

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA**

**BIOTECNOLOGIA APLICADA À SEGURANÇA PÚBLICA:
Estudo e Adequação do Método da Ninidrina para Revelação de Impressões
Digitais em Superfícies Porosas**

MANOEL GERALCINO ALVES

**SÃO CARLOS
2013**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

BIOTECNOLOGIA APLICADA À SEGURANÇA PÚBLICA:
Estudo e Adequação do Método da Ninidrina para Revelação de Impressões
Digitais em Superfícies Porosas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de São Carlos-UFSCAR-, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Biotecnologia.

Orientado: Manoel Geralcino Alves

Orientadores:

Prof. Dr. Fernando M. Araújo Moreira

Prof. Dr. Luis Carlos Trevelin

SÃO CARLOS

2013

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

A474ba

Alves, Manoel Geralcino.

Biotechnology aplicada à segurança pública : estudo e adequação do método da ninidrina para revelação de impressões digitais em superfícies porosas / Manoel Geralcino Alves. -- São Carlos : UFSCar, 2014.
132 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2013.

1. Biotechnology. 2. Identificação biométrica. 3. Datiloscopia. 4. Ninidrina. I. Título.


CDD: 660.6 (20^a)

Manoel Geralcino Alves

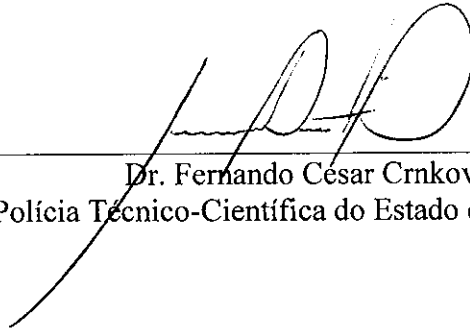
Dissertação de Mestrado submetida
à Coordenação do Programa de
Pós-Graduação em Biotecnologia,
da Universidade Federal de São
Carlos, como requisito parcial para
a obtenção do título de Mestre em
Biotecnologia

Aprovado em: 18/04/2013

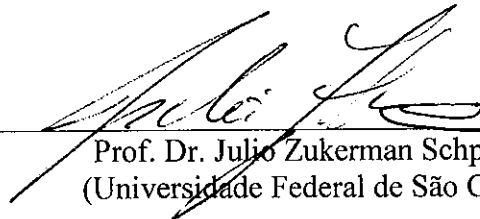
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Fernando Manuel Araújo Moreira - Orientador
(Universidade Federal de São Carlos)



Dr. Fernando César Crnkovic
(Polícia Técnico-Científica do Estado de São Paulo)



Prof. Dr. Julio Zukerman Schpector
(Universidade Federal de São Carlos)

Dedico este trabalho ao meu filho,
completude da minha existência.

AGRADECIMENTOS

Impossível externar qualquer agradecimento que não se inicie por curvar-me à força imensurável do Grande Criador deste maravilhoso Universo, sobre o qual tenho o privilégio de existir, aprender e legar continuidade à minha existência.

Agradeço imensamente à maravilhosa “Irmã Jandira”, melhor mãe que Deus poderia me conceder. Com ela aprendi o caminho da retidão e a ela devo meus agradecimentos mais profundos por me ensinar como trilhar os difíceis caminhos que a vida impôs. Na acepção mais completa da palavra “mãe”, eu a encontro.

Agradeço aos professores doutores Fernando e Trevelin, orientadores que embora visível minha inexperiência científica e biotecnológica, acreditaram que a força de vontade e perseverança fazem do aprendiz um conhecedor. Em momentos de temor e insegurança foram eles os esteios para a continuidade desta pesquisa e a orientação do caminho a ser seguido.

A todos os demais professores que me mostraram o maravilhoso mundo da biotecnologia: o Prof. Julio, Prof^a Ignez, Prof. Rubens, Prof. Parizoto, Prof. Fernando e Prof. Euclides.

As pessoas de espírito humilde que conheci durante o curso e que pacientemente ajudaram-me neste caminho por um conhecimento novo e encantador: Carlos Speglich, Victor Basseto e Carlos Monteiro.

Aos Peritos Criminais do Instituto de Criminalística da cidade de São Carlos-SP, sem os quais este trabalho não se realizaria.

À querida e dedicada Cláudia que sempre trouxe pacientemente auxílio e orientação necessários em todos os assuntos da secretaria.

Ao meu amigo Thomas, minha gratidão, por tudo o que fez e faz por mim.

Aos meus irmãos Arlindo e Janaina, Mendes, Clauber e Rogélio.

MANOEL GERALCINO ALVES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de São Carlos-UFSCAR-, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Biotecnologia

APROVADO EM: _____ / _____ /2013.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Fernando Manuel Araújo Moreira

Prof. Dr. Julio Zukerman Schpector

Dr. Fernando Crnkovic

RESUMO

Diversos trabalhos de pesquisa em todo o mundo se dedicam ao desenvolvimento de softwares que viabilizem a comparação e leitura de impressões digitais e alguns estudam o desenvolvimento de técnicas científicas que permitam a melhoria na coleta e revelação de impressões digitais deixadas em locais de crimes. Parte das técnicas vistas em estudos atuais é baseada no uso de alta tecnologia, como é o caso das nano partículas de ouro ou mesmo de filmes finos de cobre e ouro, todavia apresentam custo exorbitante para o uso diário, sobretudo se considerados os orçamentos financeiros dos aparatos policiais de países em desenvolvimento. Buscando técnica economicamente viável e eficiente, para permitir a revelação de impressões digitais latentes deixadas em locais de crime, o presente trabalho visa ao estudo e pesquisa do método colorimétrico da ninidrina, através da realização de testes sobre impressões digitais depositadas em superfícies porosas, como papel, madeira e paredes. Constatada a viabilidade do uso da ninidrina, tanto em laboratório como in loco, bem como definida a melhor temperatura para a revelação rápida, avança este estudo na utilização de *software* de tratamento de imagem que permite ao perito, em tempo real, ainda no sítio de vestígios criminais, comparar a imagem da impressão digital revelada com banco de dados oficiais de registro, obtendo assim, em instantes, a identidade do autor do crime.

Palavras Chave: Biotecnologia, Identificação Humana, Impressão Digital, Ninidrina.

ABSTRACT

Several works have been done worldwide and are dedicated to the advancement of software that enables the comparison and reading of fingerprints. Literature shows several works related to the development of scientific techniques that allow the improvement in the collection and disclosure of fingerprints left at crime scenes. Some of those techniques are based on the use of high-tech materials and devices, such as gold nanoparticles and thin films made of copper and gold. However, the cost of these techniques is very high for everyday use, especially when considering the financial budgets for police apparatus in developing countries. Attempting to improve economically such viable and efficient techniques in order to permit the disclosure of latent fingerprints left at crime scenes, this work aims the studying and development of the ninhydrin colorimetric method, by performing numerous tests on fingerprints deposited on porous surfaces, such as paper and walls. Once confirmed the viability of ninhydrin employment, both in laboratory and on-site, and also having adjusted the optimum temperature for rapid revelation; this study provides the use of image-processing software, enabling the expert to compare, in real time, even at the site of criminal traces, the fingerprint image found with the official registry database, thus, obtaining the identity of the offender within a short period of time.

Keywords: Biotechnology, Human Identification, Digital Printing, Ninhydrin.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
	Objetivos	20
	Justificativa	21
2	IDENTIFICAÇÃO HUMANA: DA PRÉ-HISTÓRIA AOS DIAS ATUAIS	23
2.1	O Uso das Impressões Digitais como Identificador Humano	23
2.2	Datilosopia como Ramo da Papilosopia	27
2.2.1	A Pele humana	28
2.3	O Sistema Datiloscópico de Vucetich	31
2.4	Minúcias e Poros.	37
2.5	A Datilosopia no Trabalho Policial	39
2.6	O Estado da Arte: Técnicas Utilizadas para a Coleta e Revelação de Impressões Digitais	41
2.6.1	Técnicas utilizadas para a revelação de impressões digitais	43
3	O USO DA NINIDRINA NA REVELAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS	47
3.1	Aminoácidos	50
3.1.1	Estrutura dos aminoácidos	51
3.1.2	Propriedades gerais e características dos aminoácidos	55
3.1.3	Ligação entre aminoácidos: ligação peptídica	57
3.1.4	Reação dos aminoácidos com a ninidrina	59
4	MATERIAIS E MÉTODOS	61
4.1	Análises Laboratoriais sobre Amostras de Papel Cartolina, contendo Impressões Digitais do <i>Doador 01</i> .	63
4.1.1	Análise laboratorial sobre amostras de papel cartolina, submetidas à temperatura de $85,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.	63
4.1.2	Análise laboratorial sobre amostras de papel cartolina, submetidas à temperatura de $95,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.	64
4.1.3	Análise laboratorial sobre amostras de papel cartolina, submetidas à temperatura de $105,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.	64
4.1.4	Análise laboratorial sobre amostras de papel cartolina, submetidas à	69

	temperatura de 125,0°C, ±0,5°C.	
4.2	Análise Laboratorial sobre Amostras de papel Cartolina, Obtidas à partir de das Impressões Digitais dos Doadores <i>02 a 21</i> .	69
4.2.1	Análise laboratorial sobre amostras de papel cartolina, obtidas à partir de 20 doadores com idade entre 18 e 58 anos, submetidas à temperatura de 85,0 °C ± 0,5 °C, por <i>TPA</i> de 2 min, 4min, 5min e 10min.	71
4.2.2	Análise laboratorial sobre amostras de papel cartolina, obtidas à partir de 20 doadores com idade entre 18 e 58 anos, submetidas à temperatura de 105,0 °C ± 0,5 °C, por <i>TPA</i> de 2 min, 4min, 5min e 10min.	72
4.3	Verificação de Tempo de Permanência da Impressão Digital Visível, Revelada com Ninidrina sobre Amostras de Papel Cartolina ao Longo do Tempo.	75
4.4	Análises Laboratoriais sobre Amostras de Madeira submetidas à temperatura de 105,0 °C ± 0,5 °C.	80
4.5	Análises Laboratoriais sobre Amostras de Parede de Alvenaria, contendo Impressões Digitais do <i>Doador 01</i> .	82
4.5.1	Testes realizados em laboratório para verificar a correta utilização do soprador térmico MAKITA®, visando produzir temperatura aproximada de 105,0 °C sobre as superfícies de paredes de alvenaria.	84
4.6	Software para Melhoramento da Imagem da Impressão Digital Revelada em Locais de Crime e Comparação com Banco de Dados Oficial, em Tempo Real.	86
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	87
5.1	Testes sobre Amostras de Papel Cartolina	87
5.2	Testes sobre Amostras de Madeira.	98
5.3	6.3 Testes sobre Amostras de Parede de Alvenaria.	99
5.3.1	Testes sobre amostras de parede de alvenaria do Conjunto A, cujas superfícies receberam pintura látex.	100
5.3.2	Testes sobre amostras de parede de alvenaria do Conjunto B, cujas superfícies receberam acabamento de massa corrida PVA e posterior pintura látex.	101
5.3.3	Testes sobre amostras de parede de alvenaria do Conjunto C, cujas	102

superfícies permaneceram com acabamento apenas em reboco, sem massa corrida ou pintura látex.

5.4	Verificação de Tempo de Permanência da Impressão Digital Visível, Revelada através do Método da Ninidrina sobre Amostras que Simulam Parede de Alvenaria.	104
5.5	Melhoramento da Imagem da Impressão Digital Revelada em Locais de Crime com utilização de Software Livre Comparação com Banco de Dados Oficial, em Tempo Real.	105
6	CONCLUSÃO	109
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
	ANEXO I	117
	ANEXO II	122
	ANEXO II-A	124
	ANEXO III	125
	ANEXO IV	127

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Região atendida pela Equipe de Criminalística de São Carlos-SP.

Figura 02: Sistema de Bertillon ou “bertillonage”.

Figura 03: Estrutura da pele.

Figura 04: Estrutura da epiderme.

Figura 05: Sistemas de linhas proposto de Vucetich.

Figura 06: O Delta.

Figura 07: Tipos Fundamentais: Arco, Presilha Interna e Externa e Verticilo.

Figura 08: Classificação e Nomenclatura dos Tipos Fundamentais.

Figura 09: Modelo de Individual Datiloscópica proposta por Vucetich.

Figura 10: Modelo oficial de Individual Datiloscópica, utilizado pela Secretaria da Segurança Pública do Estado de São Paulo, na Polícia Civil do Estado de São Paulo.

Figura 11: Fórmula Datiloscópica sobre o modelo oficial de Individual Datiloscópica, utilizado pela Secretaria da Segurança Pública do Estado de São Paulo, na Polícia Civil do Estado de São Paulo.

Figura 12: Representação da Fórmula Datiloscópica de Vucetich.

Figura 13: Exemplo de Minúcias.

Figura 14: Impressões digitais latentes deixadas em tomada e vidro.

Figura 15: Instrumentos idealizados por Juan Vucetich há um século e os que estão em uso nos postos de coleta de impressões digitais da Secretaria da Segurança Pública do Estado de São Paulo.

Figura 16: Ilustração da utilização da técnica do pó na revelação de uma impressão digital.

Figura 17: Uso do vapor de iodo.

Figura 18: Estrutura dos α -aminoácidos.

Figura 19: S-talidomida e a R-Talidomida.

Figura 20: Ligação Peptídica.

Figura 21: Mecanismo de formação do Roxo de Ruhemann.

Figura 22: Resultado obtido após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $85,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Figura 23: Resultado obtido após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $95,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Figura 24: Resultado obtido após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $105,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, coletadas do doador 01.

Figura 25: Resultado obtido após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $125\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, coletadas do doador 01.

Figura 26: Resultado obtido após teste do uso da ninidrina em impressões digitais coletadas de vinte doadores, com idade entre 18 e 58 anos, depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $85,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, nove meses depois da data da coleta.

Figura 27: Resultado obtido após teste do uso da ninidrina em impressões digitais coletadas de vinte doadores, com idade entre 18 e 58 anos, depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $105,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, nove meses depois da data da coleta.

Figura 28: Envelope de papel pardo, cor amarela, com etiqueta de dados, utilizado para armazenamento de todas as amostras após serem reveladas as impressões digitais.

Figura 29: Amostras fotografadas no dia 10/02/2013 cujos resultados foram inicialmente obtidos em 25/03/2012, após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $85\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. As imagens mostram que as impressões digitais não mais são visíveis dez meses e quinze dias após a revelação.

Figura 30: Amostras fotografadas no dia 10/02/2013 cujos resultados foram inicialmente obtidos em 23/02/2012, após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $95\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. As imagens mostram que as impressões digitais quase não mais são visíveis onze meses e dezessete dias após a revelação.

Figura 31: Amostras fotografadas no dia 10/02/2013 cujos resultados foram inicialmente obtidos em 07/03/2012, após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. As imagens mostram que as impressões digitais são melhores visíveis, dez meses e vinte e sete dias após a revelação, se comparadas com as resultantes das demais temperaturas utilizadas nos experimentos.

Figura 32: Amostras fotografadas no dia 10/02/2013 cujos resultados foram inicialmente obtidos em 07/03/2012, após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. As imagens mostram que as impressões digitais são melhores visíveis, dez meses e vinte e sete dias após a revelação, se comparadas com as resultantes das demais temperaturas utilizadas nos experimentos.

Figura 33: Resultado obtido após teste do uso da ninidrina em impressões digitais obtidas do doador 01, depositadas em superfície de madeira e submetidas à temperatura de $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Figura 34: A imagem mostra da direita para a esquerda, as primeiras das cinco amostras de cada um dos Conjuntos A, B e C.

Figura 35: Montagem realizada em laboratório para verificar a temperatura que o soprador térmico faz incidir sobre a amostra que simula parede de alvenaria. A figura da esquerda mostra o soprador térmico e o termopar presos às hastes e a figura da direita realça o sensor de temperatura em contato com a amostra.

Figura 36: Gráfico que indica resultados da verificação de temperatura mínima/máxima alcançada em cada uma das cinco velocidades do soprador térmico *MAKITA*®.

Figura 37: Quantidade de amostras que apresentou melhor visibilidade de revelação, nos diferentes TPD, quando submetidas às temperaturas propostas. Nota-se que aparenta crescimento logarítmico favorável à medida que aumentou o TPD.

Figura 38: Amostras fotografadas no dia 12/02/2013 às 12h15 (TPD 1 s e 3 s) e 18h15 (TPD 3 s e 5 s), submetidas a experimento laboratorial no dia seguinte, todas do doador 01, consideradas de primeira deposição e submetidas à temperatura de $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Figura 39: Resultado obtido após teste do uso da ninidrina em impressões digitais coletadas de vinte doadores, com idade entre 18 e 58 anos, depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $85,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, nove

meses depois da data da coleta. A coordenada X indica o tempo de permanência das amostras em estufa: 2 min, 10 min, 5 min e 10 min.

Figura 40: Resultado obtido após teste do uso da ninidrina em impressões digitais coletadas de vinte doadores, com idade entre 18 e 58 anos, depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $105,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, nove meses depois da data da coleta. A coordenada X indica o tempo de permanência das amostras em estufa: 2 min, 10 min, 5 min e 10 min.

Figura 41: Amostra A1 com superfície que simula parede de alvenaria e acabamento em reboco e pintura látex, contendo impressões digitais do doador 01 reveladas através do método da ninidrina e com uso de soprador térmico.

Figura 42: Amostra B1 com superfície que simula parede de alvenaria com acabamento em reboco, massa corrida PVA e pintura o látex e contém impressões digitais do doador 01 reveladas através do método da ninidrina e com uso do soprador térmico.

Figura 43: Amostra C1 com superfície que simula parede de alvenaria com acabamento apenas em reboco contendo impressões digitais do doador 01. Não há revelação das impressões digitais submetidas a metodologia usada para os testes.

Figura 44: Impressões digitais reveladas através do método da ninidrina sobre amostras que simulam parede de alvenaria e fotografias com o aplicativo Photo Editor. As fotografias da esquerda mostram imagens originais e das direita, resultados após tratamento de imagem pelo próprio aplicativo.

Figura 45: Impressões digitais reveladas através do método da ninidrina sobre amostras que simulam parede de alvenaria e fotografias com o aplicativo Photo Editor. As fotografias da esquerda mostram imagens originais e das direita, resultados após tratamento de imagem pelo próprio aplicativo.

Figura 46: Fluxo de Captura, Processamento e Identificação.

(Imagens construídas com figuras disponíveis na internet, para demonstrar a obtenção da autoria de suspeito em tempo real.

LISTA DE SIGLAS

I.I.R.G.D = Instituto de Identificação Ricardo Gumbleton Daunt

I.P.L = Impressão Digital Latente

G.M.D = Grupo de Materiais e Dispositivos - UFSCar

TPA = Tempo-padrão de Aquecimento

TPD = Tempo-padrão de Deposição

RG = Registro Geral

GSM = *Global System for Mobile Communications*

GPRS = *General Packet Radio Services*

EDGE = *Enhanced Data rates for GSM Evolution*

PVA = Polímero Poliacetato de Vinila

INTRODUÇÃO

A biotecnologia é um excelente caminho para combater o crime, pois permite que o Estado desenvolva uma resposta eficiente à segurança pública de seus cidadãos sem desviar-se dos conceitos de respeito à dignidade humana.

Durante séculos, e não diferentemente nas últimas décadas, a sociedade brasileira assiste ao desordenado enfrentamento do crime pelo Estado, que visivelmente leva a segurança pública a patamares que não incluem decisões políticas imediatas e eficientes. Se no passado via-se um Estado violento e arbitrário nas decisões que envolviam delitos penais, hoje se sente a inércia deste mesmo Estado que não tendo investido em desenvolvimento e estudo científico que permita um eficiente e humano sistema criminal, mantém-se inerte e desorientado frente ao assustador aumento da criminalidade.

No Estado de São Paulo, ente de poder mais rico da federação, os índices de criminalidade são alarmantes. O cidadão, aquele que deposita no poder público, esperança de viver dignamente e com segurança, aos poucos se surpreende morando em condomínios fechados e em lugares onde a segurança é particular.

