

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Centro de Ciências Químicas Farmacêuticas e de Alimentos
Programa de Pós-Graduação em Química



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA DE REVELAÇÃO DE IMPRESSÃO
DIGITAL LATENTE COM CHALCONAS**

Jaqueline Denise Balsan

Pelotas, 2019

Jaqueline Denise Balsan

**DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA DE REVELAÇÃO DE IMPRESSÃO
DIGITAL LATENTE COM CHALCONAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química (Área Química Analítica).

Orientadora: Dr.^a Clarissa Marques Moreira dos Santos

Pelotas, 2019

Jaqueline Denise Balsan

**DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA DE REVELAÇÃO DE IMPRESSÃO
DIGITAL LATENTE COM CHALCONAS**

Trabalho de dissertação de mestrado aprovado, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Química, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 28/02/2019

Banca examinadora:

Prof. Dr.^a Clarissa Marques Moreira dos Santos (Orientadora)

Doutora em Ciências- Universidade Federal de Santa Maria- UFSM

Prof. Dr. Wilson João Cunico Filho

Doutor em Química Orgânica –Universidade Federal de Santa Maria- UFSM

Prof. Dr.^a. Roselia Maria Spanevello

Doutora em Bioquímica- Universidade Federal do Rio Grande do Sul- UFRGS

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus por iluminar o meu caminho durante esta etapa de minha vida.

A minha orientadora Clarissa M. M. dos Santos por toda dedicação e carinho durante a construção deste trabalho, sendo sempre compreensiva diante das dificuldades encontradas durante a construção e também por todas as oportunidades, apoio, incentivo e orientação que, com certeza, ocasionaram o meu crescimento pessoal e profissional e, pela amizade construída.

Ao meu colega Bruno Nunes da Rosa e ao Professor Cláudio Martin Pereira de Pereira pelo apoio recebido para realização das análises no laboratório LAHBBio (UFPEl). E também ao laboratório Novonano da engenharia de matérias (UFPEl), pelas análises prestadas.

A Djanira, secretária do PPGQ, pelo sempre dedicado auxílio e também ao PPGQ pela oportunidade de crescimento profissional.

Agradeço ainda à minha família e amigos por toda a compreensão, apoio, incentivo e carinho, e a todos aqueles que de alguma forma me incentivaram e apoiaram durante esta importante etapa da minha vida.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos de Mestrado. O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Dedico com muito carinho aos meus pais Edir e Sandra Balsan e a minha irmã que sempre me incentivaram para realização dos meus ideais, encorajando-me nos momentos difíceis da vida e acima de tudo pelo apoio, compreensão para a minha formação acadêmica.

“Todo contato deixa uma marca”.

Edmond Locard

Resumo

BALSAN, Jaqueline Denise. **Desenvolvimento de metodologia de revelação de impressão digital latente com chalconas**. 2019. Dissertação de mestrado–Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

As impressões digitais são únicas para cada indivíduo contribuindo para a identificação humana em casos forenses. A visualização das impressões digitais latentes geralmente envolve o uso de uma substância química que cria um contraste entre os resíduos de impressões digitais e a superfície na qual a impressão foi deposita. Os pós comerciais utilizados como reveladores de impressões digitais pela papiloscopia apresentam custos relativamente altos devido a sua importação e composição química. Dessa forma, neste estudo foi proposto o desenvolvimento de metodologia de revelação de impressão digital latente com aplicação de diferentes chalconas (*E*-1,3-difenilprop-2-en-1-ona, *E*-1-fenil-3(4-metilfenil) prop-2-en-1-ona mas apenas um composto teve destaque o *E*-3-(3-nitrofenil)-1-fenil prop-2-em-1-ona). O composto foi selecionado pelas suas propriedades adequadas (colação e textura) de visualização da digital proporcionando a obtenção de revelações nítidas com identificação de minúncias e pontos singulares das impressões digitais. Foram realizados testes de identificação, caracterização como ponto de fusão, ressonância magnética, granulometria e avaliação de superfície de contato com chalconas como a deposição sebácea e natural com revelação em diferentes materiais como plástico, metal e vidro para aplicação de revelação de impressão digital. O composto foi testado em oito voluntários sem distinção de sexo e idade, apresentando resultados satisfatórios para revelação de impressão digital em superfícies de vidro e metal.

Palavras-chave: chalconas, pó revelador, impressão digital

Abstract

BALSAN, Jaqueline Denise. **Development of methodology of latent fingerprint with chalcones**. 2019. Master's Dissertation - Graduate Program in Chemistry, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2019.

Fingerprints are unique to each individual, contributing to human identification in forensic cases. Visualization of latent fingerprints usually involves the use of a chemical substance that creates a contrast between fingerprint residues and the surface on which the print was deposited. Commercial powders used as fingerprint developers by papilloscopy have relatively high costs due to their importation and chemical composition. In this study, the development of latent fingerprint development methodology with the application of different chalcones (E-1,3-diphenylprop-2-en-1-one, E-1-phenyl-3- (4-methylphenyl) prop-2 -en-1-one but only one compound featured the E-3- (3-nitrophenyl) -1-phenyl-prop-2-em-1-one). The compound was selected for its suitable properties (collation and texture) of visualization of the digital, providing the obtaining of clear revelations with identification of minutiae and singular points of the fingerprints. Identification tests were performed, characterization as melting point, magnetic resonance, granulometry and contact surface evaluation with chalcones such as sebaceous and natural deposition with development in different materials such as plastic, metal and glass for application of fingerprint development. The compound was tested in eight volunteers without distinction of sex and age, presenting satisfactory results for the the development of digital on glass and metal surfaces.

Keywords: chalcones, developer powder, fingerprint.

Lista de Figuras

Figura 1.	Exemplos de sulcos de superfície epidérmica de digital. Fonte: HOLDER, ROBINSON, JOHN, 2004.....	19
Figura 2.	Papilograma das minúcias destacadas nas figuras (a) e (b) são iguais, sendo que na imagem (b) está especificada as regiões que formam a confluência do Delta. Fonte: HOLDER, ROBINSON, JOHN, 2004.....	20
Figura 3.	Principais tipos de impressões digitais. Fonte: (Adaptado: VELHO, GEISER, ESPINDULA, 2013).....	21
Figura 4.	Exemplos de alguns pontos característicos nos desenhos papilares. Fonte: CHEMELO, 2006.....	25
Figura 5.	Ilustração das diferentes colorações obtidas após aplicação das metodologias. Fonte: (adaptado MARTINS, OLIVEIRA, 2016).....	28
Figura 6.	Estrutura básica da chalcona.....	33
Figura 7.	Reação da síntese da chalcona.....	37
Figura 8.	Amostras preparadas para avaliação do MEV.....	39
Figura 9.	Espectro de RMN de ¹ H da chalcona.....	41
Figura 10.	Espectro de massas da chalcona sintetizada.....	42
Figura 11.	Espectro de massas da chalcona sintetizada <i>E-3-(3-nitrofenil)-1-fenil prop-2-em-1-ona</i>	43
Figura 12.	(a) Amostra padrão de Pó "Hi-Fi" Dourado Metálico depositada em substrato de plástico ampliada 50x. (b) ampliada 100x.....	44
Figura 13.	(a) Amostra sintetizada de 3-nitrofenil-1-fenil propen-1,2-ona depositada em substrato de plástico ampliada 50x. (b) ampliada 100x.....	45
Figura 14.	(a) Amostra padrão de Pó "Hi-Fi" Dourado Metálico depositada em substrato de vidro ampliada 50x. (b) ampliada 100x.....	45
Figura 15.	(a) Amostra sintetizada de 3-nitrofenil-1-fenil propen-1,2-ona depositada em substrato de plástico ampliada 50x. (b)	

	ampliada 100x.....	46
Figura 16.	Histograma do tamanho de partículas do pó revelador padrão.....	47
Figura 17.	Histograma do tamanho de partículas da chalcona sintetizada.....	47
Figura 18.	Pó revelador comercial padrão (Pó "Hi-Fi" Dourado Metálico).	49
Figura 19.	Aplicação de (a) 3-nitrofenil-1-fenil propen-1,2-ona como revelador de impressões digitais latentes.....	49
Figura 20.	(a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador X. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador Y.....	51
Figura 21.	(a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador T. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador H.....	52
Figura 22.	(a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador L. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador N.....	52
Figura 23.	(a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador Z. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador W.....	53
Figura 24.	(a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador F. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador G.....	54
Figura 25.	(a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador C. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador D.....	55
Figura 26.	(a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador J. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador I.....	56
Figura 27.	(a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador K. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador M.....	57

Figura 28.	Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada.....	58
Figura 29.	Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada.....	59
Figura 30.	Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada.....	60
Figura 31.	Imagem obtida por fotografia comparando a revelação de impressão digital com a chalcona sintetizada E-3-(3-nitrofenil)-1-fenil prop-2-em-1-ona e (b) pó revelador comercial padrão.....	61

Lista de Tabelas

Tabela 1.	Tipos básicos de superfícies encontradas em locais de crime, e técnicas recomendadas de análise. Fonte: (Adaptado: VELHO, GEISER, ESPINDULA, 2013).....	24
Tabela 2.	Principais formulações de pós pretos utilizados nas revelações de impressões digitais em superfícies claras. Fonte: (Adaptado: MAIA, 2012).....	29
Tabela 3.	Principais formulações de pós brancos utilizados nas revelações de impressões digitais em superfícies escuras. Fonte: (Adaptado: MAIA, 2012).....	29
Tabela 4.	Pós sintéticos comercializados na indústria forense. Informações citadas no site dos produtos de Forensics Brasil®.....	30,31
Tabela 5.	Métodos de revelação de impressões digitais desenvolvidos nos últimos cinco anos.....	34,35
Tabela 6.	Condições operacionais do GC-MS.....	38
Tabela 7.	Tamanho de partícula dos compostos chalcona e padrão.....	48

Abreviaturas

AFIS: Automated Fingerprint Identification System

GC-MS: Cromatógrafo a gás acoplado ao Espectrômetro de Massas

RMN: Ressonância Magnética Nuclear

MEV: Microscopia Eletrônica de Varredura

Sumário

Sumário	13
1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 IMPRESSÕES DIGITAIS: Breve histórico e conceito	17
2.1.1 Sistemas de classificação das impressões digitais.....	19
2.1.2 Características das superfícies para coleta de impressões digitais	22
2.2 Métodos de coleta.....	25
2.2.1 Análises das impressões digitais coletadas.....	25
2.3 Métodos clássicos de análises de impressões digitais.....	26
2.3.1 Métodos químicos.....	26
2.3.2 Métodos físicos	28
2.3.2.1 Pós sintéticos.....	30
2.3.2.2. Pós-naturais.....	31
2.3.3 Chalconas.....	32
2.4 Perspectivas de análises de impressões digitais	33
3. MATERIAIS E MÉTODOS	36
3.1 Reagentes e materiais	36
3.2 Síntese do composto	36
3.3 Caracterização do composto sintetizado	37
3.3.1 Ponto de Fusão.....	37
3.3.2 Ressonância Magnética Nuclear (RMN)	37
3.3.3 Cromatografia a gás acoplada ao espectrômetro de massas (GC-MS).....	38
3.3.4 Visualização microscópica das impressões digitais.....	38
3.3.5 Análise do tamanho de partículas.....	39
3.4 Metodologia.....	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1 Caracterização do composto sintetizado	40
4.1.1 Ponto de fusão.....	40
4.1.2 Ressonância magnética nuclear (RMN)	40
4.1.3 Cromatografia a gás acoplado ao espectrômetro de massas (GC-MS).....	43
4.2 Desenvolvimento de metodologia de revelação de impressão digital	43
4.2.1. Visualização microscópica das impressões digitais.....	44

4.2.2. Análise do tamanho de partículas.....	46
4.2.3. Avaliação de chalcona como revelador de impressões digitais latentes...48	
5. APLICAÇÃO DOS COMPOSTOS DE CHALCONAS DE REVELAÇÃO DE IMPRESSÃO DIGITAL LATENTE	50
5.1 Deposição de impressões digitais latentes	50
5.1.1 Chalcona em superfície em vidro.....	51
5.1.2 Chalcona em superfície de metal.....	58
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
7. PERSPECTIVAS	63
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

1. INTRODUÇÃO

Impressões digitais latentes podem ser descritas como vestígios deixados no local do crime, podendo ser visíveis ou não. Impressões latentes visíveis são aquelas que mostram detalhes identificáveis das papilas deixados por dedos contaminados por substâncias como o sangue, tinta, gordura ou sujeira, e que naturalmente deixam um contraste sobre o seu fundo ou são produzidas quando impressões digitais são pressionadas contra superfícies plásticas (que se deformam), tais como betume, alcatrão, superfícies com película aderente ou cera (DHALL, SODHI, KAPOOR, 2013). As impressões latentes ("escondidas") não são visíveis a olho nu, e consistem substancialmente apenas de secreções naturais da pele humana e, tais impressões requerem tratamento para que se tornem visíveis.

Esse tratamento é chamado "revelação de impressão latente" sendo necessário utilizar alguns processos químicos ou físicos, nos quais as reações com as secreções da pele farão com que a impressão latente contraste com seu fundo. A escolha de metodologia adequada para a revelação é de extrema importância para conhecimento da constituição da impressão digital. Os vestígios podem ser considerados como uma fonte objetiva de investigação e transformá-los em provas (DHALL, SODHI, KAPOOR, 2013). Dentre os vestígios, as impressões digitais (impressões digitopapilares) constitui um fator primordial para elucidação de casos forenses no âmbito criminal, civil ou trabalhista. A análise de impressões digitais é o estudo da papiloscopia, subárea da Criminalística que trata do estudo dos desenhos e impressões formadas pelas papilas dérmicas que são projeções ou elevações do tecido da pele, saliências estas que se destacam nos dedos, nas palmas das mãos e nas plantas dos pés (VELHO, GEISER, ESPINDULA, 2013).

O conjunto de procedimentos e metodologias adotados no local de crime, disciplinando os exames periciais a serem realizados nos objetos que foram manipulados, em outros materiais e mesmo na vítima é denominado revelação de impressões papilares. Após iniciar a revelação de impressões papilares na cena do crime são obtidos arquivos com fragmentos revelados, os quais são comparados com os suspeitos.

A importância da coleta deste tipo de vestígio é devido ao fato de cada ser humano possuir um conjunto único de impressões digitais que acompanham desde a gestação até sua morte sem apresentar mudanças significativas (VELHO, COSTA, DAMASCENO, 2015). A identificação de impressões digitais é uma das mais importantes formas de investigação criminal devido a duas características: a sua unicidade (impressão individual única para cada indivíduo) e a sua imutabilidade (sem mudanças significativas). Assim, as cristas de fricção apresentam as impressões digitais formadas dentro do útero materno e se desenvolvem proporcionalmente à medida que o bebê cresce. Além disso, as impressões digitais de uma pessoa não mudam ao longo do tempo, o que pode ocorrer é a cicatrização permanente (ferimento na ponta dos dedos e posterior cicatrização) sendo a única maneira de uma impressão digital ser alterada (MARTINS, OLIVEIRA, 2016).

A presença de impressões digitais visualizadas em um local de crime pode ser utilizada para atribuir autoria ou, pelo menos, inserir esta pessoa como testemunha no contexto do crime. Existem três tipos principais de glândulas as sudoríparas, sebáceas e as apócrinas. As glândulas sudoríparas são responsáveis por secretar principalmente água e alguns componentes orgânicos e inorgânicos, as glândulas sebáceas por secretar componentes oleosos e as apócrinas componentes orgânicos (BRUNI, OLIVEIRA, 2012). Assim, a secreção contínua de substâncias favorece o depósito de suor e sebo e ao tocarmos numa superfície com as pontas dos dedos irá formar o registro das papilas dérmicas, permitindo a identificação das impressões digitais. Cabe salientar, que a papiloscopia pode ser dividida em datiloscopia, identificação pelas impressões digitais, quiroscopia identificação pelas palmas das mãos e podoscopia, identificação das impressões plantares. A coleta da impressão digital, feita pelo papiloscopista no local do crime, para posterior análise, apresenta algumas vantagens quando comparada a outros métodos existentes (VELHO, GEISER, ESPINDULA, 2013). Quando da realização dos exames periciais voltados a revelação das impressões papilares, seja no local de crime ou em laboratório, a aplicação de qualquer técnica deve ser precedida de confiabilidade de marcas de dedos latentes como evidência em processos judiciais. Conseqüentemente, a papiloscopia possui características simples e possibilita a praticabilidade na coleta de impressões papilares, sendo considerado um método de

baixo custo, rápido e eficaz e que permite o arquivamento das impressões para posteriores classificações e auxílio na identificação humana (FOSSOUL et al., 2016).

