

1ª edição

DESVENDANDO A CENA DO CRIME



coleção
química
forense | VOL
02

Gabriela Amigo Lopes Nunes
Carlos Augusto Chamoun do Carmo
Glória Maria de Farias Viégas
Rayana Alvarenga Costa
Wanderson Romão



ISBN: 9786500074536



Autores

Gabriela Amigo Lopes Nunes



Ensino Fundamental (2017) pela Escola Marista Nossa Senhora da Penha. Aluna do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Vila Velha do curso Técnico Integrado em Biotecnologia.

Carlos Augusto Chamoun do Carmo



Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (1995), mestrado em Microbiologia (1999) pela Universidade Federal de Viçosa e doutor em Ciências Biológicas (2014) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. O professor é docente do Instituto Federal do Espírito Santo campus Viana (desde 2010) e Perito Criminal do Espírito Santo (desde 2007). Finalizou suas pesquisas de doutorado na Florida International University (FIU) e no Crime Lab/CSI, do Miami Dade Police, nos Estados Unidos da América (2013-2014). Sua tese de doutorado foi escolhida a melhor do Brasil na área de forense, para o biênio 2014-2016 (Sociedade Brasileira de Ciências Forenses - SBCF) e em 2019 foi vencedor do Prêmio Espírito Santo Público, na área de Segurança Pública.

Glória Maria de Farias Viegas



Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo (1991), mestrado em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1995) e doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal do Espírito Santo/Rede Nordeste de biotecnologia (2010). Atualmente é professora efetiva do Instituto Federal do Espírito Santo campus Vila Velha. Tem experiência nas áreas de microscopia com ênfase em Microscopia Eletrônica de Varredura e Microscopia de Força Atômica; em Botânica com ênfase em taxonomia e morfoanatomia das Samambaias e Licófitas.

Rayana Alvarenga Costa



Técnica em Química pelo Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes (2009). Graduada em Licenciatura em Química - Ifes (2014). Mestre em Química pela Universidade Federal do Espírito Santo - Ufes (2016) com dissertação intitulada "Análise de resíduo de disparo de armas de fogo utilizando ICP-MS: caracterização de munições limpas. Atualmente, é doutoranda em Química pelo PPGQUI da Ufes com ênfase na área de Química Forense com o tema de tese titulado em "Uso de um aplicativo de smartphone na resolução de problemas forenses".

Wanderson Romão



Graduado em Química (Bacharelado e Licenciatura) pela Universidade Federal do Espírito Santo (2006), mestrado em Físico-Química (2009) e doutor em Ciências (2010) pela Universidade Estadual de Campinas e pós-doutorado pela UFES (2011-2012). O professor é docente do Instituto Federal do Espírito Santo campus Vila Velha (desde 2012) e professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Química da UFES (desde 2011). Ele é coordenador do Laboratório de Petroleômica e Forense (petroforense.ufes.br) e atualmente está como Diretor de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão do Ifes campus Vila Velha. O docente realiza pesquisas nas linhas de Química Forense, Espectrometria de Massas, Petroleômica e Agronegócio.

Gabriela Amigo Lopes Nunes
Carlos Augusto Chamoun do Carmo
Glória Maria de Farias Viegas
Rayana Alvarenga Costa
Wanderson Romão

Química Forense

Volume 2:
Desvendando a cena do crime

1ª edição

Vila Velha

Editora UFRR

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Valéria Rodrigues de Oliveira CRB6/ES-477

Q6 Química forense: volume 2: desvendando a cena do crime. 1. ed.
/ Gabriela A. Lopes Nunes... [et al]. Vila Velha : Editora UFRR, 2020.
68 p. : il. col. ; 21 cm.

Vários autores.
ISBN: 9786500074536 (e-book).

1. Química – Estudo e ensino. 2. Química legal. 3. Prática forense
(Acadêmia). I. Nunes, Gabriela A. Lopes. II. Instituto Federal do
Espírito Santo – Campus Vila Velha. III. Título.

CDD: 541.7

Prefácio

Caro leitor,

O segundo volume da coletânea de Química Forense apresenta a seus leitores uma proposta lúdica, científica e contextualizada sobre o estudo de uma cena de local de crime. A proposta desse volume é abordar um tema importante para sociedade Brasileira e para os estudantes do ensino médio, técnico e superior enfatizando a importância das Ciências Forenses no combate a impunidade. Portanto, o livro traz as tecnologias que podem ser empregadas aos estudos de casos forenses em uma cena de crime, principalmente no atual contexto, com uma linguagem simplificada e abrangente. Neste volume, você acompanhará mais uma aventura do perito estagiário Henrique, personagem principal da nossa coletânea, em uma cena de crime no quarto de um hotel. Juntamente com a Perita Carla, Henrique participa de toda as etapas periciais, que começam desde o estudo da cena do crime até as análises laboratoriais, onde os vestígios têm papel fundamental na resolução do caso. Dentre as diversas subáreas das Ciências Forenses abordadas na história em quadrinhos temos: a Balística forense, Papiloscopia, Química Forense além da Perícia de Local de Crime. No decorrer da história, Henrique faz diversas indagações aos peritos responsáveis pelas sessões que possibilitarão uma melhor compreensão dos assuntos abordados. Afinal de contas, quem foi o autor do crime? Qual foi a motivação? Quais os tipos de análises que serão realizadas com os vestígios encontrados na cena do crime? É possível passar algo despercebido aos olhos dos Peritos? Questionamentos como esses só serão desvendados se você mergulhar nessa intrigante história do perito Henrique que está te aguardando para acompanhá-lo nessa missão. Vamos começar?

A todos uma excelente leitura e aprendizado!

Wanderson Romão

prof. Dr. Wanderson Romão

Instituto Federal do Espírito Santo, IFES, campus Vila Velha

<http://lattes.cnpq.br/9121022613112821>

1. Corpo editorial

- **Camila Medeiros de Almeida** (PPGQUI-UFES):

Engenheira Química e Mestre em Química com ênfase na área de Química Forense. Atualmente é doutoranda em Química pelo PPGQUI com projeto intitulado "MALDI IMAGING aplicado a tecidos animais com lesões degenerativas e proliferativas."

Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/4627760102080131>.

- **Larissa Campos Motta**:

Licenciada em Química e Mestre em Química com ênfase na área de Química Forense tendo sua dissertação intitulada por "Detecção de resíduos de disparo de arma de fogo em larvas cadavéricas por ICP OES."

Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/2912357433377088>.

- **Nayara Araujo dos Santos** (PPGQUI-UFES):

Licenciada e Mestre em Química com ênfase em Química Forense. Atualmente é doutoranda em Química pelo PPGQUI e membra do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Forense - INCT.

Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/8370755863930866>

- **Umberto Zottich Pereira**:

Pós-doutor e professor adjunto na Universidade Federal de Roraima no curso de medicina do Centro de Ciências da Saúde.

Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/7357283779282387>.

2. Ilustrações

- Pixton

(<https://www.pixton.com/br/my-home>)

3. Diagramação

- Rayana Alvarenga Costa (PPGQUI-UFES)

Personagens

Perito estagiário: Henrique



Perita: Carla



Personagens

Sargento: Luís



Delegado: Carlos



Personagens

Vítima: Marília



Perito forense: João

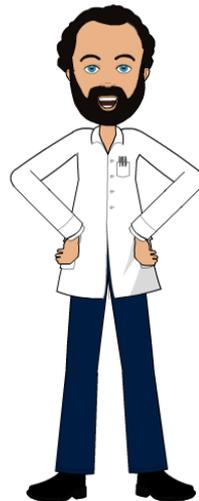


Personagens

Perito balístico: Rodrigo



Perito papiloscópico: Ricardo



Volume 2



Desvendando a Cena do Crime



Em mais um dia de trabalho na região da Grande Vitória...



Enquanto isso no batalhão da Polícia Militar...

Alô? Sargento Luís?
Convoque sua equipe para
mais uma missão de
trabalho!

Entendido! Atenderemos
esse chamado
imediatamente!

Nossa equipe foi acionada
para atender uma ocorrência
em um hotel próximo.

Vamos imediatamente
até o local!

Polícia à caminho
da cena do
crime...



Acabei de chegar
ao suposto local
onde ocorreu o
crime.

Hotel Orla de Vitória

De acordo com as
informações dos
hóspedes, ocorreram
barulhos de tiros
vindos do quarto 23.





Enquanto isso na Delegacia

Bom dia delegado Carlos!
Houve um crime envolvendo
o uso de arma de fogo em
um local próximo.
Precisamos que o local seja
investigado.

Ok, vou acionar a
perícia e em poucos
instantes estaremos
no local.

Instituto de Criminalística





Olá Delegado Carlos. A perita Carla e eu estávamos falando sobre o ocorrido no quarto 23. Agora vou controlar a movimentação fora do hotel enquanto vocês atuam aqui dentro. Até mais.



Bom dia perita!

Delegado, antes de realizar a coleta dos vestígios, gostaria de saber se a vítima já foi identificada e se há algum suspeito.



