pequenas doses - torna-se praticamente impossível evidenciá-lo. Os sintomas apresentados por quem ingeria a bebida se assemelhavam com os sintomas da cólera, doença que, antigamente, era comum entre as pessoas. (1,4,15)

James Marsh (químico britânico; 1794-1846) foi o primeiro a elaborar um procedimento que identificaria a presença do arsênio no corpo humano. O experimento, até então, consistia em borbulhar a solução de sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ) numa amostra onde, supostamente, havia a presença da substância tóxica. O resultado, somente era aceito como positivo quando a solução assume coloração amarela. Na época, este método não foi considerado confiável pelas autoridades, pelo fato de não apresentar, como resultado final, o arsênio em sua forma metálica. Entretanto, foi este mesmo procedimento que fez com que Marsh desenvolvesse o que conhecemos atualmente como “Teste de Marsh”, conforme ilustra a Figura 1. (1,4,15)

Figura 1 - Montagem experimental para o Teste de Marsh

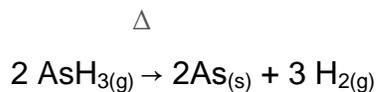


Fonte: (1)

Observa-se que na Figura 1, adiciona-se uma solução de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) à solução que contém óxido de arsênio (III) ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ) e grânulos de Zinco. O hidrogênio produzido durante este processo, reage com o óxido de arsênio (III) produzindo o gás arsina ( $\text{AsH}_3$ ), altamente tóxico. (1)

Este gás se decompõe com a ação do calor gerado pela chama do bico de Bunsen (Figura 1), onde leva, enfim, à formação de um “anel” prateado escuro de arsênio e gás hidrogênio. A reação de formação do anel prateado esta descrita pela equação 1:

(1)



Com este experimento, Marsh comprovou com grande eficiência a presença do arsênio metálico na amostra analisada. (1)

### 3.2 PERITO QUÍMICO FORENSE

A palavra "Forense", derivada do latim *forum*, que é um termo relativo ao direito. A palavra "Perícia" (palavra derivada do latim: *peritia*) significa experiência adquirida, conhecimento, habilidade, destreza, proficiência; é uma investigação oficial realizada

por peritos, com a finalidade de evidenciar fatos que provocam solicitação judicial ou apenas o interesse extrajudicial (ações intermediadas por um advogado e que não são levadas para a justiça). Assim, o químico que atua como perito na área forense (da área química) trabalha com análises especializadas em amostras colhidas por investigadores, a fim de identificar substâncias e/ou elementos presentes quantidade, princípio ativo e a licitude da substância -, e conhecer a natureza de cada prova relacionada a um crime. (16,17)

Entretanto, o dia a dia de um químico forense, não se limita a laboratórios. O trabalho da perícia é realizado primeiramente em locais externos, onde se devem tomar diversas precauções quanto à manipulação das provas, visto que qualquer “passo errado” pode prejudicar o resultado final. Sendo assim, é essencial que, além dos conhecimentos químicos, o perito forense possua conhecimento em outras áreas de estudo, como: biologia - já que terá, com frequência, de analisar fluidos de origem biológica -, física, geologia, criminalística. (4)

Dentre as análises realizadas por um químico, as principais de interesse forense para decisões judiciais são:

- a) identificar adulterações em combustíveis, bebidas, alimentos, documentos, fármacos, numerações de chassi de carro e armas;
- b) investigar *doping* esportivo;
- c) analisar disparos de armas de fogo, vestígios de sangue em locais de crime;
- d) analisar drogas lícitas e ilícitas, análise de vidros, tintas, explosivos e incêndios.

Informalmente conhecido como "Sherlock Holmes da França", o Dr. Edmond Locard (1877 – 1966) foi um criminalista francês famoso por ser pioneiro na ciência forense e criminologia. Ele desenvolveu seu interesse na aplicação da ciência para assuntos legais quando estudava medicina, escrevendo sua tese sobre “Medicina Legal no âmbito do Grande Rei”. Locard trabalhou com o serviço secreto francês durante a Primeira Guerra Mundial como médico legista, no intuito de identificar a causa e o local da morte de soldados, examinando as manchas e os danos presentes neles. Porém, foi apenas em 1910, que o departamento de polícia de Lyon (cidade francesa) ofereceu a

Locard a oportunidade de construir o primeiro laboratório científico (Laboratório de Polícia Técnica de Lyon), onde as amostras coletadas em cenas de crimes seriam examinadas cientificamente. A datilografia, área de estudo que trabalha com impressões digitais, também ganhou uma grande contribuição com Locard. Foi a partir de seus estudos que, 12 pontos específicos idênticos entre duas impressões digitais passaram a ser suficiente, ou seja, é considerado como teste positivo para incriminar um indivíduo. (4,19)

Atualmente, estes profissionais, na esfera criminal brasileira, são funcionários públicos concursados, atuando no Instituto Medico Legal, Instituto de Criminalística, Polícia Civil (Científica) ou na Polícia Federal. (16)

### 3.3 ANÁLISES LABORATORIAIS

Após a investigação e coleta dos vestígios, o perito criminal possui a incumbência de realizar as análises laboratoriais dos mesmos e descrever o resultado obtido em um relatório chamado de “laudo técnico pericial”. Assim, para averiguar tais amostras, sejam elas: orgânicas e inorgânicas, toxicológicas, resíduo gráfico em mãos, resíduos de incêndio, adulteração em veículos e/ou numeração de armas de fogo, autenticidade em bebidas alcoólicas, entre outras, há a utilização de métodos físicos e, frequentemente, químicos. (20,21)

### 3.4 IDENTIFICAÇÃO DE VESTÍGIOS

Vestígios são classificados como todas e quaisquer modificações físicas, visíveis e, na maioria dos incidentes, invisíveis a olho nu (chamados de vestígios latentes), provocadas por um ou mais indivíduos e que permitam, posteriormente com a utilização de técnicas específicas de análises, concluir o que ou quem as causou. (32)

O termo latente empregado ao método vem do grego *latēns* e significa: “que não se manifesta”, “aquilo que não se vê”, “aquilo que está oculto”, ou seja, a técnica recebe este nome devido ao fato de a IPL nem sempre estar visível a olho nu, mas, se faz presente através da transpiração dos dedos que passaram por determinado objeto presente no local do crime. (3,29)

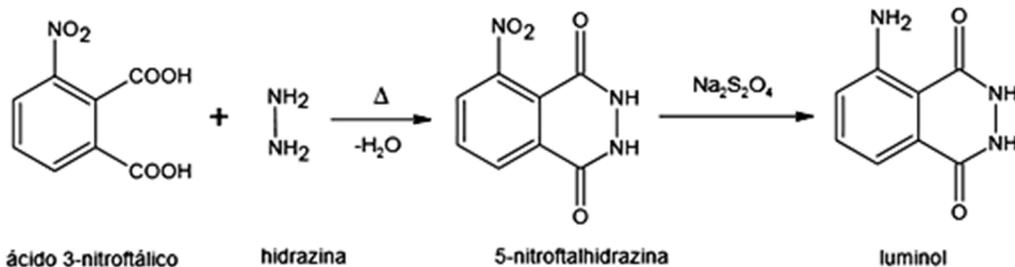
### 3.4.1 Resíduos de Sangue

Resíduos de sangue na cena de um crime possibilitam aos investigadores e peritos, reconstruir o fato e identificar a arma utilizada. Entretanto, estes vestígios nem sempre são visíveis a olho nu, ou seja, não se encontram em forma de poças ou respingos, o autor do crime frequentemente limpa qualquer tipo de vestígio que possa incriminá-lo. (5,22)