No entanto, devido aos pós comerciais apresentarem custos relativamente altos (devido a importação dos produtos), toxicidade e também dificuldade de visibilidade das minúcias e pontos singulares das impressões digitais, alguns estudos têm sido feitos com substâncias naturais para o desenvolvimento de novos pós reveladores de impressão digital mais acessíveis quanto a custo e baixa toxicidade.

Dentre estes, estão as chalconas, sendo produtos naturais e pertencendo à família dos flavonoides, pode também ser sintetizadas usando protocolos sintéticos orgânicos convencionais e favorecendo o processo de síntese de química limpa e atendendo aos requisitos de qualidade de revelação de impressão digital. As chalconas substituídas são de particular interesse para vários estudos devido à sua ampla gama de atividades biológicas.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de metodologia de revelação de impressão digital latente com a aplicação de chalconas em diferentes superfícies de contato auxiliando na acessibilidade de pós, baixo custo e qualidade de revelação de impressão digital confirmando a objetividade e confiabilidade da papiloscopia como método seguro e eficaz na identificação humana.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPRESSÕES DIGITAIS: Breve histórico e conceito

Ao longo dos anos, os métodos de identificação humana foram evoluindo, pois na antiga babilônia em 2000 a.C, por exemplo, utilizavam-se padrões de impressões digitais em barro para acompanhar documentos, prevenindo assim, falsificações. Francis Galton, no ano de 1891, lança a obra *FingerPrints*, sendo utilizada como referência em estudos de identificação humana por impressões

digitais e estabeleceu uma base científica de dados catalogados, aproximadamente 8.000 conjuntos de impressões digitais coletadas para informações em casos criminais. Cabe ressaltar, que seu estudo de minúcias em impressões digitais forneceu a base para a comparação significativa de impressões diferentes, construindo uma prova estatística da singularidade, por minúcias, de impressões individuais. (ARAÚJO)

Conforme descrito por (ALBRECHT 2003) qualquer característica humana, física ou comportamental, pode ser usada para a identificação de pessoas, desde que satisfaçam os requisitos: universalidade (significa que todas as pessoas devem possuir a característica), variabilidade (indica que esta característica não pode ser igual em pessoas diferentes), imutabilidade (significa que a característica não deve variar significativamente com o tempo) e perenidade (indica que a característica permanece a mesma desde o seu aparecimento na vida intrauterina até a decomposição do corpo após a morte). Segundo KEHDY, o termo datiloscopia (do grego *daktylos* = dedos, *skopein* = examinar) foi proposto pelo Doutor Francisco Latzina, sendo utilizado para referir-se a sistemas de verificação de impressões digitais.

No entanto, com o crescente avanço e desenvolvimento das tecnologias ligadas ao processamento digital de imagens, existe o interesse em se aplicar os conceitos relativos à datiloscopia para a criação de sistemas automáticos de reconhecimento de impressões digitais. Assim, com o crescente número de fichas de impressões digitais, surgiu na década de 1960 nos estados unidos a idéia de fazer um sistema de comparação automática com a impressão digital questionada com as impressões de possíveis suspeitos: denominada *AFIS, Automated Fingerprint Identification System* (FIGINI et al., 2003). Neste sistema, o fragmento de impressão digital é devidamente tratado e comparado com a base de dados, onde é verificado o quão parecido é o fragmento de impressão digital com algumas impressões já existentes. 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 (CHEMELLO, 2006).

2.1.1 Sistemas de classificação das impressões digitais

A impressão digital é composta por vários sulcos, que na sua formação apresentam diferenças chamadas de pontos de minúcias, ou seja, aquela parte em que os sulcos se dividem (vales) ou onde terminam abruptamente (terminação). A finalidade destes sulcos é de gerar uma maior fricção para segurar objetos ou apoiar em superfícies com mais firmeza e segurança. Cada um desses pontos tem características únicas, que podem ser medidas. As extremidades, os pontos de bifurcação e os pontos de mudança de direção são conhecidos como minúcias. O conjunto destas minúcias, as suas posições relativas e quantidades é que diferenciam uma impressão digital da outra. Ao compararmos duas impressões digitais podemos determinar seguramente se pertencem a pessoas distintas, baseados nos pontos de minúcias. Os sulcos das impressões digitais não são retos e contínuos, e sim partidos, bifurcados e curvos (LEE, GAENSSLE, 2001), conforme mostrado na Figura 1.

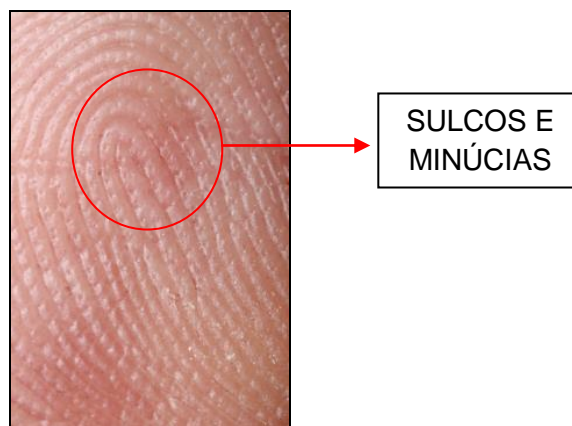


Figura 1. Exemplos de sulcos de superfície epidérmica de digital. Fonte: HOLDER, ROBINSON, JOHN,2004.

Dos diversos sistemas de classificação de impressões digitais, o primeiro a ser proposto e ainda hoje utilizado no Brasil e em diversos outros países foi o Sistema Vucetich de Classificação de Impressões Digitais. No entanto, existem outros sistemas de classificação de impressões palmares e plantares que não serão abordados neste estudo. Após vários estudos realizados na área de identificação, Juan Vucetich criou um efetivo sistema de identificação humana através da

impressão digital. O sistema datiloscópico, enfocando, sobretudo, a classificação e o arquivamento das impressões digitais dos dez dedos das mãos, conhecida como conceituação Vucetichista considerando os tipos fundamentais ocorria pela presença ou não do Delta que apresenta importância no sistema de Vucetich, pois o desenho é semelhante à letra grega delta. Delta é representado pela confluência de uma formação particular e específica, baseia-se nas três linhas diferentes de uma impressão digital, como o sistema nuclear (região onde situa o centro do desenho), o sistema basilar (abaixo da região do núcleo) e o sistema marginal (acima do núcleo) (VELHO, GEISER, ESPINDULA, 2013), conforme mostrado na Figura 2.

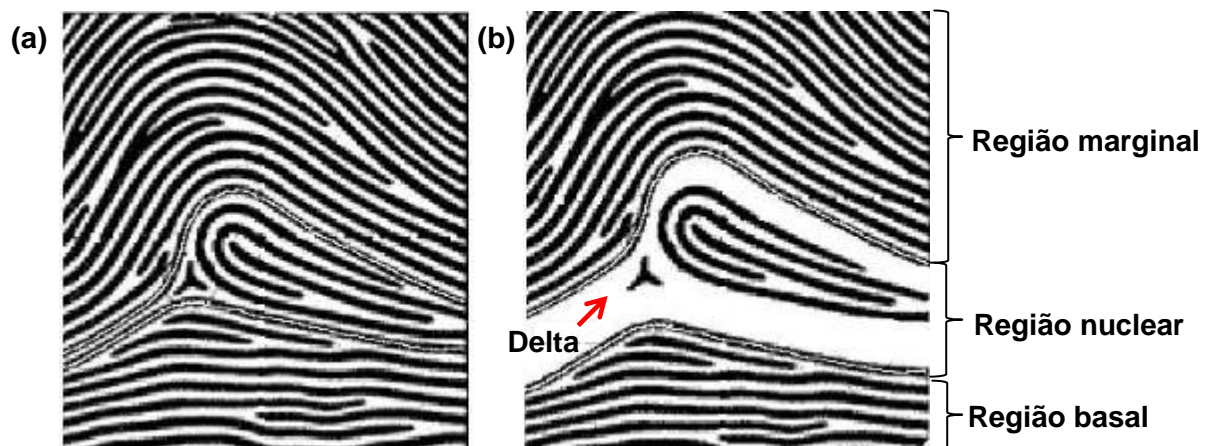


Figura 2. Papilograma das minúcias destacadas nas figuras (a) e (b) são iguais, sendo que na imagem (b) está especificada as regiões que formam a confluência do Delta. Fonte: HOLDER, ROBINSON, JOHN, 2004.

Dessa forma, Vucetich considerou os quatro tipos fundamentais de acordo com a presença ou não de Delta mostrados na Figura 3.

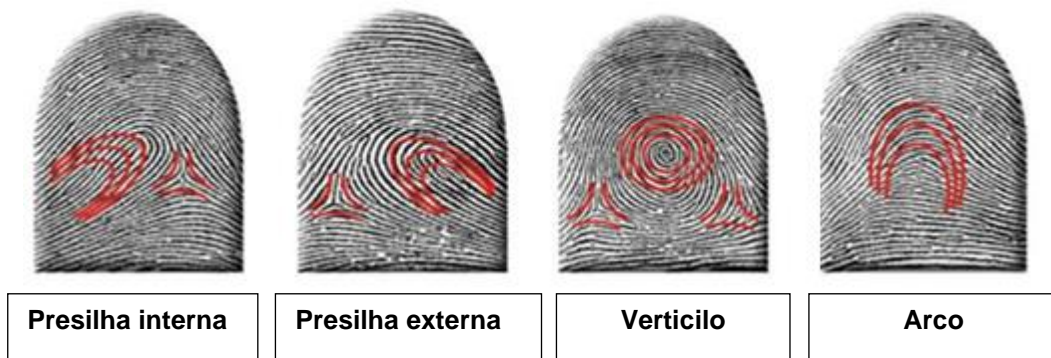


Figura 3: Principais tipos de impressões digitais. Fonte: (Adaptado: VELHO, GEISER, ESPINDULA, 2013.)

De acordo com a Figura 3, os símbolos convencionais denominados de: Arco, Presilha externa, Presilha interna e verticilo. Segundo MAIA, os principais tipos de impressões digitais possuem as seguintes definições:

- a) Arco: datilograma que não possui delta. As linhas que formam a impressão digital atravessam de um lado ao outro, assumindo forma abaulada.
- b) Presilha Externa: apresenta um Delta à esquerda do observador, sendo que as linhas da região nuclear dirigem-se à direita do observador.
- c) Presilha Interna: apresenta um Delta à direita do observador, sendo que as linhas da região do núcleo da impressão digital dirigem-se à esquerda do observador.
- d) Verticilo: apresenta normalmente dois Deltas, um à esquerda e outro à direita do observador. Outro aspecto é que as linhas da região do núcleo da impressão digital ficam encerradas entre as linhas que se prolongam dos deltas.

O Sistema Vucetich de classificação de impressões digitais é decadatilar, ou seja, a identificação civil de um indivíduo é feita através de uma ficha individual datiloscópica também chamada de ficha decadatilar, onde constam, de um lado, as informações do indivíduo e, de outro, as impressões digitais dos dez dedos. Essa ficha idealizada por Vucetich consiste em um dos lados de duas fileiras com espaços para cinco impressões digitais cada: a fileira de cima é chamada série para a inserção dos dedos da mão direita e a de baixo é chamada de seção para inserção

dos dedos da mão esquerda. Tanto na série quanto na seção, o polegar será colocado no lado esquerdo e os demais dedos à direita, seguindo a ordem polegar, indicador, médio, anular e mínimo.

Com o aumento do número de fichas de impressões digitais, surgiu na década de 60, um sistema que automaticamente comparasse a impressão digital com as impressões de possíveis suspeitos, denominado de *Automated Fingerprint Identification System* (AFIS). Nesse sistema, o fragmento de impressão digital revelado na cena do crime, convenientemente tratado e gerado dentro de padrões previamente definidos é comparado com a base de dados e resulta numa medida do quanto parecido o fragmento é com algumas das impressões existentes, estes testes são feitos somente por papiloscopistas. No Brasil, o sistema AFIS está centralizado na Polícia Federal e possui dois bancos de dados, um civil e outro criminal. No processo de confronto de impressões digitais nesse sistema, o tempo de resposta depende do número de suspeitos presentes no banco de dados consultado (VELHO, COSTA, DAMASCENO, 2015).

2.1.2 Características das superfícies para coleta de impressões digitais

No local de crime, existem várias superfícies que podem ser encontradas vestígios para análises posteriores, sejam peças de roupas, objetos, elementos materiais, vidros, entre outros. A presença ou não de fragmentos de impressão digital depende da interação do indivíduo que tocou a superfície e da dinâmica do contato, e também da superfície propriamente dita. (VELHO, COSTA, DAMASCENO, 2015).

A pele participa da proteção do organismo contra a perda de água e por meio dela ocorre à excreção de várias substâncias que influencia na formação, composição e detecção de impressões papilares, destacando-se as impressões digitais. A partir de estudos químicos, pode-se considerar que basicamente, o suor humano das mãos é composto de 99% de água e 1% de materiais sólidos. Dentre os materiais sólidos destacam-se os aminoácidos e outros compostos nitrogenados, ácido láctico, glicídios e mesmo compostos não orgânicos como cloretos, sulfatos,

fosfatos e íons como sódio, potássio e ferro. Quando um suspeito toca numa superfície qualquer, estes compostos são transferidos para superfície, seguindo a forma de contato das papilas dérmicas. Em função destas características físicas e químicas dos compostos que são propostos métodos de revelação das impressões digitais (VELHO, COSTA, DAMASCENO, 2015). Dessa forma, o papiloscopista avalia a localização de impressões visíveis numa cena de crime, no entanto a localização de impressões latentes requer o uso de técnicas para tornar o vestígio visível. Embora o perito possa escolher entre vários métodos para visualizá-las, a escolha depende do tipo de superfície a ser investigada, sendo necessária a escolha de técnicas mais adequadas chamadas “roteiros” (CHAMPOD, 2004) (LEE, GAENSSLEN, 2001). Sendo assim, os roteiros são utilizados para facilitar as formas de coletas de impressões digitais, abordando situações possíveis, como superfícies molhadas ou secas, facilitando assim, a escolha da técnica a ser usada para analisar o fragmento encontrado no local de crime. Geralmente, os manuais dividem as superfícies a serem periciadas nos tipos básicos mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Tipos básicos de superfícies encontradas em locais de crime, e técnicas recomendadas de análise de impressões digitais. (Adaptado: VELHO, GEISER, ESPINDULA, 2013).

Tipos básicos de superfícies	Tipo de material	Técnica(s) recomendada(s)
Lisas e não porosas	Vidro e plástico	Uso de pós reveladores
Rugosas e não porosas	Coberturas de materiais sintéticos	Técnicas de vaporização
Papel e papelão	Livros	Tratamento em laboratório
Plásticos	Plásticos	Tratamento em laboratório
PVC, borracha e couro	PVC, borracha e couro	Técnicas de vaporização e tratamento em laboratório
Fitas adesivas	Fita adesiva (duas superfícies uma lisa e outra adesiva)	Tratamento em laboratório
Metal (não tratado)	Metais em geral, observar pinturas e/ou coberturas de superfícies	Técnicas de vaporizadores e tratamento em laboratório. No caso de coberturas, verificar a técnica adequada ao material observado.
Madeira (não tratada)	Madeira bruta	Tratamento em laboratório
Superfícies oleosas	Velas, materiais com vedação para água	Tratamento em laboratório
Tecido	Tecidos em geral	Técnica de revelação depende da existência ou não de outros fluídos corporais.
Manchas de sangue	Superfícies com manchas de sangue	Reveladores químicos

2.2 Métodos de coleta

2.2.1 Análises das impressões digitais coletadas

Na análise das impressões digitais coletadas, os papiloscopistas determinam se há informações suficientes na impressão para serem usadas para identificação. Isso inclui determinar a classe e as características individuais para cada impressão desconhecida. As características da classe são as características que estreitam a impressão para um grupo, mas não para um indivíduo. Os três tipos de classe de impressão digital são arcos, presilha interna e externa e verticilos (VELHO, COSTA, DAMASCENO, 2015).

