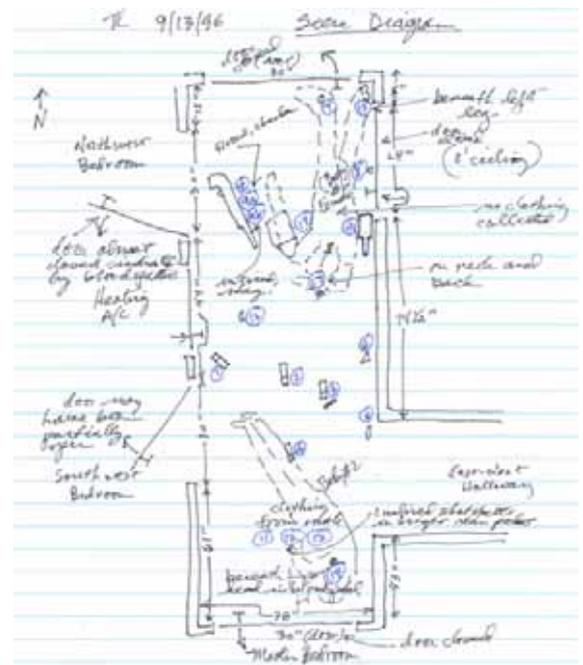


Ciência Forense:

Manchas de sangue

Introdução

Crimes bárbaros infelizmente acontecem todos os dias. Muitos se impressionam, tanto no cinema como na vida real, quando vêem o sangue da vítima. Há quem até desmaie. Cenas de crimes realizados com faca, arma de fogo e outras são muito traumatizantes. Mas o perito, por mais estranho que possa parecer, está acostumado com isto, e um de seus objetivos na análise da cena do crime é achar evidência de sangue. As técnicas de investigação com recursos científicos remontam ao século I, quando o romano Quintiliano descobriu que um homem assassinou a própria mãe depois de analisar vestígios de sangue nas mãos do culpado. De lá para cá os avanços no conhecimento científico deram suporte às investigações das mais diversas evidências.



Para fins de ilustração, na imagem acima, à esquerda, temos uma cena não muito agradável, confesso, mas, infelizmente, retrata a realidade do mundo em que vivemos. A imagem mostra dois corpos e diversos cartuchos de arma de fogo deflagrados, além de manchas de sangue na parede. Já à direita temos o diagrama de um perito que tem por objetivo destacar e relacionar as evidências da cena do crime, a fim de entender como tudo aconteceu.

Existem situações em que a mancha de sangue é evidente. Localiza-se, por exemplo, próximo ao corpo alvejado por um disparo de arma de fogo. Contudo, há casos em que a mancha não é explícita. Existe a possibilidade, também, de que o criminoso limpe a cena do crime. Como detectar rastros de sangue, se estes não são visíveis a olho nu?

Este segundo artigo da série sobre Ciência Forense irá versar sobre algumas técnicas de identificação de sangue, bem como a ciência envolvida nos procedimentos. A técnica com luminol terá destaque, sendo explorada em um capítulo à parte que irá tratar sobre a análise de um fenômeno muito bonito da química: a quimiluminescência. Boa leitura!

O sangue

Sendo responsável por cerca de 8 % em média da massa corporal humana, o sangue pode ser descrito como uma mistura de vários componentes, dentre eles destacam-se as células, proteínas, substâncias inorgânicas (sais) e água. Cerca de 55 % (em volume) do sangue é o que denominamos de plasma – constituído principalmente por água e sais dissolvidos. A maioria do material sólido são células, como os glóbulos vermelhos (eritrócitos) e os brancos (leucócitos) com funções específicas em nosso organismo.

O sangue tem inúmeras funções. Dentre tantas, podemos destacar o transporte dos gases oxigênio e dióxido de carbono pelo nosso corpo. Ele media a troca de substâncias entre órgãos e transporta os produtos metabólicos. O sangue também distribui hormônios ao longo do organismo.

A homeóstase também é função do sangue. A manutenção da temperatura corporal é realizada com sua ajuda, pois o calor é 'transportado' pelo sangue. Além disto, o balanço ácido-base é regulado por ele em combinação com os pulmões, fígado e rins. Há também a defesa contra agentes patogênicos e autoproteção, fenômeno conhecido como coagulação e que evita a perda excessiva do fluido vital.

Como o sangue permeia todo nosso corpo, quando ocorrem avarias, por menor que sejam, ele tende a sair. A forma como este sai depende de como a lesão foi produzida. Na **Figura 1** temos alguns exemplos de tipos de manchas de sangue. Cada uma está associada, *a priori*, com um tipo de ferimento. Há também casos em que o sangue não é visível, seja pelas condições do ambiente ou pela tentativa de encobrir as evidências.



Figura 1 - Tipos de manchas de sangue. Gotejada (esquerda), Transferida (centro) e Projetada (direita).

O estudo das manchas de sangue para fins forenses faz parte da Serologia. Este é o termo usado para descrever a prática de uma gama de testes de laboratórios que usam reações de soro de sangue e demais fluidos corporais. Tipo sanguíneo, caracterização de manchas como sendo de sangue, teste de paternidade, identificação do sêmen em casos de estupro e exames de DNA são apenas alguns exemplos dos casos que a serologia abrange. Neste artigo estaremos analisando apenas algumas técnicas de uma vasta gama de testes.