O que se sabe é que a vítima se chamava Marília e por enquanto, há três suspeitos que possam ter cometido o crime.



Os três suspeitos foram vistos deixando o local na hora em que os policiais chegaram. Todos eles já foram levados a delegacia.

E quem são eles?



O primeiro suspeito é Miguel, o ex namorado de Marília. O segundo é Soares, que pelo o que ficamos sabendo tinha uma dívida com a vítima. O terceiro é Daniel, seu marido.

Miguel



Soares



Daniel



Bom, para ter certeza do que aconteceu, irei entrar no local juntamente do perito estagiário Henrique. Para que assim, possamos analisar os vestígios.





É sempre importante lembrar de não alterar a disposição dos vestígios da cena do crime, para que assim, não haja comprometimento na investigação.

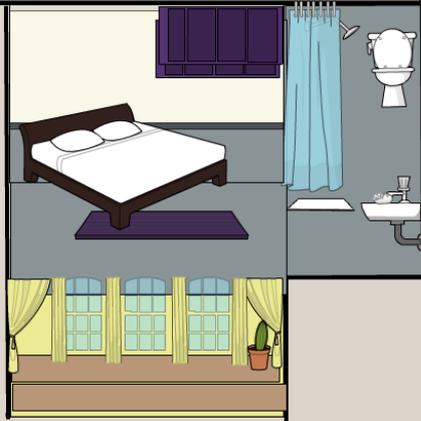


Agora que o perito estagiário Henrique já chegou, podemos começar com o nosso trabalho. Mas..

Enquanto isso, vou até a delegacia interrogar os suspeitos.

...Antes de entramos no local, é importante colocar o seu jaleco Henrique! Ele é um acessório de proteção individual.

Agora mesmo perita Carla!



Bom, de acordo com as informações que recebemos, o quarto 23 deste hotel é composto por um dormitório, um banheiro e uma varanda, sendo todos os cômodos separados entre si. Agora que já sabemos a configuração do local, podemos começar!

Bom perita, na entrada do quarto não há nenhum vestígio de crime que possa ser visto a olho nu.

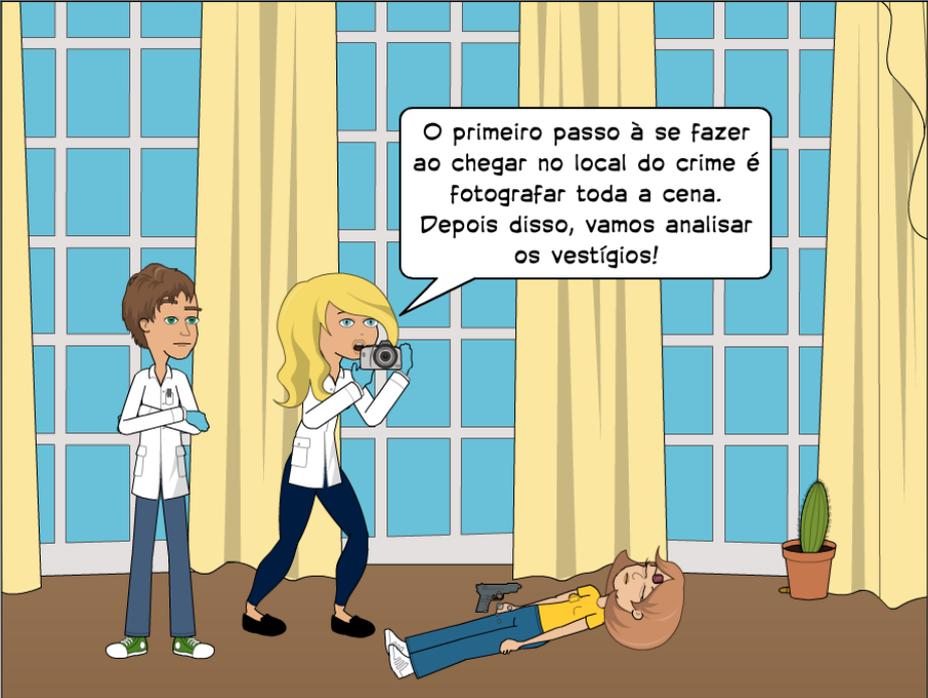
Para saber o que aconteceu vamos explorar os outros cômodos.





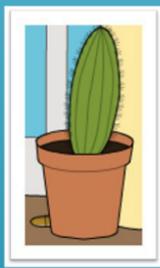
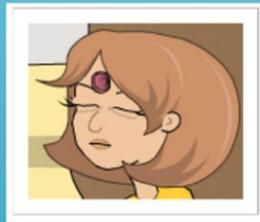


Agora que já estamos no local onde o crime foi realizado, podemos começar a análise e coleta de vestígios, algo que é extremamente necessário em crimes que envolvem disparos com arma de fogo.



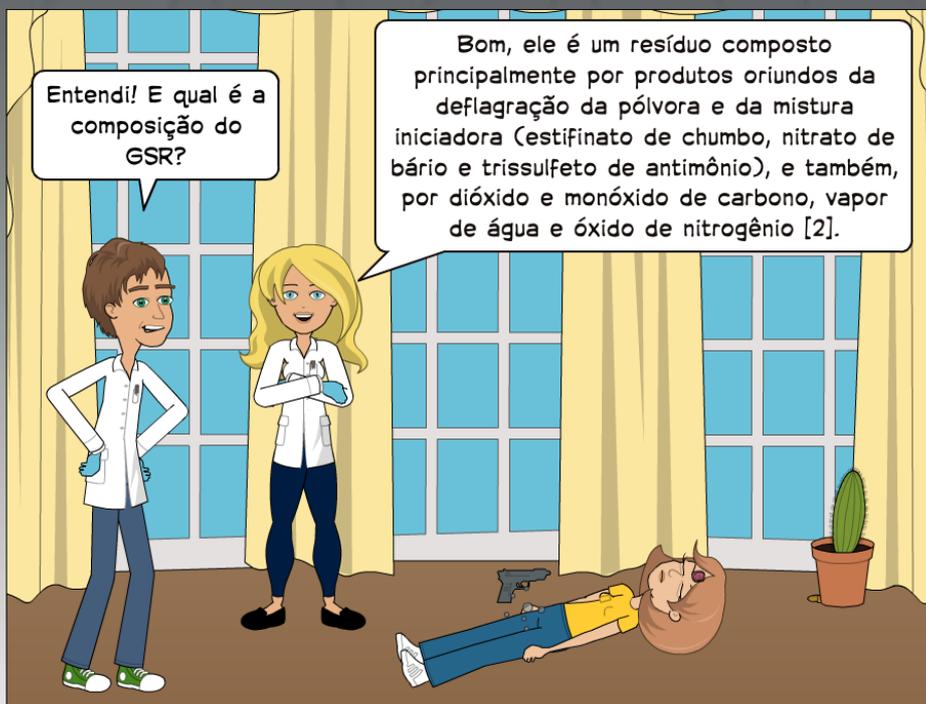
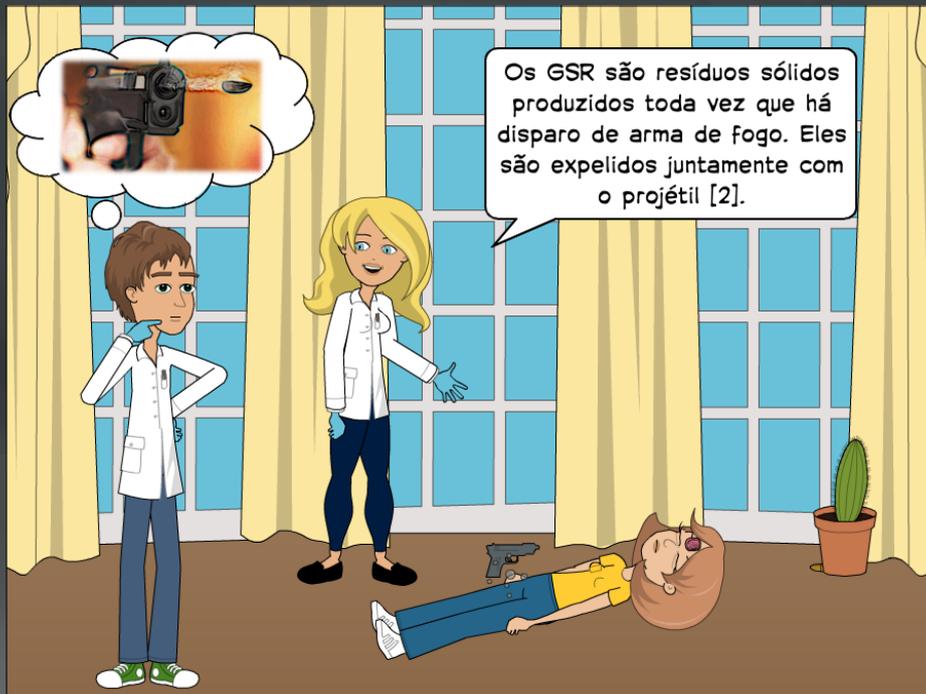
O primeiro passo à se fazer ao chegar no local do crime é fotografar toda a cena. Depois disso, vamos analisar os vestígios!

