

Ciência Forense:

impressões digitais

Introdução

Quando falo aos meus alunos que a química é importante, percebo que eles não acreditam muito em mim, ainda mais quando arremato dizendo que esta ciência foi, é e será muito útil à sociedade e que sua compreensão, portanto, se torna indispensável e que, por isso, eles têm esta disciplina na escola. Eu até os entendo. Talvez eles me comparem com o vendedor que, no afã da consumação da venda, jura de pés-juntos que seu produto é “simplesmente” fantástico. Afinal de contas, sou professor de química e se eu não der importância à minha disciplina, quem o fará?

Ao contrário do vendedor referido, neste artigo eu pretendo justificar minhas palavras, com argumentos, mostrando que a compreensão desta ciência é muito importante para a nossa formação como cidadãos. Para isto, convido você leitor(a) a imaginar uma acusação de tentativa de homicídio, sendo que, no julgamento do acusado, você é o jurado. Imagine-se num júri, vendo e ouvindo os advogados da defesa e acusação se digladiarem a fim de lhe convencer a absolver ou condenar uma pessoa contra a acusação de tentativa de homicídio.

Um dos deveres como cidadão é a participação de um júri. O processo é parecido com aquelas convocações eleitorais brasileiras, em que pessoas, num domingo, são solicitadas a trabalhar nas eleições. Dentre uma lista de pessoas, você é sorteado e convocado a comparecer no tribunal de sua cidade. Mediante a um sorteio, você poderá participar do julgamento como jurado. Juntamente com mais seis pessoas, geralmente, você passará então a ouvir os relatos do juiz e dos advogados de acusação e defesa a respeito do acontecido.

Durante a explanação da defesa, em nossa história hipotética, ficou claro que havia uma dúvida se o tal acusado, de fato, tinha atirado com arma de fogo contra os policiais. Todos os depoimentos confirmavam que o acusado havia feito os disparos e que somente ele poderia tê-lo feito. Mas a defesa alegava que havia uma possibilidade, evidenciada em um “acho que...” no depoimento de uma das testemunhas, de não ter sido o acusado o autor dos disparos.

O fato mais importante desta história fictícia é que as autoridades não haviam feito nenhum exame de balística no acusado para confirmar a autoria dos disparos. Sentando em sua cadeira em pleno júri, você é responsável em decidir como será o futuro daquela pessoa. Esta alegação, por parte da defesa, lhe faz pensar. Sua consciência como jurado precisa de mais informações para convencer-se de que aquele sujeito, algemado e a poucos metros de distância, havia cometido tal tentativa de homicídio. Como interessado em ciência, você sente falta de provas científicas, como aquelas que a gente vê nos filmes e seriados de televisão. Mas a vida é bem diferente da ficção e os jurados têm que julgar com os fatos que lhes são fornecidos. Você precisa tomar uma decisão.

Optei por fazê-lo(a) imaginar esta história talvez pelo fato de ter assistido alguns seriados sobre este assunto e, mais recentemente, por ouvir uma palestra a respeito. Resolvi então me interar um pouco mais sobre os aspectos científicos presentes num julgamento e na investigação de uma maneira geral. O exame de balística que citei é um dos procedimentos realizados pelos estudiosos da Ciência Forense. Esta será a temática de uma série de artigos, sendo que neste primeiro terei como objetivos principais a definição de Ciência Forense (destacando alguns aspectos químicos nela inseridos) e, para iniciar a série, começarei versando sobre o assunto “impressões digitais”. Espero convencer-lhe da importância da química para sua vida. Vamos lá!

A ciência forense é uma área interdisciplinar que envolve física, biologia, química, matemática e várias outras ciências de fronteira, com o objetivo de dar suporte às investigações relativas à justiça civil e criminal. Recentemente o público começou a se dar conta da importância da ciência no desvendamento de crimes, talvez pelo fato da grande proliferação de programas de televisão, documentários e ficção científica. Cito a série americana *CSI* (sigla referente a *Crime Scene Investigation*), a qual foi considerada uma das motivadoras do denominado 'efeito *CSI* – uma espécie de influência que alguns estudiosos atribuem a determinadas decisões dos jurados perante a insuficiência de provas científicas, algo que, na ficção, não acontece.

Cientistas forenses trabalham nas limitações da própria ciência, não podendo, por exemplo, serem capazes de concluir, após uma análise de evidências na cena do crime, que a suposta acusada usava "batom da marca Maybelline, cor 42, lote A-439". As conclusões, na realidade, são bem menos precisas, apesar dos avanços tecnológicos das ciências que dão suporte aos cientistas forenses.

Em investigações de crimes, na vida real, o foco principal do profissional forense é confirmar a autoria ou descartar o envolvimento do(s) suspeito(s). As técnicas empregadas permitem que seja possível identificar, com relativa precisão, se uma pessoa, por exemplo, esteve ou não na cena do crime a partir de uma simples impressão digital deixada em algum lugar, ou então um fio de cabelo encontrado no local do crime. Hoje em dia pode-se realizar a identificação humana através de técnicas de análise do DNA¹ presente na amostra. Só que estas análises são ainda muito onerosas e o número de casos faz com que, muitas vezes, não se faça uma investigação mais profunda.

