



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA E FÍSICO-QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA BACHARELADO COM HABILITAÇÃO
EM QUÍMICA INDUSTRIAL

ANA MARIA MARTINS DE LIMA

**REVELAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES POR DUAS TÉCNICAS:
CIANOACRILATO COM AMARELO BÁSICO E O REAGENTE DE PEQUENAS
PARTÍCULAS EM SUPERFÍCIES ENFERRUJADAS PARA APLICAÇÃO
FORENSE**

FORTALEZA

2022

ANA MARIA MARTINS DE LIMA

REVELAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES POR DUAS TÉCNICAS:
CIANOACRILATO COM AMARELO BÁSICO E O REAGENTE DE PEQUENAS
PARTÍCULAS EM SUPERFÍCIES ENFERRUJADAS PARA APLICAÇÃO FORENSE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Química com
Habilitação em Química Industrial do Centro
de Ciências da Universidade Federal do Ceará,
como requisito à obtenção do grau de Bacharel
em Química.

Orientador: Profa. Dra. Fátima Miranda Nunes

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L696r Lima, Ana Maria Martins de.
Revelação de impressões digitais latentes por duas técnicas : cianoacrilato com amarelo básico e o reagente de pequenas partículas em superfícies enferrujadas para aplicação forense / Ana Maria Martins de Lima. – 2022.
45 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Química, Fortaleza, 2022.
Orientação: Profa. Dra. Fátima Miranda Nunes.
1. Papiloscopia. 2. Impressões digitais. 3. Química forense. 4. Cianoacrilato. 5. Reagente de pequenas partículas. I. Título.

CDD 540

ANA MARIA MARTINS DE LIMA

REVELAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES POR DUAS TÉCNICAS:
CIANOACRILATO COM AMARELO BÁSICO E O REAGENTE DE PEQUENAS
PARTÍCULAS EM SUPERFÍCIES ENFERRUJADAS PARA APLICAÇÃO FORENSE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Química com Habilitação em Química Industrial do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Química.

Orientador: Profa. Dra. Fátima Miranda Nunes.

Aprovada em: __/__/____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Fátima Miranda Nunes (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Amanda Rafaela Serpa Camelo (Orientadora profissional)
Perícia Forense do Estado do Ceará (PEFOCE)

Dr. Túlio Ítalo da Silva Oliveira
Perícia Forense do Estado do Ceará (PEFOCE)

A Deus.

Aos meus pais e minha irmã.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus por me guiar durante minha vida.

Aos meus pais Luiz e Conceição por cuidarem de mim e darem conselhos até aqui.

A Profa. Dra. Fátima Miranda Nunes pela orientação pedagógica deste trabalho.

A SSPDS (Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social) por ter disponibilizado esse estágio.

A PEFOCE (Perícia Forense do Estado do Ceará) por me receber como estagiária e me permitir ter uma experiência sublime na área de perícia criminal.

A perita Amanda Rafaela pela orientação profissional tão dedicada e gentil.

Ao Túlio coordenador da CALF (Coordenadoria de Análises Laboratoriais Forenses) por me receber de maneira acolhedora no estágio.

Aos peritos David, Igor, Magnum, Márcio e Moraes por terem me recebido no NUQFO (Núcleo de Química Forense) e me mostrarem e me ensinarem variadas técnicas de análise usadas na perícia forense.

Agradeço a quem participou doando as impressões digitais ao longo deste trabalho.

Também gostaria de fazer um agradecimento especial ao LIP (Laboratório de Impressão Papiloscópica) por me dar o suporte junto com NUQFO para elaborar este TCC.

Gostaria de agradecer ao Igor, perito criminal da papiloscopia por me dar orientações e me ajudar no planejamento dos experimentos, na coleta das digitais, na execução dos experimentos e nas fotos de cada etapa.

Também gostaria de agradecer aos demais peritos do LIP pelas sugestões para construção desse trabalho.

“As impressões digitais da alma são as marcas do nosso passado.” (William Freeze)

RESUMO

Nesse trabalho buscou-se estudar a revelação de impressões digitais latentes em superfícies metálicas oxidadas ou enferrujadas utilizando dois métodos: cianoacrilato com amarelo básico e o reagente de pequenas partículas. Para isso, foram coletadas as digitais de pessoas diferentes e depositadas em uma bandeja inoxidável (padrão sem ferrugem) e em duas superfícies enferrujadas (espátula e colher de pedreiro). Foram feitas revelações com digitais recentes e coletadas em um período compreendido de meia hora a 1h depois da coleta, além de uma revelação com 9 dias depois da coleta. Os resultados mostraram que o método do cianoacrilato com amarelo básico foi o que apresentou os melhores resultados em materiais enferrujados, em relação ao tempo de coleta das digitais. As impressões recentes apresentaram melhores resultados nos dois métodos. As digitais coletadas na espátula apresentaram melhor qualidade quando comparadas com aquelas coletadas na colher de pedreiro, uma vez que esta última apresentava um maior grau de ferrugem. O método do reagente de pequenas partículas foi capaz de revelar as impressões com qualidade, porém devido ao baixo contraste o método do cianoacrilato com amarelo básico foi preferível pelo aumento do contraste.

Palavras-chave: papiloscopia; impressões digitais; química forense; cianoacrilato; reagente de pequenas partículas.

ABSTRACT

In this work, we sought to study the development of latent fingerprints on oxidized or rusted metal surfaces using two methods: cyanoacrylate with basic yellow and the small particle reagent. For this purpose, the fingerprints of different people were collected and deposited on a stainless tray (standard without rust) and on two rusty surfaces (spatula and trowel). Revelations were made with recent fingerprints and collected within a period of half an hour to 1 hour after collection, in addition to a revelation 9 days after collection. The results showed that the basic yellow cyanoacrylate method presented the best results in rusty materials, in terms of fingerprint collection time. Recent impressions showed better results in both methods. The fingerprints collected on the spatula showed better quality when compared to those collected on the trowel, since the latter had a higher degree of rust. The small particle reagent method was able to develop prints with quality, but due to the low contrast, the cyanoacrylate method with basic yellow was preferred due to the increase in contrast.

Keywords: papilloscopy; fingerprints; forensic chemistry; cyanoacrylate; small particle reagent.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Camadas da pele, suas subcamadas e especificações	19
Figura 2 – Papilas dérmicas	19
Figura 3 – Detalhe das papilas dérmicas: suas cristas e sulcos, suor saindo pelos poros da pele	20
Figura 4 – Monômero de 2-etil-cianoacrilato	21
Figura 5 – Processo de iniciação	22
Figura 6 – Processo de propagação	23
Figura 7 – Processo de finalização	23
Figura 8 – Estrutura do amarelo básico	24
Figura 9 – Elétrons excitados das camadas mais internas pelo feixe de raio x	25
Figura 10 – Esquema instrumental de um EDXRF	26
Figura 11 – Foto dos objetos antes da coleta das digitais	27
Figura 12 – Fotos das digitais coletadas: bandeja (a); espátula (b); colher (c)	31
Figura 13 – Digitais reveladas usando cianoacrilato e amarelo básico após a coleta: bandeja (a); espátula (b); colher (c)	31
Figura 14 – Digitais reveladas usando cianoacrilato e amarelo básico nove dias após a coleta: bandeja (a); espátula (b); colher (c)	32
Figura 15 – Digitais reveladas usando o reagente de pequenas partículas após a coleta: bandeja (a); espátula (b); colher (c)	33
Figura 16 – Digitais reveladas usando o reagente de pequenas partículas nove dias após a coleta: bandeja (a); espátula (b); colher (c)	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Substâncias excretadas da pele de uma pessoa	21
Tabela 2	Soluções utilizadas, diluída em e suas concentrações	28
Tabela 3	Composição elementar e estimativa percentual usando EDX	30
Tabela 4	Qualidade das impressões digitais para confronto papiloscópico em percentual	35

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
®	Marca Registrada
α	Alfa
β	Beta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivos Gerais	16
2.2	Objetivos Específicos	16
3	JUSTIFICATIVA	17
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
4.1	Princípios da papiloscopia	18
4.2	A pele	18
4.3	Cianoacrilato	21
4.4	Amarelo básico	23
4.5	Reagente de pequenas partículas (RPP)	24
4.6	EDXRF (espectrômetro de fluorescência de raio x por energia dispersiva)	25
5	METODOLOGIA	27
5.1	Superfícies usadas na revelação de impressões digitais	27
5.2	Determinação da composição das superfícies de coleta das digitais	27
5.3	Câmara de cianoacrilato	27
5.4	Reagentes	27
5.5	Preparação das soluções de amarelo básico	28
5.6	A coleta das digitais	28
5.7	Revelação das digitais usando cianoacrilato e amarelo básico	28
5.8	Revelação das digitais usando reagente de pequenas partículas (RPP) ...	29
5.9	Avaliação da qualidade das digitais para um possível confronto	29
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
6.1	Determinação da composição dos objetos de coleta das digitais	30

6.2	Coleta das digitais	30
6.3	Revelação das digitais com cianoacrilato e amarelo básico	31
6.4	Revelação usando reagente de pequenas partículas	32
6.5	Avaliação da qualidade das digitais para um possível confronto	34
7	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	37
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	41
	APÊNDICE B – BANDEJA: MÉTODO DO CIANOACRILATO COM AMARELO BÁSICO REVELAÇÃO APÓS 9 DIAS DA COLETA; DETALHE DAS IMPRESSÕES	42
	APÊNDICE C - BANDEJA: MÉTODO DO REAGENTE DE PEQUENAS PARTÍCULAS REVELAÇÃO APÓS A COLETA; DETALHE DAS IMPRESSÕES	43
	APÊNDICE D – BANDEJA: MÉTODO DO REAGENTE DE PEQUENAS PARTÍCULAS REVELAÇÃO APÓS 9 DIAS DA COLETA; DETALHE DAS IMPRESSÕES	44

1 INTRODUÇÃO

A papiloscopia é uma palavra de origem greco-romana em que *papilo* significa papila e *skipeîn* que significa examinar (EQUIPE LGF, 2022, grifo do autor). Logo, podemos dizer que a papiloscopia é a ciência que estuda e analisa as papilas dérmicas da pele. Baseado nisso, a papiloscopia surge como um método de identificação humana relativamente simples, no qual consiste em identificar uma pessoa pelas suas impressões digitais. O desenho da impressão digital surge devido às cristas das papilas dérmicas que estão na mão e nos pés do indivíduo, na presença de suor, gorduras e aminoácidos presentes na pele da pessoa. A impressão digital se forma ao se tocar em uma superfície.