Dados da Secretaria da Segurança Pública do Estado de São Paulo¹ revelam que, somente no primeiro trimestre do ano de 2012, ocorreram 536.219 crimes no Estado, isto, considerando que muitos sequer chegam ao conhecimento das Delegacias de Polícia, sobretudo nos grandes centros.

Neste contexto e realidade que cerca a questão de segurança pública, vale ressaltar que a presente pesquisa encontrou mecanismos significativos para o trabalho pericial no local do crime, todavia, dizer que após a publicação dos resultados científicos aqui obtidos haverá melhor resultado da ação do Estado contra os delinquentes é adentrar em questão político-administrativa, cujo empenho e vontade do Poder Público serão os únicos a colocar em prática.

Esperar que o Perito Criminal, com base nos resultados da pesquisa apresentados nesta dissertação possa imediatamente aumentar o número de

¹ Informações Publicadas no site da Secretaria da Segurança Pública do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.ssp.sp.gov.br/estatistica/plantrim/2012-01.htm>.

identificação de criminosos através do *método da ninidrina* é desviar-se da realidade pois o Estado não se esqueceu apenas de investir em Segurança Pública de forma expressiva, como, sobretudo, de investir no profissional que a exercita.

Há de se ter uma idéia da dificuldade prática observando a área de atuação do Instituto de Criminalística de São Carlos, importante cidade e pólo tecnológico do Brasil, demonstrado na Figura 01. Dificuldade que não reside na extensão da área de atuação, mas no fato de que, a cada vinte e quatro horas, apenas um Perito Criminal é responsável por todas as perícias a serem realizadas *in loco* na circunscrição apontada!



Figura 01: Região Atendida Pela Equipe de Criminalística de São Carlos. Imagem desenvolvida com recursos do *Microsoft Office*.

Disto resulta defender que a sociedade brasileira não pode se desenvolver em meio à insegurança, fazendo-se necessárias medidas de disposição política que impeçam o crime de alcançar poder.

A projeção esperada do Brasil como um dos países emergentes e prontos para investimentos maciços do poder econômico globalizado demanda urgência do Poder Público no desenvolvimento de meios eficientes para o combate ao crime.

Um dos caminhos? A biotecnologia.

Nos locais de crimes são normalmente deixados vestígios que podem auxiliar o trabalho pericial na busca pela autoria do ato criminoso e entre eles estão impressões digitais. Algumas técnicas de revelação de impressões digitais são conhecidas e bastante eficientes. Impressões digitais deixadas sobre superfícies lisas, por exemplo, são facilmente reveladas através do uso de pós, prática essa corrente no trabalho pericial e bastante eficiente.

Ocorre que superfícies porosas, como paredes, não se mostram viáveis ao uso de pós e de algumas técnicas aplicáveis às superfícies lisas e, não raro, deixam-se passar marcas de impressões digitais não reveladas, que poderiam apontar o criminoso.

Entre as técnicas de maior eficiência para estas superfícies porosas está o *método da ninidrina*, esta, um poderoso reagente para a detecção de aminas em compostos bioquímicos.

Impressões digitais contêm, ainda que em pequena quantidade, a presença de aminoácidos secretados pelas glândulas sudoríparas e estes, por sua vez, apresentam o grupo amina em sua estrutura. Assim, o uso da ninidrina sobre impressões digitais que se encontram ocultas nas superfícies porosas em locais de crime pode ser uma ferramenta inquestionavelmente viável para o trabalho do Perito Policial.

Partindo deste pressuposto, bem como sendo conhecida a viabilidade defendida na literatura do uso da ninidrina para a revelação de impressões digitais latentes, é que o presente trabalho se propõe a estudar a *método da ninidrina* e assim inovar mecanismos através da observação e definição de temperatura viável para a reação da ninidrina com os aminoácidos presentes nas impressões digitais deixadas sobre superfícies porosas.

Possibilitando-se ao perito criminal a revelação da impressão digital deixada pelo autor do crime, ainda no local do delito, pretende-se demonstrar a viabilidade de que aquele profissional da segurança pública possa acessar bancos de dados de órgãos oficiais que detém arquivos datiloscópicos e em poucas horas

informar às forças policiais quem deve ser investigado pela prática do ato criminoso perpetrado.

Para tanto, propõem-se que imediatamente à revelação da impressão digital através do uso da ninidrina, sobretudo em superfícies porosas como papel e paredes de alvenaria, aconteçam o envio imediato da impressão digital revelada para comparação, ainda do local do delito, através de tecnologia GPRS. A resposta obtida dos bancos de dados oficiais, apontando a pessoa a quem pertence a impressão digital encontrada, permite o subsequente início das investigações e rápida ação contra o crime, bem como a possibilidade da aplicação da tão propalada justiça, pelo Estado.

OBJETIVOS

O presente trabalho visa o estudo da reação da ninidrina com o grupo amina, presente nos aminoácidos, para então verificar sua viabilidade na revelação de impressões digitais em locais de crime, depositadas em superfícies porosas como paredes de alvenaria, já que na composição das impressões digitais há considerável presença de aminoácidos secretados através da pele.

A reação entre a ninidrina e os aminoácidos produz um produto de coloração púrpura, conhecido como *Púrpura de Ruhemann*, utilizada laboratorialmente para a caracterização de aminoácidos em soluções bioquímicas. Na esfera de conhecimento da ciência forense seu uso é também indicado para a revelação de impressões digitais em superfícies porosas, sendo defendida, sobretudo, para uso em superfícies de papel.

Ressente a produção científica nacional de trabalhos científicos que analisem a eficiência do uso da Ninidrina sobre outras superfícies porosas que não o papel ou que mostrem resultados com variação de tempo de deposição de impressões digitais e temperaturas ideais para a reação. Aqueles estudados nesta pesquisa, (ALMOG, 2001), (FARIAS, 2010), (FRIEDMAN, 2004) e (RAIMANN, 2010) divergem quanto à temperatura ideal para a cinética da reação que permite o resultado de coloração púrpura resultante da ação da Ninidrina sobre os aminoácidos existentes nas impressões digitais.

Para se produzir este pretendido conhecimento, a presente pesquisa consistirá na análise de impressões digitais depositadas sobre superfícies de papel, madeira e paredes de alvenaria, comuns na construção civil brasileira, variando-se a temperatura de aquecimento e tempo de deposição das impressões em laboratório e posteriormente, repetindo-se os melhores resultados em campo.

Após, analisados os resultados, serão propostas melhorias na técnica, viabilizando ao Perito Policial a revelação de impressões digitais já no local do crime, permitindo assim, às forças policiais do Estado uma melhor resposta na identificação de criminosos e o conseqüente avanço no combate ao crime.

JUSTIFICATIVA

O uso da tecnologia e da informática faz parte do cotidiano da maioria dos países, já que aqueles que não estão inseridos na atual “realidade tecnológica” não conseguem se posicionar no mundo globalizado.

Técnicas que foram usadas durante séculos, na ciência e tecnologia, saltaram a um patamar antes inimaginável por conta das redes de computadores e da tecnologia de ponta. As indústrias se remodelaram e aquelas que resistiram à necessidade de investirem no desenvolvimento tecnológico, sucumbiram.

Esse vertiginoso desenvolvimento atingiu, quantitativa e qualitativamente, os mais variados ramos da ciência, gerando um volume de informações e troca de conhecimento antes não visto. Grandes investimentos permitem à ciência processar informações muito rapidamente e aceleram o saber humano.

Todavia, quando se trata de assuntos ligados ao tema “criminalidade”, parece que o empenho governamental em lançar mão da tecnologia para eficientemente combater as forças do crime e sua organização, intimida-se.

Poucas pesquisas científicas são desencadeadas com o objetivo de criar mecanismos que inibam a prática do crime ou, ao menos, permitam que o Estado conheça seus criminosos, a despeito de que países emergentes como o Brasil sofram a ação criminosa com muita intensidade. Dentre estes mecanismos que permitem um combate eficiente ao crime, está a individualização de pessoas através da impressão digital.

O estudo das impressões digitais, cuja ênfase se deu há mais de um século, levou a um sistema eficiente de individualização de pessoas e criou um suporte que permite, de forma segura, identificar pessoas. Mesmo dispondo desse conhecido mecanismo de identificação datiloscópica, o Brasil e a maioria dos países de economia restrita não investiu de forma significativa em desenvolvimento ou produção científica que pudesse utilizar o conhecimento disponível para promover tecnologia no combate ao crime, até pouco tempo atrás. Apenas na última década, um empenho do Governo Federal e do Estado de São Paulo, parece apontar para um investimento na tecnologia de combate ao crime.

Dentro desta perspectiva encontra razão o presente trabalho.

A partir das impressões digitais deixadas no local do crime, é possível, de forma segura e eficiente, chegar ao autor do ato criminoso, possibilitando não somente desvendar bárbaros crimes, mas gerar provas, utilizáveis indubitavelmente por nosso sistema judiciário, para condenar os criminosos.

Os métodos atuais para a coleta das “marcas inconfundíveis” deixadas por criminosos, suas impressões digitais, são os mesmos usados há décadas e consistem em aspersão de pós, produtos químicos reagentes, entre outros.

Os peritos criminais, não raro, sequer dispõem de material para fazerem uma coleta segura e que permita a revelação e posterior identificação datiloscópica.

Assim, parte este trabalho da análise do uso da ninidrina como revelador de impressões digitais e propõe a desenvolvimento da técnica em busca viabilizar que permita ao Perito Criminal, *in loco*, revelar impressões digitais deixadas por criminosos.

Para tanto, após revisão bibliográfica sobre a datiloscopia, esta dissertação trará breve explanação das técnicas atuais de revelação de impressões digitais, mostrando, no desenvolvimento do *método da ninidrina*, seu foco.

Além de verificar a ação da ninidrina sobre impressões digitais em diversas superfícies, buscando encontrar a temperatura ideal de revelação em laboratório e em campo, propõe-se o desenvolvimento de dispositivo de captura e melhoramento da imagem da digital revelada e imediato envio para o confronto dos arquivos de bancos de dados oficiais.

O desenvolvimento dessa pesquisa traz a idéia de que os mecanismos judiciais comecem por conhecer o criminoso, sem margens de dúvidas científicas, já no local onde o crime foi cometido e permita, numa visão que coaduna com os ideais dos direitos humanos, a impossibilidade de erro quanto à autoria do crime, buscando impedir que o Estado cometa injustas acusações e prejuízos inquestionáveis aos seus cidadãos.

2 IDENTIFICAÇÃO HUMANA: DA PRÉ-HISTÓRIA AOS DIAS ATUAIS

Embora se pretenda um assunto moderno em razão das diversas informações que existem sobre biometria, a identificação humana através de caracteres físicos encontra eco na antiguidade, pois que desde tempos remotos o homem demonstra atenção voltada para sua própria identificação.

As discussões e observações antropológicas sobre objetos e lugares encontrados com marcas das mãos e digitais humanas, não são uníssonas em afirmar se tais marcas possuíam valor identificativo ou apenas manifestação artificial do homem na busca de delimitar seu espaço. Para alguns estudiosos, o homem primitivo de alguma forma observou a disposição dos desenhos formados na ponta dos dedos, não se sabe se por curiosidade ou não (KAZIENKO, 2003).

Todavia, sabe-se que seres humanos de um passado remoto marcavam com suas mãos os objetos que usavam e a caverna onde moravam. A maioria das impressões encontradas mostra o uso da mão esquerda e se davam através do decalque sobre a argila, deixando impressos os sulcos e cristas papilares das palmas das mãos e extremidades dos dedos, que, às vezes, ainda eram cobertas com corantes naturais (VIEIRA, 1997).

2.1 O Uso das Impressões Digitais como Identificador Humano.

Há muito tempo se suspeitou que a unicidade das impressões digitais, poderia servir como método de identificação humana. Negócios que se praticavam nos primeiros séculos do início do calendário cristão, em países como a China e a Babilônia, por exemplo, já reconheciam a oposição de um dos polegares como forma de firmar a identificação, pois foram encontradas impressões digitais em placas de argila usadas como assinatura nas transações comerciais. No século XIV, na Pérsia, os documentos oficiais continham impressões digitais como forma de assinatura (PEIXOTO, 2010).

Tem-se os Chineses como os primeiros povos que se lançaram a usar a impressão digital como valor de identificação e individualização. Ainda no século VII, aquela nação exigia a oposição da impressão digital do polegar direito em documentos comerciais. Idêntico procedimento foi levado a efeito no Japão no século VIII e posteriormente na Índia. Ignora-se, contudo, o valor atribuído a essas impressões, sendo consenso geral, que se tratava de medida de fundamento supersticioso (PERANDÉA, 2006).

Todavia, o interesse por distinguir os seres humanos através de dados biométricos que se percebiam únicos e incomparáveis passou a ter maior expressão com o inglês Alphonse Bertillon², funcionário da Prefeitura de Polícia na cidade de Paris (França). Bertillon desenvolveu um sistema de assinalamento antropométrico conhecido como antropometria ou *Bertillonage* e o publicou no ano de 1882.

A Antropometria tem como base três princípios: 1) a fixidez absoluta do esqueleto humano a partir de 20 anos de idade; 2) o corpo humano apresenta medidas exatas variando de indivíduo para indivíduo; e 3) facilidade de precisão relativas com certas dimensões do esqueleto que podem ser medidas.

O assinalamento antropométrico de Bertillon, também chamado de Antropometria, consistia em um sistema de identificação baseado na medição das diferentes partes do corpo humano. Baseava-se na conjugação de princípios matemáticos com dados antropológicos e defendia que regras matemáticas dominavam a repartição de formas, bem como à distribuição das dimensões da natureza, buscando considerar assim que através de medidas antropométricas era possível estabelecer a verificação da identidade dos criminosos (CALAZANS, 2010).

O sistema de Bertillon incluía medidas como o comprimento e largura da cabeça, comprimento do dedo médio, do pé esquerdo, antebraço e também do cotovelo até o dedo médio, entre outros, conforme é mostrado na Figura 02:

² Informa a Enciclopédia Britânica que Alphonse Bertillon nasceu em 23 de Abril de 1853 em Paris. Foi chefe do setor de Identificação Criminal na Polícia Francesa a partir de 1880, quando então desenvolveu o sistema de identificação criminal conhecido como Antropometria, que passou a ser usado em toda a França e em outros países do mundo. Disponível em <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/62827/Alphonse-Bertillon>. Pesquisado em 09/03/2011 as 14h00.

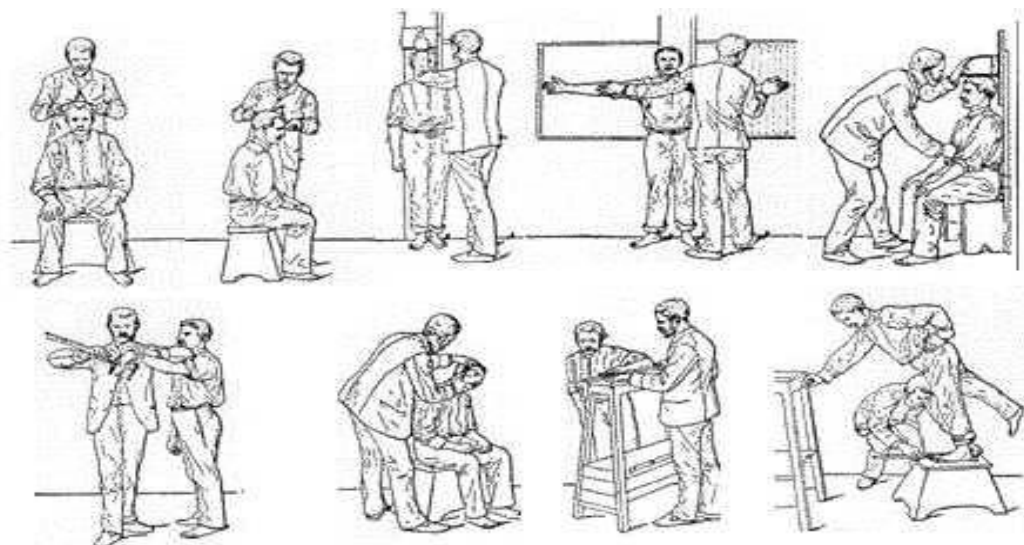


Figura 02: Sistema de Bertillon ou "bertillonage".

Fonte: <http://www.papiloscofia.com.br/historia.html>. Pesquisado em 18/12/2011 às 23h12

Ainda do século XIX, outras técnicas para individualizar pessoas passou a ganhar terreno entre os investigadores criminais e a impressão digital foi uma delas.

As colônias do vasto império Britânico já utilizavam a marca das mãos como uma espécie de assinatura e têm-se como exemplo o fato de que o administrador inglês Willian Herschel, em 1858, fazia seus empregados carimbarem os contratos de trabalho com suas mãos molhadas em tinta (PEIXOTO, 2010).

Em 1880, o médico britânico Henry Faulds apresentou a possibilidade de se identificar as pessoas por meio das marcas existentes nos dedos. Seu estudo foi publicado na *Nature* e é considerado o marco inicial da técnica da datiloscopia.

O trabalho realizado por Faulds foi enviado para o biólogo Charles Darwin, que o encaminhou a seu primo Francis Galton. Este se dedicou ao estudo das impressões digitais e foi o primeiro a comprovar a imutabilidade destas ao longo da vida de um indivíduo. Monstrou que as linhas que formam os desenhos digitais de um pessoa não são iguais a da outra. Também concluiu que existia somente a possibilidade de uma, em 64 milhões de pessoas, de se encontrar dois indivíduos iguais. Suas conclusões foram escritas na obra *Fingerprint*, que teve importante papel na história da criminologia (VARIGNY, 1891).

Embora rudimentar, o sistema de Galton teve o mérito de servir como ponto de partida para os demais sistemas datiloscópicos já que ele classificou os desenhos digitais em quatro tipos fundamentais, após dar por encerrado seu

trabalho, sem, no entanto, ter percebido a grande contribuição que havia proporcionado à área de identificação individual (RABELLO, 1996).

No entanto, em 1881, a publicação daquele importante trabalho por Henry de Varigny, articulista francês, com diversas sugestões sobre o uso das impressões digitais na Revista de Identification Y Ciências Penales, foi suficiente para alavancar a ciência das impressões digitais.

Após conhecer a publicação, um funcionário da Polícia de La Plata, na Argentina, Juan Vucetich³, aprofundou estudos sobre os quatro tipos fundamentais a que se referia o trabalho e criou, a partir de então, um sistema de identificação datiloscópico mais completo e até hoje utilizado na identificação criminal em todo o mundo.

Juan Vucetich, encarregado da Oficina de Estatística de Buenos Aires no final do século XIX, partindo do artigo intitulado *Les empreintes digitales d'après Galton*, na Revista *Revue Scientifique* (VARIGNY, 1891), concluiu pela superioridade do emprego das impressões digitais como método de identificação humana, considerando que o sistema superava o método de Bertillon, o qual passava a ser olhado com desconfiança diante da complexidade de seu emprego e a impossibilidade de individualizar, perfeitamente, pessoas (SOBRINHO, 2003).