Estes programas televisivos, como a série *CSI*, no entanto, segundo alguns autores, têm um lado positivo. Eles despertam o interesse pela ciência, principalmente dos jovens. Inclusive muitos periódicos publicam artigos que discutem exercícios forenses, como o famoso *Journal Of Chemical Education*, ação que pode ser uma forma de catalisar e/ou despertar o interesse pelas ciências exatas, como a química.

O acusado efetuou os disparos? Como ter mais informações além de simples relatos? É sabido que uma arma de fogo emite vários resíduos que podem impregnar na pele do atirador. Através de técnicas analíticas, é possível determinar se uma pessoa atirou ou não com uma arma de fogo. E não adianta lavar a mão, pois os resíduos penetram na pele e a detecção é possível, em média, até cinco dias após o ocorrido. Outra possibilidade é a intoxicação – comumente vista na forma de envenenamento. É possível analisar os fluidos do corpo a fim de encontrar traços da substância em questão.

A presença de sangue pode ser detectada através da quimiluminescência que resulta da interação com o luminol. Mesmo em concentrações imperceptíveis a olho nu, consegue-se encontrar vestígios de sangue na cena do crime. Acidentes de trânsito provocados por pessoas embriagadas e que resultam em morte são julgados, em certos casos, como tentativa de homicídio. Como saber se a pessoa ingeriu mais álcool que o permitido por lei? Eis que surge o analisador de alcoolemia, mais popularmente conhecido aqui no Brasil como 'bafômetro'.

As técnicas analíticas merecem destaque dentre as que os químicos participam com mais afinco. Espectroscopia de infravermelho, absorção atômica, difratometria de raios-X e outras podem ser essenciais para analisar evidências, tais como drogas, fibras, resíduos de tiro, dentre outras possíveis encontradas na cena do crime.

Enfim, como você pode perceber, assunto não é o problema. Os exemplos que relacionei acima são apenas alguns da miríade de situações que os cientistas forenses se deparam todos os dias. Até pensei em dar o nome a esta série de artigos de 'química forense'. Contudo, ao observar a interdisciplinaridade inerente, resolvi manter a referência geral de 'ciência forense'. Não obstante, a química terá uma visibilidade maior, o que não impede, para a compreensão do todo, que se faça referências nesta série de artigos a conteúdos que pertencem, devido à classificação que nós fizemos, a outras disciplinas.

¹ Acrônimo na língua inglesa para "ácido desoxirribonucléico".

Os métodos de identificação humana foram evoluindo ao longo do tempo. Os babilônicos, por exemplo, já em 2000 a.C, usavam os padrões de impressões digitais em barro para acompanhar documentos, a fim de prevenir falsificações. Os métodos de identificação evoluíram em todos os sentidos, visto que, em outras épocas, práticas como a marcação com ferro em brasa e mutilações, só para citar algumas, eram utilizadas para identificação de indivíduos que praticassem crimes ou escravos que haviam fugido. Nos EUA, por exemplo, o código de 1700 previa o emprego do ferrete e da mutilação em crimes de rapto ou roubo. Chegou-se até a fazer uso, posteriormente, do sistema antropométrico², introduzido em 1882 por Alfonse Bertillon, Paris, até a consagração da datiloscopia em meados do século XX.

A dermatoglia é o nome dado ao estudo dos padrões das cristas dérmicas, ou seja, dos desenhos existentes nas extremidades distais das faces ventrais dos quirodáctilos (ponta dos dedos), na face ventral das mãos (palma da mão) e na face plantar das extremidades ventrais dos artelhos (sola e dedos do pé). Este artigo se deterá no estudo da datiloscopia, que se refere as digitais presentes na ponta dos dedos. Mais especificamente estarei versando sobre datiloscopia criminal, a qual é usada para a identificação de pessoas indicadas em inquéritos ou acusadas em processos. Vale lembrar que existe a datiloscopia civil, que tem por objetivo a identificação de pessoas, como nas cédulas de identidade em que você, certamente, já teve que registrar suas impressões digitais.