Arcos são o tipo menos comum de impressão digital, ocorrendo apenas cerca de 5% dos casos. Este padrão é caracterizado por cumes que entram em um lado da impressão, sobem e saem do lado oposto. Presilhas são as mais comuns, ocorrendo 60-65% dos casos. Este padrão é caracterizado por cumes que entram em um lado da impressão, loop ao redor e, em seguida, sair no mesmo lado. Verticilos apresentam um tipo circular de cume fluxo e ocorrem 30-35% dos casos. As características individuais são aquelas características que são originais a um indivíduo. São irregularidades minúsculas que aparecem dentro das cristas de fricção e são referidas como os detalhes de Galton não se repetindo o conjunto dos tipos fundamentais e dos pontos característicos. Os tipos fundamentais de detalhes de Galton são bifurcação, empalme, final de linha e ilhas (KAUSCHAL, et al. 2011).



Figura 4. Exemplos de alguns pontos característicos nos desenhos papilares. Fonte: CHEMELO, 2006

2.3 Métodos clássicos de análises de impressões digitais

Na maioria das vezes, o aspecto mais difícil na investigação de impressões digitais é a sua localização. Avanços tecnológicos no âmbito de métodos que auxiliem de forma mais eficiente e rápida estão sendo desenvolvidos de acordo com o tipo de impressão digital e a superfície que se encontra na digital. Existem duas classes de reveladores papiloscópicos: *i*) as substâncias que aderem as impressões por forças intermoleculares e *ii*) as substâncias que reagem quimicamente com as impressões. Um método adequado de revelação cria um contraste entre a impressão digital e a superfície em que ela foi depositada e é de fácil execução, sensível e reproduzível. Além do conhecimento dos protocolos de procedimentos de revelação de impressões digitais, é importante conhecer os componentes dos reveladores papiloscópicos, pois muitos podem oferecer riscos toxicológicos.

2.3.1 Métodos químicos

Para superfícies especiais de materiais mais finos, como folhas plásticas e de papel, recomenda-se a utilização de métodos químicos, devido a sua fragilidade. As diferentes substâncias utilizadas são: reveladores de iodo, ninidrina, vapor de cianocrilato.

A técnica de aplicação de vapores de iodo é umas das mais antigas na papiloscopia, sendo descoberta no século XIX por um professor que utilizou a técnica para revelar escritos escondidos em papéis, e percebeu que era possível revelar impressões latentes. A metodologia está centrada na absorção do iodo pelo material que compõe a impressão digital, o iodo se depositará sobre a gordura presente, produzindo uma coloração que varia entre o bege e marrom-escuro. (MARTINS, OLIVEIRA, 2016)

Cabe ressaltar, a toxicidade dos vapores de iodo e também por ser corrosivo, principalmente a metais, produzindo ferrugem. Um fato interessante é o caráter reversível desta revelação, ao expor a peça revelada ao ambiente, o iodo tende a evaporar, descolorindo a impressão revelada, por isso a necessidade de registro

fotográfico da impressão, após a revelação. A técnica pode ser aplicada diversas vezes sem prejuízo da amostra e também não inibe o uso de outras metodologias. (CHEMELLO, 2006).

A ninidrina apresenta boa reatividade com os aminoácidos, sendo uma grande aliada nas revelações químicas de impressões digitais. Inicialmente, o reagente é incolor e ao entrar com aminoácidos presentes na composição da impressão digital forma uma coloração rosada, sendo esta decomposição chamada de “púrpura de Ruhemann”.

Aliado a reação de ninidrina, o reagente pode ser dissolvido em solvente aquoso ou orgânico (dependendo da matriz analisada) e borrifado sobre a superfície investigada. Sendo recomendado este método para superfícies porosas, como papéis e madeira. (MARTINS, OLIVEIRA, 2016). Deve-se ter cuidado na manipulação durante a aplicação da técnica, pois a ninidrina tem potencial cancerígeno, portanto, evitar contato com a pele.

Já o revelador de cianoacrilato conhecido popularmente de supercola, quando em contato com a água presente nas impressões digitais produzem um precipitado de cor branca, que corresponde à polimerização do cianoacrilato.

A metodologia deve ser desenvolvida num ambiente fechado (capela) e que possibilite a exaustão dos gases gerados. Os materiais a serem examinados são colocados dentro da capela, vaporizando-se a supercola, mediante algum aquecimento, a temperatura de vaporização está numa faixa de 59 °C a 65 °C.

Na figura 5 foi possível observar uma ilustração das diferentes colorações na revelação de impressões digitais por método químico.

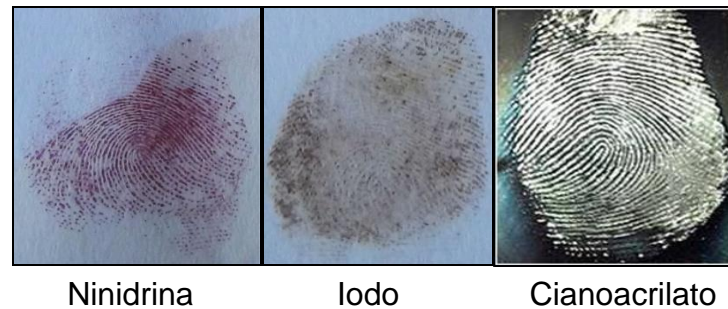


Figura 5: Ilustração das diferentes colorações obtidas após aplicação das metodologias. Fonte: (Adaptado MARTINS, OLIVEIRA, 2016).

2.3.2 Métodos físicos

Os métodos físicos consistem na borrifação ou aplicação de pó colorido sobre a superfície na qual se deseja investigar as impressões digitais. A técnica de aplicação de pó para revelar impressões digitais latentes envolve a aplicação de uma formulação finamente dividida de pó sobre a impressão de marca de dedos com a utilização de pincéis especiais (fibra de vidro ou de cabelo de camelo), espalhando o pó pela superfície de contato. O pó se adere mecanicamente ao resíduo do suor definindo o padrão da crista, sendo possível observar as linhas de desenhos das impressões digitais, tal fato deve-se a presença de água ou material biológico, como gordura, sais minerais, aminoácidos, entre outros (MARTINS, OLIVEIRA,2016).

Para superfícies claras, recomenda-se a utilização de pós escuros, como negro de fumo, pó de ferro e entre outros. Já para superfícies escuras recomenda-se utilizar pós claros, como carbonato de chumbo, talco e outros. Os sulcos que são desprovidos do resíduo da impressão digital não aderem aos pós dificultando a visualização das minúcias e, para facilitar muitas vezes pós coloridos são mais visíveis e a impressão latente é revelada com melhor qualidade de impressão digital (MARTINS, OLIVEIRA,2016).

Tabela 2. Principais formulações de pós pretos utilizados nas revelações de impressões digitais em superfícies claras. Fonte: (Adaptado: MAIA, 2012).

Pós pretos	Composição química	%
Óxido de ferro	Óxido de ferro	50
	Resina	25
	Negro-de-fumo	25
Dióxido de manganês	Dióxido de manganês	45
	Óxido de ferro	25
	Negro-de-fumo	25
Negro-de-fumo	Resina	5
	Negro-de-fumo	60
	Resina	25
	Terra de Fuller	15

Tabela 3. Principais formulações de pós brancos utilizados nas revelações de impressões digitais em superfícies escuras. Fonte: (Adaptado: MAIA, 2012).

Pós Brancos	Composição química	%
Óxido de titânio	Óxido de titânio	60
	Talco	20
	Caulim	20
Carbonato de chumbo	Carbonato de chumbo	80
	Goma arábica	15
	Alumínio em pó	3
	Negro-de-fumo	2

Conforme mostrado nas tabelas 2 e 3, os principais constituintes dos pós reguladores consistem de um polímero resinoso para adesão e um corante para o

contraste. Cabe ressaltar, que existem outros tipos de pós como: pós magnéticos, pós luminescentes e pós termoplásticos. Os métodos físicos são mais indicados para superfícies sólidas, lisas, limpas e polidas, que aceitem a posterior aplicação de fita adesiva para subsequente coleta da impressão digital. (MARTINS, OLIVEIRA, 2016).

2.3.2.1 Pós sintéticos

As indústrias de pós reveladores oferecem linhas completas de produtos para a revelação de impressões digitais latentes e para cada pó revelador são empregados em situações específicas. A escolha de um pó depende da superfície de contato, da umidade do local, das condições climáticas e da experiência do perito. A técnica do pó é uma das mais utilizadas, sendo indicada em casos onde a impressão se encontra em superfície lisa, não rugosa, não adsorvente, seca e macia. Na tabela 4 são citados pós comercializados utilizados em análise pericial para investigação forense.

Tabela 4. Pós sintéticos comercializados na indústria forense. Informações encontradas no site dos produtos de Forensics Brasil®.

Nome comercial	Característica do pó
Pó HI-FI Branco	Micro moído o branco indelével tem a máxima afinidade com as mais fracas secreções da pele.
Pó HI-FI Vermelho Brilhante	Usado em superfícies não porosas.
Pó HI-FI Prata Metálico	Utilizado em superfícies escuras.
Pó HI-FI Dourado Metálico	Oferece bom contraste fotográfico em superfícies claras e excelente contraste em objetos escuros.
Pó HI-FI Cobre Metálico	Oferece bom contraste em superfícies

	claras e escuras.
Pó HI-FI Preto Intenso	Superfícies pintadas ou cromadas. Para obter maior contraste, superfícies de cores claras.
Pó HI-FI Cinza Intenso	Superfícies claras, escuras e pintadas.
Pó HI-FI Preto/Prata	Pó de duas cores que contrastará com superfícies de qualquer cor.
Pó Duplo Preto	O preto de duplo é recomendado o uso em todas as superfícies incluindo madeira ou metal com pintura e na maioria dos plásticos. Essa fórmula especial também contém um composto que fluoresce ao ser exposto à luz ultravioleta (UV).

O Pó HI-FI Dourado Metálico oferece um bom contraste fotográfico em superfícies claras e excelente contraste em objetos escuros. Ele é fabricado com metais refinados, podendo ser utilizado em superfícies polidas ou cromadas, mantendo a sensibilidade e a aderência às secreções da pele, sendo um pó de excelente rendimento, por estas propriedades, foi escolhido como pó revelador padrão para análises e comparação do composto sintetizado.

2.3.2.2. Pós-naturais

Na literatura, existem estudos com a finalidade de utilizar pós naturais para a obtenção de reveladores de impressões digitais com menos toxicidade, baixo custo, uso acessível e que apresentem potencial revelador de impressão digital para aplicação em investigações forense.

GARG, KUMARI, KAUR, 2011, desenvolveram um novo método de pulverização simples e não tóxico de revelação de impressões digitais latentes que podem ser empregadas em diferentes substratos. Os pesquisadores avaliaram o pó de curcumina, um ingrediente comida indiana, sendo usado para decifrar as impressões digitais latentes em diferentes substratos. Obtendo bons resultados na maioria das superfícies.

HARISK, KAUR, GARG, 2011, fizeram uma tentativa preliminar para desenvolver pós reveladores de impressões digitais latentes a partir de cores de alimentos comumente usados em casa e cores empregadas durante o festival indiano. Este artigo apresenta novos métodos de pulverização para o desenvolvimento de impressões digitais latentes em diferentes substratos. Sendo observado que aplicação das cores para revelação de impressões digitais latentes apresentaram bons resultados particularmente em matrizes de alumínio.

Dessa forma, foi observado na literatura que os produtos naturais estão sendo utilizados para desenvolvimento de novos reveladores de impressões digitais, a partir desses estudos, foi feita uma pesquisa sobre qual produto natural teria potencial revelador. Assim, foi escolhida as chalconas para avaliação de potencial como revelador de impressão digital latente, uma vez que, estas apresentam coloração adequada, sua síntese gera um pó fino e também gera poucos resíduos e de relativo baixo custo. Outro fator, também considerado, algumas sínteses de chalconas partem de produtos naturais, o que colabora para sua baixa toxicidade.

2.3.3 Chalconas

Chalconas são produtos naturais que pertencem à família dos flavonoides, podendo ser sintetizadas usando protocolos sintéticos orgânicos convencionais. As chalconas substituídas são de particular interesse para vários estudos devido à sua ampla gama de atividades biológicas. Existem várias técnicas para sua síntese, sempre visando variações estruturais e melhores rendimentos das reações (PANDHURNEKAR et al, 2013). Dentre as atividades biológicas apresentadas pelas chalconas, podemos destacar: anti-inflamatória (BANO et al, 2013), antifúngica,

antibacteriana (PANDHURNEKAR et al, 2013), antimalárica (ARANCIBIA et al, 2013), antileishmanial, antitubercular (MONGA et al, 2013) e antioxidante (VASCONCELOS et al, 2011).

As chalconas são cetonas α,β -insaturadas com um anel aromático ligado a carbonila e outro ligado a insaturação (ZHANG et al, 2013). Estas moléculas são encontradas em produtos naturais ou obtidas por processos sintéticos (BANO et al, 2013). O método clássico para a síntese de chalconas é a reação de Claisen-Schmidt, que ocorre pela condensação entre uma cetona e um aldeído aromático na presença de catalisador (PANDHURNEKAR et al, 2013).

Estas moléculas são extremamente versáteis, devido a possibilidade de variação nas estruturas dos anéis aromáticos, que podem conter ou não heteroátomos em sua estrutura, além de diferentes substituintes (ZHANG et al, 2013) conforme apresentado na figura 6.

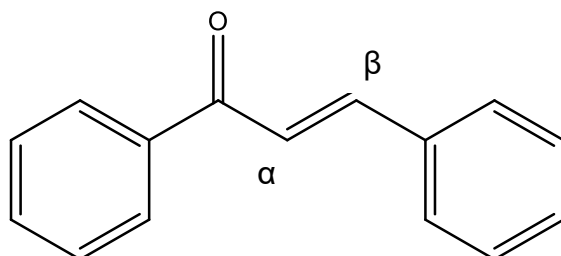


Figura 6. Estrutura básica de chalcona.

2.4 Perspectivas de análises de impressões digitais

Métodos têm sido avaliados na literatura científica, demonstrando a eficácia de revelação de impressões digitais desenvolvidas nos últimos anos conforme mostrado na tabela 5.

Tabela 5. Métodos de revelação de impressões digitais desenvolvidos nos últimos anos.