O trabalho desenvolvido por Vucetich ficou mundialmente conhecido por sua impressionante eficiência na identificação através dos sinais distintivos existentes nas impressões digitais e atualmente alicerça a ciência datiloscópica na maioria dos países do mundo. Um ano após a publicação, o sistema de Vucetich foi usado para a identificação da criminosa Francisca Roja, que após matar seus dois filhos, cortou-se e acusou um vizinho pelo crime. A polícia Argentina encontrou na porta da casa vários dedos molhados de sangue cujas impressões, após analisadas

³ Segundo descrição bibliográfica dada pelo Professor Carlos Fernandes, da Universidade Federal de Campina Grande-PB, Juan Vucetich nasceu em Lessina, Dalmásia, as margens do Adriático, onde hoje é a Croácia. Sua família emigrou para a Argentina quando tinha 24 anos. Ingressou na polícia da Província de Buenos Aires (1888), com o posto de meritório e prestando serviço no Escritório de Estatística. Até então, a técnica utilizada para a individualização de pessoas era o Método Antropométrico idealizado pelo francês Alphonse Bertillon (1853-1914), o Método Bertillonage (1882), baseado nas medidas de certas partes do corpo humano e em particularidades fisionômicas. Encarregado de criar o Serviço de Identificação Antropométrica (1891), observou a deficiência e insegurança do método francês e acrescentou também as impressões digitais. A aprovação deste sistema foi verificada pioneiramente na cidade de Necochea (1892) e o sistema datiloscópico substituiu definitivamente o antropométrico a partir de 01 de janeiro (1896) como método de identificação no Escritório de La Plata. Disponível em <http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/JuanVuce.html>. Pesquisado em 10/03/2011 as 15h00.

no padrão proposto pelo sistema então recentemente publicado, coincidiram exatamente com as de Francisca, tendo então sido reconhecida como culpada pelas mortes.

Inicialmente o nome proposto ao método desenvolvido por Vucetich foi icnofalangometria, sendo substituído pelo termo datiloscopia após crítica favorável feita ao seu trabalho por Francisco Latzina, escrita em 1894 em artigo denominado Reminiscências Platenses, publicado no jornal *La Nación* (SOBRINHO, 2003).

2.2 Datiloscopia como Ramo da Papiloscopia.

A papiloscopia divide-se em quatro ramos, quais sejam: Quiroscopia, que trata da identificação humana através das impressões palmares; a Poroscopia, que cuida da identificação humana pela impressão dos poros no datilograma; a Podoscopia, entendida como a ciência que estuda o processo de identificação através das impressões plantares e, por fim, a Datiloscopia, a mais importante das quatro, que trata da identificação através das impressões digitais, cuja denominação técnica é datilograma (VILLALOBOS, 2004).

A Datiloscopia é um dos ramos da Papiloscopia, cuidando esta de estar entre as principais disciplinas de auxílio à ciência forense, sendo, pois, a ciência que estuda os sinais das impressões digitais. O substantivo Datiloscopia é derivado dos prefixos gregos “dáktylos” (dedos) e “skopein” (examinar).

Trata da identificação humana por meio das papilas dérmicas, que são as saliências encontradas na derme (CALAZANS, 2010) e baseia-se em alguns princípios fundamentais, relacionados com a identificação humana. São eles: perenidade, imutabilidade e variabilidade.

O princípio da perenidade, proposto em 1883, pelo anatomista holandês, Arthur Kollman, afirma que os desenhos datiloscópicos em cada ser humano já estão definidos desde o sexto mês de gestação, portanto, ainda na fase intra-uterina. Pelo princípio da imutabilidade, acredita-se que este desenho formado não se modifica ao longo da vida, exceto se algumas alterações ocorrerem devido a agentes externos, como queimaduras, cortes ou doenças de pele, como a lepra.

Finalmente, o princípio da variabilidade garante que os desenhos das digitais são variáveis, tanto entre pessoas diferentes como entre os dedos do mesmo indivíduo, sendo que nunca são encontrados dois dedos com desenhos idênticos (CHEMELLO, 2006).

Dentre os métodos de identificação humana, a datiloscopia foi o que mais se desenvolveu a partir do século XIX, não somente por sua eficiência no objetivo a que se propõe mas também por ser de fácil execução e custo baixo.

Nas palavras de Juan Carlos Vucetich, (1904): “[...] se no último Congresso de Antropometria foi proclamado o triunfo absoluto de Bertillon, no segundo Congresso Científico Latino-Americano, com o voto dos representantes do Brasil, condenava a Antropometria, preferindo como mais perfeito, mais simples, melhor, mais necessário, menos dispendioso e, sobretudo, rigorosamente infalível, outro método para a verificação da identidade das pessoas. E, com efeito, foi o processo Datiloscópico que triunfou nesse Congresso.”

Na esfera da ciência forense, a datiloscopia é ferramenta de grande importância, pois através da análise de impressões digitais deixadas no local de um crime pode-se identificar o possível autor, como também identificar pessoas acusadas em inquéritos policiais ou em ação penal ou, ainda, relacionar uma arma ou um objeto ao evento criminoso (VILLALOBOS, 2004).

Importante também ressaltar que a datiloscopia é igualmente utilizada para a identificação de cadáveres cuja identidade seja desconhecida, através da coleta dos datilogramas e confronto, com o banco de dados públicos de armazenamento de identificação civil, o I.I.R.G.D no Estado de São Paulo.

Para a correta compreensão da datiloscopia e os motivos que a fazem extremamente confiável na identificação humana, necessário é conhecer um pouco sobre a pele humana.

2.2.1 A pele humana.

A pele, membrana que cobre a parte externa do corpo humano, é uma interface biológica com o meio ambiente, sendo um tecido altamente metabólico com a maior área de superfície no corpo humano. Serve a várias funções biológicas e fisiológicas, incluindo a regulação da temperatura corporal, retenção de água,

proteção, excreção, barreira de imunidade, síntese de vitaminas e outras (PEIXOTO, 2010) sendo um órgão constituído por camadas que diferem na composição molecular e função (TOSATO, 2010).

Constitui-se basicamente de três camadas: derme, epiderme e hipoderme. A Figura 03 mostra a formação da pele e permite visualizar a posição das cristas e sulcos formados pelas papilas dérmicas:

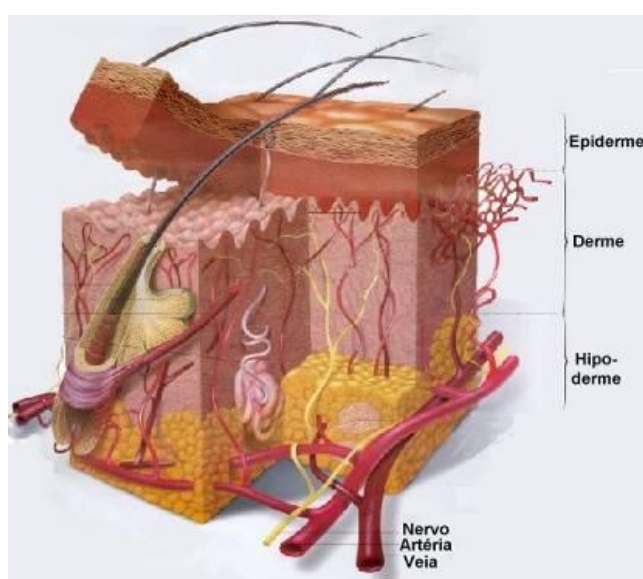


Figura 03: A estrutura da pele.

Disponível em: [www. http://anatomybydiogo.blogspot.com/2010/07/pele.html](http://anatomybydiogo.blogspot.com/2010/07/pele.html). Pesquisado em 01/02/2011 às 08h43

A hipoderme é um tecido conjuntivo frouxo ou adiposo que faz conexão entre a derme e a fáscia muscular. Entre suas funções está permitir reserva energética, funcionar como isolante térmico, modelador da superfície corporal, além de responder pela absorção de choque e fixação dos órgãos.

A derme é a parte mais profunda da pele, composta, sobretudo, de colágeno e elastina. O colágeno é uma proteína fibrosa formada, entre outros, pelos aminoácidos glicina, alanina, prolina e hidroxiprolina e responsável por formar uma malha irregular que dá à pele maior resistência ao estresse e tração mecânica.

A elastina contém em suas fibras os aminoácidos glicina, valina e lisina e, além de auxiliar a função do colágeno garante à pele sua elasticidade e capacidade

de regeneração (RAMOTOWSKI, 2001). Na sua superfície estão localizadas as papilas, que são pequenos relevos com vasos sanguíneos e corpúsculos do tato.

Já a epiderme, é uma fina membrana transparente que cobre a derme (BARBARO, 2004), responsável pela maior proporção das transformações bioquímicas que ocorrem na pele. Composta por tecido epitelial, sem rede vascular, é a camada mais externa da pele, com espessura variável entre 1,3 mm nas palmas, até 0,6 mm na face. Sua principal função é atuar como uma barreira físico-biológica contra agentes externos, como a radiação UV⁴ e microorganismos. Ainda, exerce a função de manter o conteúdo hídrico e de nutrientes do complexo biológico que mantém (TOSATO, 2010).

A Figura 04 mostra a estrutura da epiderme, composta por quatro camadas: basal, espinhosa, granulosa e córnea.

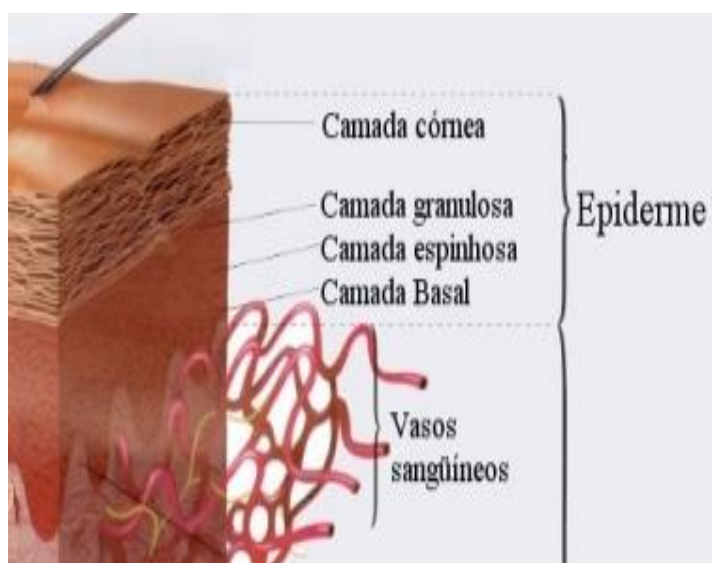


Figura 04: A estrutura da epiderme.

Disponível em: www.saudetotal.com.br/prevenção/pele/fatos. Pesquisado em 02/02/2011 as 20h49

⁴ Em interessante artigo publicado na Revista Scientia Plena, vol. 04, nº11, T. S. de Araujo & S. O. de Souza da Universidade Federal do Sergipe demonstram os perigos da radiação UltraVioleta: “As radiações ultravioletas que atingem a superfície terrestre são responsáveis pelo surgimento de cânceres cutâneos que atingem muitos indivíduos, cuja frequência tem aumentado nos últimos anos. Por esta razão o uso de filtros solares é uma realidade indiscutível. Pesquisas têm mostrado que a radiação UV danifica o DNA e o material genético, oxida os lipídios e produz perigosos radicais livres, causa inflamação, rompe a comunicação celular, modifica a expressão dos genes em resposta ao estresse e enfraquece a resposta imune da pele[1]. Além disso, os raios UV são causadores de queimaduras, envelhecimento precoce e câncer de pele.” Artigo disponível em: http://www.scientiaplenu.org.br/sp_v4_114807.pdf. Pesquisado em 07/03/2011 as 12h37

A camada córnea funciona como uma barreira contra a desidratação, invasão de microorganismos e agressões do meio ambiente e seu maior constituinte é a queratina (α e β -queratina), correspondendo a cerca de 80% de sua massa seca. A função de barreira depende da presença de umidificantes do fator natural de hidratação, composto por moléculas higroscópicas que se ligam à água, além de vários aminoácidos (TOSATO, 2010).

Assim, o que visualizamos ao observarmos a pele sob os dedos e denominamos impressão digital é na verdade o desenho formado pela sobreposição da epiderme, recobrindo as papilas dérmicas, local onde se formam as cristas papilares.

Estudando os desenhos visíveis dispostos pela formação das cristas papilares, a partir do conhecimento anteriormente proposto e sobretudo da classificação de Francis Galton, é que Juan Vucetich criou seu método de identificação datiloscópica, desenvolvendo a fórmula datiloscópica de Vucetich.

2.3 O Sistema Datiloscópico de Vucetich.

O sistema desenvolvido por Vucetich é eficiente para a individualização datiloscópica e seu desenvolvimento alcançou o estudo das impressões digitais na maioria dos países do mundo. Parte, da observação de que todas as impressões digitais, exceto as que contenham deformações, possuem um desenho básico similar.

Como ensinado na obra “Datiloscopia”, de acordo com o sistema desenvolvido por Juan Vucetich, os desenhos digitais, que sempre contém um ou dois deltas, se apresentam com três sistemas de linhas, sendo: sistema basilar, sistema nuclear e sistema marginal (PERANDEA, 2006).

A Figura 05 mostra o sistema de linhas proposto por Vucetich:

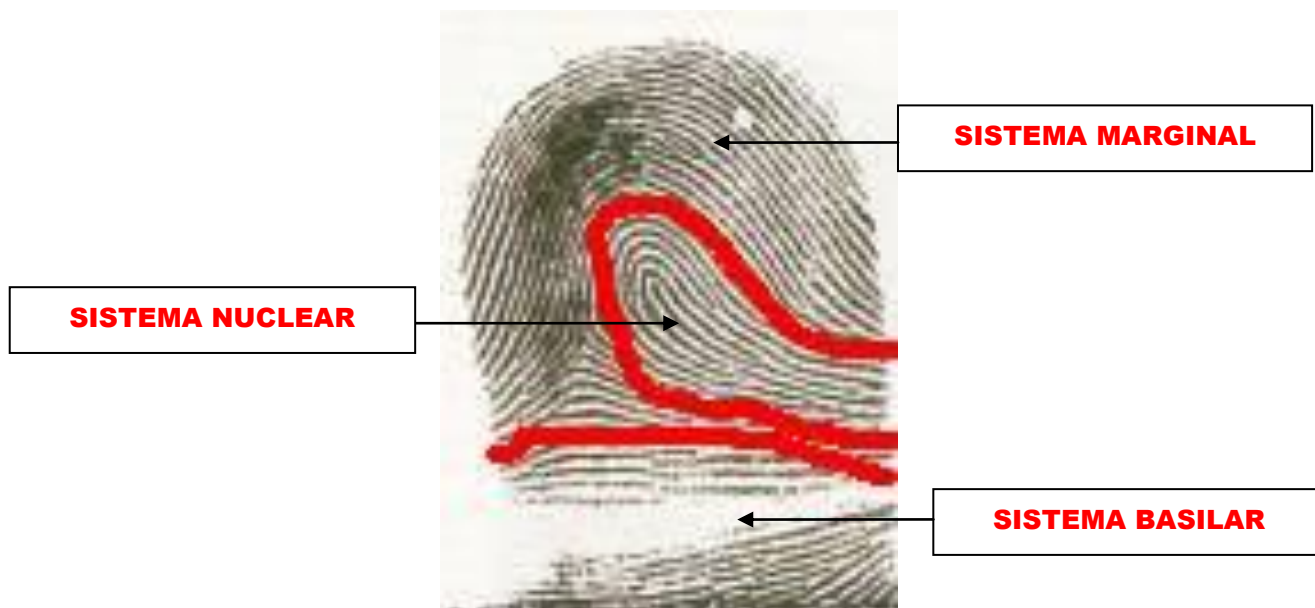


Figura 05: Sistemas de linhas proposto de Vucetich.
 Construída com recursos do software Microsoft Office, a partir de imagem de impressão digital disponibilizada em meio eletrônico.

A partir desta classificação inicial, pode-se notar que, na confluência dos três sistemas geralmente nasce uma figura típica, denominada “delta” (Figura 06), nome dado por Francis Galton, que são pequenos ângulos formados pelas linhas papilares e importantíssimos sob o ponto de vista datiloscópico, representados comumente pela letra grega (delta), (PERANDEA, 2006).



Figura 06: O Delta.
 Construída com recursos do software Microsoft Office, a partir de imagem de impressão digital disponibilizada em meio eletrônico

Baseando-se nos sistemas de linhas e na formação do delta, Vucetich classificou quatro tipos de desenhos digitais, sendo Arco, Presilha Interna, Presilha Externa e Verticilo, denominando-os de acordo com a presença e o número de “deltas” e atribuindo letras, como símbolos, correspondentes a cada tipo (PERANDEA, 2006).

Na Figura 07 é possível observar o Arco, a Presilha Interna, Presilha Externa e o Verticilo, representados respectivamente pelas letras A, I, E ou V, caso se refiram aos polegares e pelos números 1,2,3 e 4, caso apresentem-se nos demais dedos.

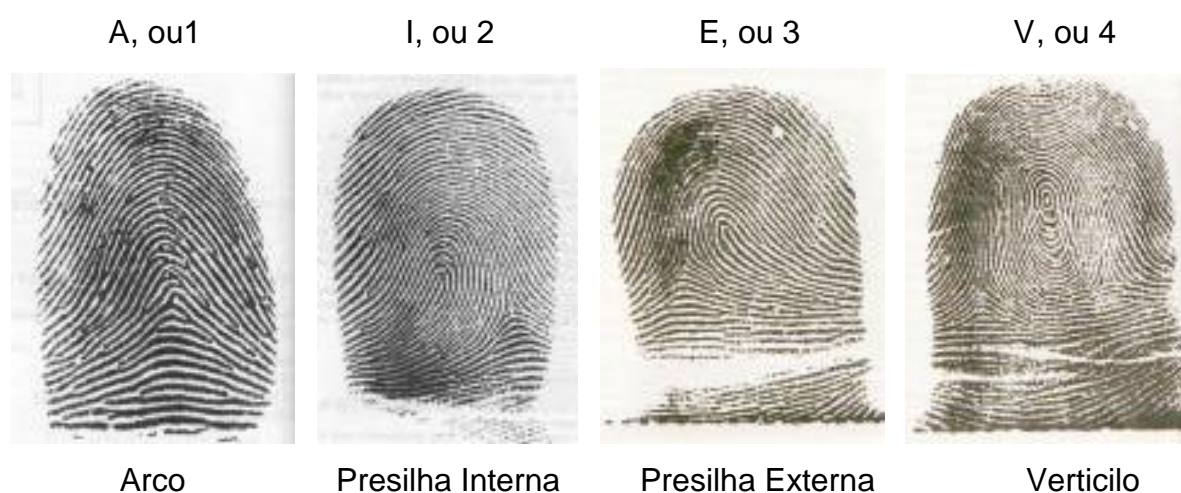


Figura 07: Tipos Fundamentais: Arco, Presilha Interna e Externa e Verticilo.

Disponível em:

http://www.niee.ufrgs.br/eventos/CBCOMP/2004/html/pdf/Concurso/Disserta%E7%F5es/t170100248_3.pdf. Pesquisado em 03/04/2012 às 22h15.

Na existência de apenas um delta e nenhum núcleo, a impressão digital será denominada Arco. Havendo um delta à direita, Presilha Interna e se for à esquerda, Presilha Externa. Somente na existência de dois deltas, um à esquerda e outra à direita, é que a impressão digital será denominada Verticilo.

Dessa forma, os símbolos literais A, I, E, e V foram designados para corresponder ao Arco, Presilha Interna, Presilha Externa e Verticilo, respectivamente e nesta ordem, visando a indicar o tipo fundamental das impressões dos polegares. Já para os demais dedos que não os polegares, os números 1, 2, 3, e 4 foram empregados na mesma ordem (JÚNIOR, 1991).

A Figura 08 ilustra a classificação dos tipos fundamentais, onde se nota os polegares representados pelas vogais A, I, E e V, sempre em letras maiúsculas e os demais dedos representados pelos números 1,2,3 e 4:

Tipos Fundamentais	Polegares	Demais dedos
Arco	A	1
Presilha Interna	I	2
Presilha Externa	E	3
Verticilo	V	4

Figura 08: Classificação e Nomenclatura dos Tipos Fundamentais
 Fonte: SOBRINHO, Mário Sérgio Sobrinho. **A Identificação Criminal**. 1º Ed. Editora Revista dos Tribunais. São Paulo, 2003, p. 50.