O acervo fotográfico da cena do crime é importante para o estudo do caso e para que toda cena seja reproduzida de forma fidedigna nos autos da investigação.

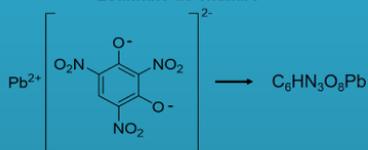


O primeiro vestígio que percebo é a arma deixada no local, a qual deve conter resíduos de disparo de arma de fogo, o GSR (do inglês *GunShot Residue*).

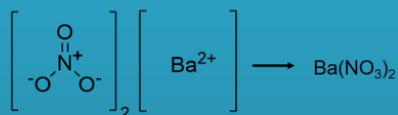
Perita, o que seria o GSR?



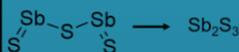
Estifinato de chumbo



Nitrato de bário



Trissulfeto de antimônio







Qual o próximo passo perita?

Bom, após a coleta dos GSR, podemos começar o processo de retirada das impressões digitais da arma de fogo.



Para isso, irei utilizar a técnica do pó, que revela impressões digitais latentes em superfícies lisas, ou seja, impressões que não são vistas a olho nu.





Após obter a melhor imagem da impressão digital, deve-se aplicar uma fita adesiva adequada para remover a digital revelada.



O último passo é colar a fita adesiva em um papel branco, pois ele auxilia na visualização das digitais reveladas.



Agora que a revelação da impressão digital já foi realizada, posso recolher a arma do local para análise.



E olha! Acabei de avistar um projétil. Provavelmente ele foi expelido após o disparo da arma de fogo, atravessou o corpo da vítima e após atingi-la e veio parar neste local.

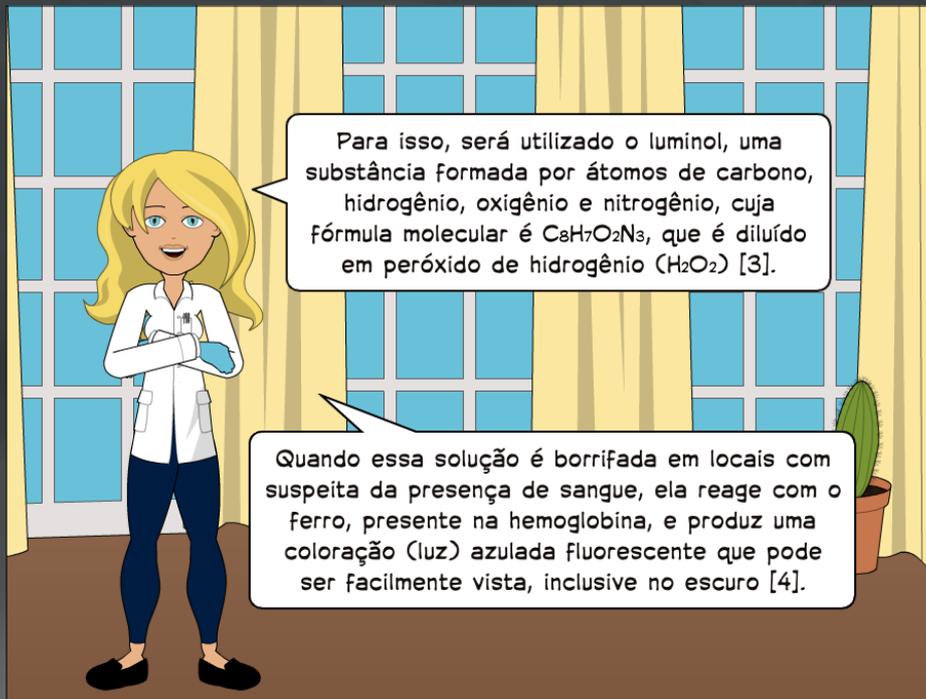


Também vou recolher o projétil para que ele seja analisado no laboratório de balística forense, juntamente da arma de fogo.



Mas como isso é feito?

Bom, o último passo é descobrir se há rastros de sangue no local, que provavelmente foram limpos pelo criminoso após o possível homicídio.

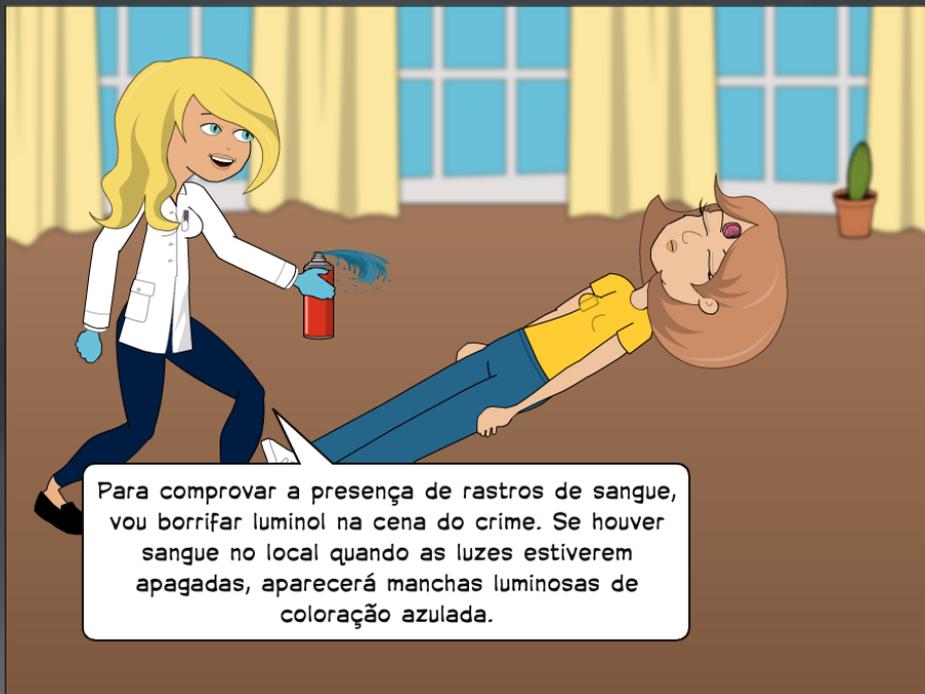


Para isso, será utilizado o luminol, uma substância formada por átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, cuja fórmula molecular é $C_8H_7O_2N_3$, que é diluído em peróxido de hidrogênio (H_2O_2) [3].

Quando essa solução é borrifada em locais com suspeita da presença de sangue, ela reage com o ferro, presente na hemoglobina, e produz uma coloração (luz) azulada fluorescente que pode ser facilmente vista, inclusive no escuro [4].



Quando essa mistura entra em contato com o sangue humano (luminol e H_2O_2), ela utiliza o ferro presente na hemoglobina como agente catalisador (que acelera a reação). Logo, ocorre uma reação de quimioluminescência entre o luminol e o H_2O_2 [4].



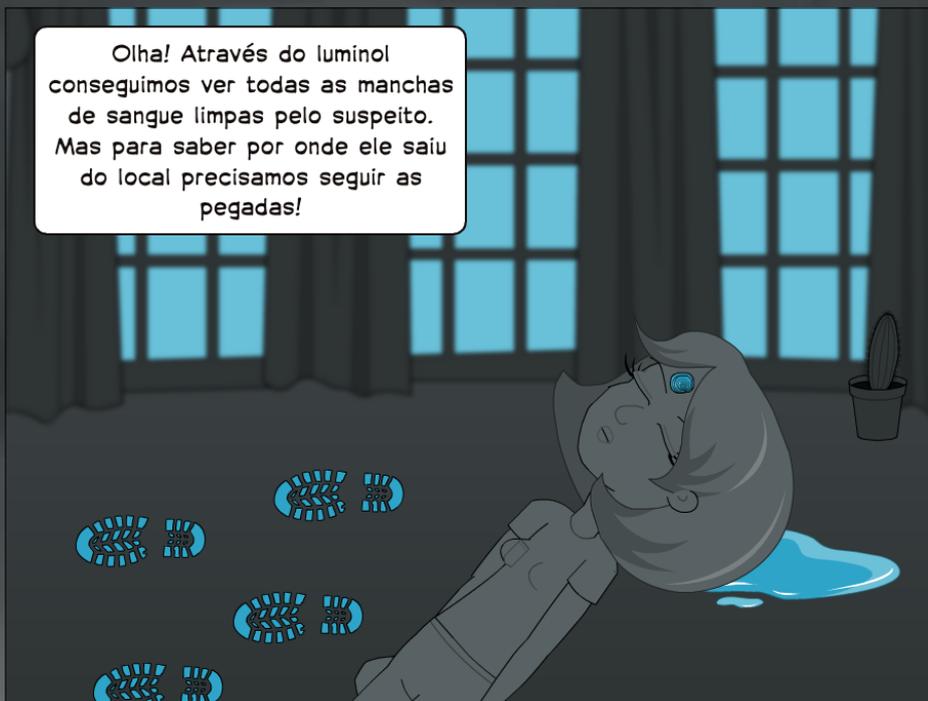
Para comprovar a presença de rastros de sangue, vou borrifar luminol na cena do crime. Se houver sangue no local quando as luzes estiverem apagadas, aparecerá manchas luminosas de coloração azulada.