Fenômenos com emissão de luz

Antes de se analisar as técnicas na detecção e caracterização de sangue, julgo importante observar com atenção as diferenças que existem entre os fenômenos com emissão de luz. Mais adiante iremos tratar do fenômeno da quimiluminescência e creio ser fecundo destacar as diferenças existentes entre as várias formas de emissão. Na **Figura 2** temos um esquema de classificação destes fenômenos. Não é objetivo aqui fazer uma discussão prolongada sobre as manifestações em questão, contudo, de maneira sintética, se fará alguns comentários a fim de diferenciá-los conceitualmente.

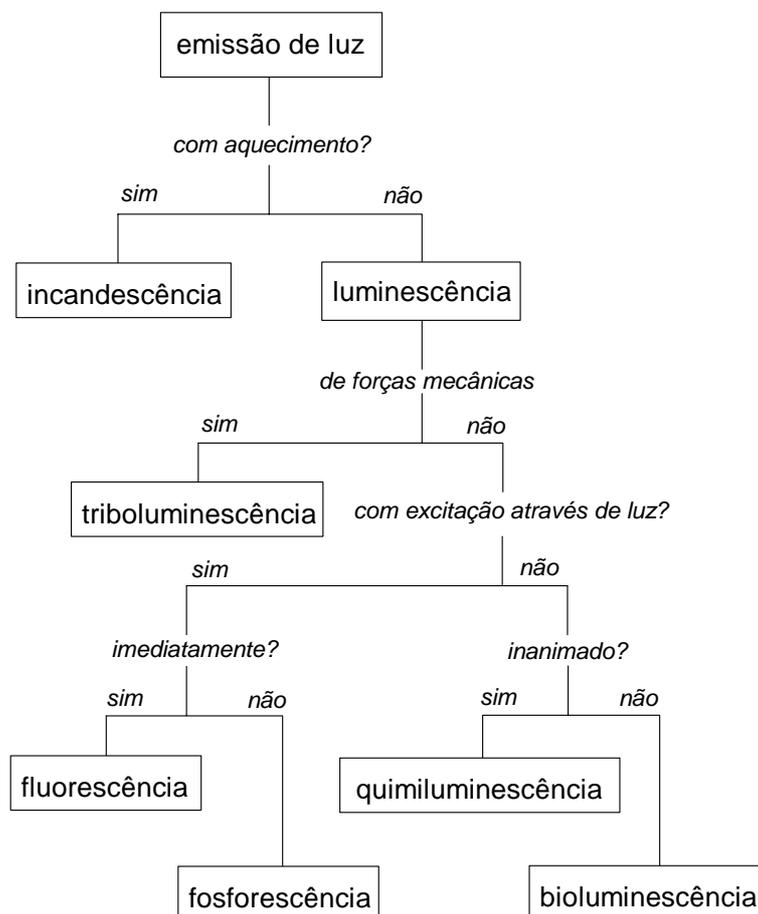


Figura 2 – Possíveis comportamentos assumidos por átomos ou moléculas após excitação eletrônica. Adaptado de O'HARA, ENGELSON e PETER, 2005.

O fenômeno da incandescência ocorre nas famosas lâmpadas incandescentes. Ele se baseia no aquecimento de um material até que o mesmo comece a emitir luz. Uma corrente elétrica posta em contato com um filamento de tungstênio, por exemplo, pode ser considerado um sistema que emite luz por incandescência. Este processo emite muito calor e um pouco de luz. Cerca de 90 a 96 % da energia emitida por uma lâmpada incandescente está na forma de calor. Já os 4 a 10 % restantes estão na forma de luz, a qual se utiliza para iluminar os ambientes.

A luminescência, ou também conhecida como 'luz fria', é a classificação mais genérica das formas de emissão de luz que não sejam provenientes de incandescência. A triboluminescência é um tipo de luminescência que é gerada pelo choque mecânico ou tensão aplicada em certos sistemas cristalinos altamente ordenados. As razões para que certos materiais tenham esta característica e outros não ainda é motivo de controvérsia na comunidade científica e não é objetivo aqui se fazer uma análise mais aprofundada a respeito deste fenômeno.

A fluorescência é o fenômeno que ocorre nos fogos de artifício. Quando os átomos de um determinado material são excitados, os elétrons são promovidos a níveis de energia mais elevados. Quando a fonte de excitação é retirada, os elétrons voltam ao estado de energia original e, ao fazer isto, emitem um fóton de energia igual à absorvida no processo de promoção.

A fosforescência assemelha-se com a fluorescência. Os elétrons também são promovidos para níveis mais energéticos. O diferencial está no processo de volta ao estado inicial. Enquanto na fluorescência o processo ocorre quase que instantaneamente, na fosforescência a volta ocorre em um tempo maior. Os elétrons não retornam imediatamente para o nível original, mas fazem 'escalas' nos níveis intermediários entre os estados inicial e final. Esta demora pode ser de alguns microssegundos ou até muitos minutos. Exemplo de fosforescência está em alguns interruptores elétricos que possuem sais com átomos que exibem este comportamento. Também está presente nas telas de televisões e computadores, ajudando no processo de formação da imagem.

A quimiluminescência caracteriza-se pela emissão de luz através de uma reação química. A técnica de caracterização de sangue com luminol é um exemplo de processo quimiluminescente. Quando este tipo de reação ocorre em seres vivos, temos a bioluminescência. Exemplo deste tipo de reação é a que ocorre nos fotócitos – células especializadas em reações de emissão de luz como produto – do vaga-lume (veja **Figura 3**).