Buscando concatenar as informações e facilitar a coleta e classificação das impressões digitais, Vucetich idealizou uma planilha de coleta de dados (Figura 09), nascendo assim o que denominou Individual Datiloscópica, cujo modelo observa-se abaixo:

INDIVIDUAL DATILOSCÓPICA

(Anverso)

Rep. n.º 042311300-0 Individual datiloscópica de: TS E PRA POG

Filho de GETULIO DE SOUZA
 de OCTÁVIO RIBEIRO DE SOUZA
 de FLORINDA EMERICH DE SOUZA

Nas. a 12 Mai 36 Natural de Minas Gerais Est. Civil Casado Inst. sim

Cócora branca Cabelo cast. el. lis (L.g.fis) Barba raspada

Bigode raspado Olhos azuis Altura 1,63

Munido de: Não p/ 5ª via de carteira

Posto Grad. em 1º Sargento Q. A. Adm. Cat. - OM

Brasília, D. Federal, 15 de outubro de 1980

Figura 09: Modelo de Individual Datiloscópica proposta por Vucetich
 Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/fevereiro/5-dia-do-dactiloscopista-4.php>.
 Pesquisado em 08/04/2011 as 20h35

A Individual Datiloscópica idealizada por Vucetich é hoje, realizadas as conformações necessárias, a utilizada pela Polícia Brasileira⁵, tanto em esfera Federal quanto pelos Estados.

Quando do cadastro de qualquer cidadão brasileiro no Registro Geral, conhecido popularmente por RG, as impressões digitais dos dedos da mão direita e esquerda serão tomadas, por decalque e através do uso de tinta preta, na Individual Datiloscópica mostrada na Figura 10.

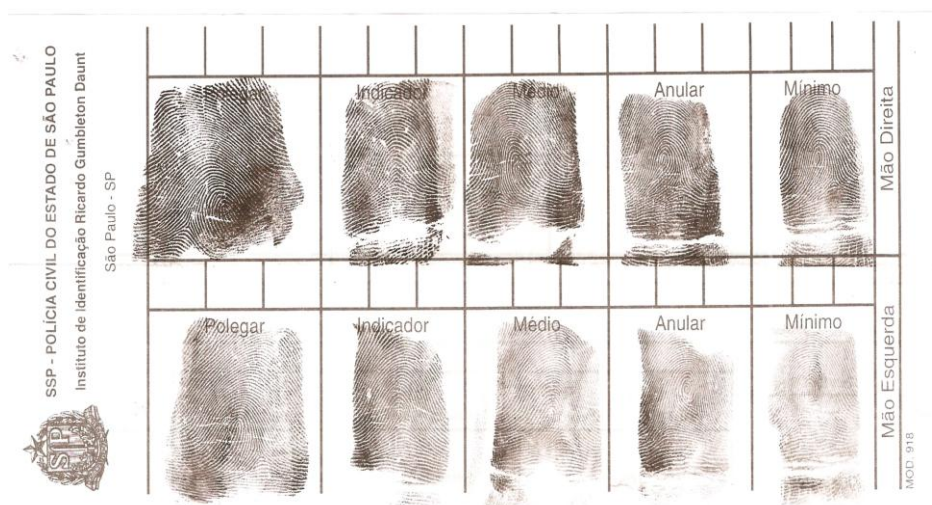


Figura 10: Modelo oficial de Individual Datiloscópica, utilizado pela Secretaria da Segurança Pública do Estado de São Paulo e na Polícia Civil do Estado de São Paulo. Escâner da Planilha original.

Ainda com base na Individual Datiloscópica, idealizou-se a Fórmula Datiloscópica de Vucetich, tratando-se de uma fração ordinária onde o numerador indica os dedos da mão direita, cujos datilogramas são coletados na parte superior da planilha e o denominador indica os dedos da mão esquerda, coletados abaixo, na parte inferior da planilha.

Tomando por base a Individual Datiloscópica apresentada na Figura acima, a Fórmula Datiloscópica (*FD*) poderia ser visualizada conforme demonstra a Figura 11:

⁵ No Estado de São Paulo, o órgão público responsável pela coleta das impressões digitais, com o objetivo de alimentar os arquivos do RG (Registro Geral) de cada indivíduo é o I.I.R.G.D (Instituto de Identificação Ricardo Gumbleton Daunt), localizado na cidade de São Paulo e com postos de coleta nos Municípios paulistas, através das Delegacias da Polícia Civil, bem como, recentemente, nos postos do Poupa Tempo.



Figura 11: Fórmula Datiloscópica sobre o modelo oficial de Individual Datiloscópica, utilizado pela Secretaria da Segurança Pública do Estado de São Paulo, na Polícia Civil do Estado de São Paulo. Construída pelo autor desta dissertação com a coleta de suas próprias individuais datiloscópicas

Supondo então que uma pessoa tenha seu dactilograma classificado conforme a Figura 11, a Fórmula Dactiloscópica, ou FD, desse indivíduo, é dada pela fração mostrada na Figura 12, onde no numerador encontram-se representados os dedos da mão direita e no denominador os da mão esquerda:

$$\text{FD} = \frac{\text{E} \quad 1 \quad 3 \quad 2 \quad 2}{\text{I} \quad 1 \quad 3 \quad 2 \quad 4}$$

Figura 12: Representação da Fórmula Datiloscópica de Vucetich. Construída com auxílio do software Microsoft Office.

Através desse processo, com o uso dos dez dedos da mão e dos quatro tipos datiloscópicos distintos, seria possível, em teoria, obter-se 1.048.576 fórmulas diferentes (VUCETICH, 1904), de acordo com a seguinte demonstração:

SÉRIE (5 DEDOS) 4 X 4 X 4 X 4 X 4 = 1.024 SÉRIES
SEÇÃO (5 DEDOS) 4 X 4 X 4 X 4 X 4 = 1.024 SEÇÕES
TOTAL 1024 X 1024 = 1.048.576 FDs

Embora a fórmula datiloscópica demonstre teoricamente uma grande possibilidade de distinção, não seria o suficiente para individualizar pessoas, pois haveria, sem dúvida, mais de uma pessoa para resultados iguais. De outra forma, existem dois tipos de características mapeados na impressão digital que podem completar a eficácia na individualização dos datilogramas: as minúcias e os poros (KAZIENKO, 2003).

2.4 Minúcias e Poros.

Minúcias, também chamadas de pontos característicos, são pequenas irregularidades ou acidentes morfológicos que ocorrem no desenho dactiloscópico. As minúcias servem para distinguir uma impressão digital da outra, complementando-se com a classificação Datiloscópica, de forma a facilitar a identificação única de um indivíduo (KAZIENKO, 2003).

São tão importantes que embora cada padrão de impressão digital tenha entre 100 minúcias, poucas minúcias são consideradas suficientes para identificar um padrão (COSTA, 2003).

Na prática de identificação brasileira, divide-se a impressão digital em quatro quadrantes e doze pontos característicos encontrados em um dos quadrantes bastam para identificar uma impressão digital, ou seja, doze pontos característicos coincidentes em dois datilogramas são necessários para fazer prova científica e juridicamente válida, caracterizando, de forma indiscutível, que ambos correspondem ao mesmo dedo (RABELLO, 1996).

No entanto, existe alguma divergência quanto ao número de pontos que devem coincidir para que se afirme a identidade entre duas impressões. Em

Portugal, por exemplo, são necessários treze pontos característicos (PEIXOTO, 2010).

Ao se efetuar a leitura dos pontos característicos, deve-se considerar o movimento do relógio. Ou seja, deve-se tomar por base a orientação da esquerda para a direita. Este aspecto é importante para que se possa identificar corretamente e uniformemente os tipos de minúcias (TOCHETTO, 1999).

Os principais pontos característicos, ou minúcias são:

PONTO - Um pequeno ponto; ILHOTA - Pequena ilha papilar, isolada de outras; CORTADA - Proporcional ao dobro da ilhota; BIFURCAÇÃO - Linha papilar que em um dado trecho de seu trajeto se divide em duas; CONFLUÊNCIA - Duas linhas papilares que se desenvolvem paralelamente e em determinado ponto se unem, transformando-se em uma só linha; ENCERRO - Duas linhas papilares unidas nas extremidades, encerrando um espaço em branco; INÍCIO DE LINHA - É a parte onde começa uma linha papilar; FIM DE LINHA OU FINAL DE ESTRIA - É a parte onde termina uma linha papilar; EMPLAME - União de duas linhas papilares, por uma terceira linha no sentido inclinado.

Alguns dos pontos característicos são mostrados na Figura 13:

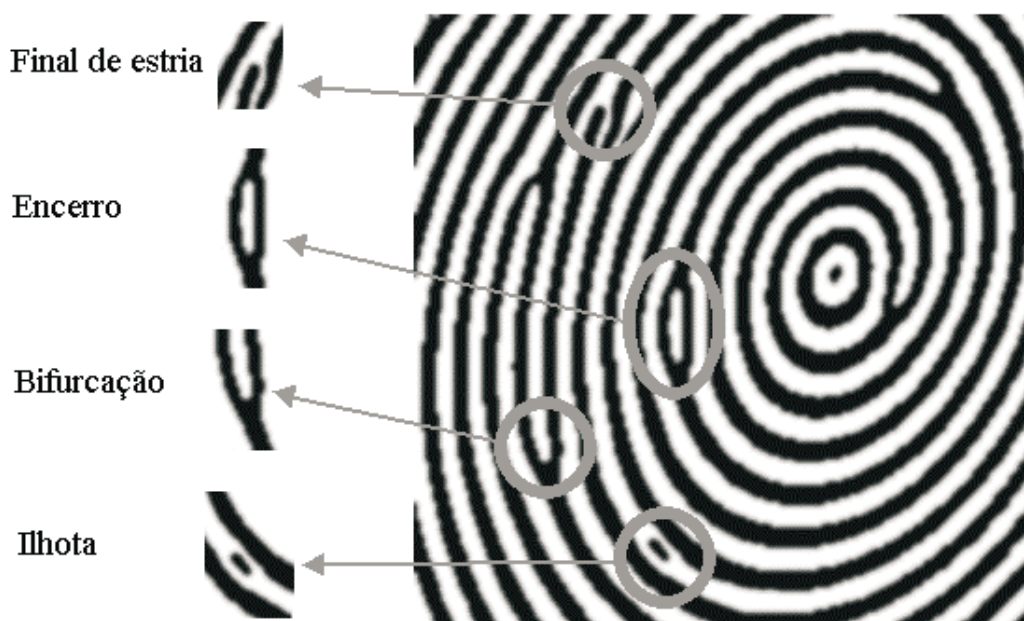


Figura 13: Exemplo de Minúcias.

Disponível em:

http://www.niee.ufrgs.br/eventos/CBCOMP/2004/html/pdf/Concurso/Disserta%E7%F5es/t170100248_3.pdf. Pesquisado em 07/06/2012 às 11h15

Portando, a partir da classificação inicial realizada através da fórmula datiloscópica e observados os poros e minúcias, é possível que o perito criminal forneça o laudo pericial, atestando a identidade de uma pessoa com base em um estudo comparativo. (ver Anexo III)

2.5 A Datiloscopia no Trabalho Policial.

As polícias civis (estaduais) brasileiras e a Polícia Federal contam com órgãos responsáveis por realizar perícias técnicas em locais e objetos relacionados a eventos criminosos, órgãos estes conhecidos como Polícias Técnicas ou Científicas.

No Estado de São Paulo, as perícias são realizadas pelo Instituto de Criminalística Dr. Octávio Eduardo de Brito Alvarenga, subordinado à Superintendência da Polícia Técnico-Científica.

O Instituto de Criminalística tem por atribuição auxiliar a Justiça, fornecendo provas técnicas acerca de locais, materiais, objetos, instrumentos e pessoas, para a instrução de processos criminais. Esse trabalho é executado por Peritos Criminais, que elaboram laudos a respeito das ocorrências cuja infração penal tenha deixado algum vestígio (Disponível em: www.polcientifica.sp.gov.br).

A realização da perícia técnica é importantíssima sob o prisma probatório, uma vez que todos os crimes que deixam vestígios requerem trabalho pericial segundo o ordenamento jurídico brasileiro, todavia, dos métodos de identificação forense, a análise das impressões digitais é a técnica mais antiga e melhor conhecida (FARIAS 2010).

Quando da ocorrência de um fato criminoso, a perícia policial é acionada, deslocando-se ao local de crime e procedendo ao levantamento de vestígios que possam levar à elucidação do crime, e conseqüente constatação de sua autoria. Dentre esses vestígios, as impressões digitais são alvo de procura em cenas de crime, dado que elas encontram-se muitas vezes ocultas e pouco visíveis nos cenários de crime (KAZIENKO, 2003).

Quando se toca uma superfície são deixados resíduos de gordura, suor, aminoácidos e proteínas. São esses resíduos que permitem obter as impressões digitais, que acabam por ser depositadas nas superfícies.

Na obra *Datilosopia: A determinação dos Dedos* (ARAUJO, 2006), explicam-se três tipos de impressões papilares: visíveis, moldadas e latentes. Impressões digitais moldadas são aquelas que resultam do decalque do dedo em superfície macia, como ceras, pomadas ou outros produtos similares e visíveis são as impressões digitais deixadas em materiais coloridos como a tinta, sangue, ou mesmo poeira (PEIXOTO, 2010).

As impressões latentes são as deixadas pelo suor em um substrato qualquer, invisíveis ou pouco visíveis à luz direta, imprimindo-lhe indelevelmente o desenho papilar e são as mais encontradas em locais de crime. Sua revelação só é possível através da técnica adequada e geralmente se dá pelo uso de pós, buscando aderência à parte aquosa ou a materiais inertes, presentes nos resíduos de impressões deixados ou pelo uso de métodos químicos, através de reagentes que interajam com componentes do suor presentes nos datilogramas (RAIMANN, 2010).

Essas impressões pouco visíveis são exemplos de impressões latentes e resultam da produção de suor e gordura humana, deixadas pelo contato dos dedos com certos lugares e objetos. Na maioria dos locais onde ocorreu a ação criminosa, encontram-se impressões digitais, senão completas, fragmentos que podem levar à identificação do criminoso.

As imagens da Figura 14 mostram como geralmente são encontradas as impressões digitais, no exemplo, deixadas em uma tomada e em vidro. A partir desses fragmentos, o trabalho do perito policial se inicia, com vistas a produzir um resultado que demonstre a Individual Datiloscópica daquele que praticou o delito, conforme se pode ver no laudo-pericial constante do Anexo III.

Esse laudo, confrontado com o banco de dados do Instituto de Identificação Ricardo Glumbleton Daunt, órgão da Polícia Civil do Estado de São Paulo, que é responsável pelo armazenamento e processamento de toda a identificação civil do Estado, através do RG (Registro Geral), pode levar à autoria do delito criminoso.



Figura 14: Impressões digitais latentes deixadas em tomada e vidro.
Disponível em: KAZIENKO, Juliano Fontoura. Assinatura Digital de documentos eletrônicos através da impressão digital. Dissertação de mestrado. UFSC, 2003.

2.6 O Estado da Arte: Técnicas Utilizadas para a Coleta e Revelação de Impressões Digitais.

As técnicas de leitura e comparação de impressões digitais, bem como os instrumentos de coleta criados por Juan Vucetich, há um século, ainda são os usados hodiernamente sem grandes modificações.

A Figura 15 mostra os instrumentos idealizados por Juan Vucetich na Argentina, no final do século XIX e os que são utilizados nos dias atuais, em postos de coleta de identificação civil e criminal da Polícia Civil do Estado de São Paulo.



Figura 15: Instrumentos idealizados por Juan Vucetich há um século (figura da esquerda) e os que estão em uso nos postos de coleta de impressões digitais da Secretaria da Segurança Pública do Estado de São Paulo (figura da direita).

Disponível em : http://ius-lex-xxi.blogspot.com/2009_09_02_archive.html. Pesquisado em 17/08/2012 às 15h18

Embora de inconfundível eficiência e enorme utilidade do trabalho pericial para o esclarecimento de crimes, a leitura e coleta de impressões digitais em superfícies porosas pouco evoluiu no Brasil e os Governos nacionais não investiram em técnicas e conhecimento científico que gerassem tecnologias para a dinamização desse trabalho, haja vista os meios de coleta de impressões digitais disponíveis nos órgãos da Secretaria da Segurança Pública do Estado de São Paulo serem idênticos aqueles propostos por Juan Vucetich há mais de um século. Se houve mudanças, foram pequenas, como por exemplo, o uso de scanner para a varredura e registro eletrônico da impressão, em substituição à célebre almofada de tinta, por alguns órgãos de identificação (FARIAS, 2010).

Assim, as grandes mudanças trazidas pela informática e tecnologia digital não parecem ter alcançado, de forma satisfatória, o trabalho pericial nas polícias brasileira, notadamente no campo da identificação de criminosos, através de vestígios forenses, em locais de crime.

Embora no mundo moderno a tecnologia proporcione soluções viáveis, os agentes brasileiros da segurança pública que atuam no combate direto ao crime, não dispõem, atualmente, desse tipo de ferramenta básica que os apoiem em suas ações. Em uma rotineira abordagem, o policial não tem como consultar uma base de dados com todos os criminosos, que esteja integrada a aplicativos com ferramentas *dataminers* e pesquisas baseadas em impressões digitais, características físicas, padrões de DNA, peculiaridades, maneira de agir ou *modus operandi* (BARBARO, 2004).

Não obstante, diversas técnicas são conhecidas para a revelação de impressões digitais. Aquela que deve ser aplicada em cada caso, depende do local onde a impressão foi deixada, bem como dos meios e recursos que o perito tiver à sua disposição, além de acurada escolha do profissional, sob pena de inutilizar a impressão deixada e perder-se, assim, elemento de prova valioso (FARIAS, 2010).

2.6.1 Técnicas utilizadas para revelação de impressões digitais latentes.

Reveladores são todas as substâncias ou os métodos que são usados para tornar visíveis as impressões que estejam ocultas. A revelação de impressões é um processo que usa diferentes produtos e técnicas para tornar visível a imagem impressa de uma digital (FIGINI, 2003), já que nenhuma técnica para a recuperação de impressão digital latente tem aplicabilidade universal a escolha do método deve variar de caso para caso.

A eficiente coleta de impressões digitais é de grande importância para fins de análise e individualização, pois permite um resultado inequívoco e vários são os métodos utilizados por peritos para o levantamento das impressões deixadas em locais de crime, entre eles, a técnica do pó, o uso do vapor de iodo, nitrato de prata e, entre outros, a ninidrina.

Uma gama de produtos é utilizada para revelação de impressões latentes. Para se conhecer qual o melhor reagente a ser usado em um caso concreto é fundamental o conhecimento a respeito do material onde se encontra a impressão, podendo ser madeira, papel, plástico, vidro, etc. Também influi na escolha do reagente o contraste que se quer dar à impressão em relação ao material em que ela foi deixada, e deve-se levar em consideração sempre a cor que dará o melhor contraste para facilitar a visualização (JESÚS, 2004).

A maioria dos reveladores físicos se encontra em forma de pós. O emprego destas substâncias se dá por ser uma técnica de revelação mais comum, de baixo custo e que obtém resultados rápidos, podendo ser aplicada imediatamente no local do crime (JESÚS, 2004).

A escolha de pós a serem utilizados no levantamento da impressão digital varia conforme alguns fatores. Um deles é a aderência do pó à superfície e à impressão digital. O pó deve aderir à impressão e não à superfície na qual ela se encontra. Outro fator é a cor do pó, que deve ser escolhida de maneira a obter-se um maior contraste fotográfico possível (FISHER, 1992).

A técnica de pós existe em razão da aderência mecânica entre as partículas dos pós utilizados e os diversos compostos da impressão. Em impressões recentes, a água é o principal elemento ao qual o pó adere, todavia, quando a

impressão não é recente, pode-se ainda encontrar aderência nos compostos oleosos, gordurosos ou sebáceos, que permanecem atuantes (FISHER, 1992).