Num local de crime esse tipo de vestígio pode ser encontrado nos objetos deixados pelo criminoso. Nessa situação, o responsável pelo crime tende a suar mais devido ao nervosismo, deixando mais resíduos presentes no local de crime (CHEMELLO, 2006). Existem dois tipos de superfície nas quais as impressões papilares podem ser deixadas: superfícies não-porosas que podem ser regulares ou irregulares e superfícies porosas (PEDÃO, 2004). Alguns exemplos de superfícies não-porosas incluem: plástico, metal, madeira pintada ou envernizada dentre outros. Já as superfícies porosas incluem papel e tecido, dentre outros.

Existem três tipos de impressões que podem ser deixadas em diferentes tipos de superfícies: as moldadas, as visíveis e as ocultas ou latentes. As moldadas podem ser feitas quando o indivíduo toca em uma superfície que pode ser moldada como o gesso, já as visíveis são impressões que são formadas ao se tocar em uma tinta ou sangue e depois em uma superfície, já as latentes ou ocultas são difíceis de serem vistas ao olho nu, portanto são necessários métodos físicos ou químicos para serem reveladas (MACEDO; CAMPOS, 2013). Na perícia papiloscópica, após a aplicação da metodologia mais recomendada para um determinado objeto, caso haja revelação desse vestígio é utilizado o AFIS (*Automated Fingerprint Identification System*) uma designação geral para um software que possui um banco de dados com as impressões digitais de várias pessoas.

Esse sistema é usado para atividades de natureza civil, como a emissão de documentos, cadastro e identificação biométrica de pessoas, e atividades forenses como a identificação da presença de um suspeito num local de crime (SERRANO, 2010), as impressões que estão registradas no AFIS são consideradas padrões (SENNA, 2014). Com a impressão digital questionada, a que será usada para o confronto, o AFIS faz uma busca no banco de dados e encontra as impressões mais parecidas com a digital questionada

(MÁRCICO, 2002), com isso, o perito faz uma comparação dos pontos característicos da impressão questionada e a do banco de dados, no geral, busca-se a coincidência de doze pontos característicos entre as duas digitais (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2002). Caso haja a coincidência é um grande indicativo de que o suspeito esteve no local do crime (MARTINIS; OLIVEIRA, 2016).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Aplicar dois métodos para revelar as impressões digitais latentes em superfícies metálicas enferrujadas.

2.2 Objetivos Específicos

- Aplicar e comparar os métodos do cianoacrilato com amarelo básico e do reagente de pequenas partículas para revelar digitais em duas superfícies metálicas enferrujadas e uma superfície não enferrujada inoxidável para fins de comparação.
- Avaliar a ação do tempo sobre os resíduos da impressão digital;
- Verificar quais das impressões nos dois métodos aplicados possui qualidade para um possível confronto.

3 JUSTIFICATIVA

A literatura relata um vasto conhecimento da revelação de impressões digitais utilizando vários métodos para superfícies porosas e não porosas, porém quando consideramos os materiais enferrujados há poucos relatos na área (DODICH; LASORDA; JASRA, 2016), o que deixa uma lacuna na revelação nesse tipo de superfície.

Materiais enferrujados apresentam um maior grau de dificuldade para a revelação de digitais devido a irregularidade de suas superfícies. Portanto, trata-se de um desafio a proposta de um método para revelar impressões nesse tipo de material. Todavia, é fundamental realizar estudos nesse tipo de material, pois o perito pode se deparar com esse vestígio em um local de crime.

Dessa forma, este trabalho foi realizado com o objetivo de desenvolver um método capaz de revelar impressões em superfícies enferrujadas analisando a influência do tempo de coleta e da qualidade da digital.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Princípios da papiloscopia

De acordo com Chemello (2006), a papiloscopia se baseia em três princípios fundamentais: a imutabilidade, perenidade e variabilidade das impressões digitais. O primeiro princípio se baseia na permanência da impressão digital, já que o indivíduo já nasce com as papilas dérmicas formadas e elas não mudam ao longo da vida. Na transição da fase infantil para a fase adulta ocorre somente a ampliação da digital ao longo do crescimento da criança, porém a digital se mantém inalterada. O segundo princípio se baseia no fato que as papilas são formadas a partir do sexto mês de gravidez e permanecem inalteradas até a morte e o início da putrefação do corpo, desde que o indivíduo durante a vida não tenha tido um ferimento ou queimaduras na pele. O terceiro princípio se fundamenta na probabilidade de duas pessoas terem a mesma digital que é 1 em 64 milhões (CHEMELLO, 2006), logo a chance de uma pessoa ter uma digital igual a outra pessoa é muito baixa, nem mesmo gêmeos univitelinos possuem a mesma digital e cada desenho formado por elas é único (MARTINIS; OLIVEIRA, 2016).

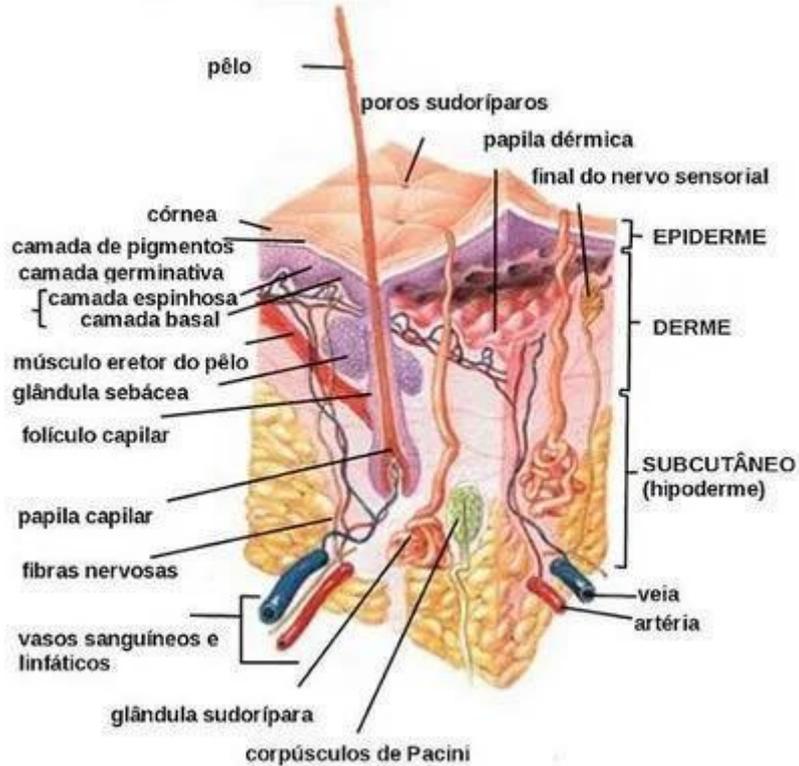
4.2 A pele

A pele é uma camada de cerca de 4,5 mm de espessura que recobre o corpo, com a função de proteção, regulação térmica, secreção e nos sentidos (FILHO, 2012). Na pele existem três tipos de camadas a hipoderme, a derme e a epiderme. A hipoderme é a camada mais interna da pele também conhecida como camada subcutânea, a derme é a camada mais intermediária e fica abaixo da epiderme, já a epiderme é a camada mais superficial da pele (GUERREIRO; SAMPAIO, 2019; GUIA DE ESTUDO, 2019). Na hipoderme estão localizados os músculos, tecido adiposo (gorduras) e as veias que fazem a união entre a derme e os tecidos e órgãos do corpo (GUIA DE ESTUDO, 2019; MÁRCICO, 2002).

Na derme estão localizados pequenos vasos sanguíneos, terminações nervosas e raiz dos pelos, glândulas sebáceas e as glândulas sudoríparas (FILHO, 2012; MÁRCICO, 2002). Na epiderme estão presentes os poros, pelos e unhas, nessa camada as células estão mortas ou quase mortas (FILHO, 2012; MÁRCICO, 2002). A figura 1 mostra as camadas que estão presentes na pele e no encontro da derme com a epiderme as papilas são formadas (GUERREIRO; SAMPAIO, 2019; MÁRCICO, 2002). Na pele da mão e dos pés é possível

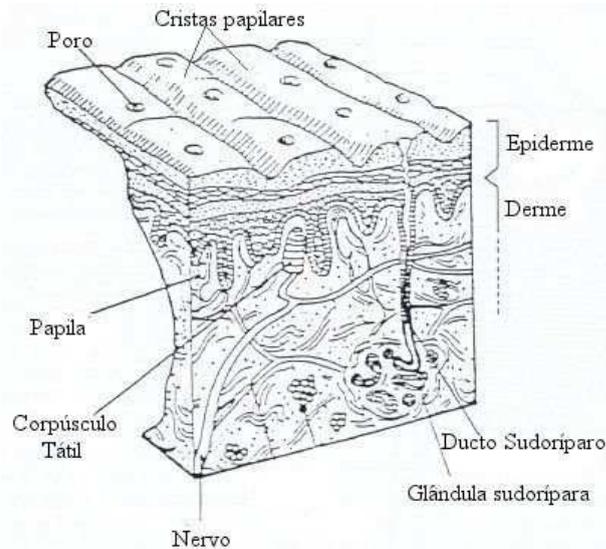
observar a presença de determinados relevos que são chamados de papilas dérmicas, a parte mais alta é chamada de crista e a parte mais baixa é chamada de sulcos, como a figura 2 representa.