Proposta do estudo de metodologia para revelação de impressão digital	Autor	Ano
<i>i.</i> Avaliou a sensibilidade relativa de diferentes formulações em constituintes de marca de digitais e tiras de teste identificando as variáveis do método em estudo.	SEARS, V. G. et al.	2012
<i>ii.</i> Avaliou se as impressões digitais poderiam ser reveladas após submetidas a uma simulação de cena de incêndio. Avaliaram nova molécula fluorescente de suspensões SPR (carbonato de zinco, eosina B, eosina Y, detergente e água destilada) e fluorescente de suspensões SPR com carbonato de zinco na eficiência de revelação de impressões digitais latentes expostas a uma temperatura máxima de 800 °C.	DHALL J. K. et. al.	2013
<i>iii.</i> Aumentou/melhorou as marcas latentes em determinados alimentos Avaliou impressões digitais latentes Comparou com métodos tradicionais após friccionar os dedos na testa e nariz por 10s.	FERGUSON, S. et al.	2013
<i>iv.</i> Coletou e avaliou sob as mesmas condições disponíveis para técnicas de recuperação de marcas de digitais latentes em caixas de cartucho utilizando os seguintes reagentes: a) cianoacrilato seguido de pulverização regular de pó, b) cianoacrilato seguido de aplicação agnética em pó, c) cianoacrilato seguido de solução azul de arma, d) cianoacrilato seguido de amarelo básico 40, e) solução azul de arma e f) peróxido de hidrogénio acidificado utilizando ácido acético glacial ou um vinagre caseiro	GIRELLI, M. A. C. et al.	2015

Proposta do estudo de metodologia para impressão digital	Autor	Ano
<i>i.</i> Fornecer uma visão geral dos recentes avanços na visualização de impressões digitais latentes utilizando a espectrometria de massa (MS) e a espectrometria no infravermelho (IV) após uso de reagentes imunogênicos e de ácidos nucleicos.	Bin Su	2016
<i>ii.</i> Desenvolvimento de um corante à base de tetrafeniletano (FLA-1) para obter a visualização de impressões digitais latentes em superfícies de diferentes substratos.	XIAODONG, J. et al	2017
<i>iii.</i> Este estudo utiliza $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$: Os fósforos Eu^{3+} são sintetizados por um método de reação solvo térmica para revelação de impressão digital latente.	PARK J. Y., et al	2018
<i>iv.</i> Utiliza polímeros conjugados através da deposição eletroquímica, capaz de revelar impressões digitais latentes em superfícies metálicas.	GOMES, W. M. C. S.	2018
<i>v.</i> Acredita-se que os nano-fósforos mantêm uma perspectiva em imagens de impressões digitais latentes. Neste trabalho, um YVO_4 : O fósforo Bi^{3+} , Eu^{3+} com distribuição de tamanho uniforme 22 nm é sintetizado através de um método de micro emulsão.	SHAO, J. , et al	2019
<i>vi.</i> Neste estudo, desenvolveu e avaliou pós-fluorescentes micro estruturados à base de corantes benzóis para detecção de impressões digitais em diferentes tipos de superfícies (poroso e não-poroso) e cores (escuro, branco e multicolorido).	BARROS, H. L.; STEFANI, V.	2019

3. MATERIAIS E MÉTODOS

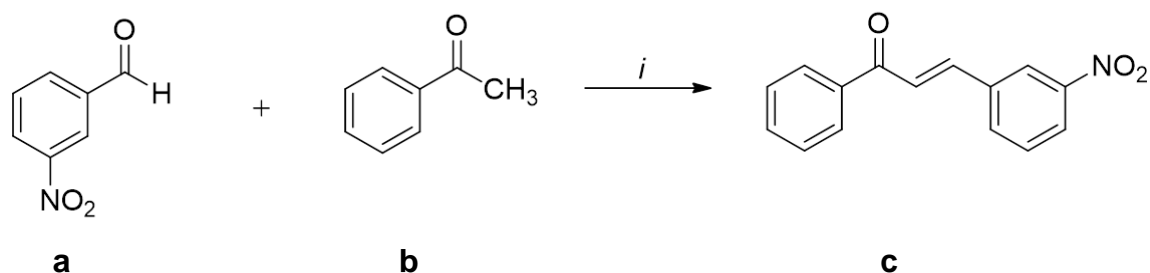
3.1 Reagentes e materiais

Os reagentes utilizados foram a acetofenona, hexano e acetato de etila foram utilizados sendo de procedência Merck[®]. Etanol, hidróxido de sódio e os aldeídos substituídos utilizados nas sínteses são de procedência Aldrich[®]. O nitrogênio líquido utilizado foi procedência White Martins[®] (Brasil).

Os materiais utilizados foram pincéis específicos de procedência Sirchie[®] sob os códigos 132LBW e CFB100. Câmera digital semiprofissional Canon EOS Rebel T6 foi utilizada para a obtenção das imagens e o pó padrão “Gold Metallic N° BPP8916 Hi-Fi Pó” de procedência Sirchie[®] foi adquirido da Forensics Brazil .

3.2 Síntese do composto

Os compostos foi sintetizado através da reação entre o aldeído 3-nitrobenzaldeído (a) (5 mmol) com acetofenona (b) (5 mmol) em 8 mL de solução etanol/água (2:1) de hidróxido de sódio (6 mmol). Essa solução ficou sob agitação durante 4 horas sendo necessário resfriamento da reação. Após o tempo indicado, o sólido obtido *E*-3-(3-nitrofenil)-1-fenil prop-2-em-1-ona (c) foi filtrado sob vácuo e recristalizado com hexano/acetato de etila a fim de se obter os produtos puros. Conforme mostrado na figura 7.

**Condições de reação:**

i: NaOH; EtOH; EtOH Sob resfriamento; 4 horas

Figura 7. Reação da síntese da chalcona.

A síntese da chalcona foi elaborada em parceria com o laboratório síntese orgânica da LAHBBio (UFPEL) no prédio 31 do Campus Capão do Leão-UFPEL.

3.3 Caracterização do composto sintetizado

3.3.1 Ponto de Fusão

Para a determinação das faixas de fusão foi utilizado um aparelho digital de ponto de fusão modelo MQAPF-302.

3.3.2 Ressonância Magnética Nuclear (RMN)

Os espectros de RMN ^1H e ^{13}C foram obtidos em Bruker Ascend 400, na frequência de 400 MHz (Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear - UFPEL). Os desvios químicos (δ) estão relacionados em parte por milhão (ppm) em relação ao padrão interno (TMS, usado como padrão interno para os espectros de ^1H NMR e CDCl_3 para os espectros de ^{13}C NMR), colocando parênteses a multiplicidade (s = singlet, d = doublet, dd = doublet, t = tripleto, quin = quinteto, sex = sexteto e m = multiplet), o número de hidrogênios deduzidos da integral relativa e da constante de acoplamento(J) expresso em Hertz (Hz) .

3.3.3 Cromatografia a gás acoplada ao espectrômetro de massas (GC-MS)

Para identificação do composto sintetizado foi utilizado um cromatógrafo à gás acoplado ao espectrômetro de massas (GC-MS) da marca Shimadzu, modelo GC-MS-QP 2010SE, equipado com injetor automático AOC-20i. As condições operacionais utilizadas para o GC-MS está apresentada na tabela 6 de condições operacionais do GC-MS.

Tabela 6. Condições operacionais do GC-MS.

GC-2010 Plus shimadzu-MSQP 2010 SE Schimazdu	
Coluna RTx5MS	30m x 0,25mm x 0,25 μ m
Temperatura do injetor	200 °C
Temperatura da interface	280 °C
Volume injetado	1 μ l
Programa de temperatura de eluição	50 °C a 280 °C sendo 10 °C/min
Vazão do gás (He)	1,2ml a 6ml /min
Modo	Scan
Faixa de Massa	40 a 700 m/z
Voltagem filamento	70 eV

3.3.4 Visualização microscópica das impressões digitais

A caracterização das amostras para avaliação de chalconas como potencial revelador de impressão digital foi feita por: Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) utilizando um equipamento Shimadzu, modelo SSX-550 Superscan. As superfícies foram limpas para remover quaisquer impurezas superficiais, logo após foi preparado o tamanho padrão de cada substrato (10 mm x 10 mm), no qual as chalconas e o revelador padrão de ouro foram testados separadamente. Os substratos (vidro e plástico) foram montados nas pontas com fita de carbono, metalizada com ouro e analisadas usando aceleração de feixe entre 5 kV e 15 kV.

3.3.5 Análise do tamanho de partículas

As análises de tamanho de partículas foram realizadas usando um difratômetro a laser - isopoCILAS 1064. Antes da análise, as amostras foram dispersas por ultra-som por 5 minutos com água como agente dispersante.

3.4 Metodologia

Primeiramente, os compostos foram moídos em nitrogênio. Logo em seguida, as mãos dos doadores das digitais, foram lavadas com água potável e sabão neutro e, após 30 minutos, a impressão digital foi recolhida nas superfícies avaliadas. Após 24 horas da deposição, a revelação foi realizada com o auxílio de pincéis específicos para a aplicação. Em seguida, as revelações foram fotografadas com câmera semiprofissional Canon EOS Rebel T6.

As amostras para análise no MEV foram preparadas da seguinte forma:

- i . lavagem das mãos com sabão neutro
- ii . deposição da impressão digital após 30 minutos
- iii. revelação da impressão digital latente após 24h da deposição com pó sintetizado, foi retirado do excesso de resíduos com pincéis específicos
- iv. Após reveladas foram encaminhadas para análise e visualização microscópica da impressão digital no equipamento MEV conforme representado na figura 8.

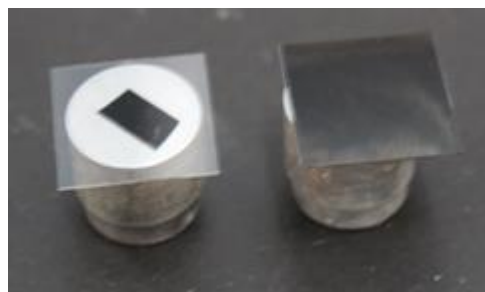


Figura 8. Amostras preparadas para avaliação do MEV.

A revelação das amostras para avaliação de chalconas como potencial revelador de impressão digital foi feita por MEV. Foi preparado o tamanho padrão para a deposição de cada substrato (10 mm x 10 mm), no qual as chalconas e o revelador padrão foram testados separadamente. Os substratos (vidro e plástico) foram montados nas pontas com fita de carbono, metalizada com ouro, e analisadas usando aceleração de feixe entre 5 kV e 15 kV.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização do composto sintetizado

4.1.1 Ponto de fusão

Cada composto químico possui seu ponto de fusão característico, de acordo com a estrutura e as forças intermoleculares. Comparando os pontos de fusão experimentais com os pontos de fusão descritos na literatura, observa-se semelhança entre eles na maioria das vezes. A ponto de fusão determinada foi de 246 °C, quando comparado com as chalconas encontradas na literatura, essa faixa de fusão está de acordo com as demais.

4.1.2 Ressonância magnética nuclear (RMN)

De acordo com a Figura 9, foi observado o espectro de RMN de ^{13}C da chalcona, e a representação dos carbonos presentes nas moléculas.

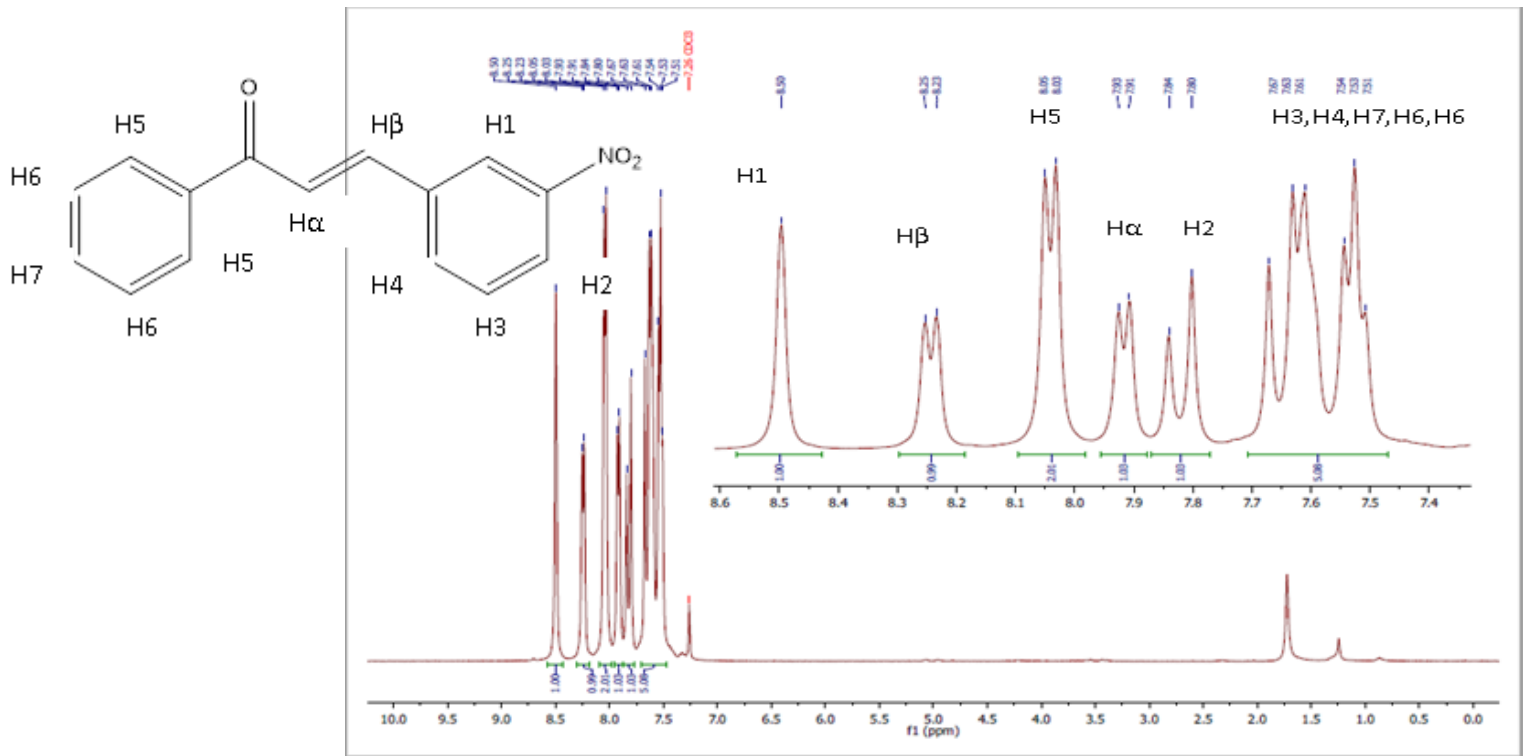


Figura 9: Espectro de RMN de ^{13}C da chalcona.

Conforme pode ser observado na figura 9, os sinais no espectro indicam a presença de 13 carbonos distintos. Na molécula, os carbonos C11 e C12 estão representados, cada um deles, em um único sinal, pois correspondem a carbonos equivalentes. O carbono mais desblindado é o C1, que é o da carbonila, devido à ligação dupla com o oxigênio, que deslocaliza os elétrons da ligação na sua direção. O C6 é o segundo mais desblindado, pois é o está entre a insaturação do anel aromático e a carbonila.

Geralmente, a presença da carbonila desblinda os carbonos ligados a ela. Como pode ser visto na Figura 9, o C3 tem maior deslocamento que o C2, devido ao efeito de ressonância entre a carbonila e a dupla conjugada a ela, aumentando a densidade eletrônica em torno do C- α . Na faixa entre 137,52 e 122,30 ppm estão os demais carbonos presentes na molécula. Desse modo, podemos observar que RMN de carbono oferece informações importantes sobre o esqueleto dos carbonos da molécula.

Também foi avaliado a RMN dos hidrogênios de acordo com a Figura 10 e os sinais obtidos pela RMN com seus respectivos deslocamentos.

