

AVALIAÇÃO DO PERFIL DE DEGRADAÇÃO E DA EFICIÊNCIA DE MÉTODOS DE REVELAÇÃO APLICADOS A IMPRESSÕES DIGITAIS ENVELHECIDAS

TAÍS POLETTI¹; KRISTIANE MARIOTTI²; LUCAS BERNEIRA¹; CAROLINA VERGARA¹; MARCO DOS SANTOS¹; CLAUDIO DE PEREIRA³

¹Universidade Federal de Pelotas – taispoletti@hotmail.com

²Polícia Federal de Porto Alegre- kristianemariotti@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – claudiochemistry@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A Papiloscopia é a ciência que estuda a identificação humana através das impressões digitais as quais são formadas por relevos epidérmicos e possui como princípios fundamentais a perenidade, a imutabilidade, a variabilidade e a classificabilidade (FIGINI, 2012; PASSOS, 2020; VELHO, 2017). Nesse sentido, as impressões digitais podem ser classificadas em quatro tipos fundamentais (arco, presilha interna, presilha externa e verticilo) além de possuírem pontos característicos como, por exemplo, bifurcações e finais de linhas. (FIGINI, 2012; PASSOS, 2020; VELHO, 2017).

As marcas de dedos são vestígios importantes nas investigações criminais visto que através desta amostra é possível demonstrar a presença de um suposto indivíduo em um local crime (CHEMELLO, 2006). Essas digitais podem ser encontradas em diversas maneiras (visíveis, latentes ou moldadas) e existem dificuldades inerentes a cada uma delas para que ocorra uma revelação adequada (FIGINI, 2012; YAMASHITA et al., 2014).

A composição química de impressões digitais pode ser afetada por diversos fatores fisiológicos e ambientais que também podem interferir na revelação e na visualização das impressões digitais. Cabe também salientar que ao passar do tempo as impressões digitais latentes tornam-se cada vez mais complexas a partir da conversão e degradação de seus componentes (FRICK et al., 2015; PLEIK et al., 2016 ARCHER et al., 2005). Nesse sentido, é importante conhecer as principais substâncias que compõem tais amostras ao passar do tempo para que se determinem métodos de revelação de impressões digitais adequados e satisfatórios (CADD et al., 2015; CROXTON et al., 2010; GIROD, 2012).

Observa-se portanto, que a composição de uma impressão digital latente é uma mistura complexa de compostos provenientes de diferentes glândulas (GIROD, 2012) e esse conhecimento é fundamental para a escolha de uma técnica de revelação apropriada a fim de evitar erros e a consequente destruição da impressão digital latente (VELHO, 2017). Sendo assim, é imprescindível que os métodos de revelação disponíveis sejam avaliados com relação a sua eficiência de acordo com diferentes tempos de deposição e exposição a condições ambientais. Nesse sentido, o objetivo desse estudo for caracterizar o perfil de degradação dos ácidos graxos em impressões digitais latentes sebáceas e avaliar a eficiência de dois métodos de revelação (empoamento e cristais de iodo) dentro de 30 dias sob condições controladas de temperatura, fotoperíodo e umidade.

2. METODOLOGIA

2.1 PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS

As impressões digitais latentes sebáceas foram obtidas a partir de um único doador (23 anos de idade, sexo masculino e com uma dieta típica). Para realizar a coleta das secreções sebáceas, o doador lavou e secou bem as mãos, friccionou



suavemente o polegar nas áreas do nariz e da testa e pressionou durante 3 s diretamente em um papel de filtro o qual estava previamente limpo com diclorometano. O mesmo procedimento de deposição foi aplicado às superfícies de vidro. Subsequentemente, as amostras foram introduzidas em um fotobiorreator (modelo EL 202), envelhecidas durante 1, 2, 8, 15 e 30 dias a 25 °C, com fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro e utilizando gel de sílica para se controlar a umidade. O dia inicial de análise (0) foi usado como um controle experimental.

2.2 EXTRAÇÃO, DERIVATIZAÇÃO E ANÁLISE CROMATOGRÁFICA

Primeiramente, a impressão digital depositada no papel filtro foi misturada com 750 µL de diclorometano agitada por 2 min e o material extraído foi seco sob fluxo de nitrogênio. Após a extração, as amostras foram derivatizadas usando 1 mL da solução de BF₃ por 20 min a 80 °C sob agitação constante. Em seguida, 400 µL de água destilada e 400 µL de hexano foram adicionados ao material derivatizado, que foi posteriormente centrifugado por 5 min a 5.000 rpm. O sobrenadante foi filtrado sob sulfato de sódio anidro e analisado por cromatografia gasosa com detecção por ionização de chama (GC-FID), além disso, os procedimentos foram realizados em triplicata (n = 3).