Figura 1 – Camadas da pele, suas subcamadas e especificações



Fonte: Guia de Estudo, 2019.

Figura 2 – Papilas dérmicas



Fonte: Research Gate, 2007.

Na pele existem glândulas que secretam determinadas substâncias através das glândulas sudoríparas, responsáveis pela regulação térmica e limpeza do sangue através do suor (FILHO, 2012). Essas glândulas podem ser divididas em dois tipos: as écrinas que estão presentes por todo o corpo, mas estão em maior concentração nas mãos e nos pés, (LEE; GAENSSLEN, 2001, tradução nossa) e liberam o suor. Já as glândulas apócrinas estão presentes nas axilas e na região genital, (LEE; GAENSSLEN, 2001, tradução nossa) e liberam um líquido viscoso que saem pelos folículos pilosos (GUERREIRO; SAMPAIO, 2019) e as glândulas sebáceas estão presentes por todo corpo exceto nas mãos e nos pés, possuem uma maior concentração no rosto e no couro cabeludo (LEE; GAENSSLEN, 2001, tradução nossa) e liberam gordura e são responsáveis pela proteção, elasticidade e maciez. (FILHO, 2012). A figura 3 mostra o suor nos poros nas cristas das papilas dérmicas.

Figura 3 – Detalhe das papilas dérmicas: suas cristas e sulcos, suor saindo pelos poros da pele.



Fonte: Bleay; Croxton; Puit, 2018.

Conforme Lee e Gaensslen (2001), a produção de sebo vai aumentando com a idade e chega no ápice em torno de 30 anos e após essa idade a produção diminui consideravelmente. Um estudo citado por Lee e Gaensslen (2001) mostra que a produção de sebo diminui a cada década, 23% nos homens e 32% em mulheres. A tabela 1 demonstra as substâncias liberadas por cada uma das glândulas.

Tabela 1 – Substâncias excretadas da pele de uma pessoa

Glândulas	Compostos inorgânicos	Compostos orgânicos
Sudoríparas	Cloretos, íons metálicos, amônia, sulfatos, fosfatos, água	Aminoácidos, uréia ácido láctico, açúcares, creatina, colina, ácido láctico
Sebáceas		Ácido graxos, glicerídeos, hidrocarbonetos, álcoois
Apócrinas	Ferro	Proteínas, carboidratos, colesterol

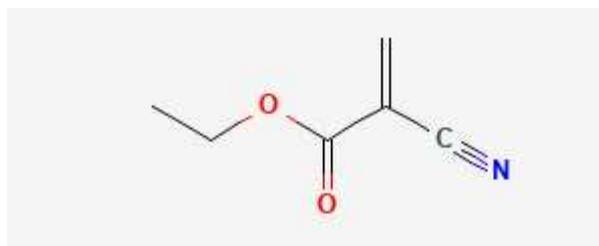
Fonte: Chemello, (2006, p. 5)

Conhecendo a composição do que é liberado na pele do indivíduo é possível fazer revelações das digitais. Atualmente, na papiloscopia existem vários métodos para se revelar a impressão digital de uma pessoa.

4.3 Cianoacrilato

O cianoacrilato ou 2-etil-cianoacrilato (figura 4) é um componente presente nas colas instantâneas, como a cola Super-Bonder[®], por exemplo. O cianoacrilato na forma de vapor reage com água, sais, aminoácidos e lactato (BLEAY; CROXTON; PUIT, 2018) e forma um composto esbranquiçado (BRUNI; VELHO; OLIVEIRA, 2012). A figura 4 demonstra o mecanismo de polimerização do cianoacrilato.

Figura 4 – Monômero de 2-etil-cianoacrilato



Fonte: Pubchem, 2005.

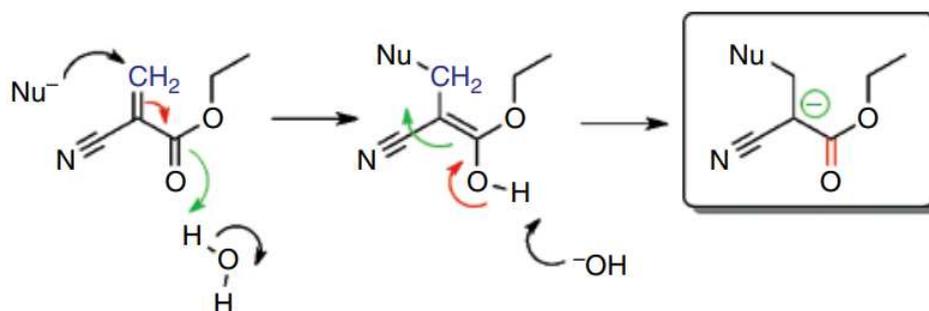
O cianoacrilato é indicado para a revelação de digitais em superfícies não porosas lisas, tais como metais, vidro, plásticos, madeiras envernizadas, etc. Na câmara de cianoacrilato os objetos são colocados suspensos ou em grades e, após isso, são preenchidos

até a marcação um recipiente na câmara para água, e é colocada uma quantidade de cola suficiente para cobrir o fundo de uma cápsula de alumínio (BLEAY; CROXTON; PUIT, 2018). No processo de fumigação numa câmara ocorrem as seguintes etapas: a etapa de umidificação da câmara, a etapa de aquecimento e a etapa de purga.

Na primeira etapa a umidade relativa é aumentada para 80%, em seguida a cápsula de alumínio é aquecida até 120°C para que ocorra a vaporização do cianoacrilato, nesse momento é necessário um cuidado para que a temperatura não ultrapasse 230°C já que o cianoacrilato é degradado à cianeto de hidrogênio. Após isso é iniciado o processo de purga em que o residual de vapores de cianoacrilato é removido (BLEAY; CROXTON; PUIT, 2018).

De acordo com o catálogo da Foster e Freeman (2017), o ciclo de fumigação pode ser manual ou automático, com umidade relativa variando de 60-90% e a temperatura é ajustada para 120°C ou para 230°C com a circulação do ar feita por ventoinha. A reação de polimerização do cianoacrilato ocorre em três etapas: a iniciação, propagação e a terminação. Na primeira etapa (figura 5) o nucleófilo (Nu^-) ataca o centro eletrofílico (CH_2) e quebra a dupla ligação fazendo os elétrons se moverem em direção ao oxigênio com a ligação ($\text{C}=\text{O}$) quebrada. O oxigênio então ataca uma molécula de água se ligando a um próton (H^+) e após isso, o hidróxido formado atua como base e abstrai o próton novamente formando um carbânion (BLEAY; CROXTON; PUIT, 2018).

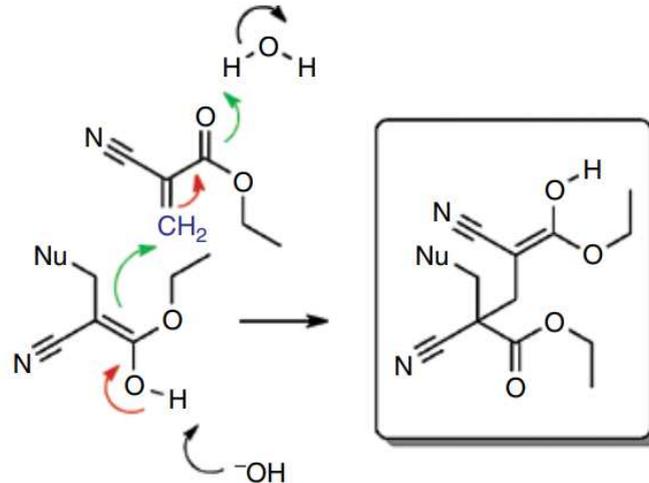
Figura 5 – Processo de iniciação



Fonte: Bleay; Croxton; Puit, (2018, p. 160).

Na segunda etapa (figura 6) uma molécula de hidróxido age como base tomando o próton fazendo os elétrons do próton se moverem restaurando a ligação dupla do oxigênio quebrando a ligação dupla que por sua vez ataca o (CH_2) um outro monômero do cianoacrilato que faz os elétrons em direção ao oxigênio que abstrai um próton da água ligando um monômero ao outro (BLEAY; CROXTON; PUIT, 2018).

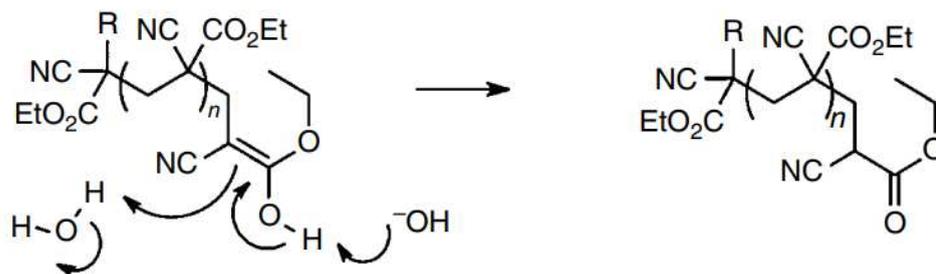
Figura 6 – Processo de propagação



Fonte: Bleay; Croxton; Puit, (2018, p. 161).

Na última etapa (figura 7) um íon hidróxido novamente atua como base abstraindo um próton do oxigênio restaurando a ligação dupla do oxigênio e fazendo o carbono da dupla receber um próton de uma molécula de água, (BLEAY; CROXTON; PUIT, 2018) formando o polímero de cianoacrilato.