Figura 16: Ilustração da utilização da técnica do pó na revelação de uma impressão digital. Disponível em: http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2006dez_forense1.pdf. Pesquisado em 11/09/2012, as 20h15

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

Esta técnica é utilizada geralmente quando a IPL encontra-se em objetos pequenos. Colocando-se o material a ser examinado junto com os cristais em um saco plástico selado, após agitação é gerado calor suficiente para a sublimação dos cristais. Uma vantagem que esta técnica tem em relação às demais, como a de pós, é que ela pode ser utilizada antes de outras sem danificar a IPL. A destruição da IPL pode ocorrer após o uso de um produto fixador que evita os cristais de iodo sublimarem novamente da impressão digital (CHEMELLO, 2006).



Figura 17: Uso do vapor de iodo.

Disponível em: http://3.bp.blogspot.com/_P6b-zOiN32U/St3FaJ_Xkul/AAAAAAAAADQ/UUdQzaw60z4. Pesquisado em 11/09/2012, as 21h43

Outra forma possível para a revelação de impressões digitais latentes se dá através do uso do nitrato de prata. Conhecida para este fim desde 1891, a técnica baseia-se na reação entre nitrato de prata, com os íons cloretos presentes na impressão digital. A superfície de interesse é imersa em uma cuba contendo solução 5 % de nitrato de prata ($\text{AgNO}_3(\text{aq})$) durante aproximadamente trinta segundos. O produto desta reação, cloreto de prata, é de considerável insolubilidade em água à temperatura ambiente (CHEMELLO, 2006).

Deve-se deixar a superfície contendo a impressão digital secar em uma câmara escura e depois deixá-la exposta ao sol para a visualização.

Seu uso é recomendado apenas em madeira não tratada, não devendo ser utilizada em materiais como madeira tratada com graxa ou verniz, ou mesmo com materiais que tenham sido molhados, já que nestes ocorre a solubilização dos sais (FIGINI, 2003).

Em superfícies não porosas, também é possível obter a revelação de impressões digitais latentes com o uso do cianocrilato líquido já que este forma vapor que reage com certos componentes de uma impressão digital. O vapor é polimerizado seletivamente nas cristas dermopapilares formando um polímero branco. As impressões digitais com elevado componente sebáceo são mais sensíveis ao vapor de iodo (PEIXOTO, 2010).

Estudos recentes, publicados em 17 de agosto do ano de 2012, propagam avanços na revelação de impressões digitais através do uso da

nanotecnologia. Pesquisadores da *University of Technology Sydney*, disseram ter alcançado a revelação de impressões digitais antigas, através da detecção da presença de aminoácidos, sem, no entanto, publicarem ainda os resultados e pormenores das pesquisas.

3 O USO DA NINIDRINA NA REVELAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS

Entre as técnicas descritas para a revelação de impressões digitais está o *método da ninidrina* (MOORE, 1954), substância que se apresenta sob a forma de cristais branco/esverdeados e reage com o grupo amina dos aminoácidos presentes nos resíduos deixados pelas impressões digitais, resultando em um produto de cor púrpura, conhecido como Púrpura de Ruhemann, mostrando-se eficiente na revelação de resíduos de impressões depositadas em superfícies porosas, tal como o papel (PEIXOTO, 2010).

Descrito pela primeira vez em 1910, por Siegfried Ruhmann⁶, o *método da ninidrina* passou a ser usado para analisar e caracterizar aminoácidos, peptídeos, proteínas e outras classes de substância que possuem o grupo amina, apresentando aplicabilidade em vários ramos do conhecimento científico, tais quais a bioquímica, biomédica, imuno-histoquímica, microbiologia, nutrição, ciência forense e diversas outras (FRIEDMAN, 2004). Na ciência forense, destaca-se na investigação de vestígios biológicos deixados em locais de crime, uma vez que aminoácidos estão presentes em diversos tecidos, urina, saliva, sangue e suor (ALMOG, 2001).

Há vasta literatura sobre o uso da ninidrina e sua aplicabilidade em laboratório, na cromatografia de aminoácidos, sendo também mundialmente utilizada nos laboratórios de criminologia para a revelação de impressões digitais deixadas em superfícies porosas (RAIMANN, 2010), desde 1954, quando dois cientistas suecos, Oden e Von Hofsten sugeriram sua viabilidade como reagente de impressões digitais latentes, patenteando o processo no ano seguinte (ALMOG, 2001).

A maioria dos artigos disponíveis relata testes do uso da ninidrina para a revelação de impressões digitais em papel e documentos similares, embora descrevam sua aplicabilidade em papelão, madeira e gesso, enfatizando que sua

⁶ RUHEMANN. Siegfried. Nascido em 04 de janeiro de 1859 na Prússia, Ruhemann mudou-se com sua mãe para Berlin, em 1866, onde, após complementar o estudo primário e secundário matriculou-se na Friedrich-Wilhelms-Universität, onde obteve seu P.h.d. Em 1885 mudou-se para Cambridge onde passou a lecionar química. Em 30 de dezembro de 1900 casou com Olga Ruhemann Liebermann de Berlim. O nascimento de seu filho Martin, seu único filho, em 17 de janeiro precedeu sua naturalização britânica em 1903. Anos depois da primeira guerra voltou para a Alemanha, de onde precisou sair durante o nazi-facismo, devido a sua origem judaica, voltando a residir na Inglaterra até seu falecimento em agosto do ano de 1973

utilização é inviável em superfícies não porosas e materiais molhados (FARIAS, 2010).

Descrições do método determinam que a superfície onde a impressão está depositada seja submersa em solução contendo ninidrina e em seguida colocada para secar até que a reação atinja a coloração púrpura, que então a torne visível e pronta para ser fotografada. Para acelerar a reação, pode a superfície ser submetida a uma fonte de calor (GORDON, 2011).

Outros trabalhos disponíveis demonstram que a ninidrina pode ser pulverizada sobre a superfície onde se encontra a impressão digital a ser revelada, sobretudo em se tratando de superfícies frágeis e que impossibilitam submersão, devendo-se em seguida aguardar o período de secagem, em ambiente escuro (disponível em <http://forensics4fiction.wordpress.com/>). Este processo é bastante lento, podendo levar dias ou até semanas e o tempo de exposição e as temperaturas variam consideravelmente entre os pesquisadores (ALMOG, 2001).

A escassez de trabalhos que definem a temperatura ideal para a revelação de impressões digitais através do uso da ninidrina é notável, sendo bastante variáveis as temperaturas indicadas como ideais. Em vários trabalhos, por exemplo, têm-se como utilizável a temperatura produzida por ferros de passar roupas (disponível em <http://forensics4fiction.wordpress.com/>). Oden e Vons Hofsten sugerem aquecimento a 80° C por alguns minutos, O'Hara recomenda temperatura em torno de 140°C, Coroa sugere o processamento a 100°C no estudo da ninidrina com éter e Kent recomenda que a temperatura ocorra em torno de 80°C (ALMOG, 2001). A obra Introdução à química Forense (FARIAS, 2010) descreve ser ideal uma temperatura em torno de 70° para acelerar a reação da ninidrina.

Sabe-se que a eficiência da ninidrina na revelação de impressões digitais latentes se dá em razão da quantidade de aminoácidos excretados pelo suor humano e encontrados nessas impressões. Interessante estudo realizado por Ruth S. Croxton *et al*, (CROXTON, 2010), após coletar amostras de impressões digitais doadas por dezoito participantes, nove deles homens e nove mulheres, com idade entre 18 e 57 anos, revelou a presença dos aminoácidos Glicina, Valina, Leucina, Serina, Asparagina, Prolina, cisteína, ácido aspártico e glutâmico em todas as amostras, demonstrando que os mais abundantes foram Serina, Glicina e Alanina.

Artigo publicado na Nature (HADORN, 1967), mostrou que a presença de aminoácidos no suor humano é conhecido desde 1910, quando Embden e Tachau conseguiram isolar o aminoácido Leucina na secreção. Trabalhos posteriores denotaram a presença dos aminoácidos Leucina, Lisina, Fenilalanina, Treonina, Triptofano, Tirosina e Valina, entre outros, presentes no suor humano, resultantes da secreção oriunda das glândulas sudoríparas.

Robert Ramotowski, em apurada revisão bibliográfica, apresenta o quadro abaixo, onde se verifica alguns trabalhos que demonstram a presença de cerca de quinze aminoácidos em resíduos de impressões digitais (RAMOTOWSKI, 2001).

Tabela 1: A Summary of the Relative Abundance (Serine Ratio) of Amino Acids in Fingerprint Deposits

	Hamilton²⁸	Hadorn et al.²⁷	Oro and Skewes²⁹
Serine	100	100	100
Glycine	67	54	59
Ornithine	32	45	45
(Ornithine, lysine)	42	47	45
Alanine	27	35	28
Aspartic acid	22	11	22
Threonine	17	9	18
Histidine	17	13	14
Valine	12	10	9
Leucine	10	7	10
Isoleucine	8	6	8
Glutamic acid	8	12	5
Lysine	10	5	-
Phenylalanine	7	5	5
Tyrosine	6	3	5

Reprodução de conteúdo disponível no artigo "Composition of Latent Print Residue", p.09

Assim, para a correta compreensão da reação da ninidrina, bem como da viabilidade de sua utilização é necessário conhecer os aminoácidos, suas características estruturais e, sobretudo, compreender a cinética da reação entre os aminoácidos e a ninidrina.

3.1 Aminoácidos.

As proteínas constituem o componente celular mais abundante nas células. As funções que desempenham são desde estruturais, como é o caso do colágeno na composição do cito esqueleto e das estruturas de sustentação e também dinâmicas, pois participam de quase todos os processos biológicos, incluindo as enzimas, catalisadoras de milhares de reações químicas que ocorrem nos organismos. Entre as funções dinâmicas das proteínas está ainda o transporte de moléculas, como no do oxigênio pela hemoglobina e também a defesa do organismo, feito pelas imunoglobulinas. Muitas proteínas participam do controle global do organismo devido a sua ação hormonal, exemplo dado pela insulina. Até mesmo a atividade dos genes é controlada por proteínas reguladoras (VOET & VOET, 2006).

Embora com funções tão diversas, todas as proteínas formam-se a partir apenas vinte e dois aminoácidos comuns, unidos covalentemente em combinações e seqüências características que podem se ligar de maneira a formarem diferentes organismos como enzimas, hormônios, proteínas do cristalino ocular, penas, teias, antibióticos e muitas outras substâncias protéicas que tem atividade biológica conhecida. (OLIVEIRA, 2005).

Os aminoácidos comuns variam bastante em suas propriedades físico-químicas, apresentando considerável diferença em polaridade, acidez, basicidade, aromaticidade, tamanho, flexibilidade conformacional, capacidade de estabelecer ligações cruzadas, de formar ligações de hidrogênio e reatividade química. Essa diversidade de característica é responsável pela variedade de propriedade das proteínas (VOET & VOET, 2006).

O primeiro aminoácido descoberto foi a Asparagina, em 1806 e o último dos vinte inicialmente encontrados foi a Treonina em 1938. Os nomes dos aminoácidos são triviais e geralmente decorrem da fonte onde foram encontrados. Por exemplo, a Asparagina foi vista primeiramente no aspargo, o glutamato no glútem do trigo, a tirosina foi isolada a partir do queijo (do grego “tyros) e assim por diante (LEHNINGER, 1995).

Os vinte e dois aminoácidos comuns não são os únicos que estão presentes nos sistemas biológicos. Resíduos de muitos outros aminoácidos são constituintes importantes de proteínas e polipeptídeos biologicamente ativos. Muitos outros aminoácidos e seus derivados desempenham vários papéis biologicamente importantes embora se saiba que quase todos os aminoácidos incomuns resultam de modificações específicas em resíduos de um aminoácido, depois que a cadeia polipeptídica foi sintetizada (VOET & VOET, 2006).

3.1.1 Estrutura dos aminoácidos.

A fórmula básica dos aminoácidos comuns consiste na ligação de um átomo de hidrogênio, um grupo amina, um grupo carboxílico e uma cadeia lateral *R*, característica para cada aminoácido, a um mesmo átomo de carbono, denominado carbono α (alfa). Em Princípios da Bioquímica, (LEHNINGER, 1995) aprende-se que todos os vinte aminoácidos comuns possuem o grupo carboxila e um grupo amina ligados a um carbono central α (alfa), por isso os denomina α -aminoácidos. A única exceção é a prolina que apresenta um grupo amina secundário (VOET & VOET, 2006).

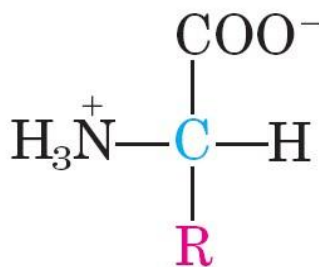


Figura 18: Estrutura dos α -aminoácidos.

Disponível em: <http://www.google.com.br/search>. Pesquisado em 06/10/2012 às 07h13

O que permite a um α -aminoácido diferenciar-se de outro, já que todos eles possuem o grupo carboxila e o grupo amina, é a cadeia lateral *R*, ou grupo *R*. Essa cadeia lateral é o que diferencia os aminoácidos em sua estrutura, tamanho, cargas elétricas e solubilidade em água, além de serem responsáveis pela realização de interações como ligações de hidrogênio.

Segundo (CARACELLI & ZUKERMAN, 2010), as diferenças na natureza química das cadeias laterais *R* permitem a classificação dos aminoácidos em alifáticos, aromáticos, com enxofre, alifáticos hidroxilados, ácidos e básicos, conforme tabela seguinte:

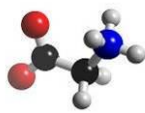


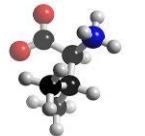


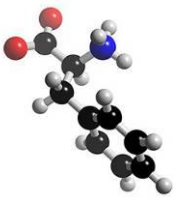
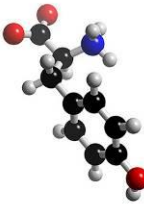

Tabela 2: Características químicas, nomes e códigos dos 20 aminoácidos encontrados em proteínas.

CARACTERÍSTICA QUÍMICA	NOME	CÓDIGO (três letras)	CÓDIGO (uma letra)
Alifáticos	Glicina	Gly	G
	Prolina	Pro	P
	Alanina	Ala	A
	Valina	Val	V
	Isoleucina	Ile	I
	Leucina	Leu	L
Aromáticos	Fenilalanina	Phe	F
	Tirosina	Tyr	Y
	Triptofano	Trp	W
Com enxofre	Metionina	Met	M
	Cisteína	Cys	S
Alifáticos Hidroxilados	Serina	Ser	S
	Treonina	Thr	T
Ácidos	Aspartato	Asp	D
	Asparagina	Asn	N
	Glutamato	Glu	E
	Glutamina	Gln	Q
Básicos	Lisina	Lys	K
	Arginina	Arg	R
	Histidina	His	H

Fonte: Introdução à biofísica Estrutural. (CARACELLI & ZUKERMAN, 2010).





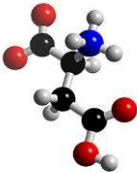
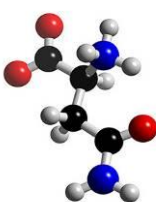

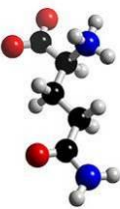
As tabelas 03, 04 e 05 agrupam os aminoácidos, seguindo a classificação acima, demonstrando suas fórmulas estruturais:

Tabela 3: Fórmula estrutural dos aminoácidos alifáticos e aromáticos.

FÓRMULA ESTRUTURAL DOS AMINOÁCIDOS, DISPOSTOS SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA POR CARACELLI & ZUKERMAN					
ALIFÁTICOS					
GLICINA	PROLINA	ALANINA	VALINA	ISOLEUCIONA	LEUCINA
 <chem>NC(=O)O</chem>	 <chem>C1CCNC(=O)N1</chem>	 <chem>CC(N)C(=O)O</chem>	 <chem>CC(C)C(N)C(=O)O</chem>	 <chem>CC(C)C(C)C(N)C(=O)O</chem>	 <chem>CC(C)C(C)C(N)C(=O)O</chem>
AROMÁTICOS					
FENILALANINA	TIROSINA	TRIPTOFANO			
 <chem>NC(=O)Cc1ccccc1</chem>	 <chem>NC(=O)Cc1ccc(O)cc1</chem>	 <chem>NC(=O)Cc1c[nH]c2ccccc12</chem>			

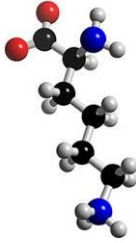

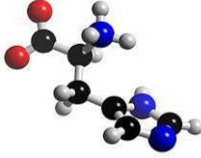
Introdução à biofísica Estrutural. (CARACELLI & ZUKERMAN, 2010).

Tabela 4: Fórmula estrutural dos aminoácidos alifáticos hidroxilados, aromáticos e ácidos.

COM ENXOFRE		ALIFÁTICOS HIDROXILADOS	
METIONINA	CISTEINA	SERINA	TREONINA
 <chem>CSCCNC(=O)O</chem>	 <chem>SCCNC(=O)O</chem>	 <chem>CC(O)NC(=O)O</chem>	 <chem>CC(O)C(C)NC(=O)O</chem>
ÁCIDOS			
ASPARTATO	ASPARAGINA	GLUTAMATO	GLUTAMINA
 <chem>C(C(=O)O)NC(=O)O</chem>	 <chem>C(C(=O)N)NC(=O)O</chem>	 <chem>C(CC(=O)O)NC(=O)O</chem>	 <chem>C(C(=O)N)CCNC(=O)O</chem>

Introdução à biofísica Estrutural. (CARACELLI & ZUKERMAN, 2010).

Tabela 5: Fórmula estrutural dos aminoácidos básicos

BÁSICOS		
LISINA	ARGININA	HISTIDINA
 <chem>NC(CCC)CC(=O)O</chem>	 <chem>NC(=N)NCCCNC(=O)O</chem>	 <chem>NC1=CN=C(C=C1)CC(=O)O</chem>

Introdução à biofísica Estrutural. (CARACELLI & ZUKERMAN, 2010).

3.1.2 Propriedades gerais e características dos aminoácidos.

Como visto anteriormente, os vinte aminoácidos comuns são formados a partir de um átomo central de carbono, denominado carbono α , ao qual se ligam quatro diferentes grupos: um átomo de Hidrogênio, um grupo amina, um grupo carboxila e uma cadeia lateral R, que os diferencia. Devido ao arranjo tetraédrico que estes quatro grupos formam em volta do carbono α , eles podem ocupar dois arranjos espaciais distintos, que são imagens um do outro e não podem ser superpostas. O átomo de carbono é, portanto, um centro quiral e os aminoácidos podem ser chamados de moléculas quirais (LEHNINGER, 1995).

Molécula quiral é aquela não idêntica a sua imagem especular. Uma molécula quiral e sua imagem especular formam um par de enantiômeros ou isômeros especulares, que são dois compostos distintos. Essa característica é denominada isomeria óptica. Isômeros óticos são, portanto, imagens especulares

não superponíveis, ou seja, independentemente da maneira com forem torcida ou girada a imagem original não pode superpor a imagem especular (CARACELLI & ZUKERMAN, 2010).

Para classificar os estereoisômeros de uma molécula opticamente ativa, há três nomenclaturas utilizadas, sendo uma delas a convenção de Fischer.

Para todos os aminoácidos, os estereoisômeros que possuem um grupo α -amino na esquerda do carbono α , são designados de L-aminoácidos e aqueles cuja configuração se relaciona aos do D-gliceraldeído, ou seja, possuem o grupo α -amino na direita do carbono α , são denominados D-aminoácidos (LEHNINGER, 1995).

Praticamente todos os compostos biológicos com um centro quiral ocorrem naturalmente em apenas uma forma estereoisomérica, seja D, seja L, embora os resíduos de aminoácidos encontrados nas moléculas das proteínas sejam L-estereoisômeros. Poucos peptídeos, incluindo alguns antibióticos e outros poucos encontrados nas paredes de células bacterianas, são D-aminoácidos (LEHNINGER, 1995).