Estagiário Henrique, apaga a luz por favor!

Ok, é pra já!

Olha! Através do luminol conseguimos ver todas as manchas de sangue limpas pelo suspeito. Mas para saber por onde ele saiu do local precisamos seguir as pegadas!



As pegadas mostram que o criminoso foi em direção ao dormitório. Vamos continuar seguindo...





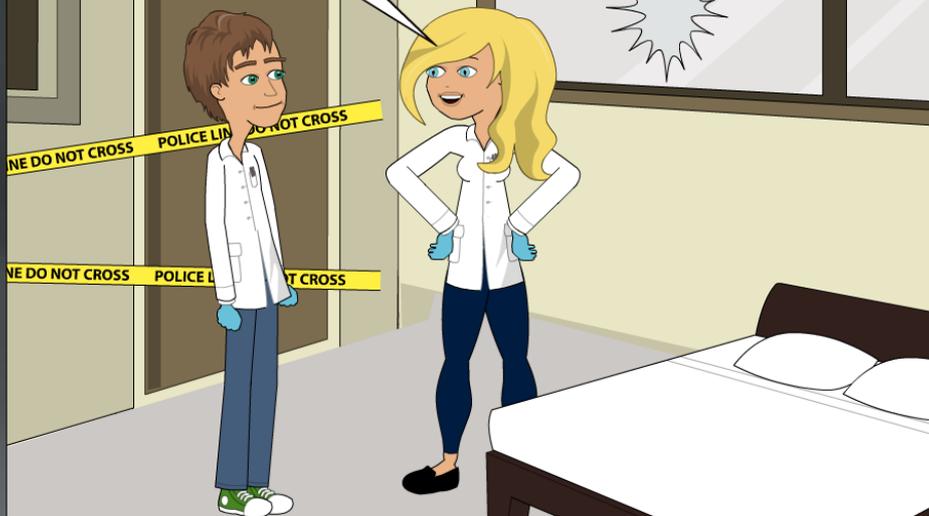
Olha!!! Tudo indica que o criminoso quebrou a janela para fugir.



Perita, veja esta marca de sangue! Acho que o suspeito se machucou ao sair.

Para ter certeza vou coletar essa amostra de sangue. Apenas o exame de DNA realizado pelo laboratório de genética forense poderá confirmar.

Bom Henrique, agora que a coleta de vestígios já foi realizada, irei levá-los para análise no Instituto de Criminalística.



De volta ao instituto de criminalística...





Boa tarde João! Hoje trouxe o perito estagiário Henrique para que ele aprenda um pouco mais sobre as análises da área de Química Forense.

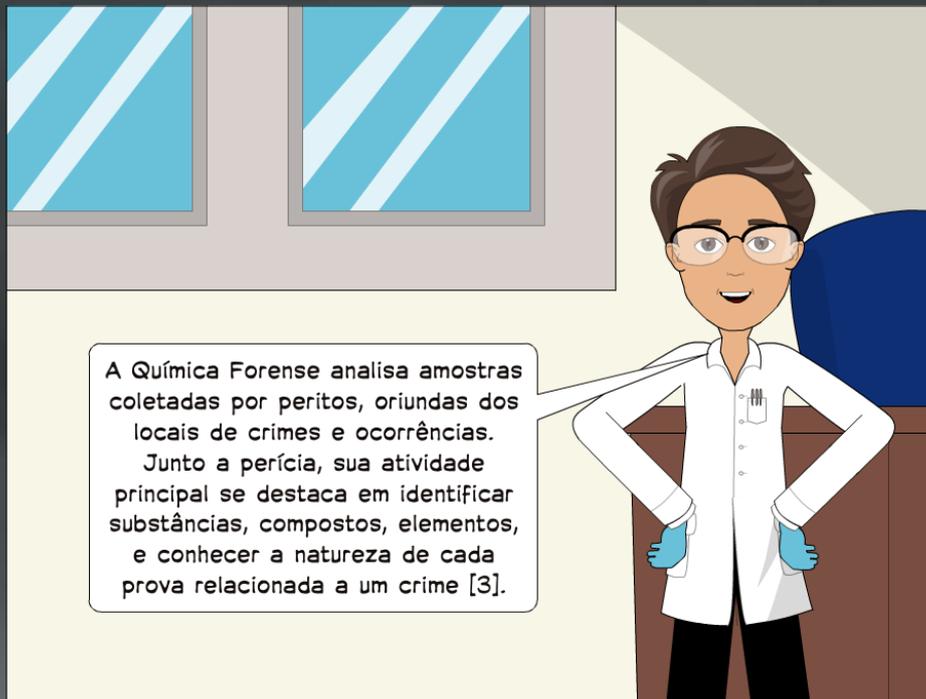


Boa tarde perita Carla!

Aqui estão os resíduos de tiro coletados das mãos da vítima.

Agora que temos as amostras, vamos começar!





A Química Forense analisa amostras coletadas por peritos, oriundas dos locais de crimes e ocorrências. Junto a perícia, sua atividade principal se destaca em identificar substâncias, compostos, elementos, e conhecer a natureza de cada prova relacionada a um crime [3].



Após termos compreendido o que é investigado pela Química Forense, é hora de analisar as amostras! O primeiro passo envolve a utilização do microscópio eletrônico de varredura.

Uau! Mas.. o que seria isso?

Esse equipamento é utilizado para analisar o material solidificado que vocês coletaram. Possivelmente esse material é o GSR, ou seja, os resíduos de tiro expelidos pela arma de fogo após o disparo. [6].

O GSR é proveniente da queima da pólvora e da mistura iniciadora. A sua detecção é confirmada se houver partículas esféricas compostas de partículas esféricas composta por Chumbo (Pb), Bário (Ba) e Antimônio (Sb), simultaneamente [6].

A tabela periódica dos elementos químicos é exibida com as seguintes legendas:

- Metálicos alcalinos: H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr
- Metálicos alcalinos terrestres: Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra
- Elementos de transição: Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr
- Elementos de transição: Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr
- Semimetais: B, C, N, O, F, Si, P, S, Cl, Ar, As, Se, Br, Kr, Sb, Te, I, Xe, Bi, Po, At, Rn, Pb, Bi, Po, At, Rn, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Sn, Sb, Te, I, Xe, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr
- Haloalógenos: F, Cl, Br, I, At
- Gases nobres: He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn

Os elementos Chumbo (Pb), Bário (Ba) e Antimônio (Sb) estão destacados com uma borda vermelha na tabela.

Entendi. Existe somente esse método para a identificação de GSR?

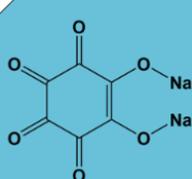
Boa pergunta! Existem outros métodos também, como o teste colorimétrico que utiliza o rodizanto de sódio.

Esse teste colorimétrico é muito utilizado pela Polícia Técnica Científica e determina Pb e Ba por meio da reação com rodizonato de sódio em meio ácido (pH = 2,8) [7].

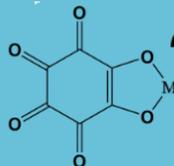
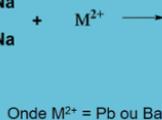
Entendi!

Porém o teste colorimétrico para identificação de GSR apresenta baixa sensibilidade, não detectando o Sb e podendo ainda gerar resultados falso-positivos [2,7].

Caso a amostra suspeita contenha Pb ou Ba, um complexo de coloração rosa avermelhado ou laranja será formado, respectivamente. [2,7]



Rodizonato de sódio



Pb Rosa avermelhado

Ba Laranja

Os resultados falso-positivos, nesse teste, podem ser provenientes de diversas atividades ocupacionais, visto que Pb e Ba estão presentes em diversas substâncias.



Mecânico



Esmalte



Tintas



Eletricista

Hoje faremos a análise com o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) acoplado ao EDS, que é um espectrômetro de raios X por dispersão de energia.



E como ela funciona?



Essa técnica permite a visualização morfológica de superfícies com elevado índice de detalhamento da amostra [6].

O primeiro passo é a metalização da fita dupla face de carbono que contém o GSR. Esse procedimento envolve a aplicação de uma camada de ouro através do processo de eletro deposição [8].

Realizar esse processo é de extrema importância para tornar a amostra condutora de corrente elétrica [8].

Dessa forma, quando os elétrons do feixe principal se chocarem com os átomos da amostra, irá ocorrer a emissão de radiação em forma de raios X de várias frequências. Assim, será possível detectar a energia liberada pela amostra [6].