A datiloscopia se baseia em alguns princípios fundamentais, os quais estão relacionados com a identificação humana. O princípio da perenidade, descoberto em 1883 pelo anatomista holandês Arthur Kollman, diz que os desenhos datiloscópicos em cada ser humano já estão definitivamente formados ainda dentro da barriga da mãe, a partir do sexto mês de gestação. O princípio da imutabilidade, por sua vez, diz que este desenho formado não se altera ao longo dos anos, salvo algumas alterações que podem ocorrer devido a agentes externos, como queimaduras, cortes ou doenças de pele, como a lepra. Já o princípio da variabilidade garante que os desenhos das digitais são diferentes, tanto entre pessoas como entre os dedos do mesmo indivíduo, sendo que jamais serão encontrados dois dedos com desenhos idênticos. Existem autores que acrescentam mais um princípio, o da classificabilidade, o qual indica o potencial de uso dos desenhos das digitais na identificação humana. Como é praticamente impossível existir duas pessoas com a mesma digital, e também pelo fato da existência de um reduzido número de tipos fundamentais de desenhos (veja **Figura 1**), é possível, via de regra, classificar uma impressão digital. Eu ainda acrescentaria o princípio da praticidade, pois obter impressões digitais é um procedimento relativamente simples, rápido e de baixo custo quando comparado aos outros métodos.



Figura 1 - Os quatro tipos fundamentais de impressões digitais de Vucetich.

A história do uso ou do reconhecimento das impressões digitais como característica pessoal, como vimos anteriormente com os babilônicos, é tão antiga quanto a história da civilização. Mais adiante na história têm-se registros de vários estudos no século XVII que descreveram com detalhes os padrões de digitais dos dedos, mas nenhum autor da época fez referência ao seu potencial identificador. Em 1858, Sir William Herschel, oficial administrativo britânico e chefe de um distrito em Bengala, na Índia, come-

² Processo ou técnica de mensuração do corpo humano ou de suas várias partes.

çou um extensivo uso de impressões digitais, gravando-as em contratos com os nativos. Posteriormente, em 1877, Herschel tentou, sem sucesso, obter autorização junto aos seus superiores para utilizar as impressões digitais como forma de identificar seus prisioneiros. Mesmo assim, em sua província, ele aplicou o método extensivamente. Após anos de observação, tendo inclusive analisado suas digitais em 1860 e 1890, Herschel concluiu que as formas das estrias que formavam as digitais não mudavam durante a vida.

A aplicação em larga escala da análise das impressões digitais só ocorreu em meados do século XX. Mark Twain escreveu sobre a identificação de um homicida pelo seu polegar, em 1883, no livro de ficção *Life on the Mississippi*, o qual contribuiu para a consciência pública do potencial identificador das impressões digitais. Em 1880, Henry Faulds, médico escocês, escreveu artigos que foram publicados na revista inglesa *Nature*, nos quais descreveu suas observações a respeito das impressões digitais. Estes artigos contribuíram para a atribuição de um potencial para identificação e, conseqüentemente, aplicação no esclarecimento de crimes.

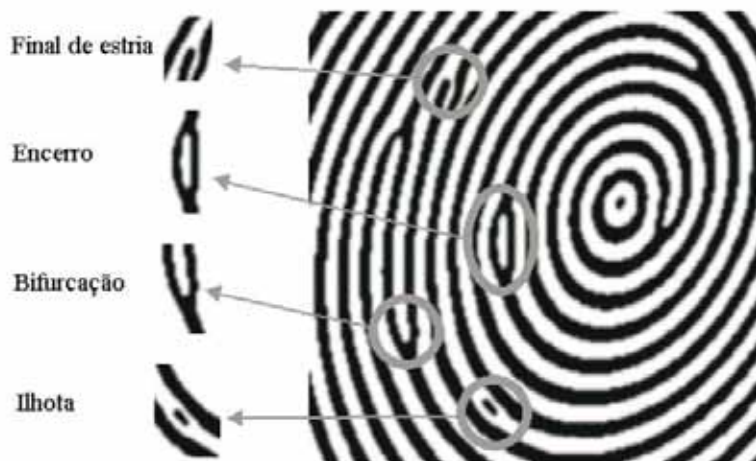


Figura 2 - Exemplos de minúcias identificadas em um datilograma.

Faulds manteve contato com Sir Francis Galton, antropólogo inglês e primo do eminente cientista Charles Darwin. Galton, em seu livro *Finger Prints*, publicado em 1882, sustentava as idéias de Herschel que as impressões digitais nunca eram duplicadas e que elas permaneciam inalteradas durante o tempo de vida de um indivíduo, descrevendo o primeiro sistema de classificação para as impressões digitais.

Galton tinha um interesse inicial em estudar a hereditariedade e antecedentes raciais, mas quando observou que as impressões digitais não estavam relacionadas com inteligência ou história genética, acabou provando, agora cientificamente, o que Herschel e Faulds já haviam notado: a imutabilidade e perenidade das impressões digitais. Segundo seus cálculos, a probabilidade da ocorrência de duas impressões digitais idênticas era de 1 em 64 bilhões. Hoje, usa-se o sistema de classificação de desenhos digitais elaborado pelo naturalizado argentino Juan Vucetich (veja exemplos das minúcias observadas na impressão digital - **Figura 2**). Desde 1903 o Brasil adotou a impressão digital como método de identificação de indivíduos.