Atualmente, a técnica da quimiluminescência é utilizada para a revelação de manchas de sangue previamente desaparecidas. O sangue possui fraco poder luminescente, entretanto, quando exposto a reagentes quimiluminescentes (como o luminol) o absorve, gerando uma substância em seu estado excitado, que, ao sofrer desativação radiativa, emite luz. (23-26)

O luminol é um dos reagentes mais utilizados no meio forense para detectar manchas de sangue latentes, isso se deve ao fato de sua eficácia e sensibilidade, pois estudos revelam que é possível detectar a presença de sangue mesmo depois de seis anos após o delito. O reagente é obtido através da reação do ácido 3-nitroftálico com a hidrazina ( $N_2H_4$ ), por meio de aquecimento. Quando ocorre a perda da água por condensação, há a formação do 5-nitroftalohidrazida que, conseqüentemente, será reduzido ao luminol (nome IUPAC: 5-amino-2,3-dihidro-1,4-ftalazinadiona) através do reagente de sódio ditionita ( $Na_2S_2O_4$ ), como mostra a Figura 2. (22,25,27,28)

Figura 2 - Reação de síntese do luminol.

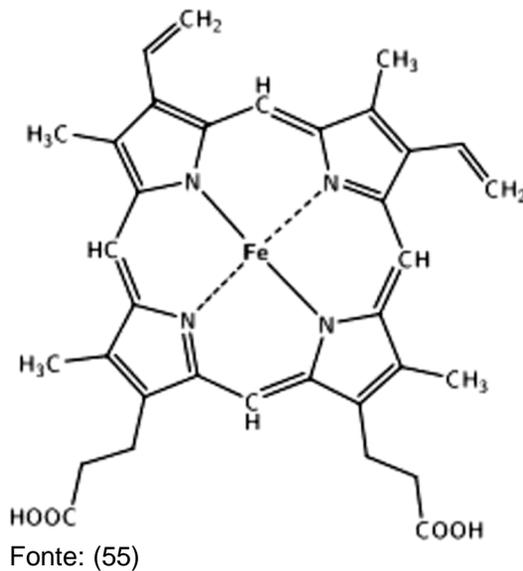


Fonte: (25)

Entretanto, para que ocorra a reação de luminescência com máxima eficiência, o luminol precisa ser ativado e estar necessariamente em meio básico (normalmente a água é o solvente utilizado para esta reação). A ativação ocorre na presença de um

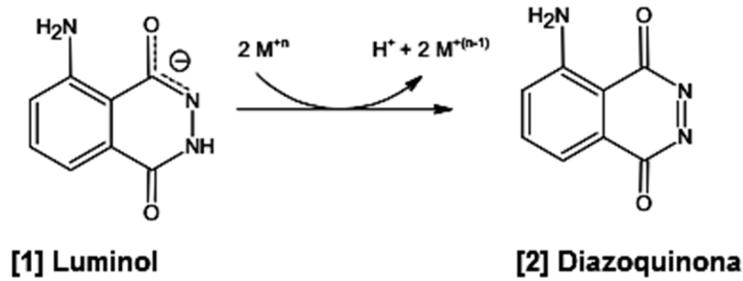
agente oxidante ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{HOCl}$  – utiliza-se frequentemente o peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), conhecido comercialmente como água oxigenada) e de um catalisador, como por exemplo, um metal de transição. Porém, quando o luminol é utilizado para fins forense, como no exame de detecção da presença de sangue latente, utiliza-se como catalisador o íon  $\text{Fe}^{2+}$ , presente no grupo heme da molécula de hemoglobina, como demonstra a Figura 3, do próprio sangue que até então se encontra invisível. Basta uma pequena quantidade deste sangue para que ocorra a oxidação do luminol e a liberação da luz. (22,25,27,28)

Figura 3 - Molécula de hemoglobina



A Figura 4 apresenta o início da reação de oxidação do luminol pelo catalisador, íons  $\text{Fe}^{2+}$ , presente no grupo heme da molécula de hemoglobina, onde há a formação da diazoquinona - considerada um intermediário da reação. (24,25,28)

Figura 4 - Oxidação do luminol e formação da diazoquinona.

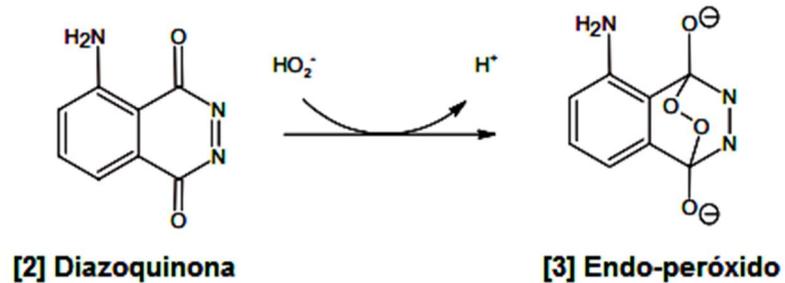


Fonte: (25)

Nota: Adaptada pela autora.

Dando continuidade a reação de oxidação do luminol, a Figura 5 apresenta a formação do endo-peróxido através do ataque da diazoquina pelo ânion do peróxido de hidrogênio (HO<sub>2</sub><sup>-</sup>). (24,25,28)

Figura 5 - Formação do Endo-peróxido.

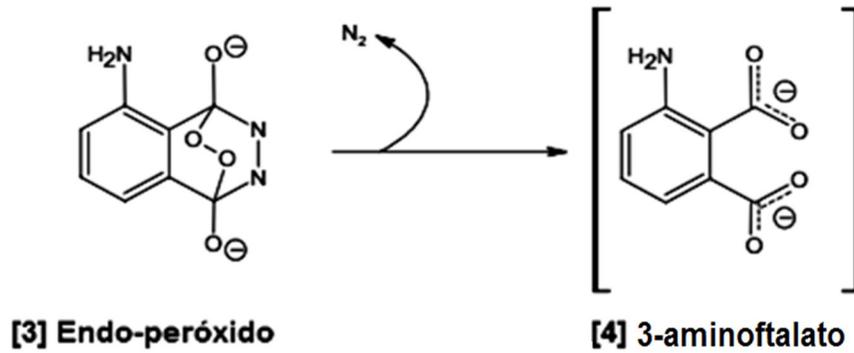


Fonte: (25)

Nota: Adaptada pela autora.

A próxima etapa da reação (Figura 6) apresenta a formação do diânion do ácido 3-aminofталato no estado excitado. Isso ocorre devido a perda de uma molécula de nitrogênio (N<sub>2</sub>) através da decomposição do endo-peróxido. (24,25,28)

Figura 6 - Formação do 3-aminofalato.