Agora, que a amostra foi metalizada com ouro, ela pode ser analisada por MEV/EDS para saber se realmente é GSR.

Henrique, venha dar uma olhada nessas imagens do MEV e nesse espectro de EDS.



Por meio da análise morfológica da amostra, é perceptível que ela não é compatível com o padrão GSR.



Essa técnica, além de possuir alta resolução e foco, permite a identificação das partículas de GSR ou de partes da munição a partir do EDS [6].

Além disso, comparando a energia dos átomos presentes na amostra recolhida da mão da vítima com a energia do Chumbo, Bário e Antimônio, componentes do GSR, percebemos que elas não se relacionam.

Essa técnica, além de possuir alta resolução e foco, permite a identificação química das partículas de GSR a partir do gráfico de EDS

E o que isso significa João?

Isso significa que os resíduos encontrados na mão da vítima não são oriundos do GSR, e que por isso, o crime não foi um suicídio, mas sim um homicídio. Saber isso é de extrema importância para o decorrer da investigação judicial.





Boa tarde Rodrigo! Estamos aqui para aprender um pouco mais sobre a Balística Forense.

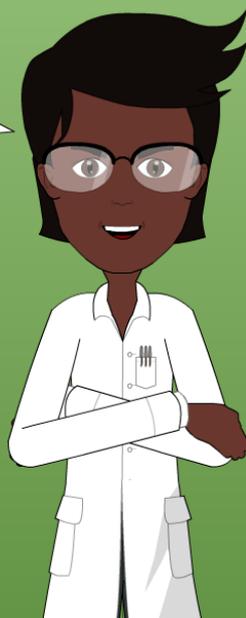


Boa tarde peritos! Vamos começar os procedimentos



A Balística Forense é um ramo da Criminalística, que estuda as armas de fogo, sua munição e os efeitos dos tiros por elas produzidos. Tudo isso, visando provar a ocorrência de infrações penais [9].

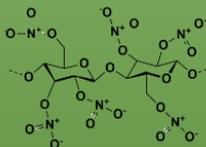
A arma de fogo que será analisada, utiliza a força expansiva dos gases resultante da combustão da pólvora para expelir seus projéteis. Elas são compostas, necessariamente, de um aparelho arremessador, carga de projeção e dos projéteis [2,8,9].



Já os cartuchos de munição, responsáveis pelo disparo da arma, são compostos pelos seguintes elementos: estojo, a pólvora, espoleta, onde fica a mistura iniciadora que funciona como carga inflamável, e o projétil [2,7-9].



Composta basicamente por nitrocelulose



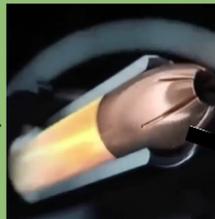
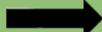
- Estifinato de chumbo – composto explosivo ($C_6H_9N_3O_8Pb$)
- Nitrato de bário – composto oxidante ($BaNO_3$)
- Trissulfeto de antimônio – combustível (Sb_2S_3)



Para que ocorra um disparo, após o gatilho ser acionado, o percutor da arma deforma a espoleta, onde está localizada a mistura iniciadora, composta por estifinato de chumbo, nitrato de bário, trissulfeto de antimônio, tetrazeno e alumínio atomizado [2,8,9].



Após isso, a mistura iniciadora produz chamas que dão início a combustão da pólvora. Em fração de segundos, a pólvora produz gases que pressionam o projétil no cano da arma, ocasionando assim, um disparo [2,8,9].



A velocidade final alcançada por um projétil é dependente do tipo da arma. Para um revólver .38 é de 229 m/s e uma pistola .40 300m/s.



Agora que já expliquei alguns conceitos fundamentais da Balística Forense, vamos realizar a análise das ranhuras do projétil, técnica amplamente utilizada pela Perícia Forense.

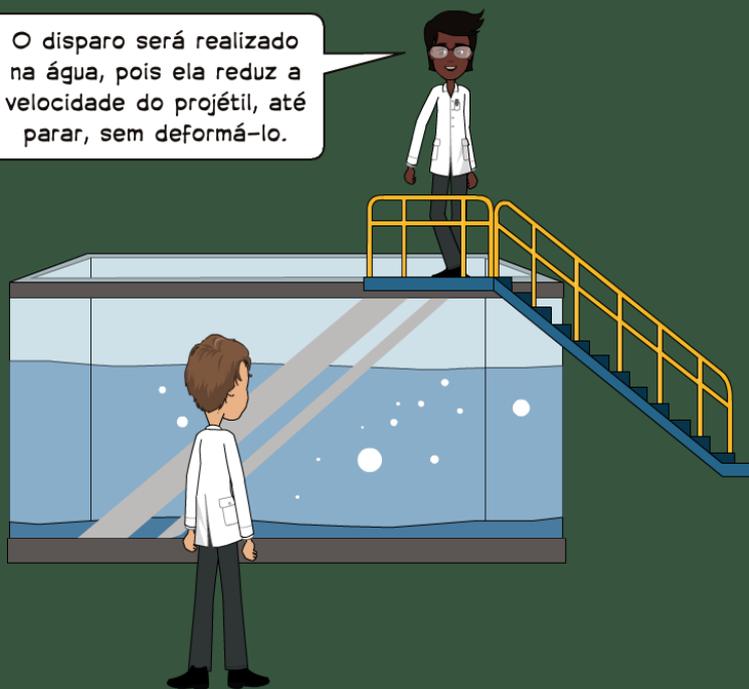
Para essa técnica, damos o nome de confronto microbalístico, que consiste em realizar um disparo com a arma do crime em um tanque de água e glicose [9].

Depois, as ranhuras do projétil suspeito são comparadas com as ranhuras do projétil produzido pelo disparo no tanque, verificando assim, se são compatíveis. O cano raiado da arma de fogo também é analisado nessa técnica [9].

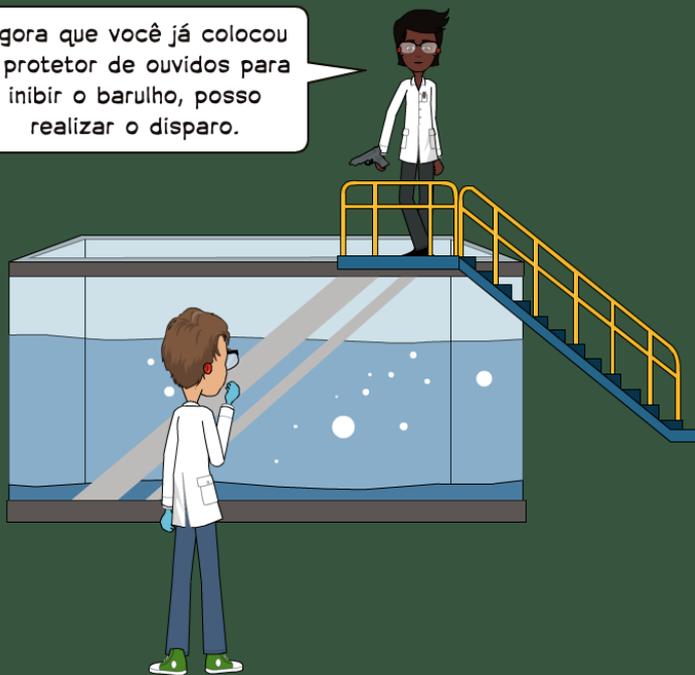


Essa técnica, além de possuir alta resolução e foco, permite a identificação das partículas de GSR a partir do EDS.

O disparo será realizado na água, pois ela reduz a velocidade do projétil, até parar, sem deformá-lo.



Agora que você já colocou o protetor de ouvidos para inibir o barulho, posso realizar o disparo.



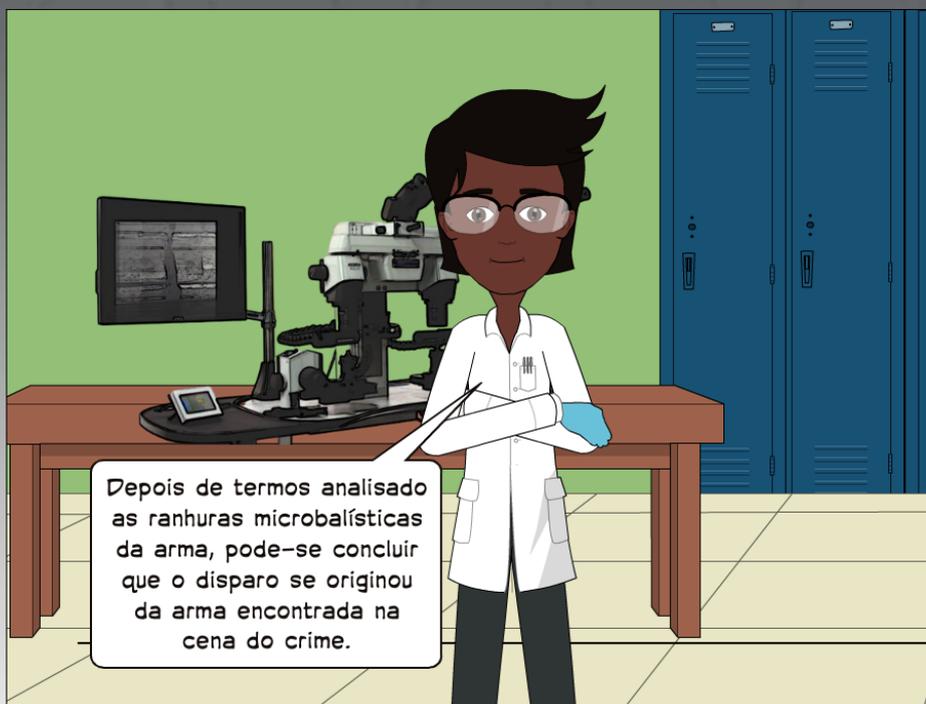




Projétil questionado

Projétil padrão

Através do microscópio, é possível visualizar as ranhuras do projétil disparado. Agora, basta comparar com o projétil encontrado na cena do crime.