2.3 DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DAS IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES SEBÁCEAS ENVELHECIDAS

As impressões digitais latentes sebáceas foram desenvolvidas utilizando duas técnicas, sendo elas: técnica do pó, em que marcas de dedos latentes sebáceas envelhecidas foram depositadas em superfícies de vidro e reveladas utilizando pó preto padrão com auxílio de um pincel específico; técnica utilizando cristais de iodo, em que amostras depositadas em papéis filtro envelhecidas foram introduzidas na câmara contendo 0,5 g de cristais de iodos vaporizados a 50 °C. A avaliação resultante das marcas de dedo desenvolvidas foi feita por três analistas independentes usando uma escala (4 pontuação máxima e 1 pontuação mínima) proposta por SEARS et al. (2012).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil de ácidos graxos (AGs) das marcas latentes sebáceas com idade de 0 a 30 dias mostrou que as amostras foram compostas por 14 AGs variando de C₁₂ a C₂₄ com ácidos graxos saturados (AGSs) e insaturados (AGIs) responsáveis por 10 e 4 dos compostos detectados, respectivamente. Estudos anteriores apontam que os AGs em abundância nas marcas latentes dos dedos são os ácidos palmítico (C16:0), oleico (C18:1n9c), mirístico (C14:0), esteárico (C18:0), e que os AGSs foram encontrados em maiores quantidades em comparação aos AGIs, o que também concorda com os resultados encontrados no trabalho de pesquisa atual (ANTOINE ET AL., 2010).

As concentrações de C16:0 atingiram níveis mínimos nos dias iniciais de envelhecimento (40,17 ± 1,97% - 38,99 ± 0,31%), aumentando gradativamente para concentrações maiores nos pontos finais de envelhecimento (38,56 ± 1,92% - 40,81 ± 2,52%). O padrão oposto foi observado para C14:0, sua concentração diminuiu do dia 1 (12,28 ± 0,04%) para o dia 30 (7,51 ± 0,76%), enquanto C18:0 manteve quantidades semelhantes (7,04 ± 0,25% - 9,13 ± 0,36%) ao longo envelhecimento. Com relação a C18:1n9c, os resultados diminuíram inicialmente do dia 1 (19,84 ± 0,17%) para o dia 8 (18,75 ± 0,25%), mas retornaram às concentrações iniciais (20,93 ± 0,26%) nos dias finais de envelhecimento.

Alguns estudos envelheceram marcas de dedos latentes e relataram que os AGSs aumentaram as concentrações nos dias iniciais de envelhecimento e diminuíram suas quantidades de volta aos níveis originais nos dias finais de envelhecimento, o que também foi observado no perfil analisado no atual trabalho de pesquisa (ARCHER ET AL., 2005; CADD, 2015). Em relação aos AGIs, estudos indicaram que havia tendências distintas de degradação que variaram de acordo com os doadores, ou seja, em certos casos, houve uma diminuição na concentração inicial de AGIs, enquanto em outras amostras a quantidade de AGIs foi mantida ao longo do tempo (ARCHER ET AL., 2005).

Sabe-se que os AGSs são quimicamente estáveis e que podem ser gerados pelo encurtamento dos AG de cadeia longa (ARCHER ET AL., 2005), o que pode ser o principal motivo do comportamento da concentração do ácido palmítico (C16:0) e do ácido esteárico (C18:0). Por outro lado, tem-se que diminuições na concentração de AG podem estar associadas à sua degradação ou volatilização (CADD, 2015), o que possivelmente podem explicar a diminuição das concentrações de ácido mirístico (C14:0) durante o processo de envelhecimento.

Ao contrário dos AGSs, os AGIs tendem a diminuir sua concentração ao longo do tempo, uma vez que suas ligações duplas são suscetíveis a processos de degradação sendo convertidos em ligações saturadas. Este mecanismo possivelmente poderia explicar a diminuição da concentração de C14:1 do dia 1 ao dia 30 (ARCHER ET AL., 2005; CADD, 2015). No entanto, outros AGIs como C18:1 n 9c e C18:2 n 6c mantiveram seus valores ao longo do envelhecimento, o que pode ser explicado pelas condições de temperatura, umidade e fotoperíodo utilizadas na pesquisa atual. Além disso, como as amostras foram depositadas em papéis de filtro, lipídios poderiam ser contidos em seus microporos protegendo-os das condições ambientais degradantes (GIROD, 2012).

A aplicação do pó preto permitiu uma eficiência constante (pontuação 3, 4) ao longo do período de envelhecimento, pois exibiu detalhes completos das cristas e das minúcias. A eficiência no início do envelhecimento (0 e 1 dias) é devido a adesão do pó à umidade presente nas marcas de dedos (YAMASHITA, 2014). Logo, a eficácia ao longo do envelhecimento (8,15 e 30 dias) é devido a interação, por forças de Van Der Waals e ligações de hidrogênio, com compostos sebáceos presentes (SEBASTIANY, 2013).