Na síntese química de peptídeos e proteínas é possível incorporar qualquer D-aminoácido à cadeia peptídica, porém na biossíntese, a formação de uma ligação peptídica é catalisada por uma enzima presente no ribossomo, cuja informação genética especifica a seqüência de aminoácidos a serem ligados e impõe uma especificidade já que quase todas as proteínas naturais contem L-isômeros (CARACELLI & ZUKERMAN, 2010).

Um exemplo de isomerismo óptico é a talidomida⁷, que apresenta um enantiômero R e outro enantiômero S.

Explorado comercialmente como anti-histamínico, na década de 60, a talidomida foi responsável pelo nascimento de milhares de crianças com malformações. Testes de laboratório demonstraram que o efeito sedativo era produzido pelo enantiômero S da talidomida, todavia, o enantiômero R tinha efeito teratogênico. Hoje, conhece-se que a administração de talidomida

⁷ A Talidomida foi sintetizada na Alemanha Ocidental em 1953, pelos pesquisadores Chemie Grunenthal, H. Wirth e N. Mueckler, visando desenvolver novas substâncias para tratamento de Alergias. Demonstrou-se ineficiente em propriedades anti-histamínicas mas potencialmente capaz de ser usada como fármaco sedativo e hipnótico. Lançada no mercado mundial, passou a ser largamente utilizada em gestantes. Em poucos anos, percebeu-se grande número de crianças que nasciam com malformações, sendo demonstrado, posteriormente, que seus efeitos colaterais eram responsáveis por mais de dez mil crianças com severas deformações. Os resultados ficaram conhecidos como Síndrome da Talidomida. [41]

estereoquimicamente pura em pH sanguíneo provoca racemização, por isso, se tivesse sido administrado somente o isômero S da Talidomida, o resultado catastrófico das malformações em recém-nascidos não teria ocorrido (CARACELLI & ZUKERMAN, 2010).

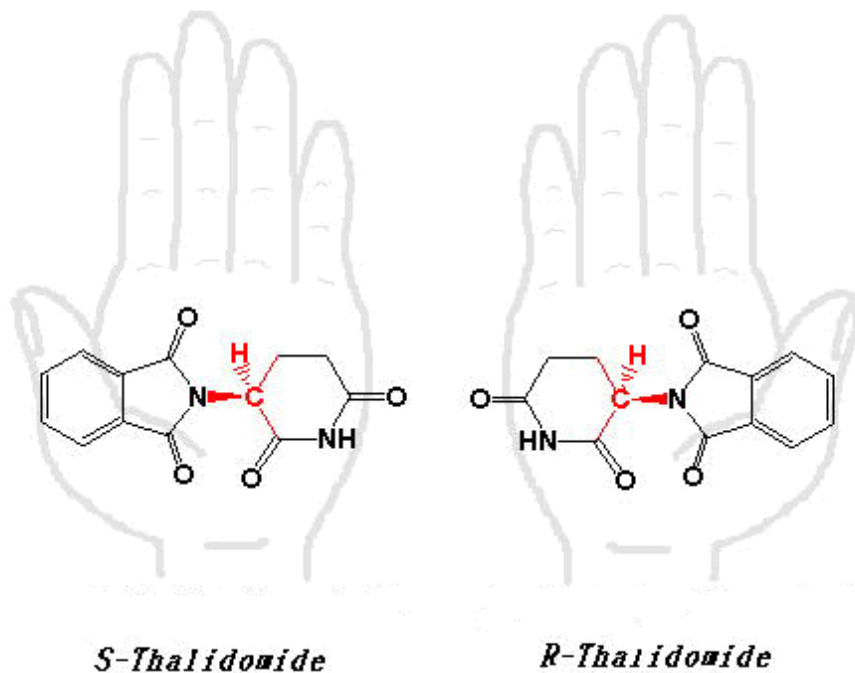


Figura 19: S-talidomida e a R-Talidomida

Disponível em: <http://members.jcom.home.ne.jp/kisono/index.htm>. Pesquisado em 06/12/2012 às 09h32

3.1.3 Ligação entre aminoácidos: ligação peptídica.

Os aminoácidos são unidos covalentemente uns aos outros através da reação de condensação entre o grupo α -carboxílico de um com o grupo amina do outro. Essa polimerização se dá pela ligação carbono-hidrogênio entre os aminoácidos e teoricamente decorre da exclusão de uma molécula de água, ou seja, por desidratação, formando um peptídeo. Peptídeo, portanto, é uma cadeia de resíduos de aminoácidos.

A expressão, *resíduo de aminoácido* é usada para designar a unidade de um aminoácido em um peptídeo, já que esta é a parte que sobrou depois da perda de um átomo de hidrogênio, do seu grupo amino e a porção hidroxila, do seu grupo carboxila (LEHNINGER, 1995).

Polímeros compostos por dois, três, alguns poucos ou muitos resíduos de aminoácidos (alternativamente denominados unidades peptídicas) são conhecidos respectivamente como dipeptídeos, tripeptídeos, oligopeptídeos e polipeptídeos. Essas substâncias, entretanto, com freqüência são denominadas simplesmente “peptídeos”. Uma ou mais cadeia polipeptídica formam proteínas (VOET & VOET, 2006).

Impossível generalizar as funções dos peptídeos biologicamente ativos em relação ao seu peso molecular, pois embora o polipeptídeo *tinina*, por exemplo, que é uma constituinte dos músculos dos vertebrados seja formado por aproximadamente 27.000 resíduos de aminoácidos, dipeptídeos ou polipeptídeos menores podem ter efeitos biológicos importantes.

Exemplos interessantes podem ser encontrados no adoçante artificial conhecido como *Aspartame*⁸ que nada mais é do que o dipeptídeo L-aspartil-L-fenilalanil metil éster ou ainda no hormônio *ocitocina*, secretado pela hipófise posterior para estimular as contrações uterinas, formado por apenas nove resíduos de aminoácidos e ainda na *bradicinina*, que inibe a inflamação dos tecidos e é composta, igualmente, de nove resíduos de aminoácidos (LEHNINGER, 1995).

Quimicamente, a formação da ligação peptídica pode ser representada pela equação transcrita na Figura 20, mas a reação, apenas como está escrita acima, jamais ocorre. Nos seres vivos, a união dos aminoácidos por ligação peptídica não é feita por reação direta entre eles, mas através de um complexo aparato de síntese protéica, que inclui ribossomos, ácidos nucleicos, várias proteínas e enzimas. A equação é apenas um esquema didático para descrever a formação da ligação peptídica (VOET & VOET, 2006), já que sob condições bioquímicas padronizadas, o equilíbrio para essa reação mostrada na Figura 20

⁸ *Aspartame* (C₁₄H₁₈N₂O₅), conhecido como éster metílico da N-L- α -aspartil-L-fenilalanina foi sintetizado acidentalmente em 1965, a partir do metanol, ácido L-aspártico e L-fenilalanina por J.M. Schlatter, quando tentava-se preparar um sedativo para úlceras. Este dipeptídeo de baixa caloria é branco, cristalino e inodoro, com doçura de 180 a 200 vezes maior que a da sacarose. Introduzido nos E.U.A sob o nome de “*NutraSweet*” é atualmente o adoçante de maior comercialização no mundo e utilizado na produção de diversos produtos dietéticos como refrigerantes, doces, iogurtes, gelatinas, pudins, etc...

favorece os aminoácidos em vez dos dipeptídeos. Para tornar a reação mais favorável, o grupo carboxila deve ser quimicamente modificado ou ativado de forma que o grupo hidroxila possa ser mais facilmente eliminado (LEHNINGER, 1995).

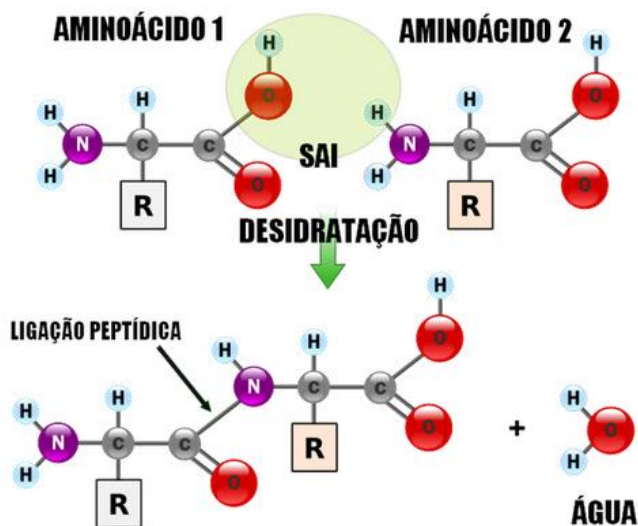


Figura 20: Ligação Peptídica.

Disponível em: <http://www.biomedicinapadrao.com/2011/07/aminoacidos-aa.html>. Pesquisado em 10/12/2012 às 11h18.

Essas poucas informações sobre os aminoácidos, suas características, formas estruturais, a ligação entre os grupos α -amino e α -carboxila foram transcritas para a correta compreensão da reação da ninidrina com os aminoácidos encontrados nas impressões digitais.

3.1.4 Reação dos aminoácidos com a ninidrina.

O teste da ninidrina, também conhecido como *Teste de Kaiser*, é um método colorimétrico bastante conhecido por sua sensibilidade em detectar, ainda que em quantidades baixas, a presença de grupos amina primários. A ninidrina (2,2-di-hidroxi-1,3-indanodiona), de cor amarelo-pálida, reage com o grupo α -amino do aminoácido, originando o aldeído e um complexo de coloração avermelhada a

violeta-púrpura intensa. Essa coloração, então, acusa a presença de grupos amino primários em uma digital latente (SEIXAS, 2005).

Embora existam outros reagentes químicos, para a revelação de impressões digitais latentes, nenhum suplanta a vantagem oferecida pela reação da ninidrina, dada a sua sensibilidade ao detectar a presença do grupo amina dos aminoácidos, presentes nas impressões digitais e resultar em produto de coloração roxa (ALMOG, 2001).

As aminas são os derivados orgânicos da amônia. Como a amônia, as aminas contêm um átomo de hidrogênio com um par de elétrons isolado e é a presença deste par de elétrons que explica o comportamento básico e nucleofílico das aminas bem como é ele, ainda, o responsável pela maior parte da química das aminas (OLIVEIRA, 2005).

Ruhemann defendeu que tanto os α -aminoácidos quanto os β -aminoácidos produzem a coloração púrpura quando tratados com ninidrina. Estudos posteriores defendem que sua aplicabilidade se estende somente aos α -aminoácidos, todavia, se consideradas as afirmações de Ruhemann, basta um fragmento de aminoácido para se obter o *Roxo de Ruhemann*. O mecanismo atualmente aceito, defendido por Friedman e Williams em 1974, é mostrado na Figura 21:

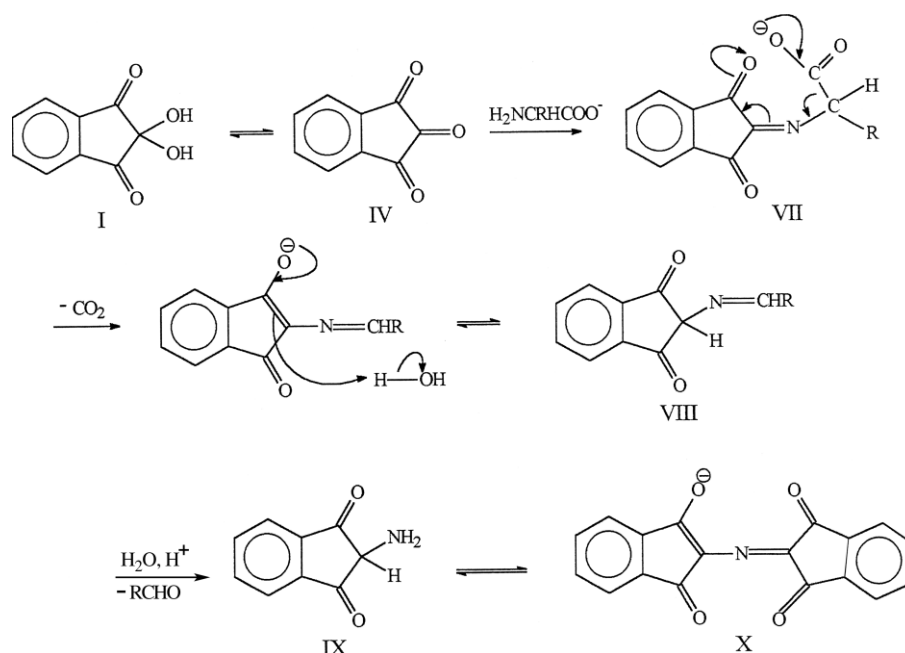


Figura 21: Mecanismo de formação do Roxo de Ruhemann. Disponível em: Friedman, M. and Williams, L.D., Bioorganic Chem., 3, 267, 1974.)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de pesquisa se deu a partir da deposição de impressões digitais sobre amostras de superfícies de papel cartolina, madeira e reboco pintado com látex, que depois foram pulverizadas com ninidrina Spray e, logo em seguida, aquecidas às temperaturas de 85,0 °C, 95,0 °C, 105,0 °C e 125,0 °C, por 2 min, 4 min, 5 min e 10 min, respectivamente.

As amostras foram coletadas de vinte e um doadores, com idade entre 18 e 58 anos, de sexo, altura e peso diferentes. O *doador 01* é o pesquisador deste trabalho, Manoel Geralcino Alves e a relação completa dos nomes e dados de todos os demais doadores estão no Anexo II, juntamente com modelo do *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido* assinado por todos os doadores

O tempo de pressão dos dedos dos doadores sobre as superfícies das amostras para a coleta das impressões digitais submetidas aos testes foi padronizado em 1 s, 3 s, 5 s e 10 s e denominado de *tempo-padrão de deposição*, *TPD*.

O tempo de permanência das amostras na estufa foi padronizado em 2 min, 4 min, 5 min e 10 min e denominado de *tempo-padrão de aquecimento*, *TPA*.

Para a submissão das amostras às temperaturas propostas, utilizou-se estufa a vácuo, da marca *Quimmis*, modelo Q819V2, pertencente ao laboratório do *GMD*. O uso da estufa foi precedido de cuidados com a manutenção da temperatura a fim de se evitar em variações que prejudicassem os resultados. Para tanto, a introdução das amostras para aquecimento sempre obedeceu a tempo de pré-aquecimento de três horas.

Todas as superfícies foram cuidadosamente manuseadas com luvas cirúrgicas e os instrumentos utilizados previamente esterilizados com éter, evitando-se assim o contato das mãos, a fim de impedir a possível contaminação com resíduos de várias impressões digitais, buscando-se com isto padronizar a deposição de uma única impressão sobre a superfície de cada amostra.

Os resultados obtidos inicialmente ocorreram sobre as amostras de papel que guardavam impressões digitais de um único doador, denominado *doador 01*.

Após os primeiros testes sobre superfície de papel cartolina, com impressões digitais do *doador 01*, em todos os tempos-padrão de deposição e de aquecimento às temperaturas propostas, obtiveram-se resultados que foram repetidos, posteriormente, para impressões digitais coletadas dos *doadores 02 a 21*, com idade entre 18 e 58 anos. Em seguida às análises laboratoriais sobre papel cartolina, fez-se o mesmo em superfície de madeira não tratada. Para tanto, adquiriu-se madeira comercialmente conhecida como “casquilha”, consistente em lâminas de aproximadamente 1 mm de espessura, madeira bruta e sem tratamento, disponível em madeireiras para acabamento e revestimento de móveis e artefatos de madeira.

Após os resultados obtidos em laboratório, sobre superfície de papel cartolina e madeira, finalmente foram repetidos sobre superfície que simula reboco comercial, com e sem acabamento em pintura.

Para a realização dos testes sobre superfície de reboco comercial, lajotas de barro cozido, conhecidas como “ladrilhos”, receberam revestimento de reboco comercial e depois parte delas foi pintada com tinta látex e outra tratada com massa corrida antes da pintura. Divididas em três conjuntos de cinco amostras cada, sendo um conjunto com acabamento em massa corrida e tinta látex, outro conjunto apenas com acabamento em tinta látex e um terceiro conjunto sem pintura, ou seja, apenas reboco, sobre tais superfícies foram produzidas as impressões digitais pelo *doador 01*. Após, a ninidrina foi aspergida sobre as impressões digitais depositadas e um soprador térmico da marca *MAKITA®*, modelo *HG 1100*, com controle de temperatura variável entre 120 °C ~ 650 °C, 220 V, 8,5 A e 2000 W, utilizado para conseguir a temperatura necessária à cinética da reação. Para aferir a temperatura imposta pelo soprador térmico sobre a superfície, utilizou-se termopar disponível no laboratório do *GMD*.

Procurou-se, assim, simular a possibilidade de reprodução dos resultados laboratoriais em locais de crime, visando à análise da viabilidade de aplicação prática do *método da ninidrina* para a revelação de impressões digitais, sobretudo sobre paredes de alvenaria.

4.1 Análises Laboratoriais sobre Amostras de Papel Cartolina, contendo Impressões Digitais do *Doador 01*.

Para a realização de testes na revelação de impressões digitais depositadas em superfícies de papel, utilizando-se o *método da ninidrina*, foram adquiridas em papelaria comercial cartolinas escolares, medindo 50 x 66 cm, marca *Tilibra*, com gramatura 150 g, na cor branca.

Algumas precauções foram tomadas para evitar o uso de cartolinas que tivessem recebido contato manual antes dos testes, através da aquisição de várias cartolinas e utilização apenas daquelas intermediárias do pacote, descartando-se sempre as primeiras e últimas, por apresentarem maior probabilidade de contato manual na operação de venda e embalagem.

As cartolinas selecionadas foram recortadas, com uso de régua de plástico comum e estilete, em quadrados de 4 x 4 cm, suficientes para comportar uma impressão digital de adulto. Após, deu-se início ao primeiro teste, separando-se 16 destas superfícies.

4.1.1. Análise laboratorial sobre amostras de papel cartolina, submetidas à temperatura de 85,0 °C ± 0,5 °C.

As dezesseis unidades selecionadas foram divididas em quatro conjuntos com quatro unidades em cada um deles. Sobre elas foram produzidas impressões digitais do *doador 01*, através da pressão dos dedos sobre a cartolina, em tempo cronometrado de 1 s, 3 s, 5 s e 10 s, respectivamente. Para cada tempo de pressão na deposição, foram produzidas quatro amostras, resultando assim, quatro amostras com tempo-padrão de 1 s, mais quatro com tempo-padrão de 3 s, outras quatro com tempo-padrão de 5 s e finalmente mais quatro com tempo-padrão de 10 s.

Na seqüência, colocou-se um conjunto composto por uma amostra de cada um dos tempos-padrão na estufa pré-aquecida a 85,0 °C ± 0,5 °C, por tempo cronometrado em 2 min. O mesmo foi feito para 10 min, 5 min e 10 min. O resultado

foi fotografado, após disposto em gráfico do *tempo-padrão de deposição* em função do tempo de permanência das amostras em aquecimento na estufa (Figura 22).

4.1.2. Análise laboratorial sobre amostras de papel cartolina, submetidas à temperatura de 95,0 °C ± 0,5 °C.

Após a realização do primeiro teste sobre amostras de papel cartolina, deu-se início a um segundo teste, agora se submetendo as amostras à temperatura de 95,0 °C ± 0,5 °C, respeitando-se, todavia, o mesmo *tempo-padrão de deposição* e as mesmas temperaturas.

Novamente, dezesseis unidades selecionadas foram divididas em quatro conjuntos de quatro unidades cada. Sobre elas foram depositadas impressões digitais do *doador 01*, mediante pressão dos dedos sobre a cartolina, em tempo cronometrado de 1 s, 3 s, 5 s e 10 s, respectivamente. Para cada tempo de pressão na deposição, foram produzidas quatro amostras, resultando assim, quatro amostras com *TPD* de 1 s, mais quatro *TPD* de 3 s, outras quatro com *TPD* de 5 s e finalmente mais quatro com *TPD* de 10 s.

Na seqüência, colocou-se um conjunto composto por uma amostra de cada um dos *TPD* na estufa pré-aquecida a 95,0 °C ± 0,5 °C.