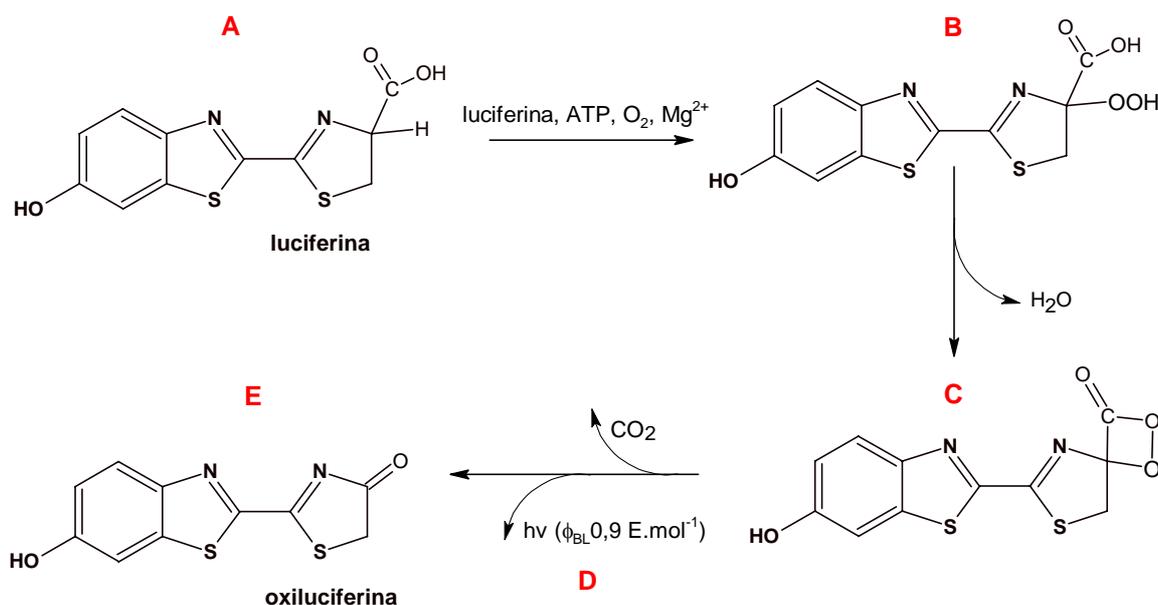


Figura 3 - Mecanismo de bioluminescência nos vaga-lumes.

Nesse mecanismo do vaga-lume ocorre a oxidação da luciferina (A) pelo oxigênio molecular, reação esta catalisada pela enzima luciferase, gerando a oxiluciferina (E) mais a luz que é observada por nós (D). Este mecanismo apresenta um alto rendimento quântico de bioluminescência (em torno de $0,9 \text{ E.mol}^{-1}$), sendo que esta energia produzida pelo inseto é comumente chamada de "luz fria" devido ao seu alto rendimento. É interessante destacar que 90 a 96% da energia produzida é convertida em luz, e somente 4 a 10% é convertida em calor: o inverso de uma lâmpada incandescente!

Esquemáticamente, uma reação quimiluminescente pode ser pensada como o inverso de uma reação fotoquímica. Nesta última, uma determinada substância, ao absorver um fóton, atinge um estado eletrônico excitado e, através de uma reação química, forma-se um produto no estado eletrônico fundamental. Já em uma reação quimiluminescente, ocorre uma reação química, que leva à produção de uma substância no estado eletrônico excitado, que, pelo decaimento para o estado eletrônico fundamental, emite luz.

Para reações extremamente exotérmicas e nas quais a geometria do estado eletrônico excitado do(s) produto(s) é parecida com a geometria do(s) reagente(s), a energia livre de ativação da reação conduz ao estado eletronicamente excitado que pode ser menor do que aquela que leva ao estado eletrônico fundamental.

Identificação de manchas de sangue

Quando uma mancha de sangue chega ao laboratório forense, a mesma é sujeita a testes muito sensíveis, porém pouco específicos, a fim de determinar se ela é de sangue ou não. A este tipo de análise se dá o nome de teste de presunção.

Exames presuntivos de sangue são geralmente catalíticos, envolvem o uso de agente oxidante, como o peróxido de hidrogênio [H₂O_{2(aq)}] e um indicador que muda de cor (ou luminescente) e que sinaliza a oxidação catalisada pela hemoglobina como se fosse uma enzima peroxidase. Este comportamento de peroxidase da hemoglobina foi descoberto em 1863 pelo cientista alemão Schönbein. De lá para cá inúmeros testes de presunção foram elaborados. Do total de reagentes que existem, apenas um pequeno número tem interesse prático no campo da ciência forense. Os reagentes aqui discutidos serão: Reagente de Kastle-Meyer, reagente de benzidina e luminol.

Reagente de Kastle-Meyer

O reagente de Kastle-Meyer é constituído por uma mistura de substâncias. Um exemplo de proporção seria 0,1 g de fenolftaleína, 2,0 g de hidróxido de sódio (sob forma de *pellet*), 2,0 g de pó de zinco metálico e 10 mL de água destilada. Na **Figura 4** temos as reações que ocorrem tanto no processo de produção do reagente como nas que ocorrem quando ele é aplicado na suposta mancha de sangue.

Para realizar o procedimento de detecção, macera-se a mancha ou a crosta com 1 mL de água destilada ou hidróxido de amônio concentrado. Após, seleciona-se duas gotas do macerado e, após colocá-las em um tubo de ensaio, misturam-se duas gotas do reagente. Enfim, adicionam-se à solução duas gotas de peróxido de hidrogênio a 5%.