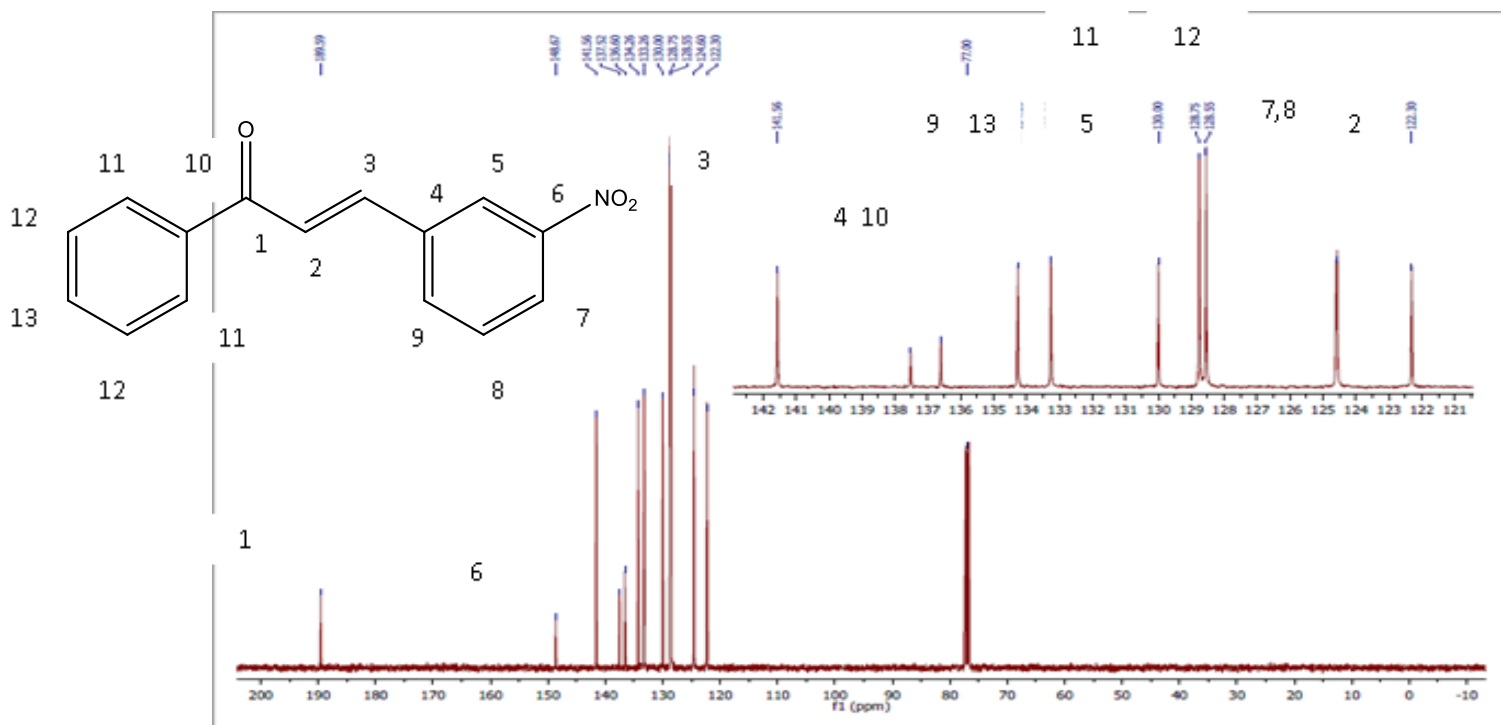


Figura 10: Espectro de RMN de ^1H da chalcona.

Na figura 10, foram identificados todos os hidrogênios presentes na molécula. A ligação dupla na molécula permite que a mesma assumas duas configurações, sendo *E* com hidrogênios *trans* ou *Z* com hidrogênios *cis* entre eles. Para determinar a isomeria, foi preciso analisar os dupletos entre 8,24 e 7,92 ppm, correspondentes a estes hidrogênios, onde verificou-se que a constante de acoplamento (J), que foi de 8 Hz característico na posição *trans*. Conseqüentemente, a chalcona está em sua forma *E*.

O hidrogênio mais desblindado H1 está entre carbonos que acaba deslocalizando os elétrons e desblindando este hidrogênio. O hidrogênio H β da chalcona, que acaba mais desblindado que o H α devido à ressonância entre a ligação dupla (hibridização sp^2) e a carbonila, que aumenta a densidade eletrônica em volta do hidrogênio α . Os H5 e H6 possuem hidrogênios equivalentes, a exemplo dos carbonos, mostrados anteriormente, sendo representados por dublete e um multiplete. Já o H2 é representado no espectro, sendo mais blindado, pois está ligado ao anel aromático na posição orto do NO_2 .

De acordo, com os resultados obtidos pelas análises de caracterização dos compostos pela RMN de ^{13}C e ^1H , podemos informar que a estrutura da chalcona sintetizada apresenta configuração *E*.

4.1.3 Cromatografia a gás acoplado ao espectrômetro de massas (GC-MS)

As análises de cromatografia à gás acoplado ao espectrômetro de massas (GC-MS) foram realizadas em equipamento da marca Shimadzu, modelo GC-MS-QP 2010SE, equipado com injetor automático AOC-20i.

O espectro de massas do composto está mostrado na figura 11.

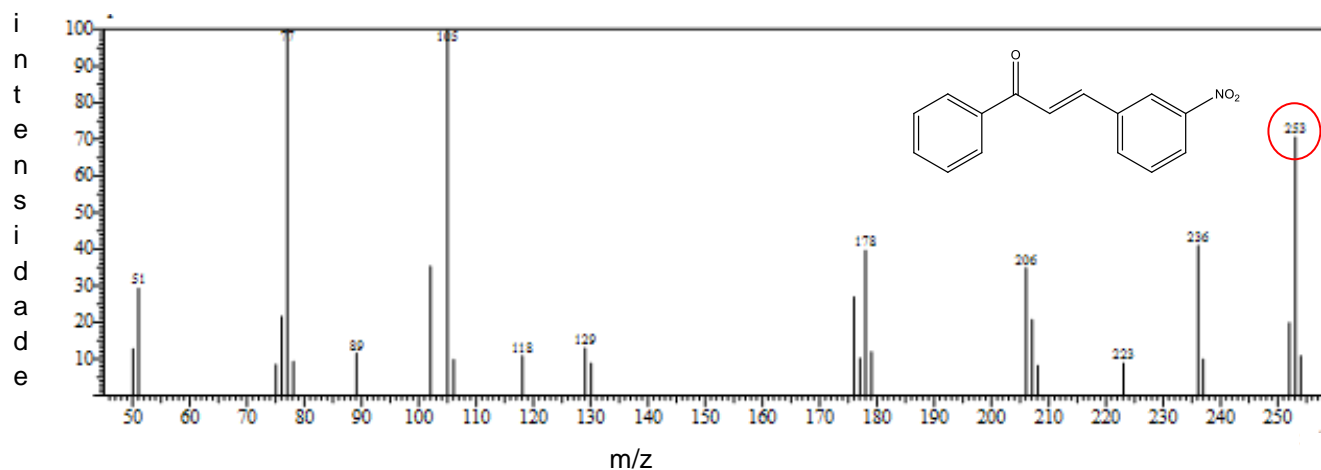


Figura 11. Espectro de massas da chalcona sintetizada *E*-3-(3-nitrofenil)-1-fenil prop-2-em-1-ona.

A massa do composto obtido *E*-3-(3-nitrofenil)-1-fenil prop-2-em-1-ona foi de 253,07 g/mol, conforme confirmado no espectro e, também pela estrutura química.

4.2 Desenvolvimento de metodologia de revelação de impressão digital

Na revelação de impressões digitais latentes aplica-se uma substância química ou física que revelam a deposição de resíduos papilares para posteriormente serem revelados na superfície na qual a impressão foi depositada.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar chalconas e seus derivados e aplicá-los como um pó revelador de impressões digitais latentes.

4.2.1. Visualização microscópica das impressões digitais

A revelação das amostras para avaliação de chalconas como potencial revelador de impressão digital foi feita por MEV. Foi preparado o tamanho padrão para a deposição de cada substrato (10 mm x 10 mm), no qual as chalconas e o revelador padrão foram testados separadamente. Os substratos (vidro e plástico) foram montados nas pontas com fita de carbono, metalizada com ouro, e analisadas usando aceleração de feixe entre 5 kV e 15 kV conforme figura 12.

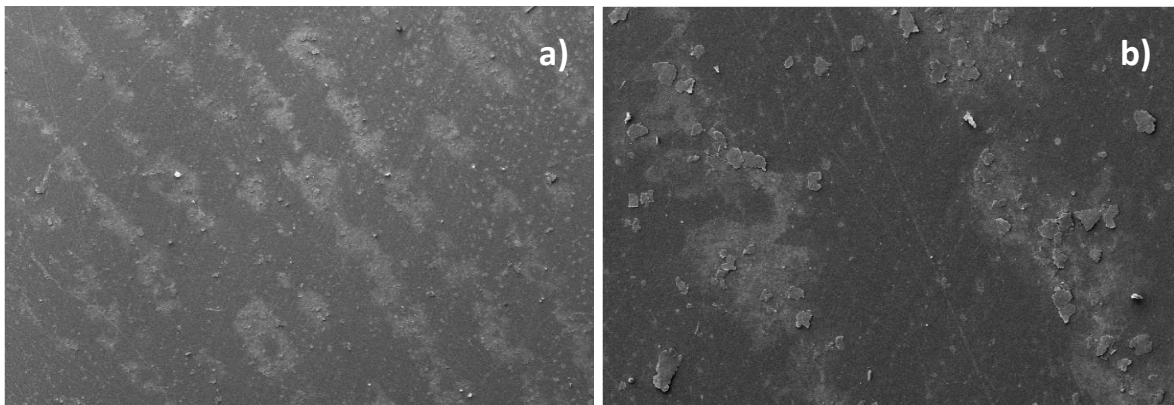


Figura 12. (a) Amostra padrão de Pó "Hi-Fi" Dourado Metálico depositada em substrato de plástico ampliada 50x. (b) ampliada 100x.

As imagens (a) e (b) possuem ampliações de 50x e 100x o que proporciona uma melhor visualização das minúcias da impressão digital latente utilizando o pó revelador padrão Pó "Hi-Fi" Dourado Metálico.

Na sequência foi analisada a amostra de chalcona que foi avaliada como pó revelador, conforme mostrado na figura 13.

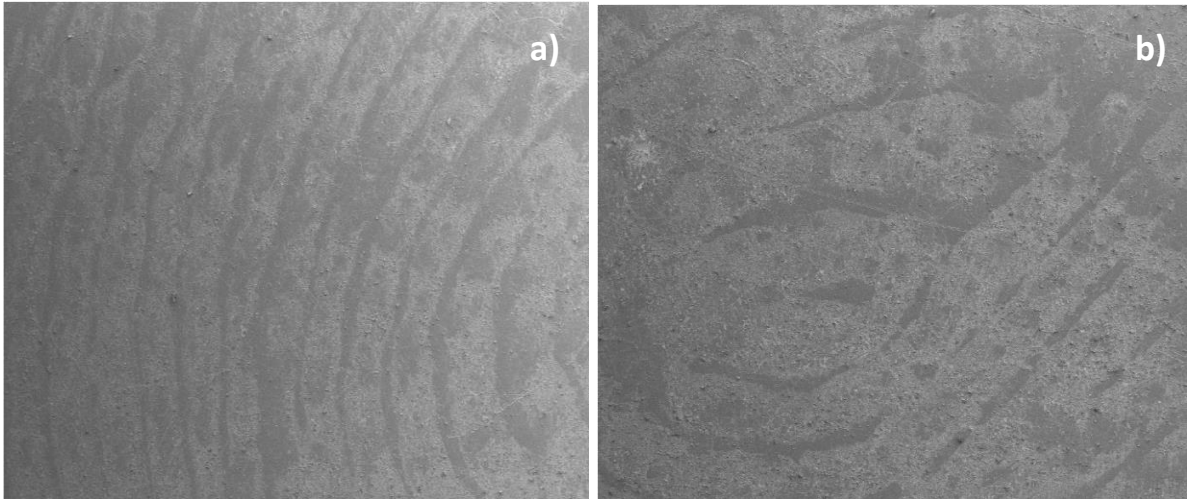


Figura 13. (a) Amostra sintetizada de 3-nitrofenil-1-fenil propen-1,2-ona depositada em substrato de plástico ampliada 50x. (b) ampliada 100x.

As imagens (a) e (b) da figura 13 possuem ampliações de 50x e 100x o que proporciona uma melhor visualização das minúcias da impressão digital latente utilizando amostra sintetizada de 3-nitrofenil-1-fenil propen-1,2-ona. Como podemos observar nas imagens, a chalcona se mostrou adequada na revelação de minúcias das impressões digitais latentes.

Na sequência foram analisadas as amostras da chalcona sintetizada e do pó revelador padrão em substrato de vidro, conforme mostrado nas figuras 14 e 15.

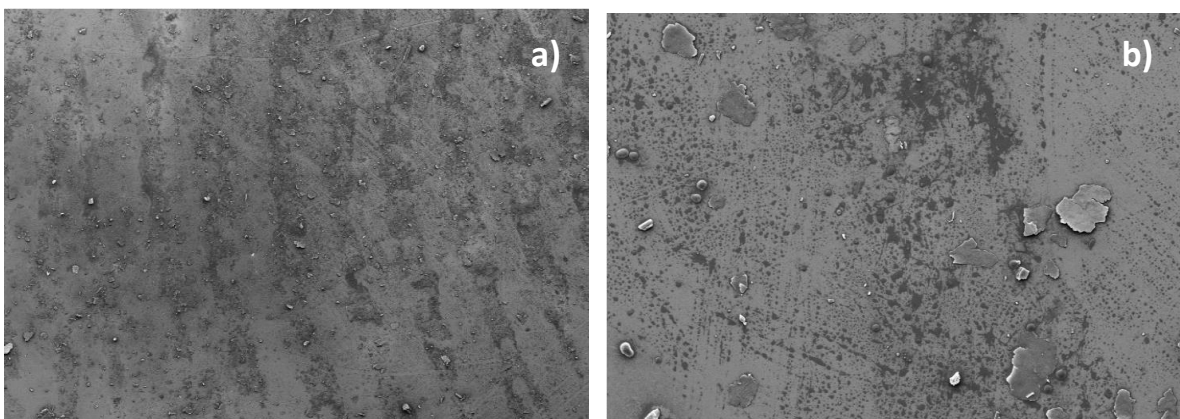


Figura 14. (a) Amostra padrão de Pó "Hi-Fi" Dourado Metálico depositada em substrato de vidro ampliada 50x. (b) ampliada 100x.

As imagens (a) e (b) possuem ampliações de 50x e 100x proporcionando uma melhor visualização das minúcias da impressão digital latente utilizando o pó revelador padrão Pó "Hi-Fi" Dourado Metálico. Na imagem podemos visualizar detalhes microscópicos das minúcias que a "olho nu" não era possível tal visualização.

Na sequência foi analisada a amostra de chalcona que foi avaliada como pó revelador. As imagens (a) e (b) da figura 15 possuem ampliações de 50x e 100x proporcionando uma melhor visualização das minúcias da impressão digital latente utilizando amostra sintetizada *E-3-(3-nitrofenil)-1-fenil prop-2-em-1-ona*.

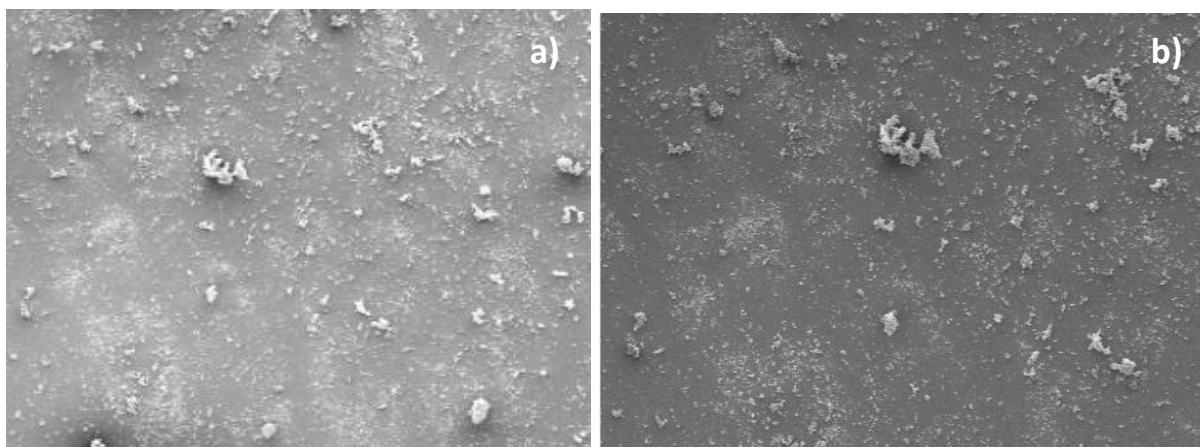


Figura 15. (a) Amostra sintetizada obtido *E-3-(3-nitrofenil)-1-fenil prop-2-em-1-ona* depositada em substrato de plástico ampliada 50x. (b) ampliada 100x.