Em relação ao método dos cristais de iodo, foi possível observar que no início do envelhecimento (0 e 1 dia) o desenvolvimento e a visualização das cristas papilares foram eficazes. Isso ocorreu devido à interação dos vapores de iodo com as duplas ligações do material sebáceo presente nas marcas dos dedos ocorrendo uma halogenação reversível (JASUJA, 2012). Ao longo do envelhecimento (8, 15 e 30 dias), a composição das marcas alterou-se devido às condições ambientais (FRICK, 2015; PLEIK, 2016), o que fez com que a sua composição degradasse tornando o desenvolvimento de marcas de dedo com cristais de iodo cada vez mais difíceis (ARCHER ET AL., 2005).

4. CONCLUSÕES

A composição das impressões digitais são complexas e podem ser influenciadas por diversos fatores. Neste estudo, foi analisado que haviam mais amostras compostas por AGSs do que por AGIs o que pode estar associada a mecanismos simultâneas de produção e degradação. A estabilidade química dos AGSs e a possibilidade de que possam ser gerados pelo encurtamento dos AG de cadeia longa podem explicar o perfil de concentração do ácido palmítico (C16:0) e

do ácido esteárico (C18:0) ao longo do envelhecimento. Logo, a volatilização pode explicar a diminuição das concentrações de ácido mirístico (C14:0) durante o processo de envelhecimento. Os AGIs tendem a diminuir sua concentração ao longo do tempo, pois suas ligações duplas são suscetíveis a processos de degradação sendo convertidos em ligações saturadas. Portanto, a técnica de revelação deve ser escolhida cuidadosamente, visto que a impressão digital latente pode ser exposta a condições degradantes que podem influenciar o desenvolvimento de marcas digitais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTOINE, K. M; MORTAZAVI, S; MILLER, A. D; MILLER, L. M. Diferenças químicas são observadas nas impressões digitais latentes de crianças versus adultos em função do tempo. **J. Forensic**, 2010.

ARCHER, N. E. et al. Changes in the lipid composition of latent fingerprint residue with time after deposition on a surface. **Forensic Science International**, v. 154, n. 2–3, p. 224–239, 2005.

CADD, S. et al. Fingerprint composition and aging: A literature review. **Science and Justice**, 2015.

CHEMELLO, E. **Impressões Digitais**. Acessado em 10 de set. 2020. Online. Disponível em: www.quimica.net

CROXTON, R. S. et al. Variation in amino acid and lipid composition of latent fingerprints. **Forensic Science International**, v. 199, n. 1–3, p. 93–102, 2010.

FIGINI, A. **Datilosopia e Revelação de Impressões Digitais**. 1 ed, Millenium, 2012 .

FRICK, A. A. et al. Investigations into the initial composition of latent fingerprint lipids by gas chromatography-mass spectrometry. **Forensic Science International**, v. 254, p. 133–147, 2015.

GIROD, A.; RAMOTOWSKI, R.; WEYERMANN, C. Composition of fingerprint residue: A qualitative and quantitative review. **Forensic Science International**, 2012.

JASUJA, O. P.; KAUR, A.; KUMAR, P. Fixing latent fingerprints developed by iodine fuming: A new method. **Forensic Science International**, v. 223, n. 1–3, p. 47–52, 2012.

PASSOS, L. F; BERNEIRA, L. M.; POLETTI, T; MARIOTTI, K.C; CARREÑO, N. L. V; HARTWIG, C. A; PEREIRA, C. M. P. Evaluation and characterization of algal biomass applied to the development of fingerprints on glass surfaces. **Australian Journal of Forensic Sciences**, 2020.

PLEIK, S. et al. Fatty Acid Structure and Degradation Analysis in Fingerprint Residues. **Journal of the American Society for Mass Spectrometry**, v. 27, n. 9, p. 1565–1574, 2016.

SEARS, V. G. et al. A methodology for finger mark research. **Science and Justice**, v. 52, n. 3, p. 145–160, 2012.

SEBASTIANY, A. P. et al. A utilização da ciência forense e da investigação criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. **Educacion Quimica**, v. 24, n. 1, p. 49–56, 2013.

VELHO, JESUS ANTÔNIO; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. **Ciências Forenses: Uma Introdução às Principais Áreas da Criminalística Moderna**. 3 ed Millenium, 2017.

YAMASHITA, B. et al. Latent print development. Latent Fingerprint Examination: Elements, Human Factors and Recommendations, p. 225–320, 2014.