Depois de termos analisado as ranhuras microbalísticas da arma, pode-se concluir que o disparo se originou da arma encontrada na cena do crime.

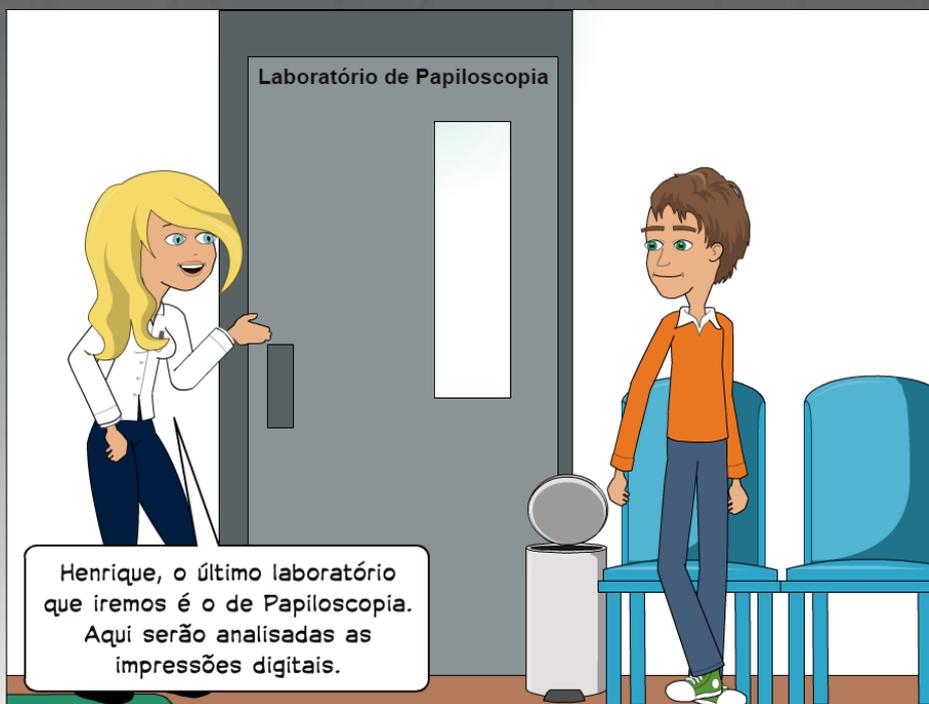
Bom Henrique, todas as técnicas e informações utilizadas estão relatadas aqui e deverão ser entregues a perita Carla. Até a próxima!

Pode deixar!
Até a próxima!



Laboratório de Papiloscopia

Henrique, o último laboratório que iremos é o de Papiloscopia. Aqui serão analisadas as impressões digitais.



Boa tarde, Ricardo! Hoje eu trouxe o perito estagiário Henrique para acompanhar a análise das impressões digitais.

Boa tarde Henrique!



Aqui estão os materiais coletados na cena do crime, como as fotos das pegadas e as impressões digitais coletadas no punho da arma.

Bom, então podemos começar as análises!



A Papioscopia é um método técnico-científico de identificação humana por meio de impressões papilares, ou seja, são reproduções dos desenhos encontrados nas papilas dérmicas das mãos e dos pés [3].

É um método comparativo entre uma impressão papilar de autoria desconhecida em relação a outra já conhecida [3].



Vamos começar analisando as fotos das pegadas reveladas pelo luminol.

Para isso, vamos compará-las com as impressões digitais plantares (dos pés) dos suspeitos do crime.



Impressões digitais plantares

Suspeitos:

Miguel



Soares



Daniel



Coletado na cena do crime:



Agora vamos comparar!

Impressões digitais plantares

Comparação entre digitais:

Cena do crime



Daniel

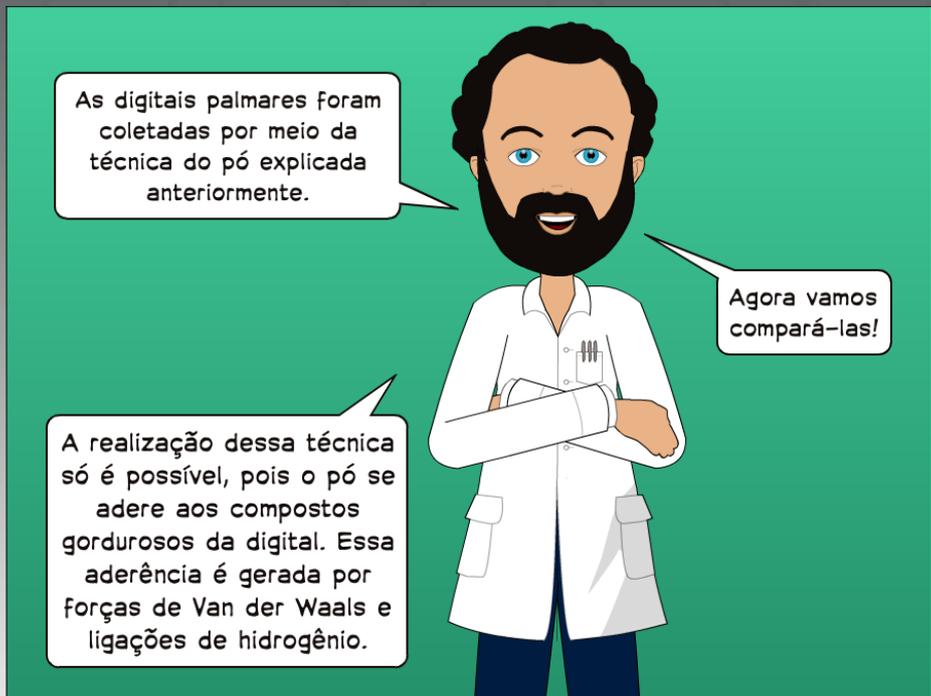


Bom, pelo o que podemos observar, as impressões plantares de Daniel são compatíveis com as pegadas coletadas na cena do crime.



Então foi comprovado que Daniel é o criminoso?

Ainda não! Antes precisamos analisar as digitais palmares coletadas do punho da arma.



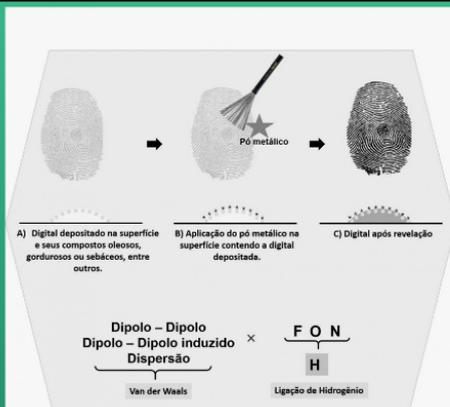
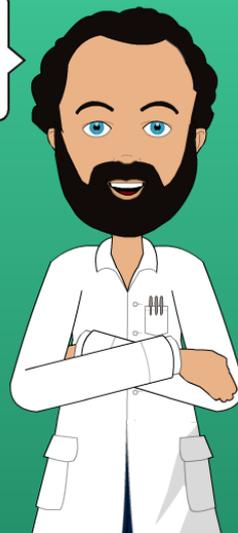
As digitais palmares foram coletadas por meio da técnica do pó explicada anteriormente.

Agora vamos compará-las!

A realização dessa técnica só é possível, pois o pó se adere aos compostos gordurosos da digital. Essa aderência é gerada por forças de Van der Waals e ligações de hidrogênio.

As forças de Van der Waals são as forças eletrostáticas e de intensidade fraca existente entre átomos e moléculas. São responsáveis em formar as interações entre átomos e moléculas que apresentam orbitais saturados, mas que não podem mais realizar ligações covalentes [10].

A ligação de hidrogênio é um tipo de interação intermolecular formada entre um átomo eletronegativo e um átomo de hidrogênio com um átomo altamente eletronegativo, geralmente Flúor, Oxigênio e Nitrogênio [10].