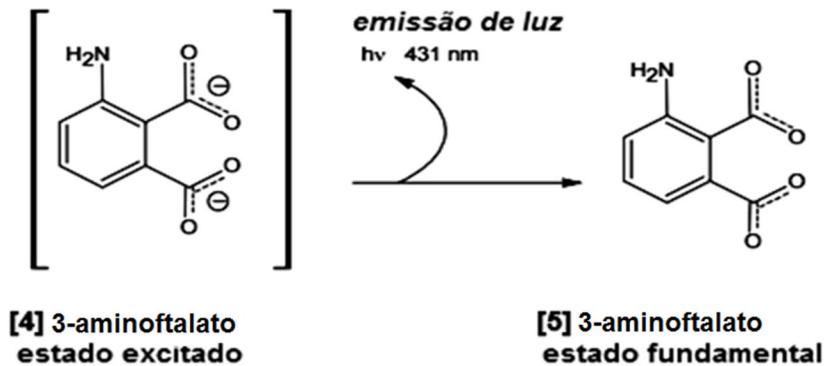


Fonte: (25)

Nota: Adaptada pela autora.

A última etapa da reação (Figura 7) ocorre quando o diânion do ácido 3-aminofalato no estado excitado (estado energético mais alto) regressa para o estado fundamental (estado energético mais baixo), emitindo radiação visível, luz azul demonstrada pela Figura 8, com o comprimento de onda igual a 431 nm. (25,28)

Figura 7 - Fenômeno da Quimiluminescência.



Fonte: (25)

Nota: Adaptada pela autora.

Figura 8 - Fenômeno da Quimioluminescência  
(luz azul)



Fonte: (56)

O mecanismo de reação do luminol com o sangue (descrito da Figura 4 à Figura 7) não altera o DNA ali presente, ou seja, não há interferências do reagente nas instruções genéticas, sendo possível a realização do exame laboratorial de identificação da vítima. (25)

### 3.4.2 Revelação de Impressões digitais

A análise de impressões digitais ou impressões papilares latentes (IPL - assim chamado no meio forense) é o procedimento mais antigo e, pode-se dizer, até o mais conhecido, existente no meio pericial. (3,29)

Dentre as técnicas utilizadas por peritos para revelação de IPL, encontram-se: a do pó, a do vapor de iodo, de nitrato de prata e utilizando o composto de ninidrina. Devem-se levar em consideração alguns fatores que influenciam na aplicação dos métodos, como: saber a composição química de uma impressão digital e analisar a superfície onde se acredita encontrar a presença de IPL's - papéis, madeiras, assoalho, pisos. (3)

### 3.4.2.1 Técnica do pó

Considerado um método de baixo custo, simples e eficaz, a técnica do pó é a mais utilizada por peritos nas cenas de crime para revelação de impressões digitais latentes. Esta técnica é empregada somente quando as IPL's estão localizadas em superfícies que possibilitam o decalque da impressão, ou seja, necessariamente superfícies lisas e não adsorventes. (3,5,30)

O método de aplicação do pó é realizado através de pincéis e necessita do máximo de atenção e cuidado do aplicador; em caso de IPL recente, a água contida nela é o principal composto ao qual o pó adere e ao passar do tempo, apenas os compostos oleosos, gordurosos ou sebáceos são consideráveis para que haja aderência. (31,32)

As interações que ocorrem entre o pó aplicado e as IPL's é basicamente o princípio das forças de van der Waals e ligações de hidrogênio. A Tabela 1 e a Tabela 2 apresentam as composições químicas dos pós mais utilizados para revelação de IPL: (29,31,32)

Tabela 1 - Composições químicas dos pós negros mais utilizados para revelação de IPL.

<b>PÓS NEGROS UTILIZADOS</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>
Óxido de ferro	50% de óxido de ferro 25% de resina 25% de negro de fumo
Dióxido de manganês	45% de dióxido de manganês 25% de óxido de ferro 25% de negro de fumo 5% de resina
Negro de fumo	60% de negro de fumo 25% de resina 15% de terra de Fuller

Fonte: Adaptada pela autora.

Tabela 2 - Composições químicas dos pós brancos mais utilizados para revelação de IPL.

PÓS BRANCOS UTILIZADOS	COMPOSIÇÃO
Óxido de titânio	60% de óxido de titânio 20% de talco 20% de caulín
Carbonato de chumbo	80% de carbonato de chumbo 15% de goma arábica 3% de alumínio em pó 2% de negro de fumo

Fonte: Adaptada pela autora.

É necessário o máximo de cuidado no manuseio do pincel no momento da aplicação do pó para que não ocorram danificações nas impressões a serem colhidas.

(3)

#### 3.4.2.2 Vapor de iodo

A técnica do vapor de iodo baseia-se na absorção do vapor de iodo pelos compostos gordurosos do suor. Isso ocorre devido ao iodo possuir alto poder de sublimação, ou seja, passa do estado sólido (encontrado em forma de cristais) diretamente para o estado vapor através da absorção de calor. Geralmente utilizada quando as IPL's se encontram em objetos de pequeno porte. (3,10)

O método consiste em colocar o objeto que acredita-se que contenha a impressão digital dentro de um saco plástico selado juntamente com os cristais de iodo. Agita-se o saco plástico até gerar calor suficiente para que ocorra a sublimação dos cristais. O vapor de iodo possui coloração acastanhada que, conseqüentemente, é absorvida pelos compostos oleosos ou sebáceos presentes nas IPL's, revelando-a.

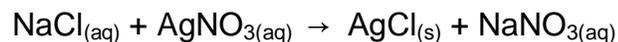
(3,30)

### 3.4.2.3 Nitrato de Prata

A técnica do Nitrato de prata é utilizada há séculos, especialmente em materiais porosos ou como método de análise final - após a utilização do método de vapor de iodo e o método da ninidrina - baseia-se na reação do nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) com os cloretos presentes nas impressões digitais provenientes do suor, como, por exemplo o cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ). (3,32)

Ao mergulhar o material contendo o cloreto de sódio a solução de nitrato de prata, ocorre a produção de um precipitado de cloreto de prata ( $\text{AgCl}$ ), composto que apresenta coloração branca e indissolúvel a água. Esta reação é representada pela equação 2. (3,30,32)

(2)



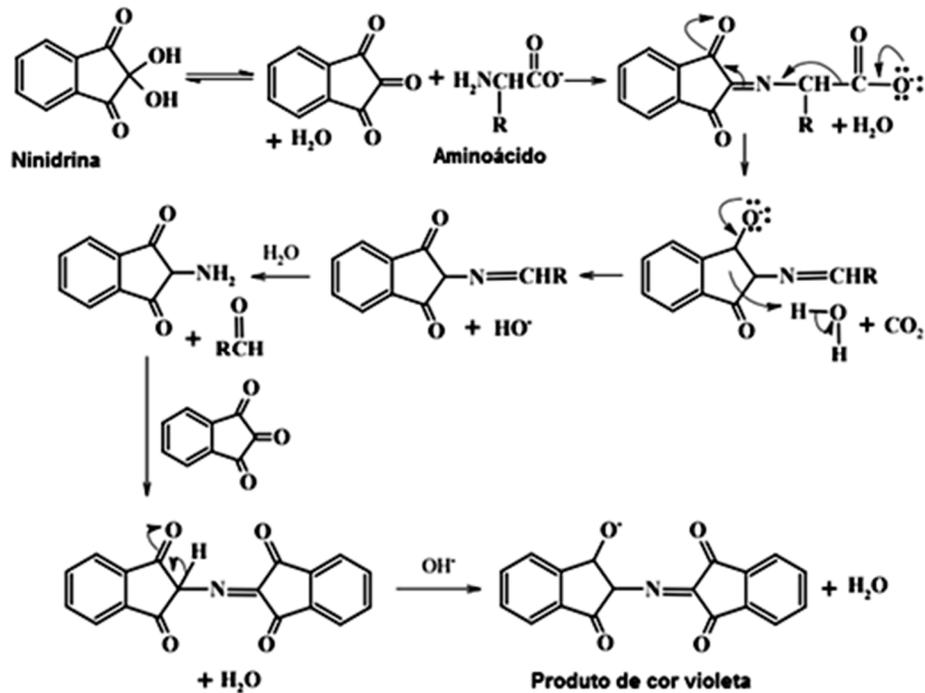
Após a reação, o material contendo a IPL deve ser lavado para que o excesso de precipitado seja removido. Como o cloreto de prata é insolúvel a água, o precipitado adere à impressão digital, revelando-a quando exposto a altas temperaturas ou a luz solar, pois a coloração que antes era branca passa a apresentar uma coloração cinza escuro. A IPL revelada deve ser fotografada imediatamente, devido ao precipitado de cloreto de prata durar apenas alguns minutos, ou, guarda-la em local onde não ocorra a incidência de luz para que não ocorra a perda da coloração. (3,30,32)