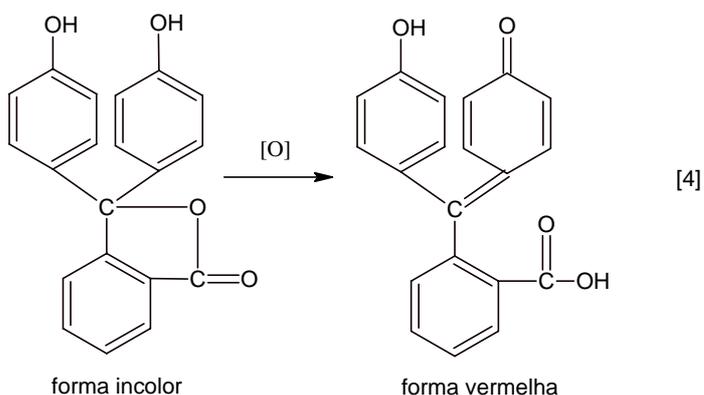
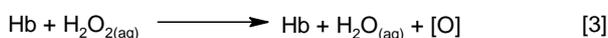
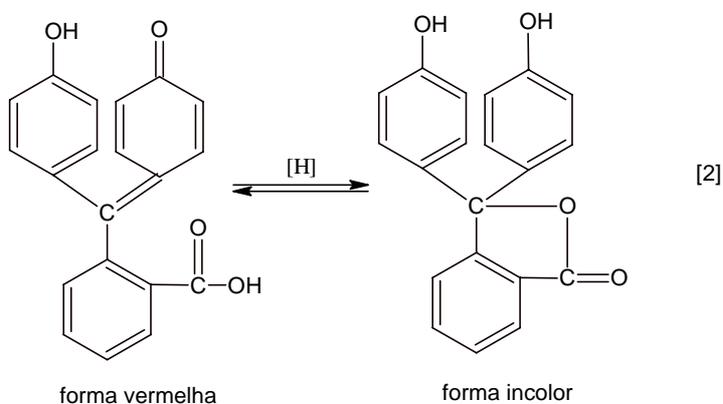


Figura 4 - Reações referentes ao reagente de Kastle-Meyer.

Na figura anterior [Figura 4], em [1], temos a reação entre o pó de zinco e o hidróxido de sódio. O produto de interesse é o hidrogênio nascente, que garantirá a forma incolor da fenolfatelaína [2]. Se a amostra for de sangue, esta terá, necessariamente, hemoglobina, a qual possui a característica de decompor o peróxido de hidrogênio (comportamento de peroxidase) em água e oxigênio nascente [3]. Então, este oxigênio promoverá a forma colorida da fenolfatelaína, evidenciando ao perito que a amostra pode conter sangue.

A molécula de hemoglobina está presente nos eritrócitos (glóbulos vermelhos) e carrega consigo complexos inorgânicos, tendo como átomo central um íon de ferro, complexo este denominado "Heme" (veja Figura 5).

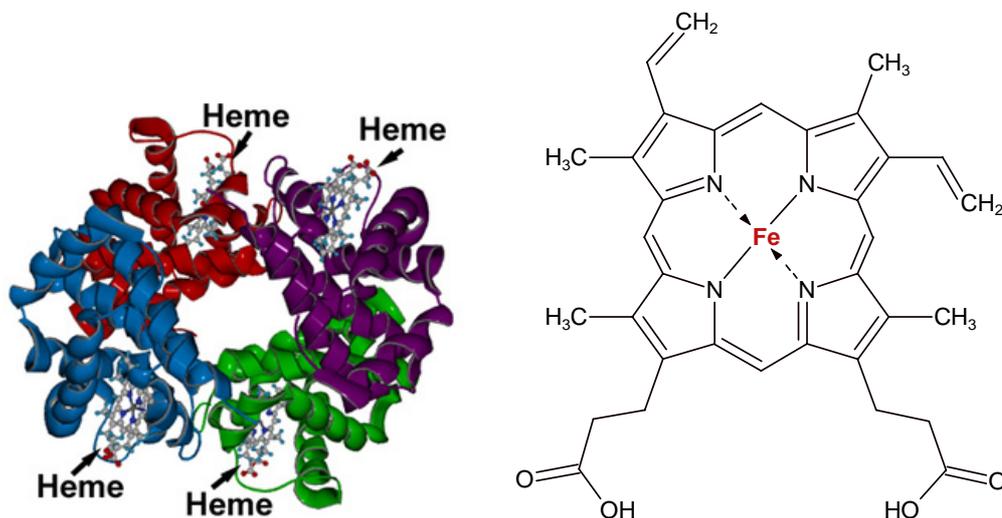


Figura 5 – Representação da (esquerda) hemoglobina e (direita) complexo 'heme'.

Diferentemente da mioglobina, que também exerce papel no transporte de oxigênio e possui apenas um grupo 'heme', a hemoglobina possui quatro grupos. Este complexo irá ser responsável pela fixação e transporte do oxigênio, uma vez que ele está ligado à estrutura protéica da hemoglobina e esta, por sua vez, promove a movimentação de toda a estrutura. Cada hemoglobina carrega quatro moléculas de gás oxigênio por vez, visto que existem quatro complexos "hemes" ligadas a ela. A ligação do complexo com o oxigênio é fraca e instável, dependendo de uma série de fatores, como pH, temperatura e pressão parcial dos gases dissolvidos no sangue. É neste sítio ativo com íon ferro que ocorre a decomposição do peróxido de hidrogênio.

Causas de erro no método incluem a presença de sais de ferro, cobre, suco gástrico ou qualquer outra substância capaz de decompor a molécula de H₂O₂ em água e oxigênio. A sensibilidade deste reagente é de 1/1.000.000.

Reagente de Benzidina

O reagente de benzidina, também conhecido como Adler-Ascarelli, é também uma mistura de substâncias. Uma proporção possível seria 0,16 g de benzidina cristalizada, 4 mL de ácido acético glacial e 4 mL de peróxido de hidrogênio de 3 a 5 %.