De acordo com as figuras 12, 13, 14 e 15 obtidas por imagens da MEV foi possível observar uma interação adequada da chalcona com as superfícies de vidro e plástico, bem como o padrão. Deste modo, o pó desenvolvido aderiu as impressões digitais mostrando linhas preenchidas e também alguns poros presentes nas impressões digitais podendo ser visualizados em detalhes nas imagens.

4.2.2. Análise do tamanho de partículas

De acordo com os histogramas da chalcona sintetizada e do pó revelador padrão mostrados nas figuras 16 e 17 foi possível informar que ambas as análises

apresentaram um ombro e um pico no gráfico de distribuição de densidade, indicando grau de heterogeneidade no tamanho das partículas. Além disso, foi observada uma grande similaridade no tamanho das partículas da chalcona sintetizada e do padrão, de modo que ambos estão na maior parte na mesma escala.

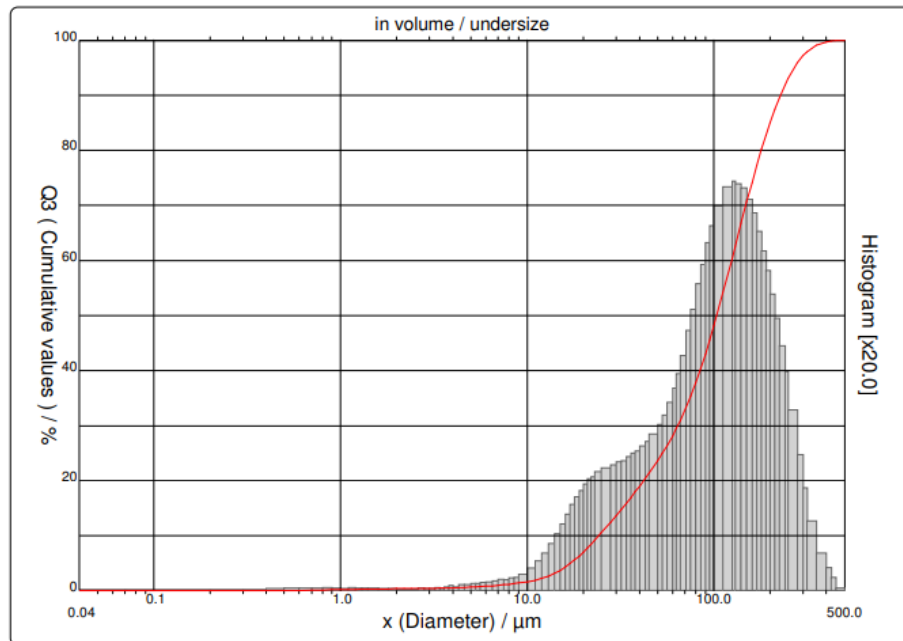


Figura 16. Histograma do tamanho de partículas do pó revelador padrão.

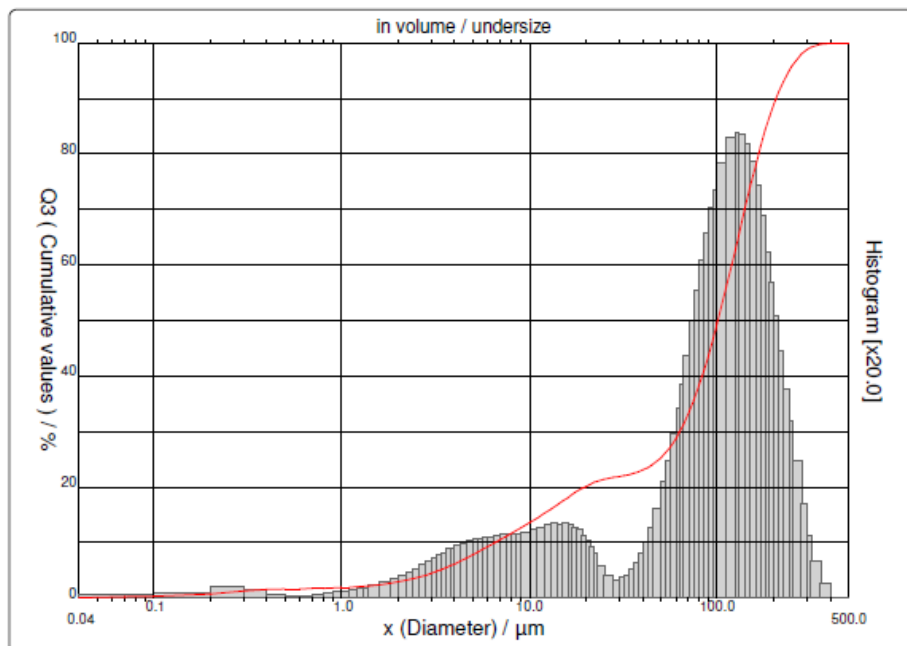


Figura 17. Histograma do tamanho de partículas da chalcona sintetizada.

Nas figuras 16 e 17 foi possível observar a morfologia dos grãos do pó revelador padrão e da chalcona sintetizada, respectivamente. Formas semelhantes foram observadas em diferentes regiões amostrais. A tabela 7 mostra os valores de frequência das distribuições D10, D50 e D90, de acordo com os diâmetros das partículas nas faixas abaixo de 10%, 50% e 90% da curva de distribuição de tamanho, bem como o diâmetro médio chalcona sintetizada e do pó revelador padrão.

Tabela 7. Tamanho de partícula dos compostos chalcona e padrão.

Composto	D10% μm	D50% μm	D100% μm	Média
Chalcona	6,60	100,86	205,64	114,36
Padrão	24,19	103,50	227,36	116,66

De acordo com o histograma das figuras 16 e 17 da distribuição de tamanhos pela técnica de granulometria a laser para a chalcona sintetizada e para o pó padrão revelou que o diâmetro médio das partículas foi de 114,36 μm e 116,66 μm , respectivamente. Como foi observado, a chalcona sintetizada apresentou bons resultados quando comparada com a amostra padrão indicando seu potencial como revelador de impressões digitais latentes.

4.2.3. Avaliação de chalcona como revelador de impressões digitais latentes

Os compostos de chalconas foram testados como agentes reveladores de impressões digitais latentes de forma isolada. E para avaliação de adesão de digitais as superfícies de contato com a aplicação do pó revelador de chalconas foram utilizados objetos com diferentes classificações de superfícies para a deposição das impressões digitais.

Para fins de comparação, utilizou-se pó revelador comercial padrão mostrado na figura 18.



Figura 18. Pó revelador comercial padrão.



Figura 19. Aplicação de (a) obtido *E-3-(3-nitrofenil)-1-fenil prop-2-em-1-ona* como revelador de impressões digitais latentes.

Conforme mostrado nas figuras 18 e 19 foram possível observar o potencial revelador do pó obtido *E-3-(3-nitrofenil)-1-fenil prop-2-em-1-ona* com desenho morfométrico adequado dos sulcos das pontas dos dedos pelo atrito com a superfície e, também, uma alta sensibilidade para revelação de impressões digitais latentes comparando com o pó revelador comercial padrão.

Além disso, o composto foi testado em diferentes superfícies como vidro, plástico e metal para avaliar seu desempenho para aplicação deste pó revelador proposto.

5. APLICAÇÃO DOS COMPOSTOS DE CHALCONAS DE REVELAÇÃO DE IMPRESSÃO DIGITAL LATENTE

5.1 Deposição de impressões digitais latentes

Os análogos sintéticos da chalcona foram testados como agentes reveladores para desenvolvimento de revelação de impressões digitais latentes. Para preparar o pó, os análogos foram macerados com nitrogênio líquido e foram testados três compostos 1,3-difenilprop-2-en-1-ona, 1-fenil-3(4-metilfenil)prop-2-en-1-ona mas apenas um composto o *E*-3-(3-nitrofenil)-1-fenil prop-2-em-1-ona apresentou potencial revelador, após essa prévia seleção foi desenvolvida a metodologia de análise de revelação de impressão digital. Dessa forma, foi procedida a coleta das impressões digitais latentes que foram depositadas por 8 voluntários que pressionaram as pontas dos dedos em lâminas de vidro limpas ou na superfície limpa de plástico. Os doadores não foram selecionados com base em critérios de seleção especiais. Para uma deposição natural (deposição écrina, pois possui menos resíduos de gordura) de impressões digitais, as mãos foram lavadas com sabão neutro e água e continuaram fazendo suas atividades habituais por um período de 30 minutos. Para um depósito sebáceo, o doador esfregou o polegar em áreas do rosto, como a testa e o nariz, seguido de esfregar as pontas dos dedos para enriquecer a impressão com componentes oleosos.

Ao colocar as impressões digitais, a pressão foi subjetivamente firme (exercendo pressão média) e o tempo de contato ficou entre 3 e 5 segundos (tempo médio de contato do dedo). Após a deposição, as impressões digitais latentes foram mantidas durante 24 horas à temperatura ambiente para simular um trabalho real, e seu desenvolvimento foi realizado pelo método do pó (método físico) utilizando pincéis específicos (132LBW e CFB100 da Sirchie®) para o desenvolvimento e limpeza do excesso de pó. O pó de análogo de chalcona foi comparado com pó de

ouro comercial (“Gold Metallic N° BPP8916 Hi-Fi Pó” da Sirchie® adquirido da Forensics Brazil) que tem uma cor semelhante às substâncias testadas.

Os testes feitos em superfície de plástico não apresentaram revelação em pó adequado, dessa forma a partir daqui serão mostrados os testes com superfície de vidro e metal.

5.1.1 Chalcona em superfície em vidro

Nas figuras 20, 21, 22 e 23 foram reveladas com a chalcona sintetizada após 24h a deposição, com deposição sebácea por oito doações aleatórios, sem distinção de sexo e idade.

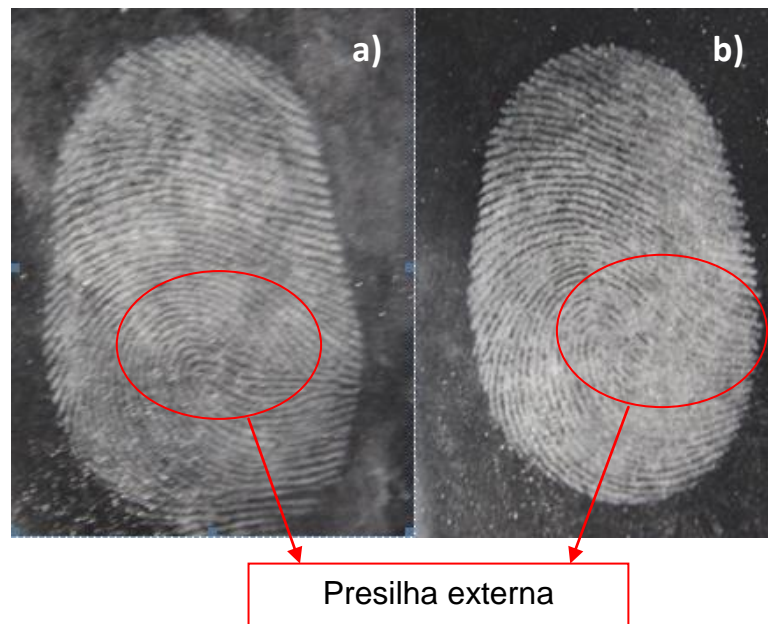


Figura 20. (a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador X. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador Y.

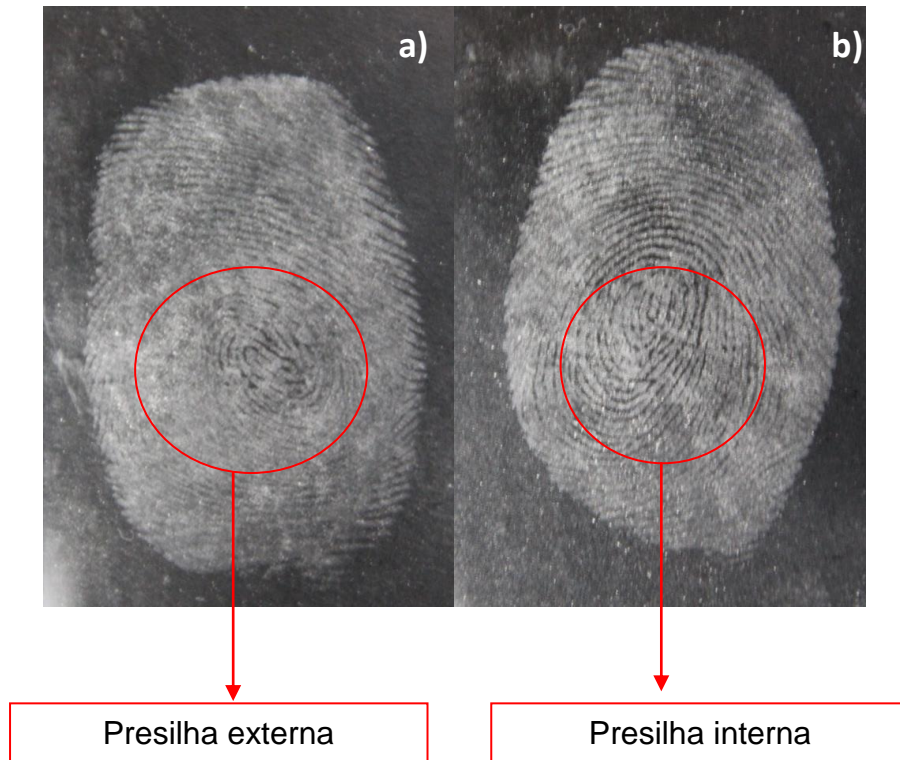


Figura 21. (a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador T. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador H.

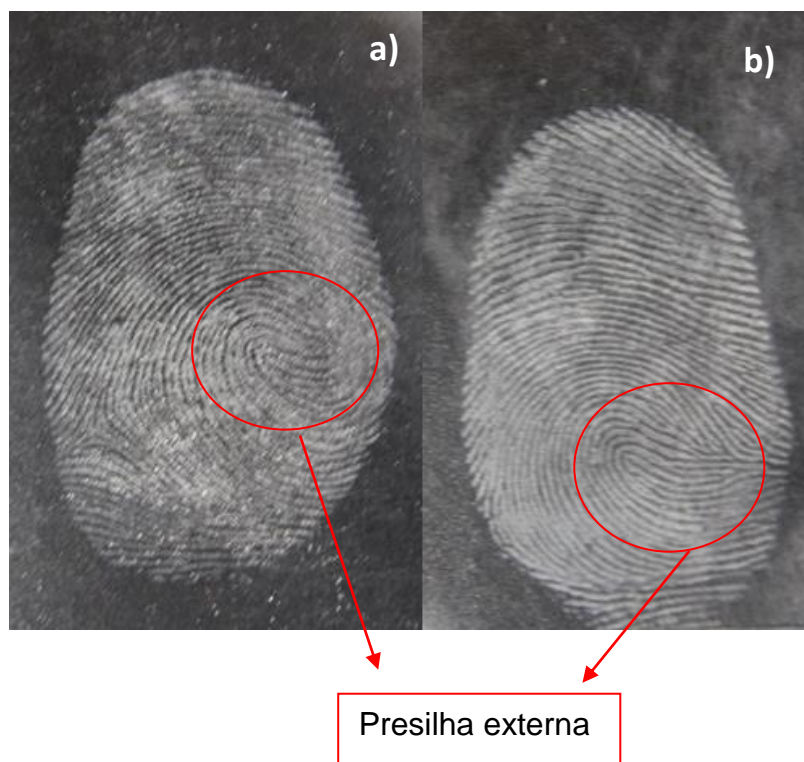


Figura 22. (a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador L. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador N.