Os resultados foram fotografados e estão mostrados na Figura 23.

4.1.3. Análise laboratorial sobre amostras de papel cartolina, submetidas à temperatura de 105,0 °C ± 0,5 °C.

Ainda na realização de testes sobre amostras de papel cartolina, as amostras foram submetidas agora à temperatura de 105,0 °C ± 0,5 °C, respeitando-se, todavia, o mesmo *tempo-padrão de deposição* e as mesmas temperaturas.

Novamente, dezesseis unidades selecionadas foram divididas em quatro conjuntos de quatro unidades cada. Sobre elas foram depositadas impressões

digitais do *doador 01*, através da pressão dos dedos sobre a cartolina, em tempo cronometrado de 1 s, 3 s, 5 s e 10 s, respectivamente. Para cada tempo de pressão na deposição, foram produzidas quatro amostras, resultando assim, quatro amostras com tempo-padrão de 1 s, mais quatro com tempo-padrão de 3 s, outras quatro com tempo-padrão de 5 s e finalmente mais quatro com tempo-padrão de 10 s.

Na seqüência, colocou-se um conjunto composto por uma amostra de cada um dos tempos-padrão na estufa pré-aquecida a $105,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, por período de 2 min, 10 min, 5 min e 10 min. Os resultados são mostrados na Figura 24, na página seguinte.

**RESULTADO DAS AMOSTRAS SUBMETIDAS À TEMPERATURA DE $85^{\circ}\pm 0,5^{\circ}$
SUPERFÍCIE: PAPEL CARTOLINA NA COR BRANCA
DOADOR 01**

01 SEGUNDO				
03 SEGUNDOS				
05 SEGUNDOS				
10 SEGUNDOS				
	2 MINUTOS	4 MINUTOS	5 MINUTOS	10 MINUTOS

COORDENADA Y: TEMPO DE PRESSÃO EXERCIDO PARA A DEPOSIÇÃO DAS IMPRESSÕES DIGITAIS SOBRE AS AMOSTRAS
COORDENADA X: TEMPO EM QUE AS AMOSTRAS PERMANECERAM EM ESTUFA PRÉ-AQUECIDA $85^{\circ}\pm 0,5^{\circ}$

Figura 22: Resultados obtidos após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $85,0^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

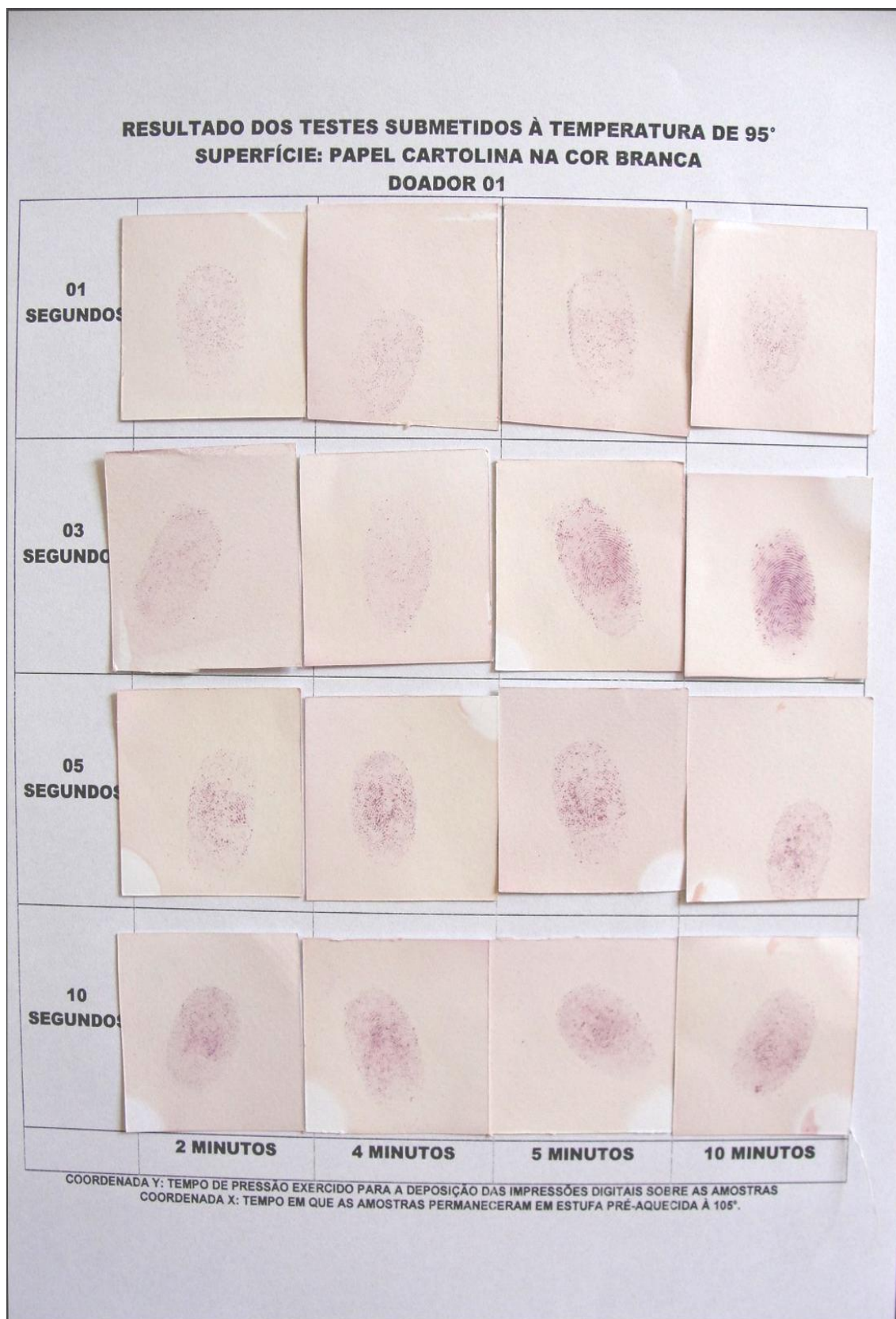


Figura 23: Resultados obtidos após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de 95,0 °C ± 0,5 °C.

**RESULTADO DAS AMOSTRAS SUBMETIDAS À TEMPERATURA DE 105°±0,5°
SUPERFÍCIE: PAPEL CARTOLINA NA COR BRANCA
DOADOR 01**

01 SEGUNDO				
03 SEGUNDOS				
05 SEGUNDOS				
10 SEGUNDOS				
	2 MINUTOS	4 MINUTOS	5 MINUTOS	10 MINUTOS

COORDENADA Y: TEMPO DE PRESSÃO EXERCIDO PARA A DEPOSIÇÃO DAS IMPRESSÕES DIGITAIS SOBRE AS AMOSTRAS
COORDENADA X: TEMPO EM QUE AS AMOSTRAS PERMANECERAM EM ESTUFA PRÉ-AQUECIDA 105°±0,5°

Figura 24: Resultados obtidos após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de 105,0 °C ± 0,5 °C, coletadas do *doador 01*.

4.1.4. Análise laboratorial sobre amostras de papel cartolina, submetidas à temperatura de $125,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Finalizando os testes sobre amostras de papel cartolina, com impressões digitais coletadas apenas do *doador 01*, novas amostras foram submetidas agora à temperatura de $125,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, respeitando-se, todavia, o mesmo *tempo-padrão de deposição* e as mesmas temperaturas.

Dezesseis unidades selecionadas foram divididas em quatro conjuntos de quatro unidades cada. Sobre elas foram depositadas impressões digitais do *doador 01*, através da pressão dos dedos sobre a cartolina, em tempo cronometrado de 1 s, 3 s, 5 s e 10 s, respectivamente. Para cada tempo de pressão na deposição, foram produzidas quatro amostras, resultando assim, quatro amostras com tempo-padrão de 1 s, mais quatro com tempo-padrão de 3 s, outras quatro com tempo-padrão de 5 s e finalmente mais quatro com tempo-padrão de 10 s.

Na seqüência, colocou-se um conjunto composto por uma amostra de cada um dos tempos-padrão na estufa pré-aquecida a $125,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, por período de 2 min, 10 min, 5 min e 10 min. Os resultados são mostrados na Figura 25.

4.2. Análise Laboratorial sobre Amostras de Papel Cartolina, obtidas a partir das Impressões Digitais dos *Doadores 02 a 21*.

Realizados os testes para a revelação de impressões digitais coletadas do *doador 01*, depositadas em superfícies de papel, descritos no subtítulo 4.1, foram coletadas amostras de impressões digitais oriundas de 20 doadores, com idade entre 18 e 58 anos, sendo onze homens e nove mulheres, com idades, altura e pesos descritos no Anexo II e II-A. Seguindo o procedimento anterior para a deposição das impressões digitais foram adquiridas em papelaria comercial cartolinas escolares, medindo 50 x 66 cm, marca *Tilibra*, com gramatura de 150g, na cor branca.

**RESULTADO DAS AMOSTRAS SUBMETIDAS À TEMPERATURA DE 125±0,5°
SUPERFÍCIE: PAPEL CARTOLINA NA COR BRANCA
DOADOR 01**

01 SEGUNDO				
03 SEGUNDOS				
05 SEGUNDOS				
10 SEGUNDOS				
	2 MINUTOS	4 MINUTOS	5 MINUTOS	10 MINUTOS

COORDENADA Y: TEMPO DE PRESSÃO EXERCIDO PARA A DEPOSIÇÃO DAS IMPRESSÕES DIGITAIS SOBRE AS AMOSTRAS
COORDENADA X: TEMPO EM QUE AS AMOSTRAS PERMANECERAM EM ESTUFA PRÉ-AQUECIDA 125±0,5°

Figura 25: Resultados obtidos após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de 125 °C ± 0,5 °C, coletadas do *doador 01*.

Algumas precauções foram tomadas para evitar o uso de cartolinas que tivessem recebido contato manual antes dos testes, através da aquisição de várias cartolinas e utilização apenas daquelas intermediárias do pacote, descartando-se sempre as primeiras e últimas, por apresentarem maior probabilidade de contato manual na operação de venda e embalagem.

As cartolinas selecionadas foram recortadas, com uso de régua de plástico comum e estilete, em figuras geométricas quadradas, de aproximadamente 40 x 40 mm, obtendo-se assim superfícies de papel cartolina em tamanho considerado suficiente para comportar uma impressão digital de adulto.

De cada um dos vinte doadores foram coletadas duas impressões digitais de dedos diferentes, uma em cada amostra, produzindo-se assim quarenta amostras no total. O *tempo-padrão de deposição* foi padronizado, para cada doador em 3 segundos.

As quarenta amostras foram divididas em dois grupos de vinte amostras cada, sendo uma de cada doador. O primeiro grupo de vinte amostras foi submetido à aquecimento em estufa marca *Quimmis* do laboratório do *GMD*, pré-aquecida à 85,0 °C, $\pm 0,5$ °C e o segundo grupo à 105,0 °C, $\pm 0,5$ °C, todos por tempo de aquecimento de 2 min, 10 min, 5 min e 10 min.

4.2.1 Análise laboratorial sobre amostras de papel cartolina, obtidas a partir de 20 doadores com idade entre 18 e 58 anos, submetida à temperatura de 85,0 °C $\pm 0,5$ °C por TPA de 2 min, 10 min, 5 min e 10 min.

Vinte amostras obtidas dos *doadores 02 a 21*, relacionados na tabela de doadores inclusa no Anexo II, cujas idades, peso, altura e sexo são diferenciados, foram divididas em quatro conjuntos de cinco unidades cada. O primeiro conjunto de cinco amostras, pertencentes aos *doadores 02 à 06* foi levado à estufa pré-aquecida a 85,0 °C $\pm 0,5$ °C por tempo de aquecimento de 02 minutos. Os resultados foram fotografados e encontram-se na coluna 01 da Figura 26.

Em seguida, outro conjunto de cinco amostras, agora dos *doadores 07 a 11* foi submetido à mesma temperatura, todavia por tempo de aquecimento de 04 minutos. Os resultados são mostrados na coluna 02 da Figura 26.

Depois, uma amostra de cada um dos *doadores 12 a 16* foi submetida à aquecimento em estufa com a mesma temperatura anterior, todavia por tempo de aquecimento de 05 minutos. Finalmente, uma amostra dos *doadores 17 a 21* foi colocada na estufa por 10 minutos. Resultados que podem ser vistos fotografados, respectivamente, nas colunas 03 e 04 da Figura 26.

4.2.2 Análise laboratorial sobre amostras de papel cartolina, obtidas a partir de 20 doadores com idade entre 18 e 58 anos, submetidas à temperatura de 105,0 °C ± 0,5 °C por TPA de 2 min, 10 min, 5 min e 10 min.

Finalizando os testes sobre amostras de papel cartolina, vinte amostras obtidas dos doadores de número 02 a 21, relacionados na tabela de doadores inclusa no Anexo II, cujas idades, peso, altura e sexo são diferenciados, foram também divididas em quatro conjuntos de cinco unidades cada. O primeiro conjunto de cinco amostras, pertencentes aos *doadores 02 a 06* foi levado à estufa pré-aquecida agora a 105,0 °C ± 0,5 °C por tempo de aquecimento de 02 minutos. Os resultados foram fotografados e encontram-se na coluna 01 da Figura 27.

Em seguida, outro conjunto de cinco amostras, agora dos *doadores 07 a 11* foi submetido à mesma temperatura, todavia por tempo de aquecimento de 04 minutos. Os resultados foram fotografados na coluna 02 da Figura 27.

Depois, uma amostra de cada um dos *doadores de 12 a 16* foi submetida a aquecimento em estufa com a mesma temperatura anterior, todavia por tempo de aquecimento de 05 minutos. Finalmente, uma amostra dos *doadores 17 a 21* foi colocada na estufa por 10 minutos. Resultados que podem ser vistos fotografados respectivamente nas colunas 03 e 04 da Figura 27.

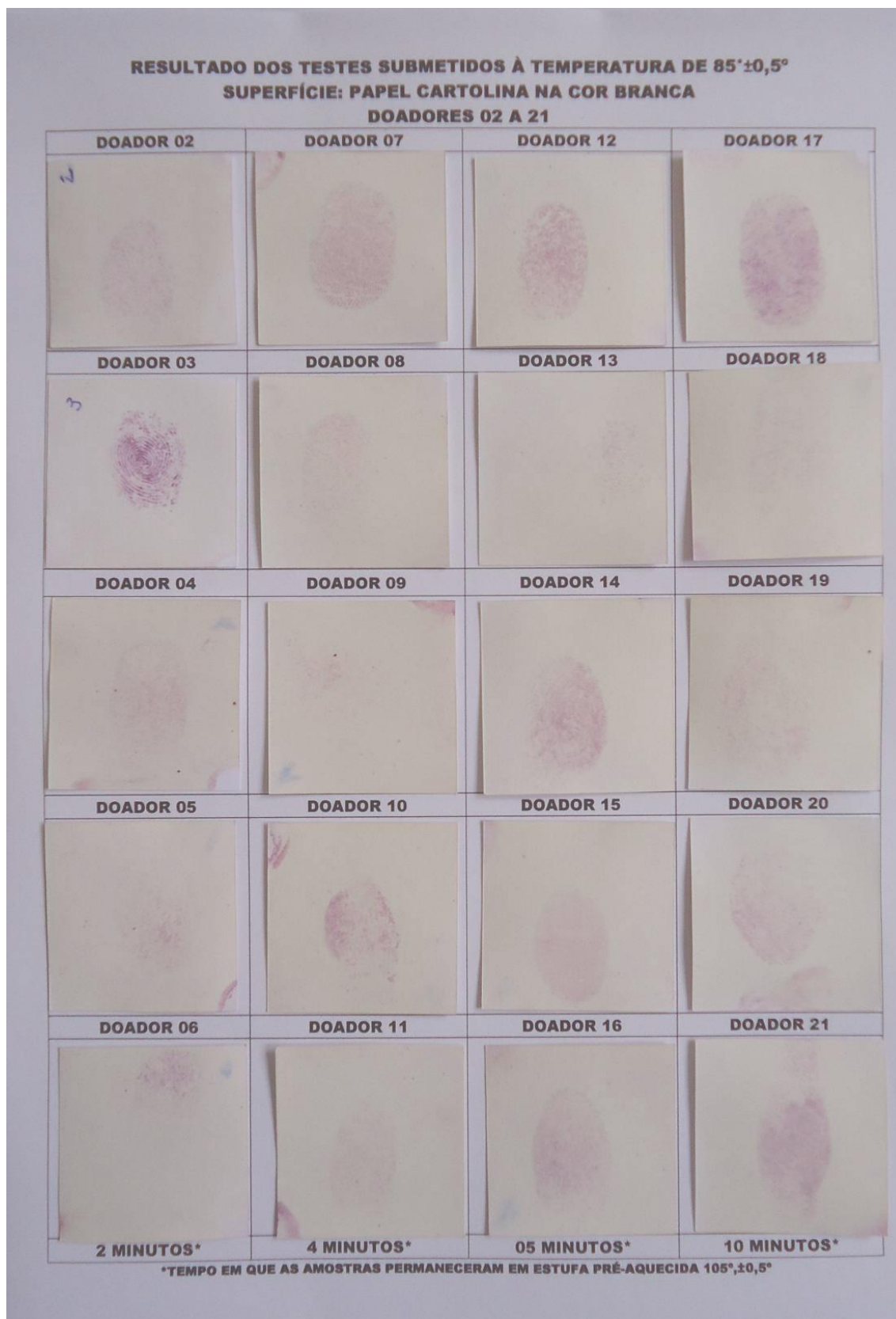


Figura 26: Resultados obtidos após teste do uso da ninidrina em impressões digitais coletadas de vinte doadores, com idade entre 18 e 58 anos, depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $85,0^{\circ} \text{C} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$, nove meses depois da data da coleta. A coordenada X indica o tempo de permanência das amostras em estufa: 2 min, 10 min, 5 min e 10 min

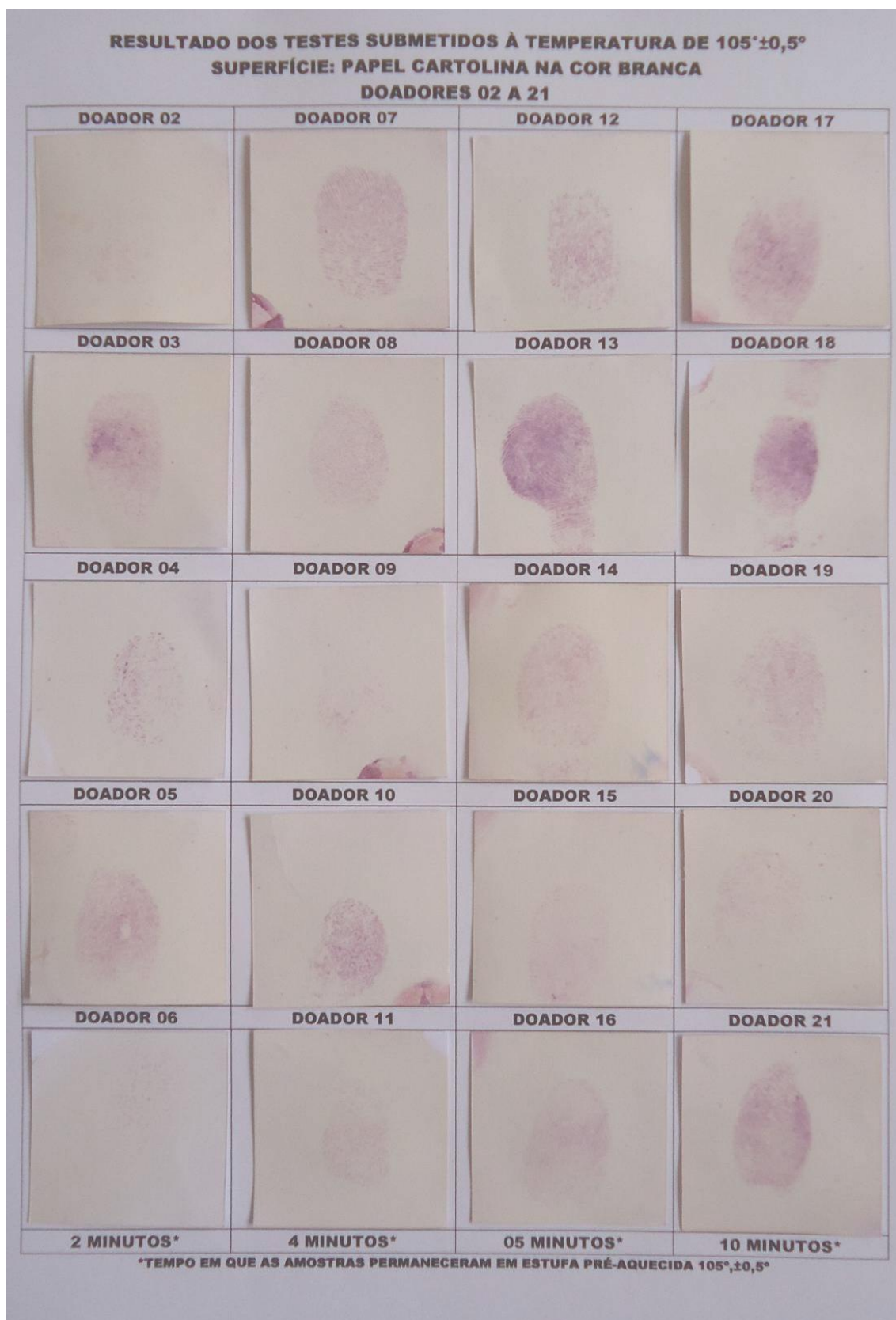


Figura 27: Resultados obtidos após teste do uso da ninidrina em impressões digitais coletadas de vinte doadores, com idade entre 18 e 58 anos, depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de 105,0 °C ± 0,5 °C, nove meses depois da data da coleta. A coordenada X indica o tempo de permanência das amostras em estufa: 2 min, 10 min, 5 min e 10 min

4.3 Verificação do Tempo de Permanência da Impressão Digital Visível, Revelada com Ninidrina sobre Amostras de Papel Cartolina ao Longo do Tempo.