O procedimento para produzi-lo consiste em macerar a mancha de sangue em 1 mL de água destilada ou em ácido acético glacial. Após, separa-se duas gotas do macedado e adicionam-se a estas, em um tubo de ensaio, duas gotas do reagente recentemente preparado.

Da mesma forma que o reagente de Kastle-Meyer, o reagente de benzidina baseia-se na catálise da decomposição do peróxido de hidrogênio em água e oxigênio pela hemoglobina presente no sangue. O oxigênio formado irá oxidar a benzidina, alterando-lhe sua estrutura, fenômeno que é perceptível, sob o ponto de vista experimental, com o aparecimento da coloração azul da solução (Figura 6).

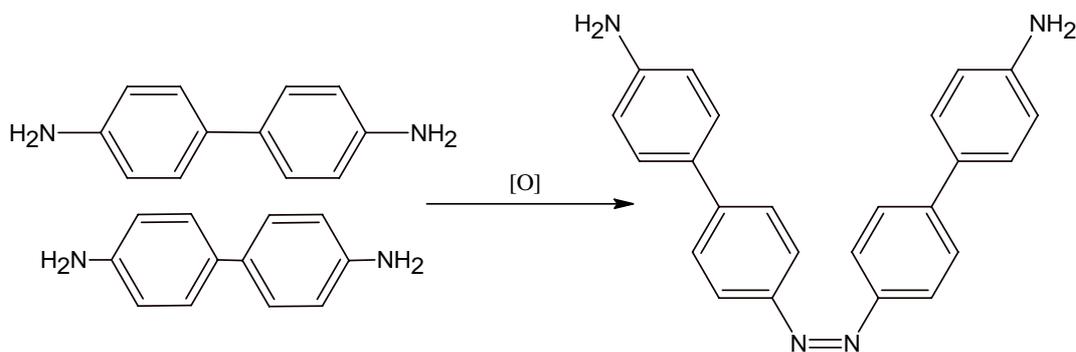


Figura 6 - Reagente de Benzidina e o produto de coloração azul.

Por se tratar de um reagente que se decompõe rapidamente em solução, recomenda-se que a preparação do mesmo seja feita no momento em que ele será usado. Sugere-se o teste com sangue diluído (ensaio positivo) e água destilada (ensaio negativo). A sensibilidade deste reagente é de 1/2.000.000.

Luminol

Este é clássico nos seriados de investigação científica e também na vida real. O 5-amino-2,3-di-hidro-1,4-ftalazinadiona, mais conhecido por luminol, é um composto que, sob determinadas condições, pode fazer parte de uma reação quimiluminescente. Uma das formas de obtê-lo é a partir do ácido 3-nitroftálico, conforme mostra a **Figura 7**.

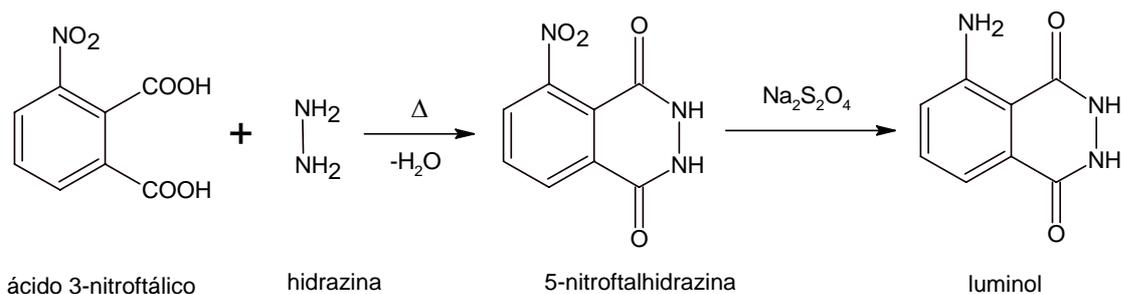


Figura 7 - Síntese do Luminol.

Na cena do crime nem sempre há evidências visíveis de sangue. Alguém poderia, por exemplo, limpar o local, a fim de encobrir o acontecido. Porém, para a sorte nossa e dos peritos, o luminol reage com quantidades muito diminutas de sangue. Sua sensibilidade pode chegar aos impressionantes 1/1.000.000.000, mesmo em locais com azulejos, pisos cerâmicos ou de madeira, os quais tenham sido lavados. A eficácia do produto é tão grande que é possível a detecção de sangue mesmo que já tenham se passado seis anos da ocorrência do crime. A reação química produzida não afeta a cadeia de DNA, permitindo o reconhecimento dos criminosos ou das vítimas. Por isto, ele é recomendado para locais onde há suspeita de homicídio e superfícies que, aparentemente, não exibem traços de sangue (veja **Figura 8**).

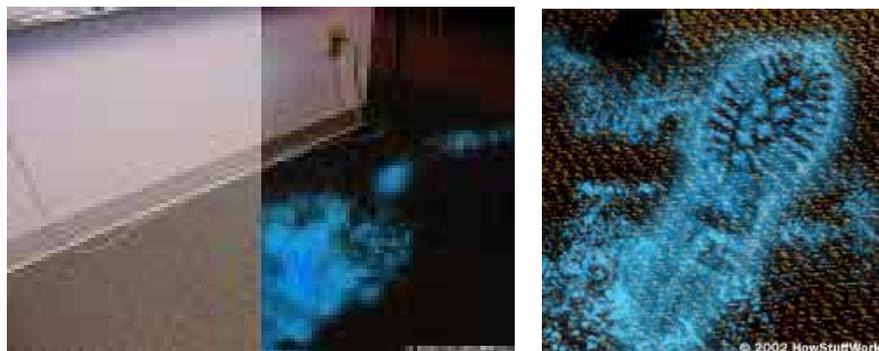


Figura 8 - Exemplo de um ambiente sem e com luminol (esquerda) e as marcas de um calçado realçadas pela quimiluminescência do luminol [fonte: HowStuffWorks].