Figura 23. (a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador Z. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador W.

Nas figuras 24, 25, 26 e 27 foram reveladas com a chalcona sintetizada após 24h de deposição, com deposição écrina/natural, ou seja, as mãos foram lavadas 30 minutos antes da deposição por oito doações aleatórios, sem distinção de sexo e idade.

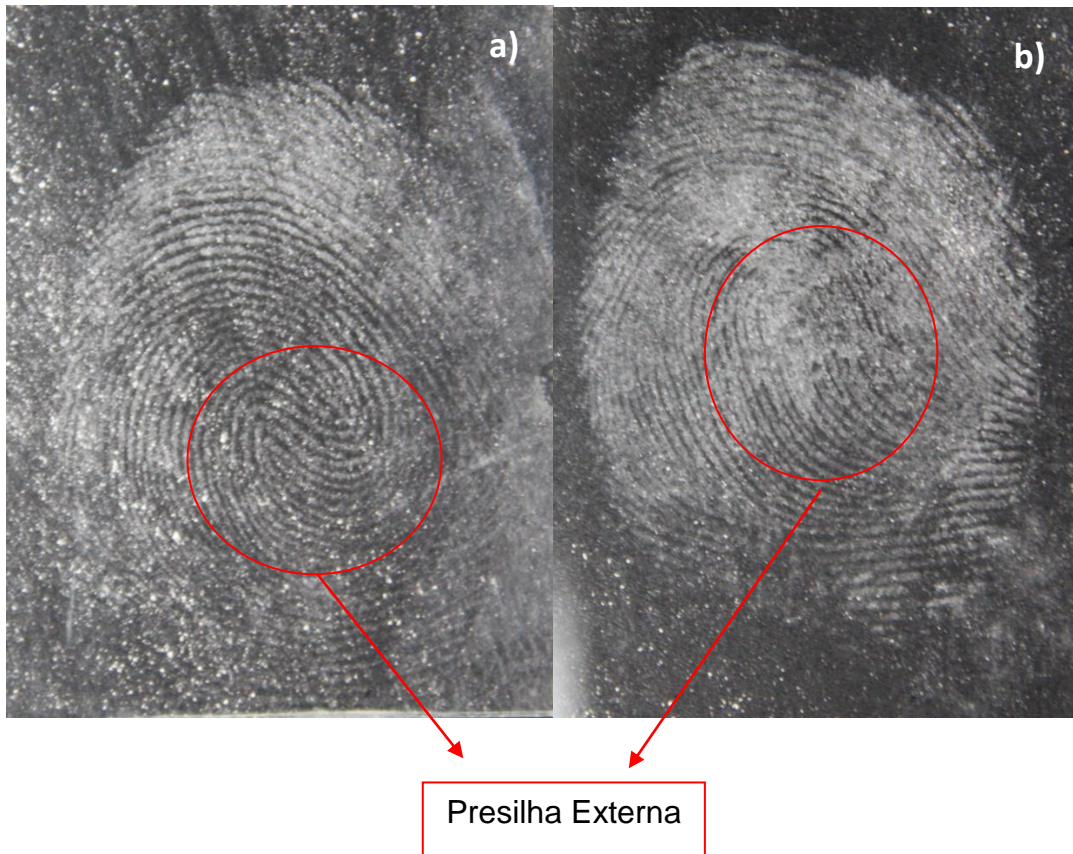


Figura 24. (a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador F. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador G.

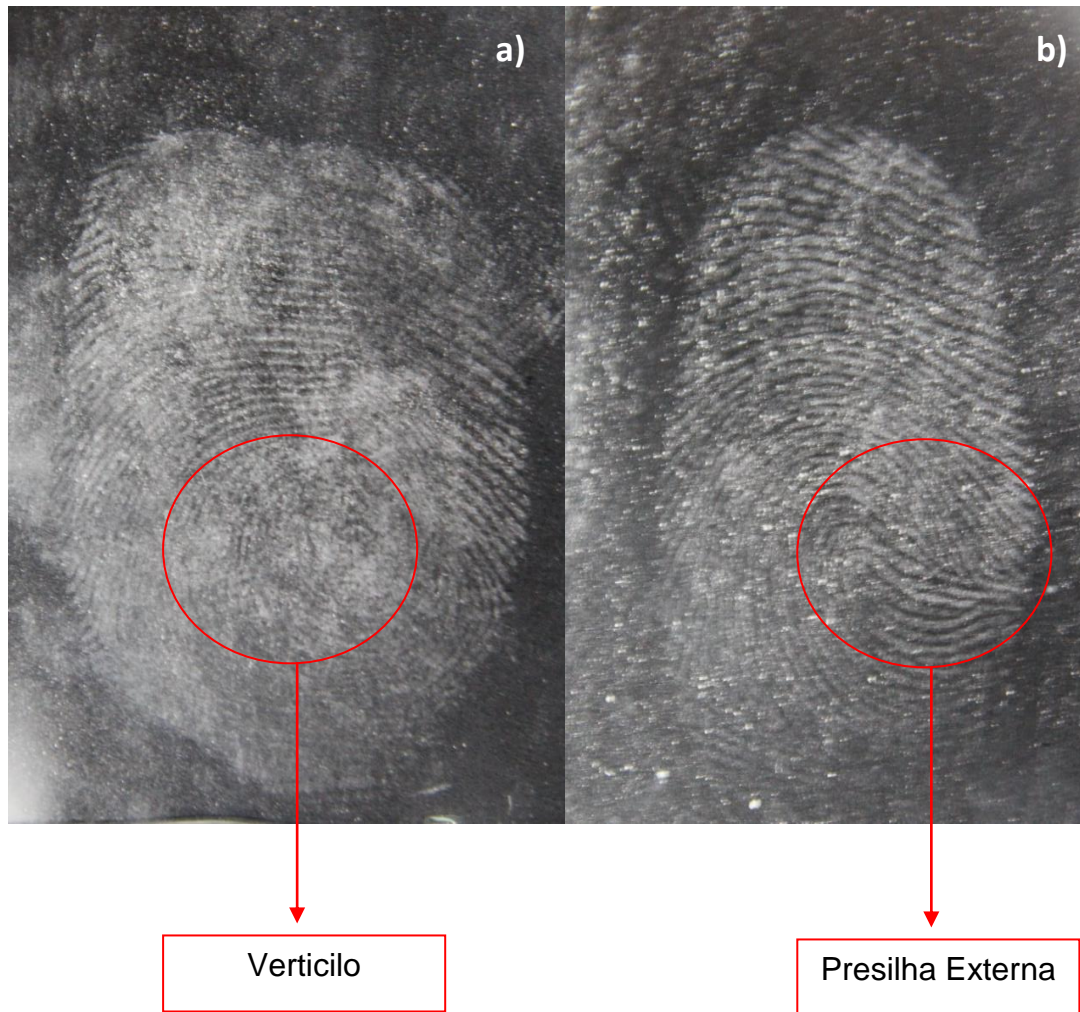


Figura 25. (a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador C. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador D.

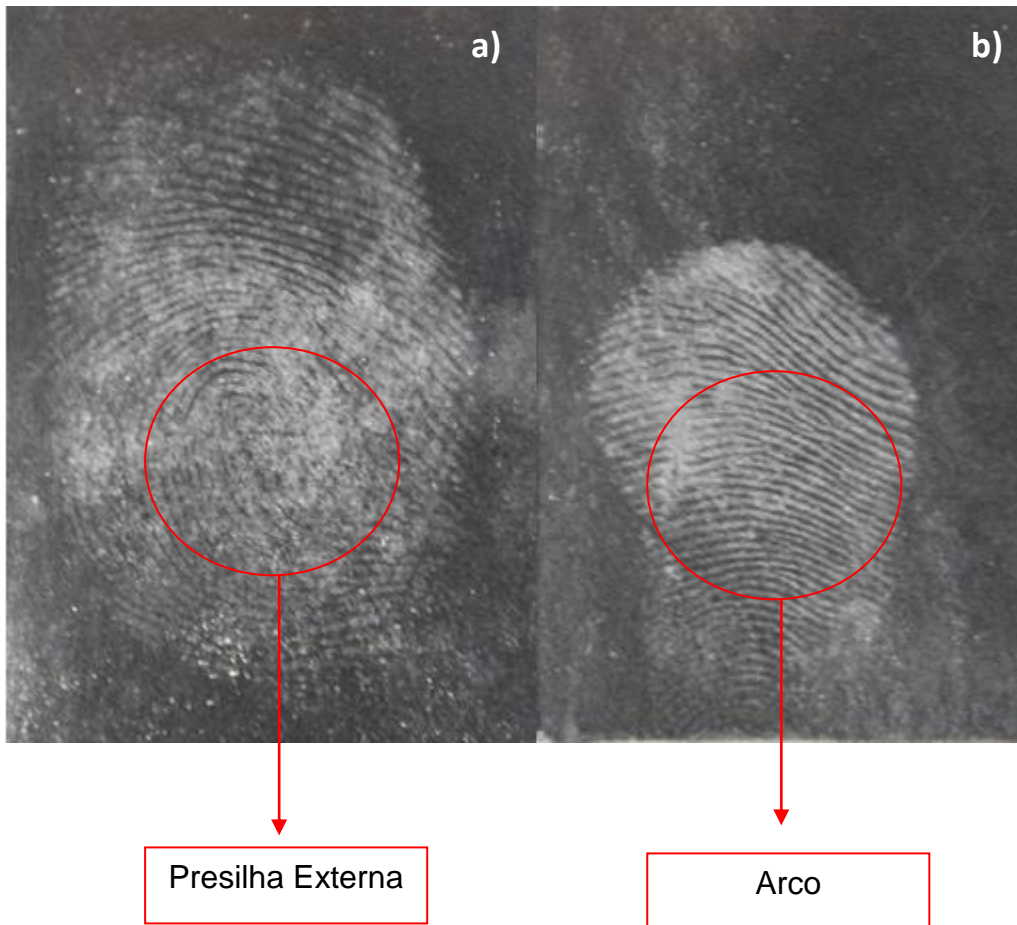


Figura 26. (a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador J. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador I.

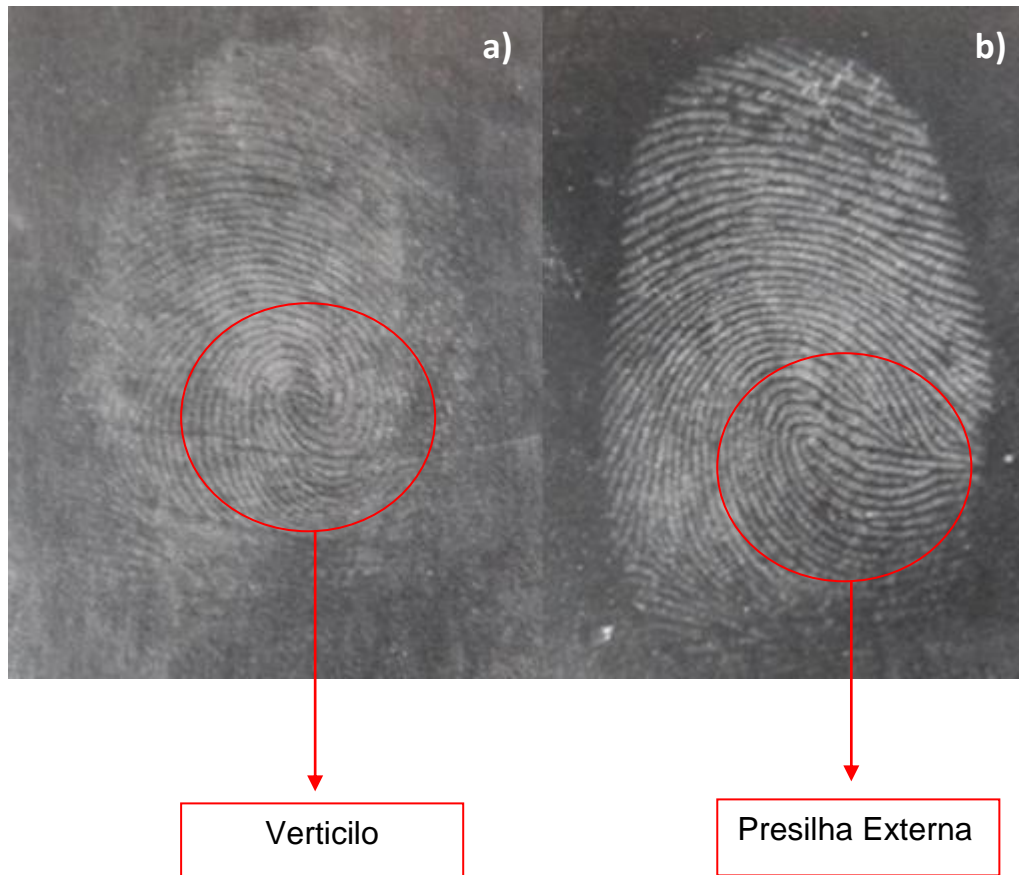


Figura 27. (a) Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada do doador K. (b) idem ao especificado na letra a, mas doador M.

Dessa forma, como mostrado nas figuras 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 foi apresentado uma visualização adequada das impressões digitais latentes sendo possível fazer uma prévia classificação a “olho nu” dos principais tipos de impressões digitais encontrados, bem como apresentando algumas minúcias de forma. Com base, nos resultados obtidos, considerando a análise visual e morfológica das substâncias sintéticas testadas, o composto foi adequado para o desenvolvimento de impressões digitais. Sendo este um estudo inicial que propõe novas chalconas sintéticas como agentes de reveladores de impressões digitais latentes.

5.1.2 Chalcona em superfície de metal

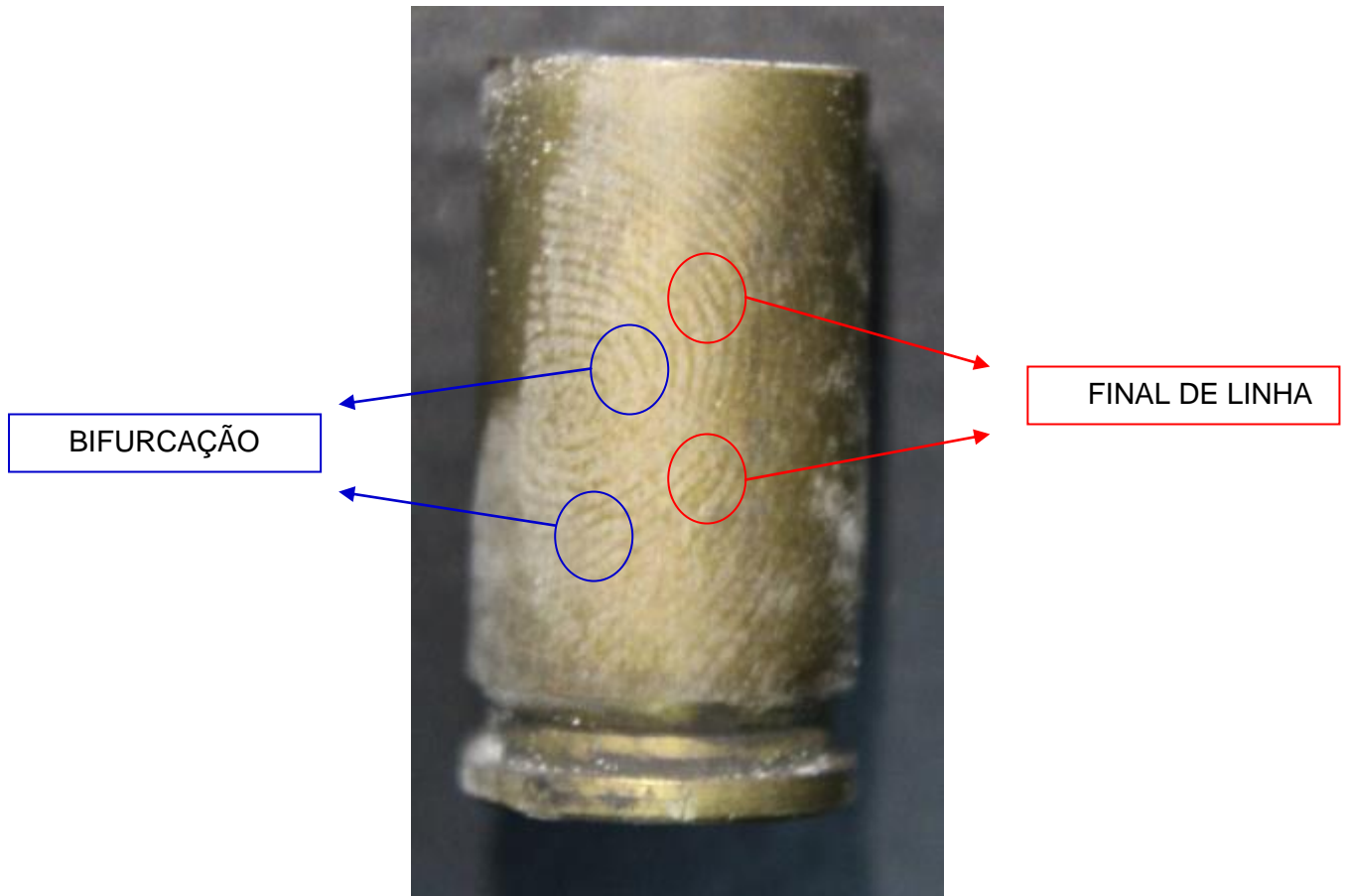


Figura 28. Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada.