Figura 7 – Processo de finalização

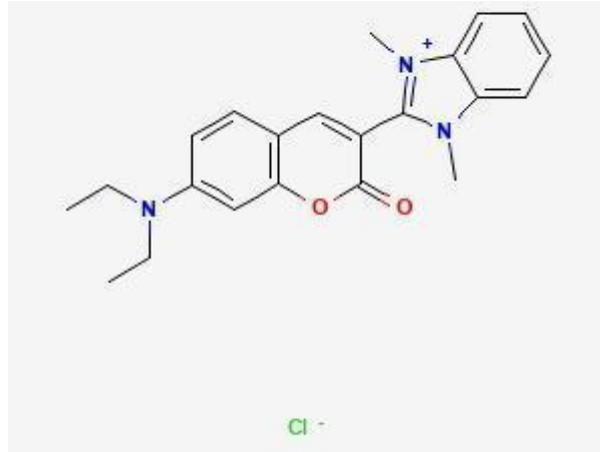


Fonte: Bleay; Croxton; Puit, (2018, p. 161).

4.4 Amarelo básico

O amarelo básico é um corante utilizado em conjunto com o cianoacrilato para melhorar o contraste da digital. Sua estrutura é mostrada na figura 8 abaixo:

Figura 8 - Estrutura do amarelo básico



Fonte: Pubchem, 2005.

Segundo Menzel (1999) na reação o amarelo básico ficaria preso nos espaços vazios das cadeias dos polímeros do cianoacrilato, em que o cianoacrilato funcionaria como uma peneira molecular. Já para o Bleay, Croxton e Puit (2018, p. 170), aconteceria o seguinte:

Sugere-se que o sucesso desses corantes pode ser devido ao fato de que formam ligações van der Waals com as fibras de poli cianoacrilato, com ligação fraca que ocorre entre os cátions do corante e os ânions associados com os grupos CN⁻ nas fibras poliméricas. Ambos os corantes são altamente fluorescentes, mas com diferentes características de excitação e emissão.

Esse corante se apresenta na cor amarelo, na forma de pó e é fluorescente. (ROGOŽA, 2019). É usado na forma de solução pela dissolução do pó de amarelo básico em água, etanol ou ainda metanol (KNAPEN, 2020, tradução nossa). Porém, de acordo com Kleber e Britz (2020), devido a toxicidade do metanol é preferível utilizar a solução de etanol ou água. O amarelo básico é fluorescente sob luz azul ou ultravioleta (KNAPEN, 2020; ROGOŽA, 2019, tradução nossa). É necessário usar filtro UV, caso seja utilizado luz ultravioleta, ou filtro amarelo caso opte pela luz azul. A solução preparada pode ser usada pulverizando ou mergulhando o material a ser revelado. Após a aplicação da solução deve-se retirar o excesso de solução lavando o material usando uma baixa vazão de água por alguns segundos (KNAPEN, 2020; ROGOŽA, 2019).

4.5 Reagente de pequenas partículas (RPP)

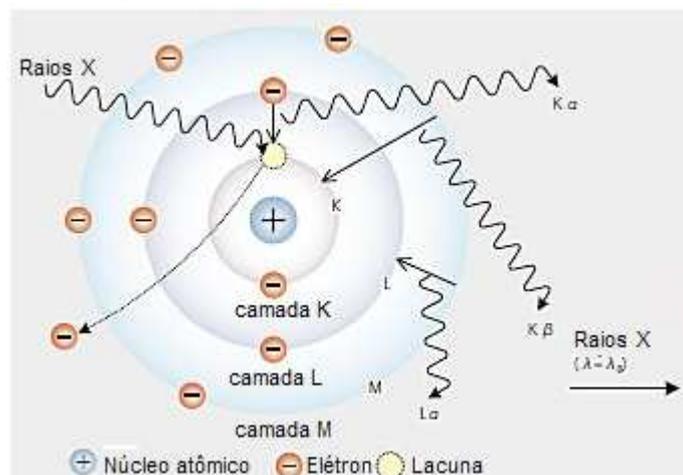
O reagente de pequenas partículas (RPP) na cor preta consiste numa suspensão composta de dissulfeto de molibdênio (MoS₂) em um surfactante aquoso. (LEE;

GAENSSLEN, 2001). É usado em superfícies secas ou molhadas e não porosas, podendo ser aplicado em superfícies oxidadas. As partículas da suspensão aderem aos componentes oleosos/gordurosos da impressão digital e produzem um precipitado de cor cinza claro (LEE; GAENSSLEN, 2001). Além de reagir com as gorduras presentes na digital, os autores Rohatgi e Kapoor (2016) também mencionam que o RPP reage com as caudas hidrofóbicas dos reagentes específicos, por sua vez essas caudas estão unidas com uma cabeça hidrofílica que reage com o sal metálico formando o precipitado de cor cinza claro e após a aplicação do RPP as superfícies podem ser lavadas ou não.

4.6 EDXRF (Espectrômetro de fluorescência de raio x por energia dispersiva)

O EDXRF ou EDX consiste em uma técnica semi-quantitativa que é usada para determinar a composição de amostras sólidas e consiste no lançamento de raios gama (γ), raios x ou partículas carregadas numa amostra. Os elétrons das camadas mais internas ao serem atingidos por essa radiação absorvem os raios x e são ejetados deixando um espaço vazio, nesse processo um elétron de uma camada superior pode ocupar o espaço vazio deixado pelo outro elétron, nesse processo são liberados fótons de raio x, que são específicos para cada átomo (ASFORA, 2010). A figura 9 demonstra esse processo.

Figura 9 - Elétrons excitados das camadas mais internas pelo feixe de raio x



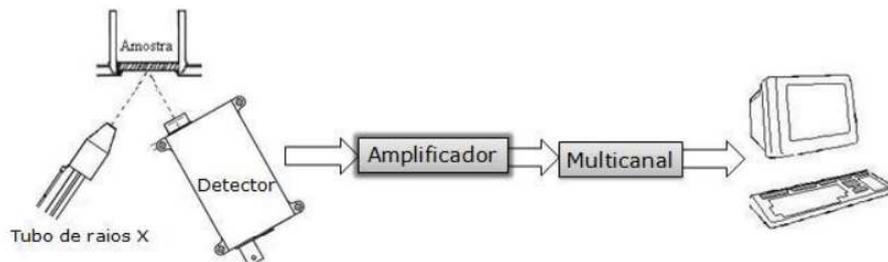
Fonte: EDX-7000/8000, 2014.

A diferença de energia da camada mais externa para a camada mais interna pode ser expressa como (ASFORA, 2010; PRADA, 2011):

$$E_x = E_i - E_f \quad (1)$$

Onde E_x é energia dos fótons de raio x emitidos, E_i e E_f é a energia de ligação da camada inicial e final, respectivamente (ASFORA, 2010; PRADA, 2011). Essa diferença de energia é característica para cada átomo. Durante essa transição na figura 5 o elétron pode vir da camada L para a K ou $L \rightarrow K$ essa transição é denominada de K_α se for da camada M para K ou $M \rightarrow K$ a transição é chamada de K_β , o elétron pode vir também da camada M para L ou $M \rightarrow L$ que é denominada de L_α e assim sucessivamente. Um EDX é composto no geral de um tubo que gera os raios x, um detector, um amplificador do sinal, um analisador multicanal e por último um registrador (figura 10).

Figura 10 – Esquema instrumental de um EDXRF.



Fonte: Asfóra (2010, p. 25).

Os raios x emitidos vão para um detector que gera um pulso proporcional a energia dos raios x emitida pela amostra (ASFORA, 2010; PRADA, 2011). Os detectores são conhecidos como detectores de estado sólido: diodo PIN, Si(Li), Ge(Li), Silicon Drift Detector (SDD), todos eles funcionam da mesma forma: de acordo com Fundamentos... (2011, p. 54) “um fóton de raios-X de entrada ioniza um grande número de átomos do detector, com a quantidade de carga produzida sendo proporcional à energia do fóton de entrada.” E assim ocorre o mesmo para o próximo fóton. Geralmente o detector de Si(Li) é o mais utilizado por possuir uma melhor resolução no espectro (ASFORA, 2010). Em seguida o pulso vai para o amplificador do tipo senoidal (BRUKER AXS, 2006). Ao utilizar um analisador multicanal (MCA) os pulsos podem ser separados, gerando assim um espectro da energia em função da energia dos raios x detectados, a área do pico é proporcional a concentração de cada elemento na amostra, o MCA funciona junto com um registrador que guarda os espectros, os elementos identificados e uma estimativa da porcentagem de cada elemento.

5 METODOLOGIA

5.1 Superfícies usadas na revelação de impressões digitais

A coleta e revelação das impressões digitais foi realizada em três diferentes objetos: uma espátula e uma colher de pedreiro enferrujada, além de uma bandeja de aço inoxidável (Figura 11). Esses objetos foram fotografados antes, durante e depois das revelações utilizando câmeras digitais dos *smarthphones* Samsung Galaxy A71 e Samsung Galaxy Note 10+;

Figura 11 – Foto dos objetos antes da coleta das digitais



Fonte: Autor, 2022.

5.2 Determinação da composição das superfícies de coleta das digitais

A composição metálica dos materiais usados como superfícies foi determinada em um Espectrômetro de fluorescência de raio x por energia dispersiva (EDX-7000) da marca Shimadzu.

5.3 Câmara de cianoacrilato

A revelação em câmara de cianoacrilato foi realizada utilizando um equipamento da marca Foster e Freeman (MVC3000), com cápsulas redondas de alumínio e cola de cianoacrilato - Sirchie®.