### 3.4.2.4 Ninidrina

Descoberta no início do século XX, a ninidrina ( $\text{C}_9\text{H}_6\text{O}_4$ ) – também chamada de “púrpura de Ruhemann” – possui alto poder de afinidade com os aminoácidos eliminados através da transpiração, assim, ao ser aplicada na superfície onde se acredita conter os vestígios de IPL's, ocorre a reação instantânea da ninidrina com o composto orgânico. O resultado da reação é a manifestação de uma coloração violeta,

que adere a impressão digital, revelando-a. O mecanismo de reação da ninidrina com aminoácidos presente na IPL é demonstrado pela Figura 7. (3,29,32)

Figura 9 - Mecanismo de reação da Ninidrina com um aminoácido.



Fonte: (3)

Nota: Adaptada pela autora.

A aplicação da ninidrina é realizada através de pinceis, ou com a utilização de *spray's*, e é indicada para superfícies porosas, especialmente papel. O tempo de revelação da impressão digital após ser exposta a ninidrina é de horas e só acontece após a superfície se encontrar totalmente seca. Entretanto, os peritos recorrem a artifícios que aceleram a reação, diminuindo o tempo de espera dos resultados, como: um ambiente úmido e/ou uma câmara umedecida, entre 50 °C e 70 °C; juntamente com outros procedimentos que intensificam a reação, como a adição de enzimas à ninidrina. Estas enzimas irão provocar a “quebra” da proteína em aminoácidos, aumentando a quantidade de reagentes, que conseqüentemente aumentarão a intensidade da reação. (3,29,32)

### 3.4.3 Resíduos de armas de fogo

No instante do tiro são lançadas juntamente com o projétil (ponta móvel que se desprende do cartucho no momento do tiro), inúmeras quantidades de resíduos. Dentre eles se encontram os resíduos sólidos, provenientes do projétil (são parte integrante destes resíduos antimônio (Sb), bário (Ba) e chumbo (Pb)) e os resíduos gasosos (monóxido de carbono e dióxido de carbono, vapor de água e óxidos de nitrogênio, além de nitratos e nitritos). Estes resíduos - tanto os sólidos quanto os gasosos - são lançados com a nuvem de fumaça formada após o disparo da arma, e se condensam formando micro partículas. (33,34)

A análise química se torna possível devido a uma grande parte dos resíduos se espalharem pelo local do crime, além de atingirem: mãos, braços e roupas de quem manuseou a arma. Em alguns casos, é aplicado apenas o método físico de análise, utilizando-se uma lupa para ampliar partículas parcialmente invisíveis. Entretanto, segundo a perita criminal federal Sara Lenharo, que atualmente exerce a profissão no instituto nacional de criminalística, um método confiável de análise de partículas residuais provenientes dos disparos de armas de fogo, deve ser capaz de determinar a presença de chumbo, bário e antimônio. A presença de apenas dois destes elementos citados não pode ser relacionada aos resíduos de arma de fogo, ou seja, não poderá ser utilizado como comprovação final. (33,35)

#### 3.4.3.1 Exame resíduoográfico

O exame resíduoográfico baseia-se na revelação de micropartículas que são expelidas para fora do cano no momento do tiro. Atualmente, apesar de ser um teste simples de ser aplicado, não possui valor no meio jurídico devido à constatação de falsos exames, ou seja, nem sempre o exame positivo/negativo para o atirador é verdadeiro. Assim, este teste químico só é realizado como observação técnica. Para a realização do laudo final, há a necessidade da utilização de outros métodos de evidências. (33)

O teste químico é realizado utilizando diferentes reagentes: o rodizonato de sódio para detectar a presença de chumbo e o ácido parasulfanílico (conhecido como reativo de Griess) para evidenciar a presença de nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ). Ambos são aplicados com a utilização de cotonetes (ou *swabs*) em locais onde possivelmente exista a presença destas micropartículas, como: a palma, o dorso e a região palmar (pinça-palmar) e dorsal (pinça-dorsal) dos dedos polegar e indicador, no eventual suspeito. (33,35)

Apesar de serem considerados testes de simples aplicação, a viabilidade e confiabilidade negativa no meio jurídico acontece pelas seguintes observações:

- a) os nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) sofrem oxidação espontânea ao serem expostos a umidade, oxigênio e temperatura do ar, e passam a ser encontrados na forma de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) ou, dissipam na forma de ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ). Assim, o exame químico utilizando o reativo de Griess deveria ser realizado o mais breve possível. Outra condição desfavorável é o fato do reativo de Griess não ser específico para nitritos presentes em armas de fogo, desta forma, o resultado positivo obtido nesta análise, não garante que os nitritos sejam naturais do disparo; (33-35)
- b) o teste pelo reagente calorímetro rodizonato de sódio utilizado para detecção de chumbo, apresenta ótima sensibilidade. Todavia, deve-se levar em consideração a rotina de trabalho do suspeito, pois, as partículas de chumbo evidenciadas com a manifestação do complexo azul-violeta (resultante da reação do reagente com o resíduo metálico) pode ser resultado da sua vida profissional – um soldador, pintor ou mecânico, por exemplo - e não, precisamente, resíduos de disparo. (33-35)

Devido a essas condições, o uso de métodos instrumentais vem ganhando cada vez mais espaço no meio pericial. (35)

### 3.4.3.2 Microscopia eletrônica de varredura acoplada à análise de raios-X

Neste caso, a coleta das micropartículas, provenientes dos disparos de armas de fogo, é realizada por peritos através de uma fita dupla face condutora de carbono, localizado dentro de pequenos cilindros de metal, chamados *stub*. (33)

O procedimento baseia-se em friccionar a fita no dorso e na palma da mão do suspeito; se houver a presença dos resíduos, estes irão aderir a fita. A fita é colocada de volta no cilindro metálico que é conduzido ao microscópio eletrônico de varredura (MEV), onde é realizada a varredura da superfície da fita, através de um feixe de elétrons. Este equipamento é capaz de ampliar imagens em até 300.000 vezes e transcodifica a energia gerada pelo feixe de elétrons dos possíveis resíduos em imagens que podem ser visualizadas no próprio monitor. (33,35)