Técnicas para revelação de digitais

Os profissionais em datiloscopia são chamados de papiloscopistas, os quais têm a responsabilidade de realizar os trabalhos de pesquisa nos arquivos datiloscópicos e comparar com as impressões digitais em questão. É uma tarefa que exige muita calma e paciência, experiência e, sobre tudo, que o desenho da impressão digital seja o melhor possível. Existem diversas técnicas para coleta de fragmentos papilares no local do crime. É aí que aparece um pouco mais de química no processo.

A perícia, quando entra na cena de um crime, observa vários aspectos. No que diz respeito ao assunto do artigo, a observação de objetos deslocados da sua posição original pode revelar vestígios papilares nos objetos que apresentam superfície lisa ou polida. A estes vestígios se dá o nome de Impressões Papilares Latentes, doravante IPL, que podem confirmar ou descartar a dúvida de quem estava na cena do crime.

Há basicamente dois tipos de IPL: as visíveis e as ocultas. As visíveis podem ser observadas se a mão que as formou estava suja de tinta ou sangue. Já as ocultas são resultado dos vestígios de suor que o dedo deixou em um determinado local. Aliado ao fato de que, quando a pessoa está fazendo um ato ilícito, via de regra, a transpiração aumenta, transformar estas IPL ocultas em visíveis acaba sendo um processo de grande importância nas investigações.

Glândulas	Compostos Inorgânicos	Compostos Orgânicos
Sudoríparas	Cloratos Íons metálicos Amônia Sulfatos Fosfatos Água	Aminoácidos Uréia Ácido láctico Açúcares Creatinina Colina Ácido úrico
Sebáceas		Ácidos graxos Glicerídeos Hidrocarbonetos Álcoois
Apócrinas	Ferro	Proteínas Carboidratos Colesterol

Tabela 1 - Relação entre as glândulas e os compostos excretados no suor humano.

Saber escolher a técnica se torna importante na medida em que, se algo der errado, uma técnica pode não só ser ineficiente como também destruir uma IPL. O perito tem uma centena de técnicas possíveis, aplicáveis em situações genéricas e específicas. Neste presente artigo tratarei das técnicas mais usadas e que possuem um atrativo científico mais intenso. Antes de analisar as técnicas, é importante ter uma idéia da composição química de uma impressão digital. A **Tabela 1** relaciona as principais substâncias presentes no suor humano e as glândulas que as excretam.

Técnica do Pó

Sendo a mais utilizada entre os peritos, a técnica do pó nasceu juntamente com a observação das impressões e sua utilização remota ao século dezenove e continua até hoje. É usada quando as IPL localizam-se em superfícies que possibilitam o decalque da impressão, ou seja, superfícies lisas, não rugosas e não adsorventes³ (veja **Figura 3**). A técnica do pó está baseada nas características físicas e químicas do pó, do tipo de instrumento aplicador e, principalmente, no cuidado e habilidade de quem executa a atividade - vale lembrar que as cerdas do pincel podem danificar a IPL. Além dos pincéis, a técnica também pode ser realizada com *spray* de aerossol ou através de um aparato eletrostático.



Figura 3 - Ilustração da utilização da técnica do pó na revelação de IPL.

³ A adsorção é um fenômeno caracterizado pela fixação de moléculas de uma substância (o adsorvato) na superfície de outra substância (o adsorvente).

Quando a impressão digital é recente, a água é o principal composto no qual as partículas de pó aderem. À medida que o tempo passa, os compostos oleosos, gordurosos ou sebáceos são os mais importantes. Esta interação entre os compostos da impressão e o pó é de caráter elétrico, tipicamente forças de van der Waals e ligações de hidrogênio. A **Tabela 2** relaciona alguns poucos tipos de pós usados na revelação de IPL

Pós Pretos		
Pó Óxido de Ferro	Óxido de Ferro Resina Negro-de-fumo	50 % 25 % 25 %
Pó dióxido de manganês	Dióxido de manganês Óxido de Ferro Negro-de-fumo Resina	45 % 25 % 25 % 5 %
Pó negro-de-fumo	Negro-de-fumo Resina Terra de Fuller	60 % 25 % 15 %
Pós Brancos		
Pó óxido de titânio	Óxido de titânio Talco Caulin	60 % 20 % 20 %
Pó carbonato de chumbo	Carbonato de chumbo Goma arábica Alumínio em pó Negro-de-fumo	80 % 15 % 3 % 2 %

Tabela 2 – Pós utilizados na revelação de IPL.

O uso de um tipo de pó em detrimento dos demais ocorre, principalmente, devido à superfície em que se encontra a IPL, às condições climáticas – principalmente a umidade – e a experiência do perito. É por isto que existe uma variedade enorme de pós, muito maior que as apresentadas aqui, pois as condições do local em que se encontra a impressão podem ser muito diversificadas.