5.4 Reagentes

A revelação das digitais foi realizada utilizando cola de cianoacrilato - Sirchie®, pó de amarelo básico - Sirchie® e reagente de pequenas partículas escuro - Sirchie®.

5.5 Preparação das soluções de amarelo básico

Foram preparadas seis soluções de amarelo básico utilizando três diferentes solventes em duas concentrações, a fim de determinar qual o solvente e a concentração mais adequados para dissolver o corante. O teste com os solventes indicou que o etanol é o mais adequado na dissolução do amarelo básico. Os solventes e as concentrações estão descritas na tabela 2.

Tabela 2 – Soluções de amarelo básico

SOLUÇÃO	SOLVENTE	CONCENTRAÇÃO
1	Água destilada	1mg/mL
2	Álcool Etílico	1mg/mL
3	Acetona	1mg/mL
4	Água destilada	0,1mg/mL
5	Álcool Etílico	0,1mg/mL
6	Acetona	0,1mg/mL

Fonte: Autor, 2022.

5.6 A coleta das digitais

O estudo foi realizado com a participação de cinco voluntários, sendo coletadas cinco digitais. Os voluntários foram orientados a aplicarem os polegares direitos nas superfícies com pressão. Quando foi observado algum problema na coleta, como excesso de pressão ou deformidade das cristas pelo arraste do dedo, foi realizada uma nova coleta. As análises das digitais coletadas foram realizadas em dois momentos para fins de comparação dos métodos: após uma hora e nove dias depois da coleta utilizando os dois métodos descritos a seguir.

5.7 Revelação das digitais usando cianoacrilato e amarelo básico

Na câmara de cianoacrilato uma determinada quantidade de cola foi adicionada à cápsula de alumínio (diâmetro), a fim de cobrir todo o fundo da cápsula além de um recipiente

com certa quantidade de água para saturar o ambiente interno da câmara com um teor de umidade adequado. A seguir, os três objetos com as digitais foram inseridos nas prateleiras da câmara de cianoacrilato. Após 50 minutos na câmara, as placas foram retiradas e pulverizadas com solução de amarelo básico. Depois de secas as placas foram lavadas com água corrente e observadas sob luz azul, utilizando lanterna forense - UltraLite® e filtro amarelo para revelar as digitais.

5.8 Revelação das digitais usando reagente de pequenas partículas (RPP)

A suspensão de RPP, adquirida comercialmente, foi pulverizada nas superfícies em que as digitais foram coletadas. Na bandeja de aço inox após a aplicação esperou-se alguns minutos para a evaporação do RPP, enquanto na espátula e na colher foi necessário lavar com água destilada devido ao acúmulo de partículas do reagente.

5.9 Avaliação da qualidade das digitais para um possível confronto

As fotos das impressões digitais, após a aplicação dos dois métodos tanto para impressões recentes como não recentes, foram avaliadas em relação a sua qualidade para um confronto papiloscópico por um perito criminal da Pefoce. As figuras das impressões digitais foram analisadas e foi determinado o percentual das impressões que tinham qualidade para cada método tanto para impressões recentes como não recentes.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Determinação da composição dos objetos de coleta das digitais

Inicialmente foi realizada a determinação elementar dos objetos utilizados para a coleta das digitais e os resultados estão descritos na tabela 3. Para a liga ser considerada de aço inoxidável é necessário conter pelo menos 10,5% de cromo na composição (CARUSO, 2001). A análise do material da bandeja mostrou um percentual de 12,6% de cromo, logo se trata de uma liga de aço inoxidável. O mais provável é que seja uma liga do tipo ferrítica pois é usada em recipientes para colocar alimentos (CARUSO, 2001). Quanto à colher e a espátula devido a elevada quantidade de ferro que pode variar até 98% de ferro presente (CARUSO, 2001), a liga que a compõe é provavelmente a liga de aço carbono. O EDX não consegue identificar o carbono, por isso ele não está presente nos resultados.

Tabela 3 - Composição elementar e estimativa percentual usando EDX.

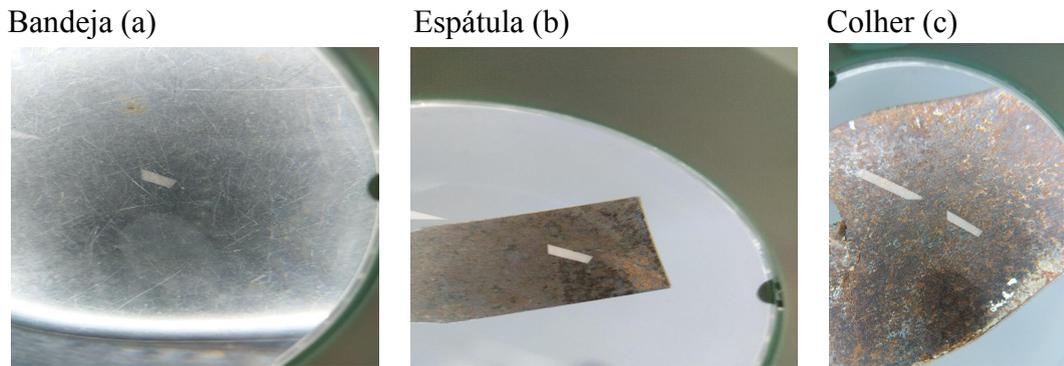
Composição elementar	Objeto		
	Bandeja	Espátula	Colher
	Percentual estimado de cada elemento (%)		
Fe	85,9	97,5	92,3
Cr	12,6	-	-
Si	-	1,0	2,05
Ca	-	-	4,16

Fonte: Autor, 2022.

6.2 Coleta das digitais

A coleta das digitais foi realizada em três diferentes superfícies: bandeja inox, espátula e colher de pedreiro (Figura 12).

Figura 12 – Fotos das digitais coletadas



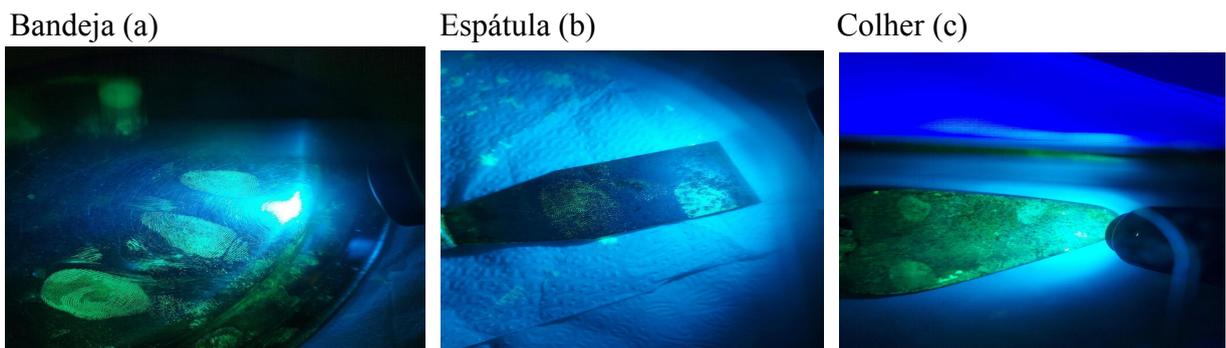
Fonte: Autor, 2022.

Após a coleta, as digitais foram avaliadas para se verificar se o procedimento foi realizado adequadamente. Na bandeja (Figura 12a) as digitais ficaram bem aparentes e é possível a perfeita visualização do desenho da digital. Na colher (Figura 12b) é possível observar manchas das impressões digitais e não é possível observar as cristas na colher. Já na espátula (Figura 12c) é possível observar algumas manchas das digitais apresentando uma quantidade menor de resíduo.

6.3 Revelação das digitais com cianoacrilato e amarelo básico

Após a revelação na câmara de cianoacrilato foi possível observar que na bandeja o cianoacrilato foi depositado na impressão digital formando uma camada esbranquiçada. Na colher houve a deposição de vários pontinhos de cianoacrilato ao longo das digitais, ocorrendo o mesmo na espátula. Depois disso, foi feita a revelação usando a solução de amarelo básico mais concentrada diluída em etanol com luz azul e filtro amarelo (Figura 13).

Figura 13 – Digitais reveladas usando cianoacrilato e amarelo básico após a coleta



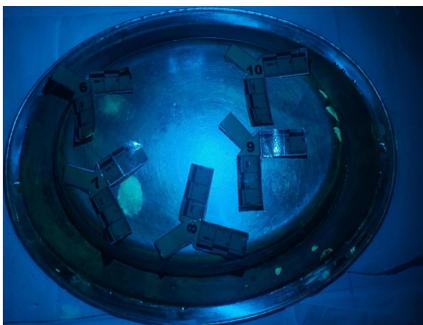
Fonte: Autor, 2022.

De acordo com a Figura 13a na bandeja todas as impressões foram reveladas sendo perceptíveis suas cristas. Na espátula (Figura 13b) todas as impressões foram reveladas e na colher (Figura 13c) apenas três digitais foram reveladas. Todas as digitais da bandeja estão adequadas para um confronto papiloscópico. Já na espátula apenas uma das digitais (à direita) possui qualidade para comparação, enquanto que na colher nenhuma das digitais reveladas estão adequadas para confronto.

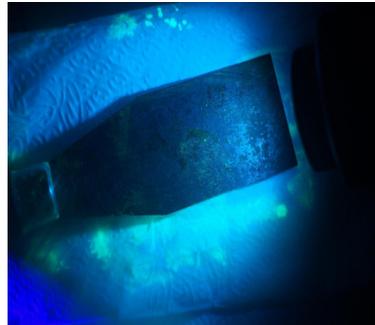
Para avaliar a eficiência do método em função do tempo de coleta as digitais foram reveladas nove dias após a coleta (Figura 14). Na figura 14a, que se refere a bandeja, é possível verificar que uma digital ficou mais evidente devido a presença de uma quantidade maior de resíduo da digital, enquanto que outras tinham uma quantidade menor de resíduo pelo envelhecimento da digital. Nessa foto as cristas não estão visíveis, dessa forma não possui qualidade para confronto.