Impressões digitais palmares

Suspeitos:

Miguel



Soares



Daniel



Coletada na cena do crime:



Impressões digitais palmares

Cena
do crime



Miguel



Não compatíveis

Cena
do crime



Soares



Não compatíveis

Cena
do crime



Daniel



Compatíveis

Bom, através da comparação entre as digitais dos suspeitos com aquela coletada na cena do crime, percebe-se que as digitais palmares de Daniel também são compatíveis com as digitais coletadas no punho da arma.

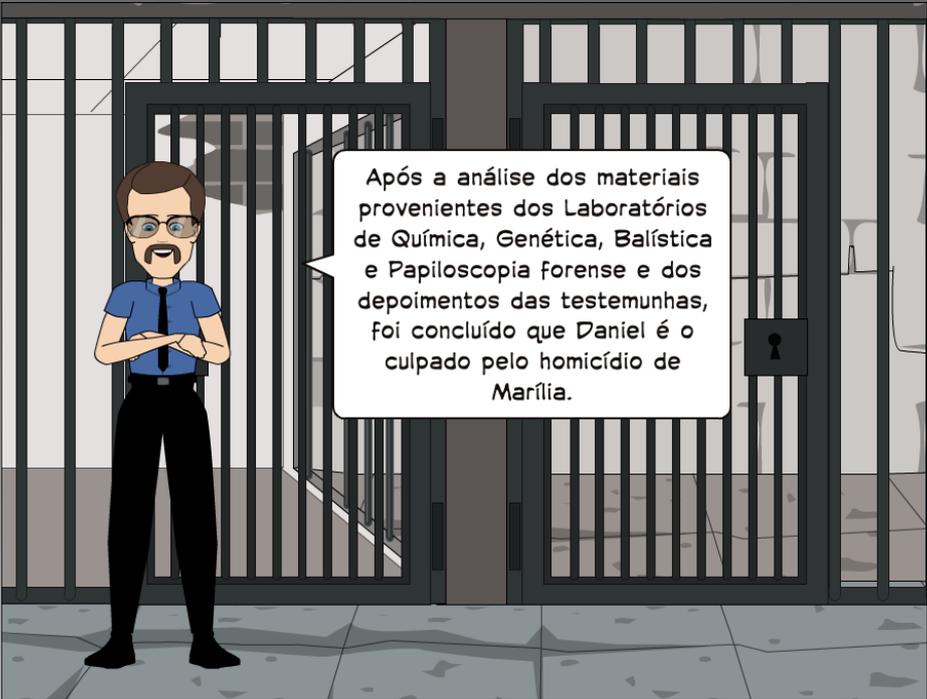
Agora que já fizemos as análises, podemos concluir que o Daniel estava na cena do crime. Alguma dúvida Henrique?

Não Ricardo,
muito obrigado
pela explicação!





Algumas horas
depois na delegacia
de polícia...



Após a análise dos materiais
provenientes dos Laboratórios
de Química, Genética, Balística
e Papiloscopia forense e dos
depoimentos das testemunhas,
foi concluído que Daniel é o
culpado pelo homicídio de
Marília.

É sempre importante lembrar que o feminicídio é crime. Só em 2019, 1.314 mulheres foram mortas vítimas de violência praticada pelos seus companheiros.

Por isso, se ficar sabendo de algum caso denuncie, ligue para o número 180!

Diga **NÃO** ao feminicídio!

Segundo o Atlas da Violência o estado do Espírito Santo, em 2017, apresentou a maior taxa de feminicídios da região Sudeste e a terceira maior do país.

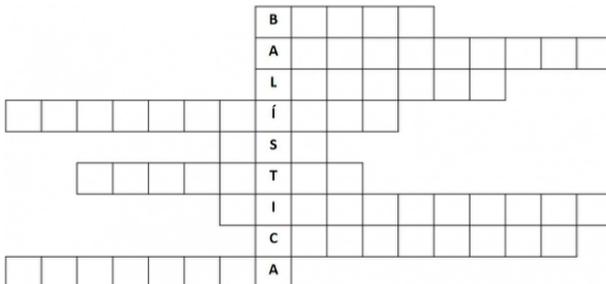


Continua no volume 3...



1. Complete a cruzadinha abaixo com palavras relacionadas à balística forense:

- 1) Um dos elementos químicos presente no GSR (resíduo de tiro).
- 2) Instrumento que utiliza a força expansiva dos gases resultantes da combustão da pólvora para expelir seus projéteis.
- 3) Substância, de fórmula molecular $C_8H_7O_2N_3$, que reage com ferro presente na hemoglobina do sangue e libera uma luz azulada fluorescente no escuro.
- 4) Termo usado para denominar assassinos de mulheres cometidos em razão do gênero, ou seja, quando a vítima é morta por ser mulher.
- 5) Abreviação da expressão resíduo de tiro, que do inglês significa Gunshot Residue.
- 6) Juntamente do estojo, da pólvora e espoleta, ele faz parte dos cartuchos de munições.
- 7) Instrumento utilizado para a obtenção de imagens ampliadas de um objeto.
- 8) Indivíduo que cometeu algum crime.
- 9) Componente dos cartuchos de munição que contém a mistura iniciadora.



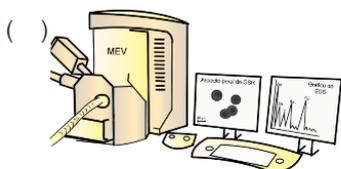
2. Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) em relação aos conceitos sobre balística forense.

- () O projétil é expelido através da combustão da pólvora.
- () Não é possível identificar a arma do crime por meio da análise dos projéteis, ou seja, realizando o teste microbalístico.
- () A técnica do luminol é utilizada para revelar manchas de sangue ocultas na cena do crime.
- () A primeira ação que deve ser realizada por um policial ao adentrar em uma cena de crime é o isolamento do local para manter todas as características reais.



3. Relacione as palavras a seguir com as imagens abaixo:

- (1) Arma de fogo
- (2) Digitais palmares
- (3) Cartucho de munição
- (4) Microscópio Eletrônico de Varredura



4. Encontre na caça palavras abaixo, as palavras:

- Luminol
- Digitais
- Perícia
- Arma de fogo
- Homicídio
- Forense
- GSR



L	U	M	I	N	O	L	A	O	I
T	K	Ç	P	I	D	H	F	C	L
V	K	S	V	B	N	O	L	Ç	E
P	E	R	Í	C	I	A	R	S	A
F	J	K	L	P	C	B	N	H	R
S	Z	X	C	G	U	I	A	D	M
H	J	K	L	P	O	T	U	I	A
S	G	H	J	C	B	A	I	G	D
C	X	E	R	A	I	O	U	I	E
Q	F	Y	N	M	L	O	P	T	F
U	F	O	R	E	N	S	E	A	O
E	F	T	V	B	L	I	O	I	G
A	Z	E	C	X	R	Ç	Y	S	O
G	S	R	O	P	A	T	B	O	P
H	O	M	I	C	Í	D	I	O	A

5. Complete a frase de acordo com seus conhecimentos sobre balística forense.

A arma de fogo utiliza a força expansiva dos _____ resultante da combustão da _____ para expelir seus _____. Elas são compostas, necessariamente, de um aparelho arremessador, carga de projeção e do _____, sendo que os dois últimos constituem o _____.

- a) gases - pólvora - projéteis - projétil - cartucho.
- b) resíduos - espoleta - projéteis - cartucho - projétil.
- c) gases - espoleta - resíduos - projétil - cartucho.
- d) resíduos - pólvora - projéteis - projétil - gás.
- e) gases - pólvora - resíduos - projétil - cartucho.

6. Relacione as colunas abaixo de acordo com os conhecimentos obtidos na história em quadrinhos Desvendando a cena do crime.

(1) GSR

(2) Mistura iniciadora

(3) Quimioluminescência

(4) Rodizonato de sódio

() Produção de luz por meio de uma reação química.

() Composta por estifinato de chumbo, nitrato de bário e trissulfeto de antimônio.

() Sólidos gerados pelo disparo da arma de fogo e encontramos os elementos chumbo (Pb), bário (Ba) e antimônio (Sb) em partículas esféricas ao analisá-los por meio da MEV/EDS.

() Substância que reage com o chumbo e o bário utilizada em um teste preliminar muito utilizado pela polícia técnica científica.



Você sabia???

Em 2017, foram contabilizados 65.602 homicídios.

Taxa de 31,6 por 100 habitantes. **MAIOR** taxa da história.

72,4% dos homicídios foram cometidos com arma de fogo.

O estado da Bahia, em 2017, foi o que teve o maior número de homicídios por arma de fogo, seguido por Pernambuco (4.478) e Rio de Janeiro (4.411).

Com o Estatuto do desarmamento houve uma redução de mortes (0,85% ao ano). Antes do Estatuto a porcentagem era de 5,44% ao ano, ou seja, observou-se uma redução de mortes com o Estatuto do desarmamento.

Entre 2007 e 2017: 53,8% dos homicídios de mulheres foram por arma de fogo.