A reação de luminol com peróxido de hidrogênio em água necessita de um catalisador redox. Uma grande variedade de metais de transição pode ser usada para este fim. No caso do teste para a presença de sangue, este catalisador é o íon do elemento ferro que está presente nos grupos 'heme' da hemoglobina.

Esse catalisador oxida o luminol [1] (veja **Figura 9**) em diazoquinona [2], a qual sofre ataque pelo ânion de peróxido de hidrogênio, formando o endo-peróxido [3]. Este último perde nitrogênio (uma molécula muito estável) e forma o diânion do ácido 3-aminoftálico no estado excitado [4], o qual decai para o estado fundamental [5], processo acompanhado pela emissão de radiação por fluorescência do 3-aminoftalato com comprimento de onda de aproximadamente 431 nm.

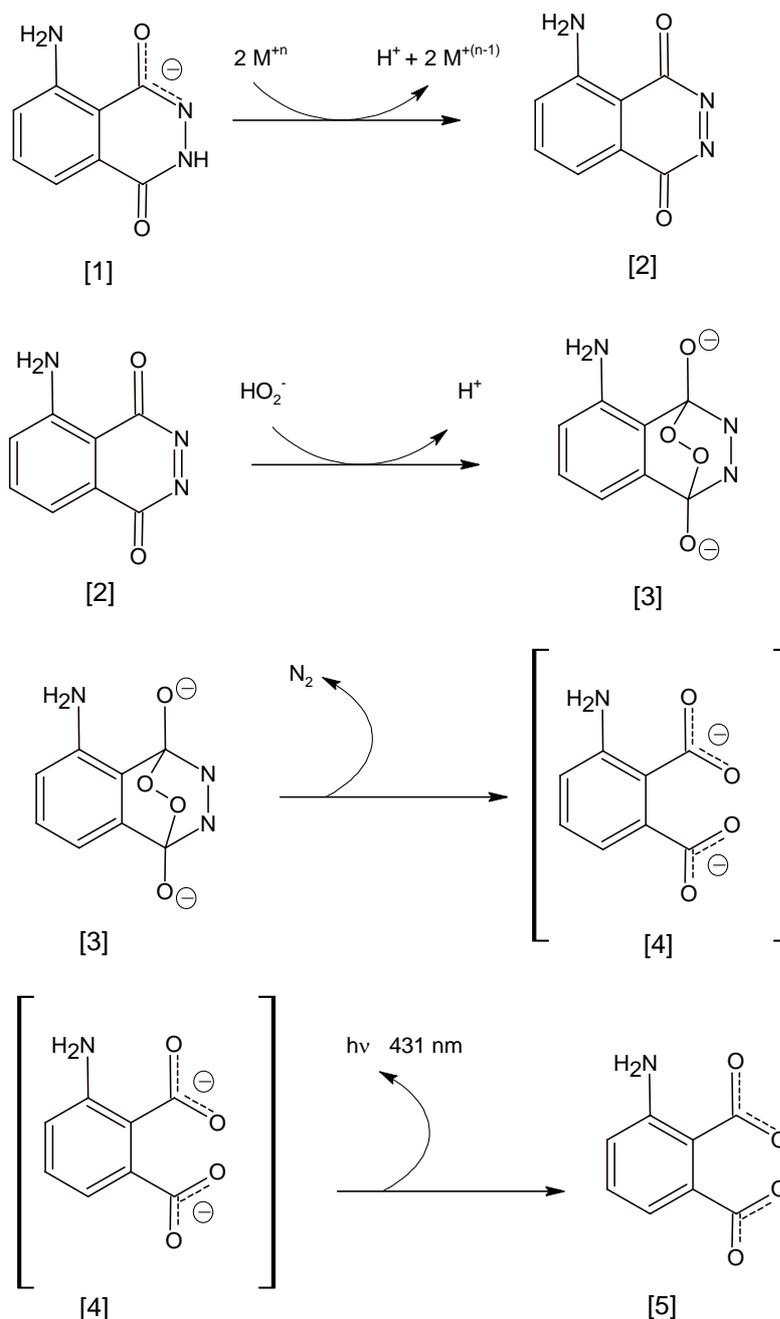


Figura 9 - Mecanismo esquemático da oxidação de luminol por peróxido de hidrogênio em meio aquoso, catalisado por metais de transição (M^{n+}).

Nós humanos percebemos as cores da radiação eletromagnética pela visão se esta estiver na estrita faixa de comprimento de onda que vai de 400 a 700 nm, aproximadamente (veja **Figura 10**). Uma rápida olhada no espectro eletromagnético nos mostra que a cor da luz emitida pelo processo de quimiluminescência do luminol através da oxidação com peróxido de hidrogênio é azul. Esta cor pode variar dependendo de qual

agente oxidante se utiliza. Por exemplo, usando-se dimetilsulfóxido ao invés de peróxido de hidrogênio, o comprimento de onda da luz emitida será de 502 nm, o qual está associado à cor verde.