O uso de pós pode ser prejudicial à saúde do perito. Devido a isto, na década de 80 foram desenvolvidos pós orgânicos. Exemplo destes pós encontra-se no trabalho de Kerr, Haque e Westland, no qual são descritos procedimentos para produção. Um deles seria dissolver 1 g de brometo de potássio em vinte e cinco mililitros de água destilada. Em seguida, lentamente, dissolvesse trinta e cinco gramas de amido de milho na solução aquosa de brometo de potássio. Esta mistura é deixada secar por setes dias e após é reduzida a pó. Este, por sua vez, é conservado em um recipiente contendo sulfato de cálcio anidro como dessecante.

Vapor de iodo

O iodo tem como característica a sublimação, ou seja, passagem do estado sólido diretamente para o estado vapor. Para esta mudança de estado, o iodo precisa absorver calor. Este calor pode ser, por exemplo, o do ar que expiramos ou até mesmo o calor de nossas mãos direcionado sobre os cristais. Seu vapor tem coloração acastanhada e, quando em contato com a IPL, forma um produto de coloração marrom amarelada. O vapor interage com a IPL através de uma absorção física, não havendo reação química.

Esta técnica é utilizada geralmente quando a IPL encontra-se em objetos pequenos. Colocando-se o material a ser examinado junto com os cristais em um saco plástico selado, após agitação é gerado calor suficiente para a sublimação dos cristais. Uma vantagem que esta técnica tem em relação às demais, como a do pó, é que ela pode ser utilizada antes de outras sem danificar a IPL. A destruição da IPL pode ocorrer após o uso de um produto fixador que evita os cristais de iodo sublimarem novamente da impressão digital.

Nitrato de Prata

Utilizada desde 1891, a técnica baseia-se na reação entre nitrato de prata com os íons cloretos presentes na impressão digital. A superfície de interesse é imersa em uma cuba contendo solução 5 % de nitrato de prata ($\text{AgNO}_{3(\text{aq})}$) durante aproximadamente trinta segundos. O produto desta reação, cloreto de prata, é de considerável insolubilidade em água à temperatura ambiente. A equação genérica que descreve a reação pode ser vista na **Figura 4**.



Figura 4 - Equação que descreve a reação entre o nitrato de prata e os cloretos presentes na digital.

Com exceção dos cloretos de prata, mercúrio e chumbo, todos os outros são solúveis em água. É exatamente uma destas exceções, o cloreto de prata, que permite a visualização da IPL. Na figura acima, " $\text{XCl}_{(\text{aq})}$ " representa qualquer sal de cloro - excetuando os já mencionados -, como o cloreto de sódio dissolvido [$\text{NaCl}_{(\text{aq})}$].

Deve-se deixar a superfície contendo a IPL secar em uma câmara escura. Após isto, ela é exposta à luz solar o tempo necessário para que o íon prata seja reduzido à prata metálica, revelando a IPL sob um fundo negro. A impressão digital revelada deve ser fotografada rapidamente antes que toda a superfície escureça. Contudo, a impressão pode ser preservada quando guardada em um local escuro ou quando tratada com solução de tiosulfato de sódio a 10 %, semelhante com o que ocorre no processo fotográfico.

A Ninidrina

Em 1913, Ruhemann descobriu, por engano, a ninidrina (veja **Figura 5**). Ele constatou que os alfa aminoácidos, os polipeptídios e as proteínas formavam produtos coloridos ao reagirem com ela. Ao longo dos anos, a ninidrina tornou-se um reagente comum em testes clínicos e, com a introdução das técnicas cromatográficas nos anos 40, passou a ser usada rotineiramente para localizar aminoácidos nos cromatogramas. Contudo, somente nos anos 50 que seu potencial forense foi descoberto.

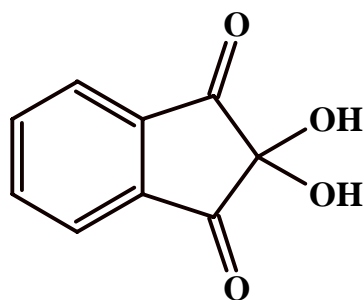


Figura 5 - Representação no plano da molécula de ninidrina.

Aminoácidos fazem parte de um grupo de compostos orgânicos que possuem função mista. A ninidrina tem uma afinidade muito grande por este tipo de estrutura química. Inclusive existem técnicas em que, juntamente com a ninidrina, são adicionadas enzimas que promovem a "quebra" de proteínas em aminoácidos, a fim de aumentar a quantidade de reagentes e, assim, tornar a revelação da IPL mais intensa. O mecanismo genérico que descreve a formação do produto cor púrpura pode ser visto na **Figura 6**.