Um acessório essencial para contribuir na caracterização do material analisado e medir a energia associada a um elétron – e pode ser instalado na câmara de vácuo do MEV - é a espectrometria de energia dispersiva de raios-X. Quando ocorre a varredura dos resíduos através do feixe de elétrons, os elétrons mais externos dos átomos e os íons constituintes são excitados e mudam de níveis energéticos. Ao retornarem para sua posição inicial, emitem a energia adquirida, a qual é convertida em comprimento de onda no espectro de raios-X. (33-36)

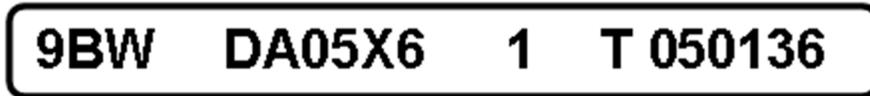
A identificação e determinação do resíduo se tornam possível devido a cada elemento – no caso chumbo, bário e antimônio –, possuir em seu átomo elétrons com energias distintas. Assim no ponto de incidência do feixe de elétrons é possível a constatar a presença de cada elemento. (36)

## 3.5 ADULTERAÇÃO DA NUMERAÇÃO DE VEÍCULOS

Basicamente, o chassi é a sustentação do veículo. É nele que se encontra a estrutura geral do carro (roda, motor e carroceria), inclusive o número de identificação dos veículos. (37)

O número de identificação do veículo (VIN) é definido pelo CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) e possui uma composição alfanumérica, de dezessete caracteres, conforme ilustrado na Figura 9: (38)

Figura 10 - Número de identificação do veículo.



Fonte: (37)

Esta composição é subdividida em três seções:

I. WMI (*World Manufacturer Identifier* - Identificação Mundial do Fabricante): Nesta primeira seção, ilustrada pela Figura 10, são indicados:

- a) o continente (região geográfica de fabricação do veículo);
- b) país de origem;
- c) e o fabricante.

Figura 11 - Identificação mundial do fabricante



Fonte: (37)

Nota: Adaptada pela autora.

II. VDS (*Vehicle Description Section* - Seção Descritiva do Veículo): Nesta segunda seção, ilustrada pela Figura 11, os dados variam muito de montadora para montadora, e são indicados:

- a) o modelo do veículo;
- b) tipo e tamanho da carroceria;
- c) e a quantidade de portas.

É este bloco de "numeração" que serve como base para análise em caso de uma possível fraude do veículo.

Figura 12 - Seção descritiva do veículo.



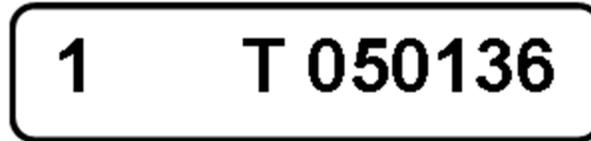
Fonte: (37)

Nota: Adaptada pela autora.

III. VIS (*Vehicle Indicator Section* - Seção Indicadora do Veículo): Nesta terceira e última seção, ilustrada pela Figura 12, são indicados:

- a) o ano do modelo do veículo (indicado pelo numero 1);
- b) e a série do chassi (T ao 6).

Figura 13 - Seção indicadora do veículo.



Fonte: (37)

Nota: Adaptada pela autora.

O procedimento de gravação do Chassi é realizado pela própria montadora do veículo através de várias técnicas. Entre elas: agulha, laser, fixamento por punção e micro impacto. (37,38)

A adulteração/raspagem do chassi (e dos demais sinais de identificação de um veículo: numeração de motores, placas, etc.), ocorrem especificamente em veículos envolvidos em roubos. Normalmente, essa adulteração é realizada com o desgaste mecânico por lixa e polimento do real numero de identificação do veículo, e imediatamente é sobreposto uma nova numeração. (39)

Segundo relata a jurista brasileira e atual ministra e vice-presidente do Superior Tribunal de Justiça Laurita Hilário Vaz: “A conduta de raspar ou suprimir a numeração de chassi exprime uma alteração ou modificação, isto é, uma adulteração no sinal identificador de veículo, amoldando-se perfeitamente ao tipo previsto no artigo 311 do Código Penal.” Sendo assim, o ato de adulterar a numeração do chassi é considerado crime perante o artigo 311 do código penal. (40)

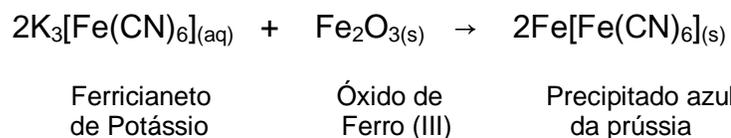
### 3.5.1 Análise de adulteração de chassi de carro

A identificação dos vestígios de adulteração no chassi é realizada através de um ataque químico com agentes reveladores específicos aplicados a superfície metálica. Essa identificação é possível devido às imperfeições que são produzidas após o processo de falsificação/remoção por lixa, todavia, tais imperfeições não são visíveis a olho nu. (39)

O exame aplicado para resgatar as gravações que foram retiradas da superfície metálica e comprovar eventual falsificação, é o Metalográfico. A metodologia consiste em um ataque químico utilizando o reagente de Murakami uma solução aquosa alcalina de Ferricianeto de Potássio (ou Hexacianoferrato de potássio)  $K_3[Fe(CN)_6]$ . Para que não haja interferência e para uma maior eficácia do método, a área a ser analisada, deve estar totalmente limpa, ou seja, sem resquícios de tinta, óleo ou graxa e ferrugem. (39,41)

Ao adicionar o reagente de Murakami na superfície metálica, ocorre a formação de um precipitado de coloração azul (conhecido como Azul da Prússia) - indicado pela equação 5 - no local onde havia sido realizado a falsificação, assim, é possível comprovar a numeração real do veículo. (39)

(3)



A observação da numeração original na superfície metálica se dá por um pequeno intervalo de tempo, por se tratar de uma reação de corrosão. Assim, há a necessidade de fotografar a área que sofreu o ataque químico, para eventuais provas. (39,42)

## 3.6 BEBIDAS ALCOÓLICAS DESTILADAS

Evidências históricas comprovam que, aproximadamente, entre 10.000 a 6.000 anos a.C. (mais precisamente no período Neolítico ou período da Pedra Polida) já havia

os primeiros indícios do consumo de álcool pelo ser humano. Todavia, o teor alcoólico era relativamente baixo, pelo fato de as bebidas passarem apenas pelo processo de fermentação, como por exemplo: o vinho gerado por meio da fermentação da uva, e a cerveja produzida através da fermentação da cevada. Acredita-se que um dos exemplos à persistência pelo consumo do álcool ao longo do tempo, tenha ocorrido devido à bebida ser tratada como substância divina pela mitologia grega. (43-45)

Entretanto, cresce gradativamente a preferência por bebidas alcoólicas destiladas. Este favoritismo ocorre devido ao alto teor alcoólico encontrado nessas bebidas (teor alcoólico de 38 °GL a 54 °GL, graus Gay Lussac, ou seja, entre 38% e 54% (em volume) de etanol) quando comparadas às fermentadas (que possuem, no máximo, 13%). O termo “destilada” é originário do seu processo de destilação, no qual o líquido é vaporizado e posteriormente recondensado. (45,46)