Figura 14 – Digitais reveladas usando cianoacrilato e amarelo básico nove dias após a coleta

Bandeja (a)



Espátula (b)



Colher (c)



Fonte: Autor, 2022.

A figura 14b mostra que na espátula só foi possível revelar uma digital. A quantidade de resíduo na espátula é pouco aparente, o que dificultou a revelação das digitais nove dias depois da coleta. Na colher (figura 14c) não foi revelada nenhuma digital, no local da coleta das digitais só haviam manchas, não havendo mais resíduo para a revelação.

6.4 Revelação usando reagente de pequenas partículas

As figuras 15a-15c representam a revelação das digitais nas superfícies utilizando o reagente de pequenas partículas, essas análises foram realizadas após a coleta das digitais. Na análise da bandeja (Figura 15a) as digitais tiveram suas cristas visualizadas, tornando

esses resultados viáveis para confronto. Nessa superfície há um contraste bom, mesmo que não seja utilizado nada de natureza fluorescente.

Figura 15 – Digitais reveladas usando o reagente de pequenas partículas após a coleta



Fonte: Autor, 2022.

Na figura 15b, que representa a revelação de três digitais coletadas em uma espátula, observou-se que uma das digitais não foi revelada (à esquerda), provavelmente pelo pouco material coletado. Em relação às duas digitais que foram reveladas as cristas foram observadas e em uma delas (no centro) as cristas estão aparentes e a outra (à direita) aparece com poucas cristas.

Na avaliação da colher (Figura 15c), as duas digitais coletadas foram reveladas onde uma das digitais (à esquerda) ficou como uma mancha, não sendo visível as cristas, já a outra digital (à direita) as cristas são visíveis, mesmo com o contraste baixo, sendo a única que possui qualidade.

Assim como na avaliação utilizando cianoacrilato e amarelo básico como revelador, também foi feito para o RPP uma comparação entre as análises considerando o tempo de coleta das digitais. As figuras 16a-16b representam a análise de digitais que foram reveladas após 9 dias de coleta. Na análise das digitais reveladas na bandeja (figura 15a) não é possível verificar as cristas, porém em outras fotos que foram aplicadas zoom na imagem as cristas ficaram evidentes.

Figura 16 – Digitais reveladas usando o reagente de pequenas partículas nove dias após a coleta



Fonte: Autor, 2022.

A figura 16b mostra a revelação das digitais coletadas na espátula sendo possível verificar três digitais, porém apenas duas estão com as cristas visíveis. Já na colher (figura c) apenas uma digital é observada todavia encontra-se manchada não sendo evidente suas cristas.

Dodich, Lasorda e Jasra (2016) relatam trabalhos com metais enferrujados utilizando o cianoacrilato e cianoacrilato com rodamina (corante fluorescente) sendo verificado que o uso do corante com o cianoacrilato melhora a visualização das cristas das digitais, porém não foi tão eficiente para revelar pontos característicos da digital. Cavalcante 2022a e Lee e Gaensslen (2001) também relatam a revelação de digitais em materiais enferrujados com limitações nos resultados.

6.5 Avaliação da qualidade das digitais para um possível confronto

As digitais reveladas foram avaliadas por um perito criminal quanto a sua qualidade para um confronto papiloscópico. Para um confronto papiloscópico é importante que a digital esteja com as cristas bem definidas, possibilitando a identificação correta dos pontos característicos da impressão digital e melhorando a busca com o uso dos AFIS na procura do (s) autor (es) de um crime. A tabela 4 mostra o percentual de qualidade de todas as digitais coletadas em cada método utilizado, que representa a chance das digitais coletadas serem utilizadas num confronto papiloscópico e posteriormente empregar um AFIS para identificar a digital. Essa tabela também demonstra um panorama geral de comparação dos resultados obtidos nos dois métodos aplicados tanto para as impressões digitais mais recentes como as impressões mais antigas.

Tabela 4 – Qualidade das impressões digitais para confronto papiloscópico em percentual

Superfície	Impressões recentes		Impressões não recentes	
	Cianoacrilato e amarelo básico	Reagente de pequenas partículas	Cianoacrilato e amarelo básico	Reagente de pequenas partículas
Bandeja	100%	100%	100%	100%
Espátula	60%	40%	20%	20%
Colher de pedreiro	20%	0%	0%	0%

Fonte: Cavalcante (2022b).

Na análise dos resultados da tabela 4 é possível perceber que para materiais enferrujados o percentual de qualidade foi maior para o método do cianoacrilato e amarelo básico para impressões recentes. A espátula obteve o maior percentual de qualidade devido a uma maior regularidade da superfície, enquanto na colher houve um menor percentual. O uso do RPP na espátula apresentou percentual de qualidade também, porém seu menor contraste prejudicou a qualidade, já na colher não houve qualidade em nenhuma digital. Para digitais não recentes os dois métodos tiveram percentuais iguais tanto para a espátula como para a colher, indicando que ambos podem ser usados, porém o método do cianoacrilato é melhor devido ao seu maior contraste.

7 CONCLUSÃO

Os dois métodos propostos nesse trabalho foram capazes de revelar as impressões em materiais enferrujados, no entanto o método do cianoacrilato e amarelo básico obteve melhores resultados, principalmente em digitais recentes. Outro fator limitante observado na análise foi a qualidade da coleta, algumas digitais que apresentaram menor quantidade de resíduo tiveram o resultado afetado. A idade do indivíduo também influenciou no resultado, pessoas mais velhas tinham uma menor quantidade de resíduo na impressão durante a coleta e revelação, enquanto pessoas mais jovens tinham uma maior quantidade de resíduo, logo levando a uma melhor revelação.

O grau de oxidação da superfície do metal impactou o resultado da revelação das digitais, já que uma maior irregularidade da superfície prejudica o depósito da impressão digital. A espátula apresentou resultados melhores do que a colher de pedreiro pois apresentava um menor grau de oxidação que a colher.

A comparação entre os dois métodos mostrou que no método do RPP as digitais também foram reveladas, porém devido ao baixo contraste o método do cianoacrilato e amarelo básico é preferível do que o RPP, pois é utilizado um corante fluorescente o que melhora expressivamente os resultados pelo contraste aumentado.

CAVALCANTE, Igor Marques. **Revelação de impressões digitais em superfícies enferrujadas**. 2022b. Trabalho apresentado no 1º Workshop da Pefoce, 11., 2022, Fortaleza.

CHEMELLO, E. **Ciência forense: impressões digitais**. Químico Virtual, 2006. Disponível em: https://issuu.com/chemelloe/docs/2006dez_forense1. Acesso em: 24 set. 2022.

EDX-7000/8000. [2014?]. 1 ilustração. Disponível em: https://www.shimadzu.com.br/analitica/produtos/elemental/raios_x/eds/images/edx-7000_8000-2.jpg. Acesso em: 14 nov. 2022.

EQUIPE LFG. **Conheça a Carreira de Papiloscopista PF**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://blog.lfg.com.br/profissoes/papiloscopista-pf/>. Acesso em: 24 out. 2022.

DODICH, Ryan; LASORDA, Constable John; JASRA, Shashi K. Determining an Effective Method to Enhance Fingerprints on Rusted Metals. **Journal of Emerging Forensic Sciences**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 13-22, 2016. Disponível em: <https://jefsr.uwindsor.ca/index.php/jefsr/article/view/4638/3939>. Acesso em: 19 set. 2022.

FILHO, Antônio Maciel Aguiar. **Noções gerais de papiloscopia**. [S. l.], [2012]. Disponível em: <https://docplayer.com.br/5301720-Noco-es-gerais-de-papiloscopia.html>. Acesso em: 29 set. 2022.

FILHO, Virgílio F. Nascimento. **Técnicas Analítica Nucleares de Fluorescência de raios x por Dispersão de Energia (ED-XRF) e por Reflexão Total (TXRF)**. [S. l.], 1999. Disponível em: http://www.raiosx.ufc.br/site/wp-content/uploads/downloads/2012/10/EDXRF_TXRF.pdf. Acesso em: 15 nov. 2022.

FOSTER AND FREEMAN. **MVC/D: Cabines de fumigação para impressões digitais**. [S. l.], [2017]. Disponível em: <http://www.ffsupport.co.uk/Distributor/Brochures/O/MVC-P.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2022.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (Rio de Janeiro). Instituto de Identificação Félix Pacheco. **Pontos característicos**. Rio de Janeiro, 2002. 1 Ilustração. Disponível em: <https://doceru.com/doc/se1sns>. Acesso em: 5 dez. 2022.

GUERREIRO, Inaiá Lopes; SAMPAIO, Caroline de Goes. Papiloscopia forense e revelação de impressões digitais na cena de um crime: uma ferramenta para o ensino de química com enfoque CTS. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 8, n. 9, p. e03891229, 2019. DOI: 10.33448/rsd-v8i9.1229. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1229>. Acesso em: 29 set. 2022.

GUIA DE ESTUDO. **Camadas da Pele: Partes do maior órgão do corpo humano**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.guiaestudo.com.br/camadas-da-pele>. Acesso em: 1 nov. 2022.

HOW to remove cyanoacrylate adhesive?. [S. l.], [ca. 2019]. Disponível em: <https://www.permabond.com/resource-center/how-to-remove-cyanoacrylate-adhesive/>. Acesso em: 2 out. 2022.

INTRODUÇÃO às impressões digitais latentes. [S. l.], [2012?]. Disponível em: <https://www.forensicsbrasil.com.br/produtos/levantamento-de-impressoes-latentes/>. Acesso em: 29 set. 2022.