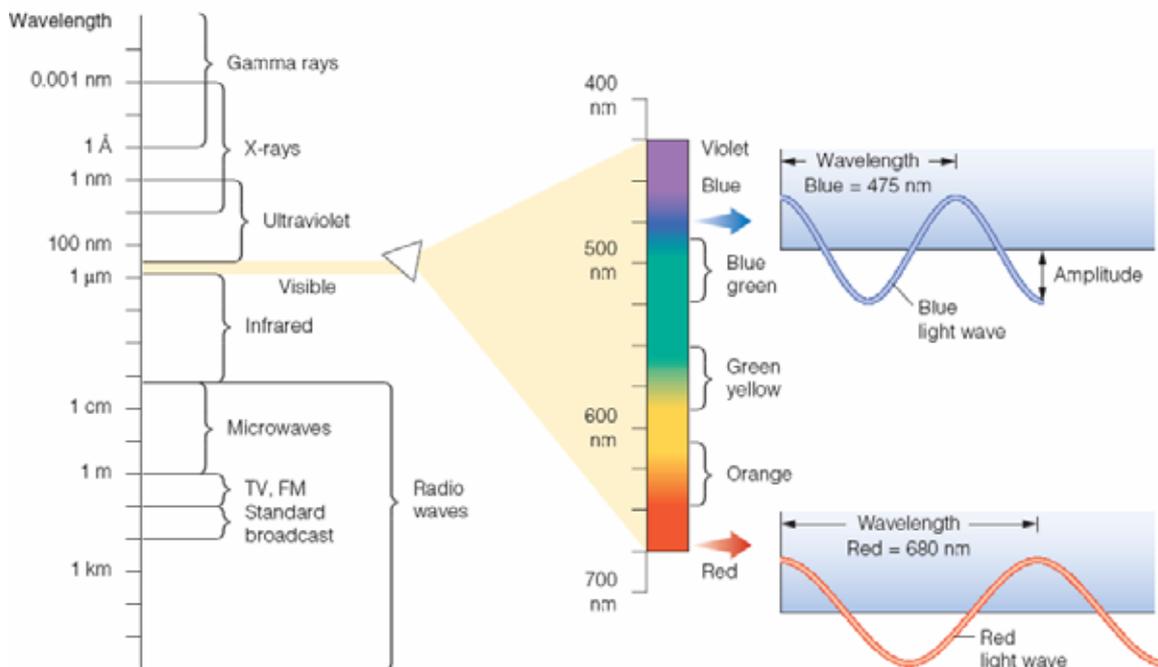


Figura 10 – O Espectro Eletromagnético [fonte: NAIRNE, 2004]

Estão enganados aqueles que acham que todos os peritos brasileiros estão munidos desses materiais. “Se na época do assassinato do jornalista Tim Lopes a polícia brasileira já utilizasse o Luminol, o trabalho dos peritos seria facilitado para descobrir o local do crime e fazer o reconhecimento do corpo da vítima”, afirmou Cláudio Lopes, coordenador do projeto de síntese do luminol na UFRJ em uma reportagem no site da mesma universidade.

Mesmo países ditos ‘desenvolvidos’ também não possuem a sua disposição toda a tecnologia que vemos na televisão e cinema. E o que mais preocupa é que os bandidos, assassinos e demais ‘pedras no sapato’ da sociedade também se especializam e elaboram estratégias para evitar evidências.

Ao revelar a minúcia da ação dos peritos nos programas de ficção, dá-se inspiração e conhecimento aos criminosos reais, que passam a se prevenir e terem cuidado para não deixarem evidências que os incriminem. Suzanne, filha do casal Richthofen, morto no dia 30 de outubro de 2002 em São Paulo, por exemplo, instruiu os assassinos de seus pais a usarem meias-calças na cabeça, na cena do crime, para evitar a queda de fios de cabelo.

Outro caso que marcou a comunidade forense e a população em geral foi o julgamento do ex-jogador de futebol americano O. J. Simpson (veja **Figura 11**). Havia uma acusação contra ele de duplo homicídio, após a descoberta dos corpos de Nicole Simpson e Ron Goldman, sua ex-mulher e amigo, respectivamente. O julgamento durou 372 dias. Segundo algumas fontes, a palavra ‘sangue’ foi dita quinze mil vezes no julgamento. E foi justamente esta evidência que acabou decidindo o caso.

A polícia encontrou uma cena de crime com muitas provas latentes: muito sangue, peças de vestuário, pegadas e uma trilha de sangue que revelava o caminho seguido pelo criminoso(a). Seguindo estas pistas, os policiais chegaram à casa do ex-marido de Nicole, O. J. Simpson, obtendo no local mais evidências: manchas de sangue em seu carro, nas suas meias e no chão do jardim. Exames de DNA comprovaram que esse sangue era das vítimas. Assim, a promotoria acreditava ter nas mãos um caso que não poderia ser contestado. Mas foi surpreendida pela estratégia dos advogados de defesa: o questionamento das provas. As câmeras de televisão flagraram um perito da polícia



coletando amostras sem luvas, policiais manipulando evidências sem trocar as luvas e muitas pessoas circulando na cena do crime, a qual não tinha sido bem isolada. Além disso, as evidências foram coletadas sem identificação e registro prévios, as amostras foram conservadas e empacotadas sem a devida separação e, o mais grave: a coleta foi feita por apenas uma pessoa, sem testemunhas. Finalmente, os advogados provaram que o laboratório criminal da polícia de Los Angeles não cumpriu padrões mínimos de manuseio, preservação e separação das evidências.



Figura 11 – Em destaque o ex-jogador de futebol americano O. J. Simpson no julgamento vestindo as luvas que supostamente ele havia usado na cena do crime. [© AP - www.ap.org]

Com base nesses erros, a defesa alegou negligência no manuseio das provas e contaminação das mesmas, acusando os policiais de possível fraude. As provas foram desconsideradas e o réu foi absolvido. Posteriormente, em 1997, Simpson foi submetido a um julgamento cível no qual foi declarado culpado e condenado a pagar US\$ 33,4 milhões aos familiares das vítimas. Até onde se sabe a família, até hoje, ainda não recebeu o valor referido.