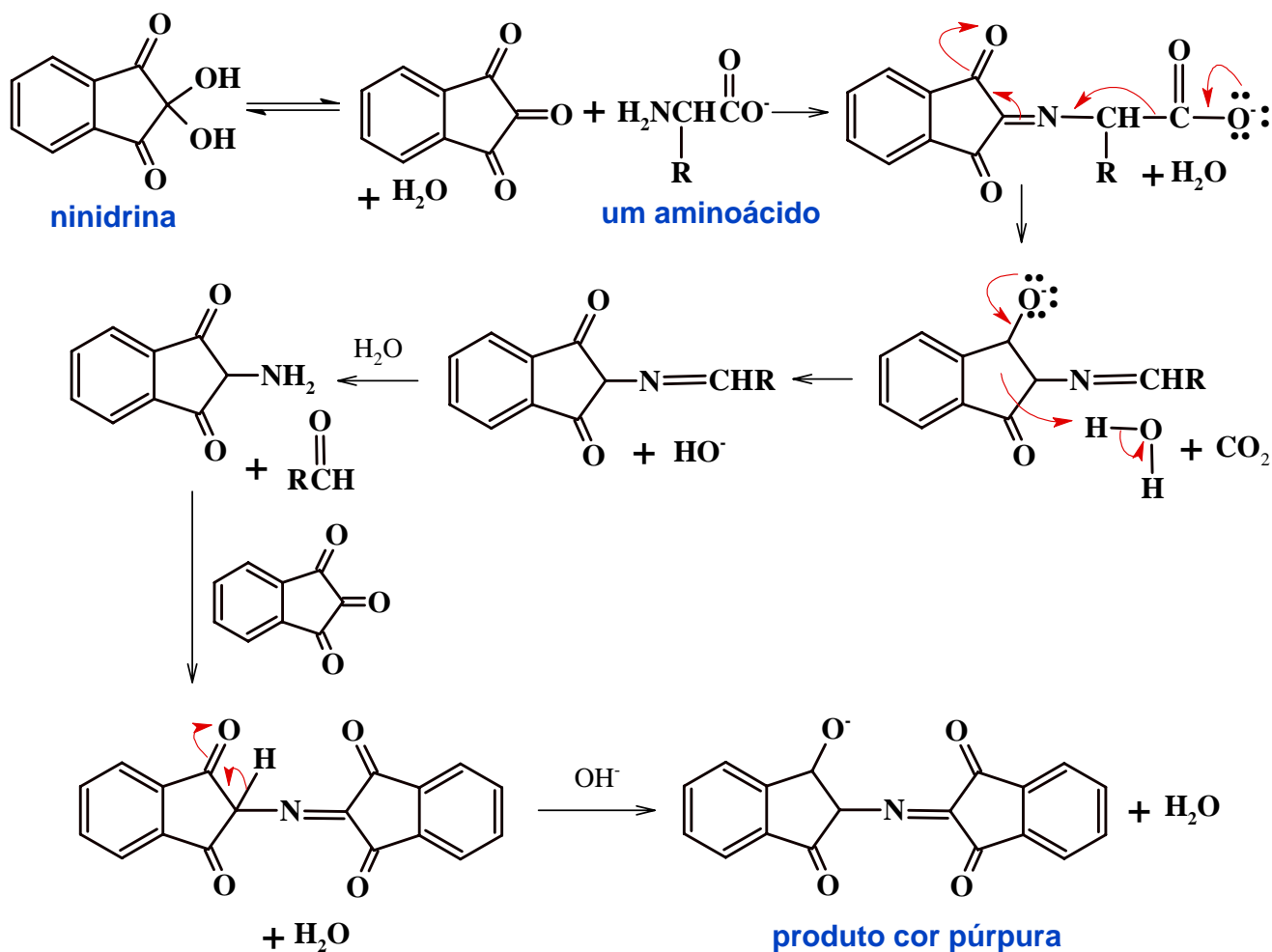


Figura 6 - Mecanismo da reação de um aminoácido com a ninidrina para formação de um produto colorido.

Geralmente a proporção da solução usada é de 0,5 g de ninidrina para 30 mL de etanol. Posteriormente esta mistura é armazenada em um recipiente que permite a pulverização sobre a IPL. O líquido deve ser borrifado de longe (cerca de 15 cm). Esperam-se alguns instantes até que o solvente evapore e, então, borrifa-se novamente, quantas vezes for necessário.

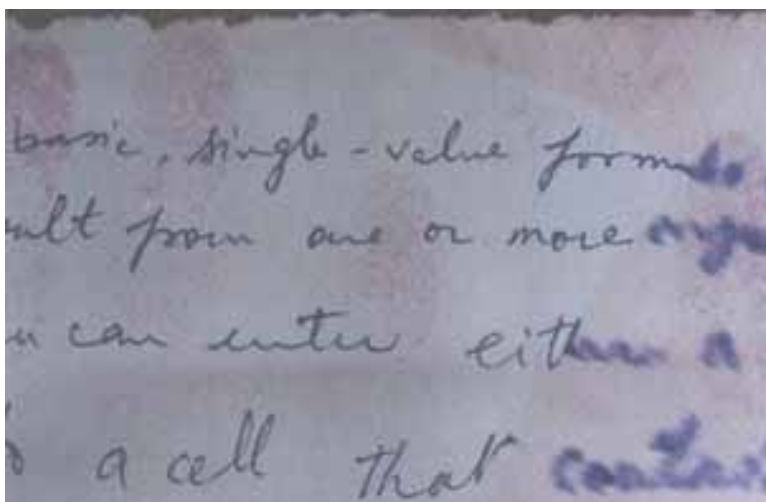


Figura 7 - Impressões digitais reveladas com solução de ninidrina em papel.