O interesse em análises forense nestes tipos de bebidas ocorre devido ao vasto crescimento da adulteração química e física que acontece durante seu processo de obtenção. Geralmente passam por este processo de adulteração as bebidas destiladas que possuem alto valor comercial ou bebidas produzidas clandestinamente, como por exemplo: *whiskys*, *vodkas* e conhaques. (47,48)

As fraudes ocorrem devido a vários fatores, que, conseqüentemente, irão alterar as propriedades físico-químicas das bebidas. Dentre eles estão:

- a) a utilização de matérias-primas contaminadas;
- b) a falta de administração durante o processo de fabricação;
- c) a ausência de análise e fiscalização do produto final;
- d) a diluição da bebida através da adição de substâncias químicas adversas, como: utilização de uma solução hidroalcoólica, água, aroma e caramelo. (44,46-49)

Entretanto, quando o processo de fabricação é adulterado, o principal componente que tem sua concentração alterada é o metanol. Também chamado de produto secundário, o metanol está dentre os compostos químicos gerados naturalmente no processo de fabricação das bebidas alcoólicas. Sua toxicidade é altíssima, assim a quantidade máxima deste composto permitida pela legislação brasileira é de até 200 mg para 100 mL de álcool anidro, em caso de valores

adulterados - possivelmente em consequência da utilização de matérias-primas que já possuíam altas taxas deste composto -, uma ingestão de 20 mL pode causar cegueira e 60 mL pode levar o indivíduo a óbito. (44,46-49)

### 3.6.1 Análise de adulteração de bebidas alcoólicas destiladas

As propriedades físico-químicas do etanol e do metanol são muito similares, como por exemplo: o fato de ambos não apresentarem coloração (incolor), a solubilidade em água e a densidade. Devido a isso, foi um desafio para os químicos desenvolverem métodos e técnicas analíticas que quantificassem e qualificassem a presença de metanol em caso de adulterações, ou simplesmente em análises rotineiras. (50,51)

Um dos métodos desenvolvidos para análise de metanol em etanol, que se consagrou perante as demais técnicas, foi a metodologia de Denigès (proposta por Denigès em 1910 e melhorada por Chapin em 1921). Além de considerada simples – composta apenas por três etapas-, a técnica também apresenta resultados precisos. As etapas presentes na metodologia são:

- a) a oxidação da amostra contendo os alcoóis (primeira etapa): realizada através da adição do ácido fosfórico e do permanganato de potássio. O resultado desta etapa é uma solução de coloração marrom, que ocorre devido à formação de óxidos de manganês; (52,53)
- b) a descoloração (segunda etapa): esta é realizada adicionando-se o ácido oxálico na solução púrpura obtida na etapa de oxidação; (52,53)
- c) o teste colorimétrico (terceira e última etapa): realizado com ácido sulfúrico e o reagente de Schiff (ácido periódico de Schiff (PAS)). Se a solução original estivesse adulterada, o teste colorimétrico apresentaria coloração púrpura, afirmando resultado positivo para presença de aldeído na bebida. Caso contrário, a solução permaneceria incolor. (52-54)

Todavia, com o surgimento de técnicas sofisticadas com alto poder de eficiência, os métodos instrumentais estão sendo pouco utilizados para este tipo de análises. (52)

Atualmente, a cromatografia gasosa (CG) - considerada um equipamento físico-químico de separação - vem sendo bastante utilizada para determinar e quantificar amostras contendo presença de metanol em bebidas alcoólicas. O método consiste em injetar as bebidas diretamente no cromatógrafo. A separação ocorre por diferença de interações, ou seja, a separação e posterior identificação do metanol ocorrem devido às interações das moléculas da amostra com a fase estacionária. (4,46,52)

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A revisão bibliográfica realizada neste trabalho permite concluir que os métodos químicos de análise aplicados no âmbito pericial e a ciência forense no geral vêm progredindo gradativamente.

Os resultados obtidos através da utilização de técnicas instrumentais de análises apresentam alta eficiência e precisão, como os ataques químicos, realizados com agentes reveladores para a observação da numeração original do chassi. Já os resultados obtidos utilizando métodos sofisticados de análises, bem como a microscopia eletrônica de varredura acoplada à análise de raios-X identifica e quantifica os elementos chumbo, bário e antimônio presente nos resíduos de pólvora, provenientes de um disparo de arma de fogo. Porém, um empecilho encontrado quando o assunto são esses equipamentos, é o alto valor comercial.

Considerando-se a multiplicidades de amostras e as complexidades dos ensaios é fundamental a participação do químico na investigação das composições das amostras periciais, pois apesar das demais áreas de estudo que integram a ciência forense, é evidente a presença de um químico para manusear instrumentos e análises periciais.

## REFERÊNCIAS

- 1 CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. Mistério Químico. In: \_\_\_\_\_. **Química**. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 170-171.
- 2 GARRIDO, R. G.; GIOVANELLI, A. Criminalística: origens, evolução e descaminhos. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, Vitória da Conquista, v. 4, n. 6, p. 44-45, jul./dez. 2009. Disponível em: <<http://periodicos.uesb.br/index.php/cadernosdeciencias/article/viewFile/850/856>>. Acesso em: 24 abr. 2015.
- 3 CHEMELLO, E. Ciência Forense: impressões digitais. **Química Virtual**, p. 1-11, dez. 2006. Disponível em: <[http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2006dez\\_forense1.pdf](http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2006dez_forense1.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2015.
- 4 MOTA, L. DI VITTA, P. B. Química Forense: utilizando métodos analíticos em favor do poder judiciário. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz**, São Paulo, p. 1-11, 2012. Disponível em: <[http://www.revista.oswaldocruz.br/Content/pdf/Qu%C3%ADmica\\_Forense\\_utilizando\\_m%C3%A9todos\\_anal%C3%ADticos\\_em\\_favor\\_do\\_poder\\_judici%C3%A1rio\\_.pdf](http://www.revista.oswaldocruz.br/Content/pdf/Qu%C3%ADmica_Forense_utilizando_m%C3%A9todos_anal%C3%ADticos_em_favor_do_poder_judici%C3%A1rio_.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2015.
- 5 MAIA, F. S. Criminalística geral. **MPCE**, 2012. Disponível em: <[http://www.mpce.mp.br/esmp/apresentacoes/I\\_Curso\\_de\\_Investigacao\\_Criminal\\_Homic%C3%ADdio/02\\_Criminalistica\\_Geral\\_29\\_11\\_2012.pdf](http://www.mpce.mp.br/esmp/apresentacoes/I_Curso_de_Investigacao_Criminal_Homic%C3%ADdio/02_Criminalistica_Geral_29_11_2012.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2015.
- 6 BRANCO, R. P. de O. et al. **Química Forense**: sob olhares eletrônicos. São Paulo: Millennium, 2006.
- 7 BELL, S. The Critical Century, 1800-1880. In: \_\_\_\_\_. **Crime and Circumstance**: Investigating the History of Forensic Science. United States of America: Greenwood, 2008. p. 71-72.
- 8 CRAIG, G. M. Henry Holmes Croft. **Biographi**, 1982. Disponível em: <[http://www.biographi.ca/en/bio/croft\\_henry\\_holmes\\_11E.html](http://www.biographi.ca/en/bio/croft_henry_holmes_11E.html)>. Acesso em: 27 abr. 2015.
- 9 UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO OESTE. Física e química forense: desmistificando a física e a química. **Colégio Barbosa**, 2007. Disponível em: <<http://www.colegiobarbosa.com.br/arquivos/28-9-2011195927.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2015.
- 10 SILVA, P. S.; ROSA, M. F. Utilização da ciência forense do seriado CSI no estudo da química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 6, n. 3, p. 1-13, set./dez. 2013. Disponível em:

<<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/viewFile/1478/1147>>. Acesso em: 27 abr. 2015.