O "julgamento do século", como ficou conhecido, se tornou um circo sem precedentes, despertou o fantasma do racismo e criou sérias dúvidas sobre o funcionamento do sistema judicial americano. As enquetes mostraram que a maior parte dos americanos brancos achava que Simpson era culpado, enquanto a maioria dos negros acreditava na sua inocência.

É importante salientar às pessoas, portanto, com base no exemplo do caso de O. J. Simpson, que preservar a cena do crime é fundamental para a investigação e a solução do caso. Por isto que existe toda uma preocupação, como o isolamento do local do crime. Além disto, os procedimentos de coleta e conservação das evidências devem passar por um rigoroso protocolo, a fim de evitar a contestação de provas, como ocorreu no caso narrado.

Bibliografia utilizada

- ALBERTIN, R. *et al.* Quimiluminescência orgânica: alguns experimentos de demonstração para a sala de aula. *Química Nova*, 21(6) (1998).
- BUDOWLE, B. *et al.* The Presumptive Reagent Fluorescein for Detection of Dilute Bloodstains and Subsequent STR Typing of Recovered DNA. *Journal Of Forensic Sciences* 2000; 45(5):1090-1092.
- CHEMELLO, E. A química do vaga-lume! *NAEQ* – Fevereiro, 2004. Disponível em: www.ucs.br/ccet/defq/naeq/material_didatico/textos_interativos_26.htm
- CHEMELLO, E. O equilíbrio ácido-base no sangue. *NAEQ* – Junho, 2004. Disponível em: www.ucs.br/ccet/defq/naeq/material_didatico/textos_interativos_34.htm
- DUPRÉ, D. B. Blood or Taco Sauce? *Journal Of Chemical Education*. Vol. 73, nº 1, January 1996.
- FONSECA, M. R. M. *Completamente Química: química orgânica* – São Paulo: FTD, 2001.

Howstuffworks "How Luminol Works" - <http://science.howstuffworks.com/luminol.htm> - acesso em 19/12/2006.

INMAN, K., RUDIN, N. *Principles and Practice of Forensic Science: The Profession of Forensic Science* – Hardcover: CRC Press, 2000.

Folha Online - Ilustrada - Livro de O.J. Simpson é retirado de leilão na internet – 23/11/2006. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/ilustrada/ult90u66300.shtml>

KOOLMAN, J., ROEHM, K. H. *Color Atlas of Biochemistry*. Second Edition – New York: Thieme, 2005.

Luminol - Wikipedia, the free encyclopedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Luminol>. *Internet*: Acesso em 19/12/2006.

NAIRNE, J. *et al. Psychology: The Adaptive Mind. Second Edition* – Canada: Thomson Nelson, 2004.

O'HARA, P. B., ENGELSON, C. PETER, W. S. Turning on the Light: Lessons from Luminescence. *Journal Of Chemical Education*. Vol. 82, n° 1, January 2005.

RUMJANEK, F. D., RINZLER, C. M. C. Os exames de DNA nos tribunais. *Revista Ciência Hoje*. Vol. 29, n° 169, março 2001.

SCHIRO, G. Collection and Preservation of Blood Evidence from Crime Scenes – *Internet*: <http://www.crime-scene-investigator.net/blood.html> - acesso em 19/12/2006.

SHEEHAN, F. X., KOBILINSKY, L. Human Blood Identification: A Forensic Science Approach. *Journal Of Chemical Education*. Vol. 61, n° 6, June 1984.

STEVANI, C. V., BAADER, W. J. O sistema quimiluminescente peróxi-oxalato. *Química Nova*. Vol. 22, n° 5, setembro/outubro, 1999.

TOCHETTO, D. (organizador) *Química Legal e Incêndios* – Porto Alegre: Editora Sagra Luzzatto, 1999.

UFRJ ON LINE - 09/09/2003 - Pesquisadores da UFRJ desenvolvem Luminol http://www.ufrj.br/detalha_noticia.php?codnoticia=749 - acesso em 19/12/2006.

Para saber mais

Serology: It's in the Blood - The Crime library http://www.crimelibrary.com/criminal_mind/forensics/serology/3.html - acesso em 19/12/2006.

PONCE, A. C., PASCUAL, F. A. V. Critical Revision of Presumptive Tests for Bloodstains. *Forensic Science Communications*. Vol. 1, n°2, july 1999. Disponível em: <http://www.fbi.gov/hq/lab/fsc/backissu/july1999/ponce.htm>

TUMOSA, C. S. A Potential Source of Difficulty in the Initial Testing for Blood. *Forensic Science Communications*. Vol. 6, n° 4, october 2004. Disponível em: http://www.fbi.gov/hq/lab/fsc/backissu/oct2004/technote/2004_10_note01.htm

Agradecimento

Agradeço ao químico e amigo Leandro Maranghetti Lourenço pelas referências bibliográficas conseguidas junto às instituições com acesso permitido e minha namorada, Lilian Morás, pelas revisões textuais.

Sobre o autor

Emiliano Chemello é licenciado em Química pela Universidade de Caxias do Sul e professor do Ensino Médio na região da Serra Gaúcha.

website: <http://www.quimica.net/emiliano>

e-mail: chemelloe@yahoo.com.br

MSN: chemelloe@hotmail.com

Profº Emiliano Chemello
www.quimica.net/emiliano