O desenho da impressão digital somente aparecerá quando a superfície ficar totalmente seca. Isto pode levar horas na temperatura ambiente, mas pode-se fazer isto em fornos que propiciem temperaturas da ordem de 50-70°C. Na **Figura 7** podemos ver um exemplo de revelação de IPL em um papel.

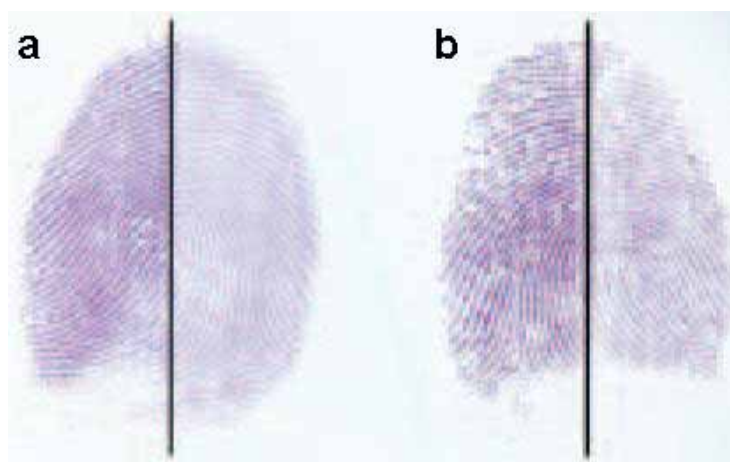


Figura 8 – Diferentes resultados de IPL reveladas por soluções de ninidrina com diferentes solventes.

O grande segredo da solução de ninidrina é o solvente. Na **Figura 8** vemos as diferenças entre IPL reveladas com diferentes soluções a base de ninidrina. No lado “a”, esquerda, temos a revelação com um solvente comercial e a direita com éter de petróleo. No lado ‘b’, esquerda, temos novamente um solvente comercial e a direita o CFC-113. Nota-se que o solvente comercial, uma mistura de vários outros solventes, dá resultados bem mais nítidos do que os outros solventes citados.

Os análogos da ninidrina

Com o desenvolvimento do *laser*, Menzel e Almog compararam os análogos da ninidrina com a reação ninidrina/cloreto de zinco, que produzia a benzo[f]ninidrina. Após tratamento com *laser* de neodímio, o composto revelava uma coloração avermelhada. Posteriormente desenvolveu-se a DFO (diazfluorenona) e a 5-metoxininidrina. Na **Figura 9** podemos ver as estruturas dos compostos análogos à ninidrina.

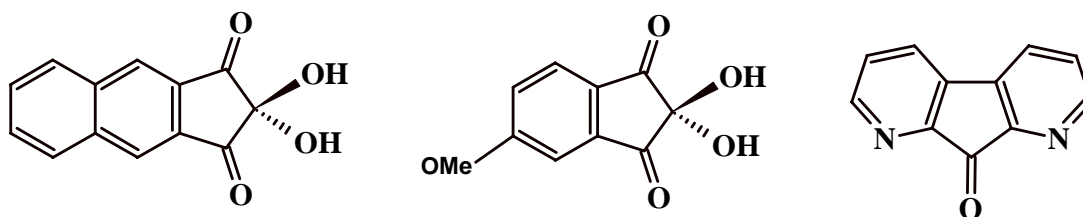


Figura 9 – Estruturas da (esq. para dir.): benzo[f]ninidrina; 5-metoxininidrina e diazafluorenona (DFO)

A solução de DFO é feita misturando-se 50 mg do reagente com 4 mL de metanol e 2 mL de ácido acético glacial. Após dissolução da DFO, dilui-se a solução em 100 mL de freon. A DFO possui dez vezes mais capacidade de revelação de IPL em papel do que a solução de ninidrina.

Sobre o seqüestro da criança

Em 1993, nos EUA, uma criança foi seqüestrada e, de forma bastante feliz, posteriormente acabou escapando dos raptadores. Dias depois, a criança foi capaz de identificar o carro no qual tinha sido transportada. Quando os policiais recuperaram o carro, no entanto, os peritos foram incapazes de encontrar qualquer vestígio das impressões digitais da criança. Era como se criança estivesse inventado tudo aquilo e nunca estivesse outrora dentro do automóvel.

Este fato fez com que os peritos testassem a revelação de digitais de uma criança em comparação às de um adulto. Conseguiram concluir, por exemplo, que as digitais produzidas pelo contato dos dedos de uma criança em um copo plástico desapareciam mais rapidamente do que o mesmo contato feito por um adulto, nas mesmas condições de temperatura. Embora o criminoso estivesse praticamente condenado, uma explicação mais científica para este fenômeno estava por vir. Foi quando os peritos resolveram utilizar técnicas analíticas como a cromatografia gasosa e espectrometria de massa (CG-MS), as quais revelaram resultados surpreendentes.