11 RABESCHINI, A. G. Criminalística Forense. **Portal jurídico**, 2014. Disponível em: <<http://jus.com.br/artigos/32953/criminalistica-forense>>. Acesso em: 27 abr. 2015

12 HOLPERIN, M.; LEOBONS, R. Análise Forense: reconhecimento de evidências. **Grupo de teleinformática e automação**, [20--?]. Disponível em: <[http://www.gta.ufrj.br/grad/07\\_1/forense/reconhecimento.html](http://www.gta.ufrj.br/grad/07_1/forense/reconhecimento.html)>. Acesso em: 27 abr. 2015.

13 CANDIDO JUNIOR, A.; SAÚDE, A. M. **Técnica e ferramentas utilizadas em análise forense**. São José do Rio Preto: Unesp, 2005. 34 Slides.

14 GOMES, M. S. **Contributo da química forense na detecção de drogas de abuso**. 2013. 112 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Faculdades de Ciências Departamento de Química e Bioquímica, Universidade de Lisboa, 2013.

15 CASTRO, H. Método para detecção de envenenamento por arsênico. **Mundo químico**, 2013. Disponível em: <<http://mundoquimico.com.br/metodo-para-deteccao-de-envenenamento-por-arsenico>>. Acesso em: 27 abr. 2015.

16 HERNANDES, N. Química forense: A verdade por A+B. **Conselho regional de química IV (CRQIV)**, 2008. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/informativomat\\_103](http://www.crq4.org.br/informativomat_103)>. Acesso em: 21 mar. 2015.

17 ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PERITOS CRIMINAIS FEDERAIS (APCF). Áreas da perícia. **APCF**, 2012. Disponível em: <<http://www.apcf.org.br/Per%C3%ADciaCriminal/Conhe%C3%A7as%C3%A1reasdaPer%C3%ADcia.aspx>>. Acesso em: 21 mar. 2015.

18 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA (ABQ). Química Forense. **ABQ**, 2014 Disponível em: <<http://abqrs.com.br/quimica-forense/>>. Acesso em: 21 mar. 2015.

19 RANKIN, S. Edmond Locard. **Forensic Science Central**, 2010. Disponível em: <<http://forensicsciencecentral.co.uk/edmondlocard.shtml>>. Acesso em: 21 abr. 2015.

20 INSTITUTO GERAL DE PERÍCIAS. Instituto de análises forenses: setores. **IGP**, 2006. Disponível em: <[http://www.igp.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=60&Itemid=88](http://www.igp.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=88)>. Acesso em: 30 abr. 2015.

21 OLIVEIRA, M. F. Química Forense: A utilização da química na pesquisa de vestígios de crime. **Química nova na escola**, São Paulo, n. 24, p. 1-3, out. 2006. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/ccd2.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2015.

22 CUTRIM, C.; CHAGAS, J. W. Aplicação do reativo luminol para detecção de sangue em suportes diversos de interesse forense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 53., 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química, 2013.

23 SAWAYA, M. C. T.; ROLIM, M. R. S. Identificação de sangue. In: \_\_\_\_\_. **Manual prático de medicina em laboratório**. Curitiba: Juruá, 2003. cap. 1. p. 18-19.

24 FERREIRA, E. C.; ADRIANA, V. R. A quimiluminescência como ferramenta analítica: do mecanismo a aplicações da reação do luminol em métodos de análise. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 6, p. 1003-1011, nov./dez. 2002.

25 CHEMELLO, E. Ciência Forense: manchas de sangue. **Química Virtual**, [s.l.], p. 1-11, jan. 2007. Disponível em: <[http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2007jan\\_forense2.pdf](http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2007jan_forense2.pdf)>. Acesso em: 6 maio 2015.

26 XIMENES, V. F. **Estudo de novos sistemas quimiluminescentes aplicados na determinação de atividade enzimática**. 2000. 191 f. Tese (Doutorado em Química Orgânica) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 2000.

27 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Pesquisadores da UFRJ desenvolvem Luminol. **UFRJ**, 2003. Disponível em: <[http://www.ufrj.br/detalha\\_noticia.php?codnoticia=749](http://www.ufrj.br/detalha_noticia.php?codnoticia=749)>. Acesso em: 7 maio 2015.

28 ALBERTIN, R. et al. Quimiluminescência orgânica: alguns experimentos de demonstração para a sala de aula. **Química Nova**, São Paulo, v. 21, n. 6, p. 772-779, maio 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v21n6/2912.pdf>>. Acesso em: 7 maio 2015.

29 PINHEIRO, L. B.; RAIMANN, P. E. Extração de DNA em impressões digitais já reveladas em carbonato de chumbo II, óxido de ferro II e Ninidrina. **Revista do Instituto geral de perícias**, Porto Alegre, n. 4, p. 17-21, jan. 2011. Disponível em: <<http://www.igp.rs.gov.br/revistas/revista4.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2015.

30 SEBASTIANY, A. P. et al. A utilização da ciência forense e da investigação como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. **Educacion química**, México, v. 24, n. 1, p. 49-56, jan. 2013. Disponível em: <<http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/download/36755/33294>>. Acesso em: 12 maio 2015.

31 SILVA, R. F. et al. Revelação de impressões digitais: Uma proposta experimental para ser desenvolvida na própria sala de aula. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 52., 2012, Recife. **Anais...** Pernambuco: Associação Brasileira de Química, 2012.