KLEBER, Fabrício Diniz; BRITZ, João Pedro Einsfeld. **Entendendo a intoxicação por Metanol e Etilenoglicol**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://vitallogy.com/feed/Entendendo+a+intoxicacao+por+Metanol+e+Etilenoglicol/972>. Acesso em: 25 out. 2022.

KNAPEN, Jacintha. **Enhancing cyanoacrylate with fingerprint powder instead of Basic Yellow 40**. Holanda, 2020. Disponível em: <https://www.lociforensics.nl/publicationa-and-thesis-/thesis/>. Acesso em: 28 set. 2022.

LEE, Henry C.; GAENSSLEN, R.E. **Advances in Fingerprint Technology**. 2. ed. Flórida: CRC Press, 2001. 456 p. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/Advances-in-Fingerprint-Technology-2nd-ed.pdf&ved=2ahUKEwjRg4_fpYv7AhXmq5UCHbKSDGAQFnoECAoQAQ&usq=AOvVaw1fgdAmqVOt4StB0-iNGXFW. Acesso em: 27 out. 2022.

MACEDO, Izabela de Oliveira; CAMPOS, Alex Fabiano C. **Discussão da técnica de visualização térmica de impressões digitais em suportes metálicos**. [S. l.], 2013. Disponível em: <https://www.google.com/amp/s/docplayer.com.br/amp/23352675-Discussao-da-tecnica-de-visualizacao-termica-de-impressoes-digitais-em-suportes-metalicos.html>. Acesso em: 28 out. 2022.

MÁRCICO, José Eduardo. **Estudo da pele**. [S. l.], 2002. Disponível em: http://www.papiloscopia.com.br/estudo_das_papilas.html. Acesso em: 27 set. 2022.

MÁRCICO, José Eduardo. **Sistema Informatizado de identificação**. [S. l.], 2002. Disponível em: <http://www.papiloscopia.com.br/monografia.html>. Acesso em: 01 dez. 2022.

MARTINIS, Bruno Spinosa De; OLIVEIRA, Marcelo Firmino. **Química forense experimental**. 1. ed. [S. l.]: Cengage Learning, 2016. 512 p. Disponível em: https://mega.nz/file/HKoR2IrA#ptnxW9wLM0UwHL3_HsyzYf6LZdG-OAkQiFC6rj8ZUjQ. Acesso em: 20 out. 2022.

MENZEL, E. R. **Fingerprints detection with lasers**. 2. ed. Flórida: CRC Press, 1999. 312 p. ISBN 9780824719746. DOI <https://doi.org/10.4324/9780367805289>. Disponível em: <https://vdoc.pub/documents/fingerprint-detection-with-lasers-311dof7h6b90>. Acesso em: 26 out. 2022.

PAPILAS dérmicas: cristas e sulcos. 2007. 1 ilustração. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Weingaertner/publication/26979258/figure/fig3/AS:827276602142728@1574249520786/FIGURA-1-ESTRUTURA-DOS-DERMATOGLIFOS-MOSTRANDO-SUAS-CRISTAS-PAPILARES-E-OS-POROS.jpg>. Acesso em: 30 set. 2022.

PRADA, Anna Weber. Fundamentos teóricos da técnica de análise espectrométrica por fluorescência de raios-x. [S. l.], 2011. Disponível em: <https://docplayer.com.br/29451325-5-fundamentos-teoricos-da-tecnica-de-analise-espectrometrica-por-fluorescencia-de-raios-x.html>. Acesso em: 14 nov. 2022.

PEDÃO, Evandro Rodrigo. **Química Forense**. [S. l.], [2004?]. Disponível em: <https://doceru.com/doc/vsnvxs1>. Acesso em: 14 nov. 2022.

ROGOŹA, Katarzyna Drzewiecka Ewa. Contrasting fingerprints with Basic Yellow 40 – a methodological algorithm. **Issues of Forensic Science**, [s. l.], v. 305, n. 3, p. 60-65, 2019. DOI <https://doi.org/10.34836/pk.2019.305.4>. Disponível em: <https://problemykryminalistyki.pl/en/archive/r/2015/2019/y/2019/contrasting-fingerprints-with-basic-yellow-40-----a-methodological-algorithm-1029.html>. Acesso em: 2 out. 2022.

ROHATGI, Richa; KAPOOR, A. K. Development of latent fingerprints on wet non-porous surfaces with SPR based on basic fuchsin dye. **Egyptian Journal of Forensic Sciences**, India, v. 16, ed. 2, p. 179-184, 2016. DOI <https://doi.org/10.1016/j.ejfs.2015.05.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090536X15000489#b0145>. Acesso em: 16 out. 2022.

SENNA, Claudia Muller Goldberg. **Papiloscopia como método de identificação humana: uma contribuição à investigação criminal**. Orientador: Joel Irineu Lohn. 2014. 54 p. Monografia (Especialização em Inteligência em Segurança Pública) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Santa Catarina, 2014. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/11997/1/CLAUDIA%20MULLER%20GOLDBERG%20SENNA.pdf>. Acesso em: 22 set. 2022.

SERRANO, Thiago Barquilha. **Padrões biométricos para identificação**. Orientadora: Marisa Atsuko Nitto. 2010. 130 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciência da Computação) - Fundação Educacional do Município de Assis, [S. l.], 2010. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0711270041.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2022.

X-RAY Fluorescence Spectrometers Information. [S. l.], [201-]. Disponível em: https://www.globalspec.com/learnmore/labware_scientific_instruments/spectrometers_analytical_photometers/x_ray_fluorescence_spectrometers. Acesso em: 2 out. 2022.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

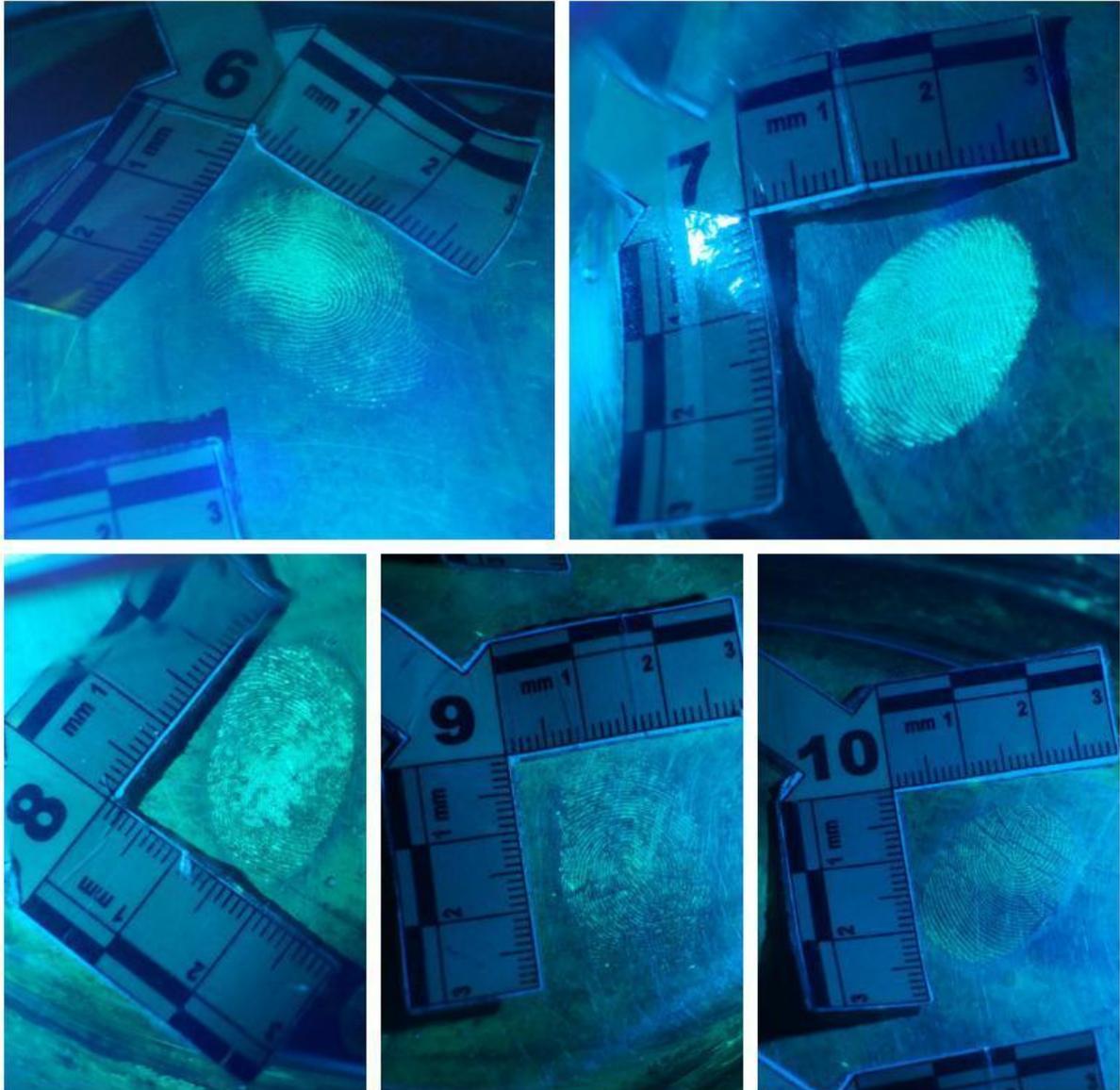
Eu, _____, CPF _____, autorizo a coleta e a retirada de fotos das minhas impressões digitais para o trabalho de conclusão de curso (TCC) intitulado “revelação de impressões digitais latentes por duas técnicas: cianoacrilato com amarelo básico e o reagente de pequenas partículas em superfícies enferrujadas para aplicação forense” com autoria de Ana Maria Martins de Lima da Universidade Federal do Ceará (UFC) sob a orientação de Fátima Miranda Nunes (UFC). Esse trabalho tem como objetivo a revelação de impressões em superfícies enferrujadas. Durante o experimento serão realizadas 4 coletas das impressões do polegar direito em três objetos: uma bandeja (não enferrujada), uma espátula e uma colher de pedreiro, estes dois últimos enferrujados, a coleta será realizada durante dois momentos: coleta e em seguida a revelação e coleta e revelação após nove dias. Serão aplicadas duas metodologias nos objetos: o cianoacrilato com amarelo básico e o reagente de pequenas partículas. Os participantes não serão identificados em nenhum momento da pesquisa, os dados coletados só serão utilizados nesta pesquisa. Ao aceitar fazer parte do experimento, os participantes concordam que os resultados obtidos farão parte do TCC de Ana Maria Martins de Lima (UFC) e também aceitam que, ao final, o trabalho será disponibilizado no repositório institucional da Universidade Federal do Ceará de forma online. A participação neste experimento é totalmente voluntária sem o recebimento de qualquer remuneração.