Os compostos identificados em impressões de adultos possuíam, em média, cerca de 32 átomos de carbono (Ex: $C_{15}H_{31}CO_2C_{16}H_{33}$), ao passo que os extraídos de crianças possuíam uma massa molecular menor, com cerca da metade de carbo-

nos (Ex: $C_{12}H_{25}CO_2H$). As interações intermoleculares que explicam a volatilidade destas substâncias são as conhecidas dispersões de London. Como estas forças intensificam-se com o aumento da massa molar e da superfície molecular, as impressões digitais de crianças tendem a ser mais voláteis e podem desaparecer em questões de horas em um ambiente quente. Por este motivo, concluiu-se que as impressões digitais da criança simplesmente desapareceram do carro.

Outro aspecto importante é o fato de que os óleos presentes nas impressões digitais não são provenientes do dedo, mas da oleosidade segregada por glândulas da face. Esta oleosidade então se deposita na superfície do dedo toda vez que a pessoa toca a face com as mãos. Como a oleosidade muda conforme a fase da vida da pessoa, isto também ajudou a esclarecer o caso.

Bibliografia utilizada

- BERGSLIEN, E. Teaching To Avoid the “CSI Effect”. *Journal Of Chemical Education*. Vol. 83, nº 5, May 2006.
- BRASIL; Constituição (1988). *Constituição federal, Código Penal, Código de Processo Penal*. 5. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2003.
- BRUCE, P. Y. *Organic Chemistry*. 4th Edition – Cleveland: Prentice Hall, 2004.
- GAENSSLEN, R. E. How do I become a forensic scientist? Educational pathways to forensic science careers. *Anal Bioanal Chem* (2003) 376 : 1151–1155.
- GAENSSLEN, R. E., et al. Instrumentation and Analytical Methodology in Forensic Science. *Journal Of Chemical Education*. Vol. 62, nº 12, December 1985.
- HAZDRA, J.J. Chemistry in the Justice System. *Journal Of Chemical Education*, vol. 57, nº 1, January 1980.
- HOUCK, M. M. A realidade do CSI. *Scientific American Brasil*, ed. 51, agosto 2006. Disponível on-line em: http://www2.uol.com.br/sciam/conteudo/materia/materia_103.html - acessado em 12/11/2006.
- JASUJA, O.P. et al. Deciphering Latent Fingerprints: Sandwich Method Revisited. *Forensic Evidence.com*. http://forensic-evidence.com/site/ID/sandwich_method.html - acessado em 29/11/2006.
- KAZIENKO, J. F. Assinatura Digital de Documentos Eletrônicos Através da Impressão Digital. *Dissertação de Mestrado* – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, UFSC, 2003.
- KERR, F. M.; HAQUE, F.; HAQUE, F. et al. Organic based powders for latent fingerprint detection on smooth surface, part I e II. *Canadian Society of forensic Science Journal*. 1983; 16: 140-142 e 39-44.
- KIMBROUGH, D. R. Solving the Mystery of Fading Fingerprints with London Dispersion Forces. *Journal Of Chemical Education*. Vol. 75, nº 10, October 1998.
- LAUFER, B. History of the finger-print system. *The Print – SCAFO*, vol. 16, march/april 2000.
- MENZEL, E. R.; ALMOG, J. Latent fingerprint development by frequency-doubled neodymium: yttrium aluminum garnet (Nd:YAG) lasers for latent fingerprint development. *Journal of Forensic Sciences*. Philadelphia, v.30, n.2, p.371-382, 1985.
- SILVA, L. A., MARTINS, C. R., ANDRADE, J. B. Por que todos os nitratos são solúveis? *Química Nova*, Vol. 27, nº. 6, 1016-1020, 2004.
- SODHI, G. S., KAUR, J. Chemical Methods for Developing Latent Fingerprints. *Journal Of Chemical Education*. Vol. 76, nº 4, April 1999.

TOCHETTO, D. (coord). *Identificação Humana* – Porto Alegre: Editora Sagra Luzzatto, 1999.

_____. *Química Legal e Incêndios* – Porto Alegre: Editora Sagra Luzzatto, 1999.

Para saber mais

→ Autopsy of a Murder, an interactive website on forensic sciences and techniques, produced by The Montreal Science Centre
www.centredessciencesdemontreal.com/autopsy

→ Ongoing project on History of Forensic Sciences
www.crimezzz.net/forensic_history/index.htm

Agradecimento

Agradeço ao químico e amigo Leandro Maranghetti Lourenço pelas referências bibliográficas conseguidas junto às instituições com acesso permitido.

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: www.quimica.net/emiliano

e-mail: chemelloe@yahoo.com.br

MSN: chemelloe@hotmail.com

Profº Emiliano Chemello
www.quimica.net/emiliano