- 32 DEPARTAMENTO DE JUSTIÇA DOS ESTADOS UNIDOS. **Guia de processamento para revelação de impressão latente**. Washington, 2011. Disponível em: <[http://www.academia.edu/9381829/Guia\\_do\\_FBI](http://www.academia.edu/9381829/Guia_do_FBI)>. Acesso em: 11 maio 2015.
- 33 CHEMELLO, E. Ciência Forense: Balística. **Química Virtual**, [s.l.], p. 1-10, fev. 2007. Disponível em: <[http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2007fev\\_forense3.pdf](http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2007fev_forense3.pdf)>. Acesso em: 13 maio 2015.
- 34 MARTINY, A.; PINTO, A. L. Aplicação da microscopia eletrônica de varredura à análise de resíduos de tiro. **Revista Militar de Ciência e Tecnologia**, [s.l.], v. 25, p. 24-35, set./dez. 2008.
- 35 REIS, E. L. T. et al. Identificação de resíduos de disparo de armas de fogo por meio da técnica de espectrometria de massas de alta resolução com fonte de plasma indutivo. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 409-413, maio/jun. 2004.
- 36 FREITAS, J. C. D. **Identificação de assinaturas químicas em resíduos de disparos de arma de fogo em diferentes alvos**. 2010. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência na área de tecnologia nuclear) – Universidade de São Paulo, 2010.
- 37 BERTAGI, C. V. et al. **Código padronizado**: Chassi. 2012. Trabalho apresentado à disciplina de Tecnologias e Sistemas de Informação da Fundação de Estudos Sociais do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <[http://fesppr.br/~erico/012%20ASIG/012%20Trabalhos%20da%20sala%20309/Chassi\\_Codigo%20padronizado.doc](http://fesppr.br/~erico/012%20ASIG/012%20Trabalhos%20da%20sala%20309/Chassi_Codigo%20padronizado.doc)>. Acesso em: 13 maio 2015.
- 38 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO DE TRÂNSITO (ABETRAN). **Raspagem de chassi caracteriza adulteração**. Abetran, 2011. Disponível em: <[http://abetran.org.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=20894&Itemid=2](http://abetran.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=20894&Itemid=2)>. Acesso em: 15 maio 2015.
- 39 OLIVEIRA, M. F. Química Forense: A utilização da química na pesquisa de vestígios de crime. **Química nova na escola**, São Paulo, n. 24, p. 1-3, nov. 2006. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/ccd2.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2015.
- 40 SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA (STJ). Raspagem do número de chassi de veículo basta para configurar adulteração. **STJ**, 2011. Disponível em: <[http://stj.jus.br/portal\\_stj/objeto/texto/impressao.wsp?tmp.estilo=&tmp.area=398&tmp.texto=102665](http://stj.jus.br/portal_stj/objeto/texto/impressao.wsp?tmp.estilo=&tmp.area=398&tmp.texto=102665)>. Acesso em: 1 maio 2015.
- 41 PERÍCIA OFICIAL DO ESTADO DE ESPÍRITO SANTO. Exame metalográfico na criminalística. **Perícia Oficial-ES**, 2013. Disponível em: <<http://www.periciaoficial-es.com.br/2013/04/exame-metalografico-na-criminalistica.html>>. Acesso em: 15 maio 2015.

42 BEZERRA, K. M. et al. Simulação da corrosão no motos veicular por etanol combustível: estratégia para o ensino de mecânica. **Revista científica do instituto federal de São Paulo**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 185-190, jul./set. 2014. Disponível em: <[http://www2.ifsp.edu.br/edu/prp/sinergia/complemento/sinergia\\_2014\\_n3/pdf\\_s/segmentos/artigo\\_02\\_v15\\_n3.pdf](http://www2.ifsp.edu.br/edu/prp/sinergia/complemento/sinergia_2014_n3/pdf_s/segmentos/artigo_02_v15_n3.pdf)>. Acesso em: 26 maio 2015.

43 CENTRO BRASILEIRO DE INFORMAÇÕES SOBRE DROGAS PSICOTRÓPICAS (CEBRID). Bebidas alcoólicas. **UNIFESP**, [20--]. Disponível em: <<http://www2.unifesp.br/dpsicobio/cebrid/folhetos/folhetos.htm>>. Acesso em: 16 maio 2015.

44 FERREIRA, S. E.; MELLO, M. T.; FORMIGONI, M. L. O. S. O efeito das bebidas alcoólicas pode ser afetado pela combinação com bebidas energéticas ? Um estudo com usuários. **Revista da associação médica brasileira**, São Paulo, v. 50, n. 1, p. 48-51, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ramb/v50n1/a34v50n1.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2015.

45 CAREY, F. A. Álcoois, dióis e tióis. In: \_\_\_\_\_. **Química Orgânica**. New York: McGraw Hill, 2008. v. 1, p. 650-651.

46 NAGATO, L. A. F. et al. Monitoramento da autenticidade de amostras de bebidas alcoólicas enviadas ao instituto Adolfo Lutz em São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 39-42, jan./abr. 2001. Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/cta/v21n1/5361.pdf](http://www.scielo.br/pdf/cta/v21n1/5361.pdf)>. Acesso em: 17 maio 2015.

47 BRANCO, M. M. M.; SOARES H. C. Intoxicação por metanol a partir da ingestão de bebidas alcoólicas. **Portal Estácio**, 2014. Disponível em: <<http://portal.estacio.br/media/4318716/intoxica%C3%A7%C3%A3o%20por%20metanol%20a%20partir%20da%20ingest%C3%A3o%20de%20bebidas%20alco%C3%B3licas.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2015.

48 FLORES, J. S.; SCHENATO, R. A. Análise de metanol em cachaça industrial e de alambique no Rio Grande do Sul. In: MOSTRA DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 13., Porto Alegre, 2012. **Anais...** Porto Alegre: IFRS, 2012. Disponível em: <[mostra.poa.ifrs.edu.br/2012/trabalhos/trab\\_098.pdf](http://mostra.poa.ifrs.edu.br/2012/trabalhos/trab_098.pdf)>. Acesso em: 17 maio 2015.

49 BADOLATO, E. S. G.; DURAN, M. C. Risco de intoxicação por metanol pela ingestão de bebidas alcoólicas. **Revista de psiquiatria clínica**, São Paulo, v. 27, n. 2, 2000. Disponível em: <<http://www.hcnet.usp.br/ipq/revista/vol27/n2/art90.htm>>. Acesso em: 19 maio. 2015.

50 OLIVEIRA, E. C. S. et al. Determinação de adulteração de etanol combustível com metanol por ressonância magnética nuclear associada a ferramentas quimiométricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 52., 2012, Recife. **Anais...** Pernambuco: Associação Brasileira de Química, 2013.

51 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Determinação de congêneres e contaminantes orgânicos por CG/FID em bebidas fermentadas, destiladas e alcoólicas mistas. **MAPA**, 2013. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Aniamal/Laborat%C3%B3rios/Metodos%20IQA/BEV/Lanagros/MET%20LABV-0804%20Congeneres%20e%20Contaminantes%20Organicos%20por%20CG%20\\_2\\_.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/Laborat%C3%B3rios/Metodos%20IQA/BEV/Lanagros/MET%20LABV-0804%20Congeneres%20e%20Contaminantes%20Organicos%20por%20CG%20_2_.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2015.

52 MARTINS, G. B. C. **Desenvolvimento de uma metodologia portátil para análise de metanol em etanol e detecção de aldeídos visando a utilização em combustíveis e outros produtos comerciais**. 2012. 45 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, 2012.

53 SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA (SBQ). Desenvolvimento de uma metodologia portátil para análise de metanol e aldeídos em produtos comerciais. **SBQ**, [2015?]. Disponível em: <<http://sec.sbq.org.br/cdrom/35ra/resumos/T0887-1.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2015

54 CARVALHO, I. S.; POLIVANOV, H.; FERNANDES, A. C. S. A utilização do ácido periódico de Schiff (P.A.S.) na definição de estruturas sedimentares biogênicas do terciário brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 2, p. 1-3, 1988. Disponível em: <[http://www.igeo.ufrj.br/~ismar/2/2\\_1.pdf](http://www.igeo.ufrj.br/~ismar/2/2_1.pdf)>. Acesso em: 22 maio 2015.

55 ROSAL, N. Isabela Nardoni: um caso que chocou o Brasil. **A bioquímica na luta contra o crime**, out. 2014. Disponível em: <<http://bioquimicaforense.blogspot.com.br/2014/10/isabella-nardoni-um-caso-que-chocou-o.html>>. Acesso em: 26 jun. 2015.

56 Luminol Sample. **Scena criminis: criminologia, criminalística, diritto ed investigazione criminale**. mar. 2014. Disponível em: <<http://scenacriminis.com/2014/03/02/luminol-sample/>>. Acesso em: 26 jun. 2015.