Assinatura do participante

Fortaleza, ____ de _____ de 2022.

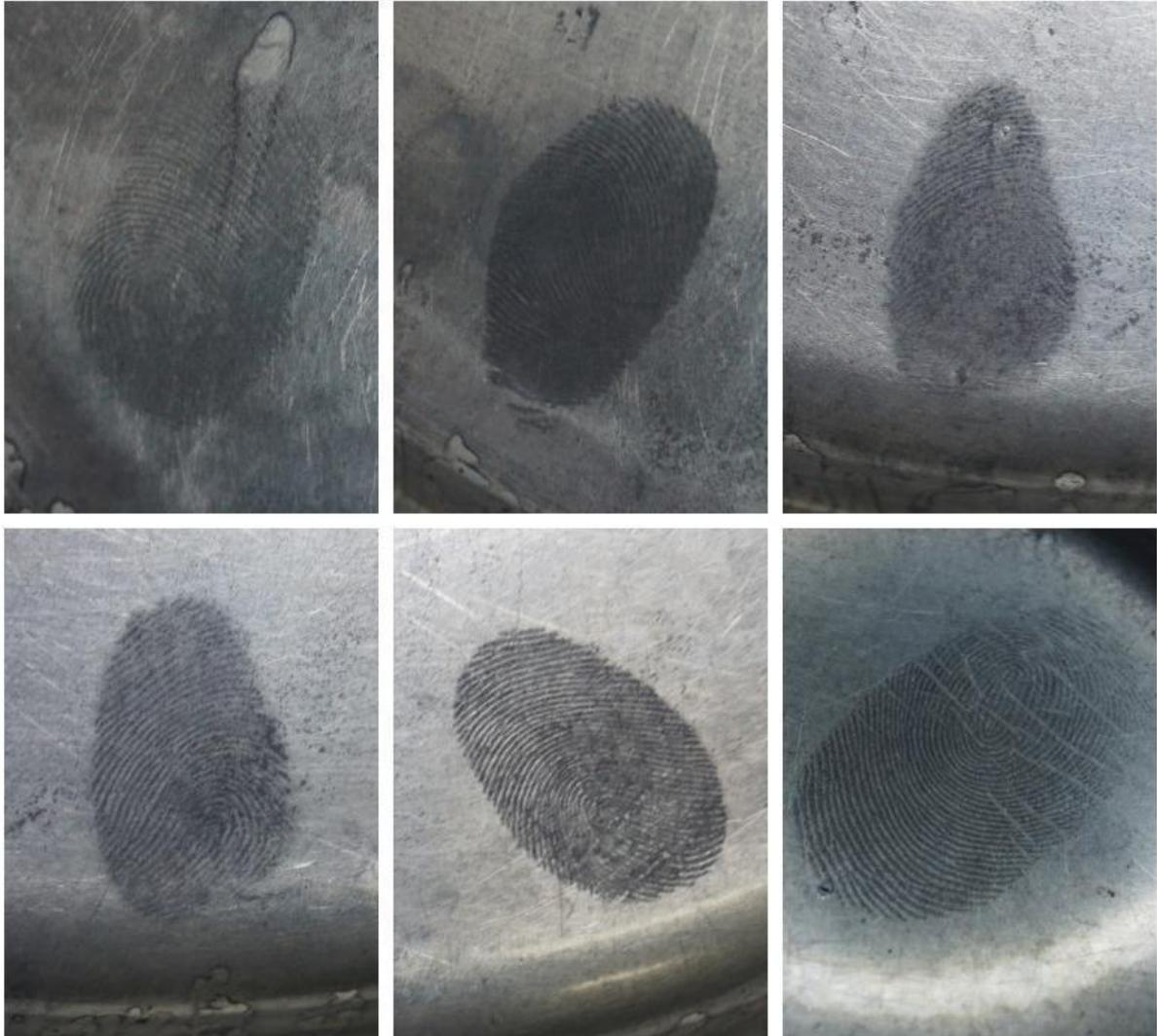
Assinatura do pesquisador (a)

APÊNDICE B – BANDEJA: MÉTODO DO CIANOACRILATO COM AMARELO BÁSICO REVELAÇÃO APÓS 9 DIAS DA COLETA; DETALHE DAS IMPRESSÕES



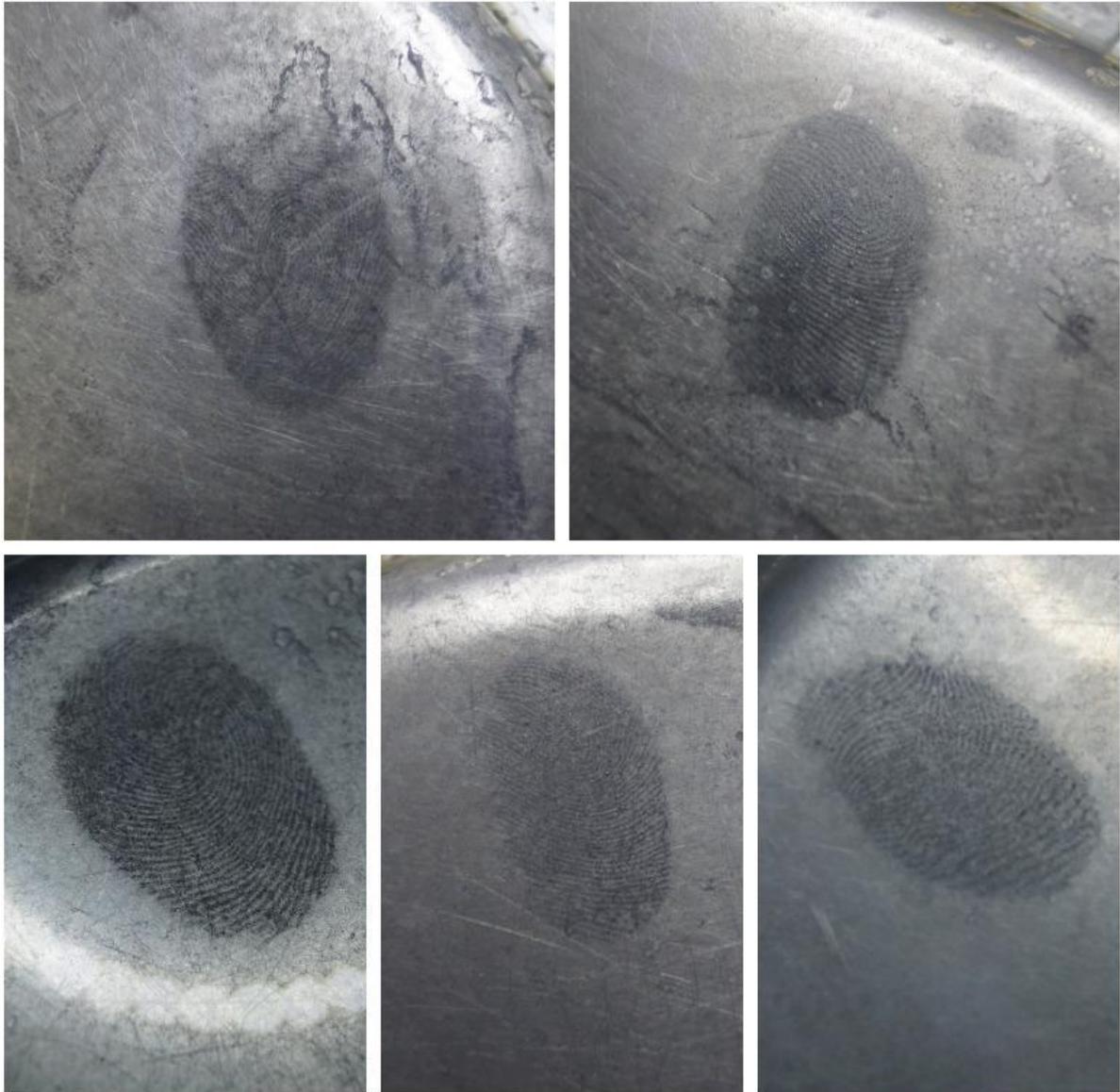
Fonte: Autor, 2022.

**APÊNDICE C – BANDEJA: MÉTODO DO REAGENTE DE PEQUENAS
PARTÍCULAS REVELAÇÃO APÓS A COLETA; DETALHE DAS IMPRESSÕES**



Fonte: Autor, 2022.

**APÊNDICE D – BANDEJA: MÉTODO DO REAGENTE DE PEQUENAS
PARTÍCULAS REVELAÇÃO APÓS 9 DIAS DA COLETA; DETALHE DAS
IMPRESSÕES**



Fonte: Autor, 2022.