Figura 29. Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada.

A revelação desta impressão digital ocorreu um ano após a doação dos cartuchos. Pode-se perceber uma boa reprodutibilidade do composto usado para revelação de impressão digital latente.



Figura 30. Imagem obtida por fotografia de revelação de impressão digital da chalcona sintetizada.

De acordo com as diretrizes para a avaliação de técnicas de detecção de impressões digitais (ALMOG, CANTU, 2014) foi preferível usar impressões digitais naturais/écrinas porque elas são mais propensas a simular amostras operacionais, mas o uso de impressões digitais sebáceas também foi importante porque algumas técnicas desenvolvidas podem apresentar perda de detalhes. Sendo assim, foi optado pela deposição natural nas amostras de metais, devido a sua aplicabilidade, e de acordo com os resultados obtidos, pode-se observar que o composto foi adequado para o objetivo proposto sendo possível identificar algumas minúcias nos cartuchos utilizadas para deposição, e até mesmo após longa data como apresentado na figura 29. Cabe ressaltar que este é um estudo piloto e outros testes ainda estão sendo feitos, também sendo necessário ampliar o número de doares e aplicar em casos reais.

Dessa forma, para fins de reprodutibilidade da amostra, de acordo com a figura 31, foi comparado o novo revelador com o revelador padrão, sendo possível evidenciar seu potencial revelador de impressão digital latente.



Figura 31. Imagem obtida por fotografia comparando a revelação de impressão digital com a chalcona sintetizada *E-3-(3-nitrofenil)-1-fenil prop-2-em-1-ona* e (b) pó revelador comercial padrão.

Além disso, foi favorável usar uma combinação de padrões, marcas preparadas e marcas naturais, desde que sejam obtidas conclusões iniciais sobre desempenho reativo e sensibilidade. A partir disto, o desenvolvimento da impressão digital natural e sebácea usando o composto foi possível observar que a qualidade de desenvolvimento dos novos reveladores mostrando um potencial seletivo para as revelações de impressões digitais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme foi observado pelos resultados obtidos neste trabalho, os compostos sintetizados análogos da chalcona se mostraram eficazes para o estudo proposto, mostrando adequada a chalcona com substituinte nitro. No entanto, o composto (3-nitrofenil-1-fenil propen-1,2-ona) permitiu o desenvolvimento de impressões digitais em superfícies de vidro e metal, apresentando desenho morfométrico dos sulcos de atrito adequado e de alta sensibilidade, principalmente nas marcas de dedos sebáceos. Cabe salientar, que o estudo proposto foi satisfatório, pois o composto sintetizado de chalcona facilita a aplicação de forma acessível, baixo custo, qualidade de revelação de impressão digital, além da síntese do composto apresentar redução de resíduos ao ambiente e provavelmente de exposição tóxica aos peritos pelo uso em grande quantidade destes pós numa cena de crime. Como com qualquer método, há limitações a considerar e baseia-se nos recursos avaliados na rotina pericial, mas os aspectos de evidência de impressão digital que demonstre confiabilidade depende de cada caso pericial e, principalmente da falta de comparação de uma metodologia padronizada com critérios definidos de revelação de impressão digital nos institutos periciais com a metodologia do estudo em questão.

7. PERSPECTIVAS

Embora vários aspectos da metodologia desenvolvida para revelação de impressão digital com a aplicação de chalconas podem ser avaliadas, podemos elencar abaixo, as perspectivas futuras para melhor aplicabilidade da metodologia:

- i.* Avaliar a influência de fatores como: sexo, idade, dieta e presença de contaminantes na superfície das pontas dos dedos afetando a composição química de impressões digitais latentes, assim como a exposição ao calor, luz, umidade.
- ii.* Ampliar o número de doadores e superfícies de contato, assim como a aplicação desta metodologia nos casos reais da perícia.
- iii.* Realizar teste de citotoxicidade para as chalconas sintetizadas, pois mesmo sendo extraídas de compostos naturais, a confirmação da redução de toxicidade dos compostos de chalconas em comparação com os pós comerciais usados nos institutos devem ser confirmados através de testes de citotoxicidade.
- iv.* Avaliar a especificidade do composto para melhorar adesão ampliando as superfícies de contato com a aplicação do composto de chalcona para revelador de impressão digital.
- v.* Auxiliar no desenvolvimento de metodologia padrão de revelação de impressão digital para a aplicação de compostos de chalconas.

Dessa forma, na literatura até o momento não há nenhuma técnica padrão para processar todos os tipos de superfícies de contato com um pó específico de revelação de impressão digital latente, pois métodos sensíveis e eficientes estão sendo desenvolvidos para evidenciar melhor as impressões digitais latentes em diferentes tipos de superfícies. Uma tendência na literatura científica é a avaliação de digitais latentes com o advento de instrumentação altamente sofisticada em vez de novos métodos de desenvolvimento apresentando ênfase na análise do resíduo de suor para determinar os hábitos alimentares e outros traços do indivíduo suspeito no local de crime. Estas técnicas foram consideradas úteis para a para impressões digitais latentes fornecendo informações extremamente importante. Embora, essas novas técnicas forneçam informações detalhadas sobre a composição química do resíduo obtido das digitais latentes em menos tempo, a perícia não pretende

extinguir os métodos convencionais de revelação de impressão latentes em qualquer instância pela praticidade e custo acessível.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBRECHT, Julis. **Biometrics**. EUA: University of Pretoria, 2003.
2. ARANCIBIA, R.; BIOT, C.; DELANEY, G.; ROUSSEL, P.; AURÉLIE, PASCUAL, A.; PRADINES, B.; KLAHN, H. Cyrhetrenyl chalcones: Synthesis, characterization and antimalarial evaluation. **Journal of Organometallic Chemistry**, Valparaíso, v. 723, p. 143-148, 2013.
3. ALMOG, J.; CANTU, A. Guidelines for the Assessment of Fingermark Detection Techniques, **J. Forensic Identif.** 174. 64–174. doi:10.1007/s00278-007-05791, 2014.
4. BANO, S.; JAVED, K.; AHMAD, S.; RATHISH, I.G.; SINGH, S.; CHAITANYA, M.; ARUNASREE, K.M.; ALAM, M.S. Synthesis of some novel chalcones, flavanones and flavones and evaluation of their anti-inflammatory activity. **European Journal of Medicinal Chemistry**, Nova Deli, v. 65, p. 51-59, 2013.
5. BALSAN, J.D.; SANTOS, C.M.M.; ROSA, B.N.; PACHECO, B.S.; PEREIRA, C.M.P; SEGATTO, N.N.; SEIXAS, F.K.; COLLARES, T.V.; PASSOS, L.F.; SILVA, C. C.; MARIOTTI, R.C. **BR 10 2019 0023813**, 2019.
6. BARROS, H. L.; STEFANI, V. Micro-structured fluorescent powders for detecting latent fingerprints on different types of surfaces. **Journal of Photochemistry & Photobiology A: Chemistry** 368: 137–146, 2019.
7. BRUNI, T. A. VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. **Fundamentos de Química Forense: Uma análise prática da química que soluciona crimes**, São Paulo, cap.10 pg. 173-190. Ed. Millenium. 2012.
8. CASTRO, Thiago da Silva. **Identificação de Impressões Digitais Baseada na Extração de Minúcias**. 2008. 118 f. Dissertação (mestrado em engenharia

- elétrica) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora-MG, 2008.
9. CHAMPOD, C.; LENNARD, C.; MARGOT, P.; STOILOVIC, M. **Fingerprints and Other Ridge Skin Impressions**. Boca Raton, Florida, EUA: CRC press, 2004.
 10. CHEMELO, E.; **Ciência Forense: Impressões digitais**. Química Virtual; pág. 1-11. Dezembro, 2006.
 11. DHALL, J.K.; SODHI, G.S.; KAPOOR, A.K. A novel method for the development of latent fingerprints recovered from arson simulation. **Egyptian Journal of Forensic Sciences**, 3: 99-103. 2013.
 12. D. ZHANG, F. LIU, Q. ZHAO, G. LU, N. LUO. Selecting a reference high resolution for fingerprint recognition using minutiae and pores, **IEEE Trans. Instrum. Meas.** 60. 863–871. doi:10.1109/TIM.2010.2062610, 2011.
 13. FERGURSON, S.; NICHOLSON, L.; FARRUGIA, R.; BREMER, D.; GUTEH, D. A preliminary investigation into the acquisition of fingerprints on food. **Science and Justice**, 53: 67-72. 2013.
 14. FIGINNI, A. R.; SILVA, J. R.; JOBIM, L. F.; SILVA, M. **Identificação humana**. Campinas, São Paulo. Ed. Millennium, 2003.
 15. FOSSOUL, J. de A.; PASTRIS, C. M.; FEIXAT, C. B; McGRARR,L; BRANDELLI, D.; STOW,K.; BADIA, M. G. Latent Fingermark Aging Patterns (Part I):Minutiae Count as One Indicator of Degradation, **J Forensic Sci**, Vol. 61, N° 2, 2016.

16. GIRELI, M. A.; LOBO, B. J. M.; CUNHA, A. G.; FREITAS, J. C. C., EMMERICH, F. G. Comparison of practical techniques to develop latent fingerprints on fired and unfired cartridge cases Foreense. **Science internacional**. 250: 17-26. 2015.
17. GARG, R. K.; KUMARI, H.; KAUR, R. A new technique for visualization of latent fingerprints on various surfaces using powder from turmeric: A rhizomatous herbaceous plant (*Curcuma longa*). **Egyptian Journal of Forensic Sciences** 1, 53–57, 2011.
18. HOLDER, E. H.; Jr., RONINON, L. O.; JOHN, H. **The Fingerprint Source Book**. U.S. Department of Justice Office of Justice Programs National Institute of Justice. Washington, USA. 2004.
19. JIN, X.; XINB, R.; WANGC, S., YIND, W.; XUA, T.; JIANGA, Y.; JI, X.; CHENA, L.; LIUA, J. A tetraphenylethene-based dye for latent fingerprint analysis. **Sensors and Actuators B** 244: 777–784 2017.
20. KAUSHAL, N.; KAUSHAL, P. Human Identification and Fingerprints: A Review. **J Biomet Bioest**, 2: 2-4, 2011.
21. Kumari, H.; Kaur, R.; Garg, R. K. New visualizing agents for latent fingerprints: Synthetic food and festival colors. **Egyptian Journal of Forensic Sciences** 1, 133–139, 2011.
22. KEHDY, C., **Exercícios de Dactiloscopia**. Ed. Sugestões Literárias, 1968.
23. LEE, H. C.; GAENSSLEN, R. E. **Advances in Fingerprint Technology**. Boca Raton, Florida, EUA: CRC Press, 2001.
24. MAIA, F. S., **Criminalística Geral**, Fortaleza, Ceará, 2012.

25. MADKOUR, S.; SHETA, A.; EL DINE, B. F., ELWAKEEL, Y.; ABDALLAH, N. Development of latent fingerprints on non-porous surfaces recovered from fresh and sea water. **Egyptian Journal of Forensic Sciences** 7:3 DOI 10.1186/s41935-017-0008-8, 2017.
26. MARTINS, B. S.; OLIVEIRA, M.F. **Química Forense Experimental**, 1ª edição, São Paulo, cap. 3 pg. 39-49. Ed. Cengage Learning, 2016.
27. MONGA, V.; GOYAL, K.; STEINDEL, M.; MALHOTRA, M.; RAJANI, D. P.; RAJANI, S. D. Synthesis and evaluation of new chalcones, derived pyrazoline and cyclohexenone derivatives as potent antimicrobial, antitubercular and antileishmanial agents. **Medicinal Chemistry Research**, Nova Iorque, DOI 10.1007/s00044-013-0803-1, 2013.
28. PANDHURNEKAR, C. P.; MESHRAM, E. M.; HIMANI N. CHOPDE, H. N.; BATRA, R. J. Synthesis, Characterization, and Biological Activity of 4-(2-Hydroxy-5-(aryldiazenyl)phenyl)-6-(aryl)pyrimidin-2-ols Derivatives. **Organic Chemistry International**, Nagpur, v. 2013, 10p. 2013.
29. PARKA, J. Y.; PARKA, S. J.; KWAKB, M.; YANGA, H. K. Rapid visualization of latent fingerprints with Eu-doped $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$, **Journal of Luminescence** 201: 275–283, 2018.
30. PROUT, Trevor W. Tipos de identificação biométrica. **Biometric Group**, 2005.
31. **Revista de Ciências Humanas** - Florianópolis - Volume 45, Número 1, 223-239 - Abril de 2011.
32. SHAOA, J.; YANA, J.; LIB, X.; LIC, S.; HUD, T. Novel fluorescent label based on YVO_4 : Bi^{3+} , Eu^{3+} for latent fingerprint Detection. **Dyes and Pigments** 160: 555–562, 2019.
33. SEARS, V. G.; BLEAY, S.M.; BANDY, H.F. A methodology for finger mark research 2012. **Science and Justice**, 52:145-160, 2012.

34. SINGH, K.; SHARMA, S.; GARG, R. K. Visualization of latent fingerprints using silica gel G: A new technique. **Egyptian Journal of Forensic Sciences** 3, 20–25, 2013.
35. SU, B. Recent progress on fingerprint visualization and analysis by imaging ridge residue components. **Bioanal Chem.** 2016.
36. VASCONCELOS, A.; OLIVEIRA, P. S.; RITTER, M.; FREITAG, R. A.; ROMANO, R.L.; QUINA, F. H.; PIZZUTI, L.; PEREIRA, C. M. P.; STEFANELLO, F. M.; BARSCHAK, A. G. Antioxidant Capacity and Environmentally Friendly Synthesis of Dihydropyrimidin-(2H)-ones Promoted by Naturally Occurring Organic Acids. **Journal of Biochemical and Molecular Toxicology**, Capão do Leão, v. 26, p. 155-161, 2011.
37. VELHO, J. A.; COSTA, K. A.; DAMASCENO, C. T. M. **Locais de Crime: dos vestígios à dinâmica criminosa.** Millenium. 2^a ed. Cap. 6:169-172. 2015.
38. VELHO, J. A.; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. **Ciências Forenses- Uma Introdução as principais áreas da criminalística moderna**, 2^o edição, São Paulo, cap. 8: 136-145. Ed. Millennium, 2013.
39. ZHANG, J.; FU, X-L.; YANG, N.; WANG, Q-A. Synthesis and Cytotoxicity of Chalcones and 5-Deoxyflavonoids. **Scientific World Journal**, Changsha, v. 2013, 6p, 2013.