4.936 mulheres foram assassinadas em 2017, **MAIOR** número nos últimos 10 anos.

Entre 2012 e 2017: homicídios cresceram 17,1% dentro de casa. Sendo um crescimento de 28,7%.



Glossário

Arma de fogo: artefato que arremessa projéteis utilizando a força expansiva dos gases gerados a partir da queima do propelente.

Cartucho: munição propriamente dita composta pela carga de projeção e projétil.

DNA: ácido desoxirribonucleico (do inglês *deoxyribonucleic acid*) responsável por armazenar as informações genéticas de grande parte dos seres vivos apresentando formato de uma dupla-hélice encontrado no núcleo da células, mitocôndrias e cloroplastos nos organismos dos eucarióticos.

EDS: Energia Dispersiva de Raio-X.

Espoleta: Região interna do cartucho onde encontra-se a mistura iniciadora.

Estado excitado: estado energético mais elevado de um elétron.

Estado fundamental: estado energético de menor energia de um elétron.

Estojo: componente externo inerte do cartucho.

Falso-positivo: resultado positivo para determinado elemento presente na amostra que pode ser proveniente de outra fonte ou de contaminação.

Feminicídio: crime baseado no gênero, sendo conhecido como assassinato de mulheres que sofrem violência doméstica ou devido a aversão ao gênero da vítima.

Fita de carbono: fita dupla face de carbono utilizada com objetivo de aterrar a carga elétrica que amostras isolantes tendem a acumular do feixe primário do MEV.

Gunshot Residue (GSR): resíduos sólidos provenientes do disparo de arma de fogo.

Hemoglobina: proteína metálica (metaloproteína) que contém ferro presente no interior das células do sangue denominadas de hemácias (glóbulos vermelhos).

Homicídio: ato de uma pessoa tirar a vida de outra.

Impressão digital: desenho formado pelas elevações da pele (papilas) podendo ter formato de arco, presilha e verticilo, presente nos dedos, sendo única para cada indivíduo.



Glossário

Jaleco: equipamento de proteção individual fabricada, normalmente, de tecido branco utilizado por químicos, médicos, enfermeiros, cientistas e demais profissionais do ramo.

Luminol: substância que emite luminosidade no escuro quando reage com o ferro presente na hemoglobina do sangue.

MEV: Microscópio Eletrônico de Varredura.

Mistura iniciadora: carga de inflamação composta basicamente de estifinato de chumbo, nitrato de bário e trissulfeto de antimônio.

Papilas dérmicas: parte em relevo na superfície da segunda camada da pele (dérmis) composta por fibroblastos (constituente do tecido conjuntivo) especializados localizados na base do folículo.

Projétil: popularmente conhecido com "bala", parte da munição que é lançada após a queima da mistura iniciadora e da pólvora.

Pólvora: substância propelente elaborada a base de nitrocelulose, $[C_6H_7(NO_2)_3O_5]_n$, e nitroglicerina, $C_3H_5N_3O_9$.

Quimiluminescência: reação química que produz luminosidade aos elétrons retornarem do estado excitado ao fundamental ou menos excitado.

Vestígios: sinal, marca ou objeto que possa ter relação com o fato investigado.



Referências

[1] BITENCOURT, C. R. **Tratado de Direito Penal**, Parte Especial 5, 2ª Edição, Editora Saraiva – 2008.

[2] VANINI, G. **Análise de Resíduos de Disparos de Armas de Fogo usando ICP OES: desenvolvimento de uma nova metodologia analítica**. 2014. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Química, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

[3] YOSHIDA, R. L.; BRUNI, A. T.; VELHO, J. A. Análise de vestígios latentes em locais de crimes. In: BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. de. **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da química que soluciona crimes**. Campinas: Millennium, 2012. Cap. 17. p. 2-358.

[4] VASCONCELLOS, F. A. de; PAULA, W. X. de. Aplicação forense do luminol - uma revisão. **Revista Criminalística e Medicina Legal**, Minas Gerais, v. 1, n. 2, p. 28-36, 2017.

[5] VIDOTTO, A.; QUEIROZ, P. R. **Técnica de quimiluminescência em manchas de sangue: o uso do luminol para sua identificação**. 2013. Disponível em: <http://www.cpgls.pucgoias.edu.br/6mostra/artigos/SAUDE/ANANZA%20VIDOTTO%20E%20%20PAULO%20ROBERTO%20QUEIR OZ.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2020.

[6] MARTINY, Andrea; PINTO, André Luiz. **Aplicação da Microscopia Eletrônica de Varredura à Análise de Resíduos de Tiro**. 2008. Disponível em: http://rmct.ime.eb.br/arquivos/RMCT_3_quad_2008/aplic_microscop_elet_resid_tiro.pdf. Acesso em: 03 ago. 2020.

[7] COSTA, R. A. et al. Gunshot residues (GSR) analysis of clean range ammunition using SEM/EDX, colorimetric test and ICP-MS: A comparative approach between the analytical techniques. **Microchemical Journal**, v. 129, p. 339-347, 2016.

[8] COSTA, R. **Análise de resíduo de disparo de armas de fogo utilizando ICP-MS: caracterização de munições limpas**. 2016. 84 f. Dissertação (Mestrado) Curso de Química, Química, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

[9] TOCCHETTO, D. **Balística Forense: Aspectos técnicos e jurídicos**. Millennium ed. Campinas: 2013.

[10] OLIVEIRA, B. G.; ARAÚJO, R. C. M. U. SAPT: ligação de hidrogênio ou interação de van der waals?. **Química Nova**, v. 35, n. 10, p. 2002-2012, 2012. FapUNIFESP (SciELO).



Gabarito

- 1)
 1- Bário
 2- Arma de fogo
 3- Luminol
 4- Femicídio
 5- GSR
 6- Projétil
 7- Microscópio
 8- Criminoso
 9- Espoleta

2) V-F-V-V

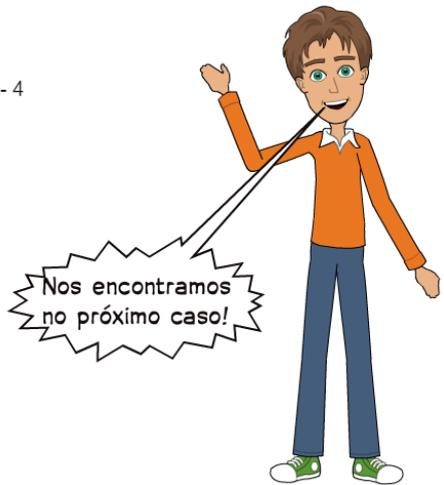
3) 4-3-2-1

4)

L	U	M	I	N	O	L	A	O	I
T	K	Ç	P	I	D	H	F	C	L
V	K	S	V	B	N	O	L	Ç	E
P	E	R	I	C	I	A	R	S	A
F	J	K	L	P	C	B	N	H	R
S	Z	X	C	G	U	I	A	D	M
H	J	K	L	P	O	T	U	I	G
S	G	H	J	C	B	A	I	I	G
C	X	E	R	A	I	O	U	I	T
Q	F	Y	N	M	L	O	P	A	E
U	F	O	R	E	N	S	E	I	F
E	F	T	V	B	L	I	O	S	O
A	Z	E	C	X	R	Ç	Y	S	G
G	S	R	O	P	A	T	B	O	P
H	O	M	I	C	I	D	I	O	A

5) A

6) 3 - 2 - 1 - 4



O segundo volume da coletânea de livros de Química forense titulado em **“Desvendando a cena do crime”** é fruto de um projeto de Iniciação Científica do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) – Campus Vila Velha (Edital 04/2019 - Pibic-Jr) em parceria com o Grupo de Estudos em Microscopia (GEM - <http://gem-micro.com.br>) do Ifes campus Vila Velha e do Laboratório de Petroleômica e Forense (<http://petroforense.ufes.br>) vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Espírito Santo. Esta história em quadrinhos retrata assuntos importantes para a sociedade, como por exemplo, o feminicídio. Foram abordados esclarecimentos sobre a preservação de uma cena de um crime para a investigação dos possíveis vestígios. Além disso, conceitos e definições sobre Balística Forense, abordando análise do projétil e resíduos de disparos de armas de fogo foram desenvolvidos utilizando técnicas como confronto balístico, teste colorimétrico, e a microscopia eletrônica de varredura acoplado ao espectrômetro de raios X por dispersão de energia – MEV/EDS. Adicionalmente, o livro trata do estudo de outros vestígios encontrados na cena do crime como impressão digital, sangue e pegadas, onde para isso, é abordado técnicas como acervo fotográfico, técnica do pó, e a reação de Quimioluminescência utilizando o luminol. Essa coletânea, portanto, aborda temas e conceitos que demonstram a importância da difusão das ciências forenses como produto educacional para a área de ensino, pesquisa e extensão.

REALIZAÇÃO



LABORATÓRIO DE
**PETROLEÔMICA
E FORENSE**



APOIO



ISBN: 978-65-00-07453-6