Buscando trazer a maior quantidade de informações sobre a reação da ninidrina com aminoácidos presentes nas impressões digitais deixadas sobre superfície de papel cartolina após a realização de cada teste, as amostras foram guardadas em envelopes de papel pardo, medindo 4,3 cm x 11 cm, cor amarela, sem identificação do fabricante e disponíveis em papelaria comercial. (Figura 28)

Todos os envelopes foram etiquetados com os seguintes dados: identificação do número do doador, data da coleta e revelação, superfície sobre a qual se deu a deposição da impressão digital, tempo de deposição, tempo de aquecimento e temperatura.

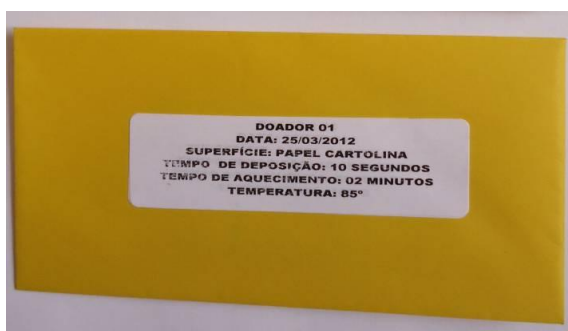


Figura 28: Envelope de papel amarelo, cor amarela, com etiqueta de dados, utilizado para armazenamento de todas as amostras após serem reveladas as impressões digitais

As amostras resultantes da análise sobre superfície de papel cartolina, submetidas à temperatura de $85,0\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$, $95,0\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$, $105,0\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$ e $125,0\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$ foram armazenadas após serem coletadas e reveladas nos dias 14/02/2012, 01/03/2012, 07/03/2012, 25/03/2012 e 27/03/2012.

No dia 10/02/2012, ou seja, um ano após a coleta e revelação das primeiras amostras, todas foram novamente fotografadas a fim de verificar se ainda haveria visibilidade das impressões armazenadas em superfície de papel cartolina. Os resultados encontram-se mostrados nas Figuras 29, 30, 31 e 32.

**RESULTADO DOS TESTES SUBMETIDOS À TEMPERATURA DE 85°±0,5°
SUPERFÍCIE: PAPEL CARTOLINA NA COR BRANCA
DOADOR 01**

01 SEGUNDO				
03 SEGUNDOS				
05 SEGUNDOS				
10 SEGUNDOS				
	2 MINUTOS	4 MINUTOS	05 MINUTOS	10 MINUTOS
<small>COORDENADA Y: TEMPO DE PRESSÃO EXERCIDO PARA A DEPOSIÇÃO DAS IMPRESSÕES DIGITAIS SOBRE AS AMOSTRAS COORDENADA X: TEMPO EM QUE AS AMOSTRAS PERMANECERAM EM ESTUFA PRÉ-AQUECIDA 105°±0,5°</small>				

Figura 29: Amostras fotografadas no dia 10/02/2013 cujos resultados foram inicialmente obtidos em 25/03/2012, após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de 85 °C ± 0,5 °C. As imagens mostram que as impressões digitais não mais são visíveis dez meses e quinze dias após a revelação.


**RESULTADO DOS TESTES SUBMETIDOS À TEMPERATURA DE $95^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$
 SUPERFÍCIE: PAPEL CARTOLINA NA COR BRANCA
 DOADOR 01**

01 SEGUNDO				
03 SEGUNDOS				
05 SEGUNDOS				
10 SEGUNDOS				
	2 MINUTOS	4 MINUTOS	05 MINUTOS	10 MINUTOS

COORDENADA Y: TEMPO DE PRESSÃO EXERCIDO PARA A DEPOSIÇÃO DAS IMPRESSÕES DIGITAIS SOBRE AS AMOSTRAS
 COORDENADA X: TEMPO EM QUE AS AMOSTRAS PERMANECERAM EM ESTUFA PRÉ-AQUECIDA $105^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$

Figura 30: Amostras fotografadas no dia 10/02/2013 cujos resultados foram inicialmente obtidos em 23/02/2012, após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $95^{\circ} \text{C} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$. As imagens mostram que as impressões digitais quase não mais são visíveis onze meses e dezessete dias após a revelação.

**RESULTADO DOS TESTES SUBMETIDOS À TEMPERATURA DE
105°±0,5°
SUPERFÍCIE: PAPEL CARTOLINA NA COR BRANCA
DOADOR 01**

01 SEGUNDO				
03 SEGUNDOS				
05 SEGUNDOS				
10 SEGUNDOS				
	2 MINUTOS	4 MINUTOS	05 MINUTOS	10 MINUTOS

COORDENADA Y: TEMPO DE PRESSÃO EXERCIDO PARA A DEPOSIÇÃO DAS IMPRESSÕES DIGITAIS SOBRE AS AMOSTRAS
COORDENADA X: TEMPO EM QUE AS AMOSTRAS PERMANECERAM EM ESTUFA PRÉ-AQUECIDA 105°±0,5°

Figura 31: Amostras fotografadas no dia 10/02/2013 cujos resultados foram inicialmente obtidos em 07/03/2012, após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de 105 °C ± 0,5 °C. As imagens mostram que as impressões digitais são melhores visíveis, dez meses e vinte e sete dias após a revelação, se comparadas com as resultantes das demais temperaturas utilizadas nos experimentos.

**RESULTADO DOS TESTES SUBMETIDOS À TEMPERATURA DE
125 \pm 0,5 $^{\circ}$
SUPERFÍCIE: PAPEL CARTOLINA NA COR BRANCA
DOADOR 01**

01 SEGUNDO				
03 SEGUNDOS				
05 SEGUNDOS				
10 SEGUNDOS				
	2 MINUTOS	4 MINUTOS	05 MINUTOS	10 MINUTOS
<small>COORDENADA Y: TEMPO DE PRESSÃO EXERCIDO PARA A DEPOSIÇÃO DAS IMPRESSÕES DIGITAIS SOBRE AS AMOSTRAS COORDENADA X: TEMPO EM QUE AS AMOSTRAS PERMANECERAM EM ESTUFA PRÉ-AQUECIDA 105\pm0,5$^{\circ}$</small>				

Figura 32: Amostras fotografadas no dia 10/02/2013 cujos resultados foram inicialmente obtidos em 07/03/2012, após teste do uso da ninidrina em impressões digitais depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de 105 $^{\circ}$ C \pm 0,5 $^{\circ}$ C. As imagens mostram que as impressões digitais são melhores visíveis, dez meses e vinte e sete dias após a revelação, se comparadas com as resultantes das demais temperaturas utilizadas nos experimentos.

4.4. Análises Laboratoriais sobre Amostras de Madeira, Submetidas a Temperatura de 105,0 °C ± 0,5 °C.

Para a realização de testes na revelação de impressões digitais depositadas em superfícies de madeira, utilizando-se o *método da ninidrina*, adquiriram-se lâminas (casquilhos) da madeira conhecida como *Figueira Branca*, sem qualquer tratamento de superfície, com espessura de 1mm, recortadas em placa de 2,5 cm x 240 cm, vendidas comercialmente em estabelecimentos especializados em produtos para marcenarias.

Tomou-se cuidado ao evitar o uso de amostras que tivessem recebido contato manual antes dos testes. Para tanto, as lâminas foram cuidadosamente lixadas no lado de sua superfície que seria usado para a deposição das impressões digitais, com lixas comuns para madeira, marca *3M*, acabamento em papel e óxido de alumínio, 230U, P180 acopladas a lixadeira tipo “treme-treme”, da marca *DWT®*, modelo *ESS-200*.

As lâminas foram recortadas, com uso de régua de plástico comum e estilete, em quadrados de aproximadamente 4 cm de lado, obtendo-se, assim, bases para as amostras em tamanho considerado suficiente para comportar uma impressão digital de adulto. Após, deu-se início ao primeiro teste, selecionando 16 destas superfícies.

Sobre as dezesseis unidades selecionadas foram divididas em quatro conjuntos de quatro unidades cada. Sobre elas foram depositadas impressões digitais do *doador 01*, por meio de pressão dos dedos sobre a cartolina, em tempo cronometrado de 1 s, 3 s, 5 s e 10 s, respectivamente. Para cada tempo de pressão na deposição, foram produzidas quatro amostras, resultando, assim, quatro amostras com tempo-padrão de 1s, mais quatro com tempo-padrão de 3 s, outras quatro com tempo-padrão de 5 s e finalmente mais quatro com tempo-padrão de 10 s.

Na seqüência, colocou-se um conjunto composto por uma amostra de cada tempo padrão na estufa, para aquecimento cronometrado em 2 min. O mesmo foi feito por 10 min, 5 min e 10 min. O resultado são mostrados na Figura 33.

**RESULTADO DOS TESTES SUBMETIDOS À TEMPERATURA DE
105°±0,5°
SUPERFÍCIE: MADEIRA NÃO TRATADA
DOADOR 01**

01 SEGUNDO				
03 SEGUNDOS				
05 SEGUNDOS				
10 SEGUNDOS				
	2 MINUTOS	4 MINUTOS	05 MINUTOS	10 MINUTOS

COORDENADA Y: TEMPO DE PRESSÃO EXERCIDO PARA A DEPOSIÇÃO DAS IMPRESSÕES DIGITAIS SOBRE AS AMOSTRAS
COORDENADA X: TEMPO EM QUE AS AMOSTRAS PERMANECERAM EM ESTUFA PRÉ-AQUECIDA 105°±0,5°

Figura 33: Resultados obtidos após teste do uso da ninidrina em impressões digitais obtidas do doador 01, depositadas em superfície de madeira e submetidas à temperatura de 105 °C ± 0,5 °C. A coordenada X traz o tempo de aquecimento em minutos e a coordenada Y o tempo-padrão de pressão dos dedos sob a superfície do papel para a coleta da impressão digital.

4.5 Análises Laboratoriais sobre Amostras de Parede de Alvenaria, contendo Impressões Digitais do *Doador 01*.

Após os resultados dos experimentos sobre amostras de papel cartolina e madeira foram realizados testes sobre amostras cujas superfícies simulam parede de alvenaria.

Para tanto, quinze lajotas de barro recozido, de dimensão de 11 cm x 11 cm, da marca *Fabric*® conhecidas como “ladrilhos”, foram revestidos com reboco comercial preparado com oito partes de areia fina, duas partes de cal e uma de cimento, ambos marca *Itaú*®, misturadas com água em medida comumente utilizada na construção civil brasileira. Depois de receberem uma camada de aproximadamente 120 mm de reboco, as lajotas permaneceram secando, durante quinze dias, protegidas da chuva em área sombreada.

Transcorrido o período para secagem do revestimento, as amostras foram divididas em três conjuntos de cinco unidades.

As cinco lajotas do primeiro conjunto, denominado *conjunto A*, foram pintadas com tinta *Látex Premium*, marca *Suvinil*, cor branca, neve-fosca, vendida em embalagem metálica com 900 ml, utilizada para interior e exterior, sendo aplicadas duas demãos com intervalo de vinte e quatro horas entre elas. Antes de iniciar a pintura, e entre a primeira e segunda demão, as amostras foram lixadas por duas vezes, com lixas para paredes da cor vermelha, *Marca 3M*, 230 V, P 100 e P 180, respectivamente.

Aguardaram-se mais quinze dias para a completa secagem da tinta, após a última demão.

No segundo conjunto denominado *conjunto B*, as cinco lajotas, após ser lixado receberam duas demãos de massa corrida *PVA* marca *Montecor*, classificação ABNT *NBR 11702, tipo 4.5.1.*, com intervalo de 24 horas entre cada, para então serem pintadas com tinta látex, do mesmo modo como as amostras do *Conjunto A*. O mesmo período para secagem foi respeitado.

O terceiro conjunto de lajotas, denominado *conjunto C*, permaneceu com acabamento em reboco, mas sem pintura ou qualquer outro tratamento, simulando paredes não pintadas, bastantes comuns nas cidades brasileiras, sobretudo em

locais economicamente menos favorecidos, sendo apenas lixadas com as mesmas lixas e procedimentos descritos para as superfícies das amostras dos Conjuntos A e B, visando diminuir a excessiva porosidade superficial do reboco sem tratamento.

Desta forma, resultaram cinco amostras acabadas com pintura látex, outras cinco com tratamento de massa corrida e finalização em pintura látex e mais cinco amostras que simulam parede de reboco sem pintura, sendo uma de cada mostrada na Figura 34.



Figura 34: A imagem mostra da direita para a esquerda, as primeiras das cinco amostras de cada um dos Conjuntos A, B e C.

Sobre as quinze amostras produzidas foram depositadas impressões digitais do *doador 01*, quatro em cada amostra, em sua maioria dos dedos polegares e indicadores da mão direita e esquerda, com *TPD* de 3 s. Em seguida à aspersão da ninidrina, o soprador térmico foi usado para produzir temperatura de 105,0 °C sobre as superfícies das amostras.

4.5.1 Testes realizados em laboratório para verificar a correta utilização do soprador térmico *MAKITA*®, visando produzir temperatura aproximada de 105,0 °C sobre as superfícies de paredes de alvenaria.

Para saber qual a temperatura produzida pelo soprador térmico sobre as superfícies das amostras dos conjuntos *A*, *B* e *C* desenvolvidas para simular paredes de alvenaria, conforme descrito no subtítulo anterior e contendo impressões digitais do *doador 01*, o aparelho foi fixado por hastes e prendedores pertencentes ao laboratório do *GMD*, com distância de 200 mm até a superfície da amostra. Antes de ligar o aparelho encostou-se na amostra o sensor de calor do Termopar marca *Novus*, modelo *N1100*, também preso por hastes para não ocorrer perda acidental do contato (Figura 35).

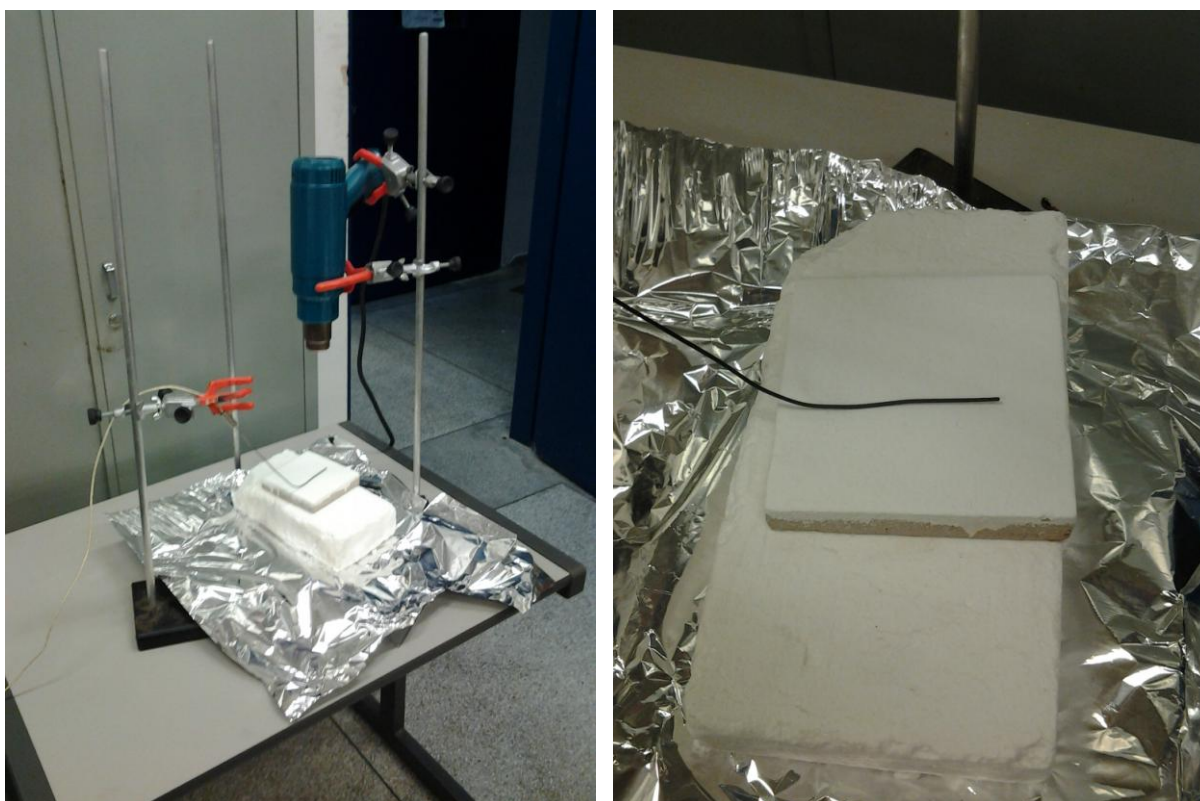


Figura 35: Montagem realizada em laboratório para verificar a temperatura que o soprador térmico faz incidir sobre a amostra que simula parede de alvenaria. A figura da esquerda mostra o soprador térmico e o termopar presos às hastes e a figura da direita realça o sensor de temperatura em contato com a amostra.

Procedido à fixação dos aparelhos passou-se a verificar qual das regulagens oferecidas pelo soprador térmico produz temperatura de 105 °C sobre as amostras estudadas, sabendo-se que o aparelho possui cinco velocidades para temperatura, reguláveis de 01 a 05.

Iniciando-se os testes em *velocidade 01*, o aparelho permaneceu ligado por 2 minutos com interruptor acionado na posição “Ar Alto”. O mesmo foi feito para as velocidades 02 a 05. Os resultados da variação de temperatura alcançada entre a mínima e máxima foram anotados e são mostrados no gráfico da Figura 36.

Verificou-se que em *velocidade 03* do soprador térmico a temperatura apresenta variação entre 105 °C e 122 °C, quando ligado durante 2 minutos, portanto condizente com a temperatura de 105 °C, definida como melhor ao longo dos experimentos realizados nesta pesquisa.

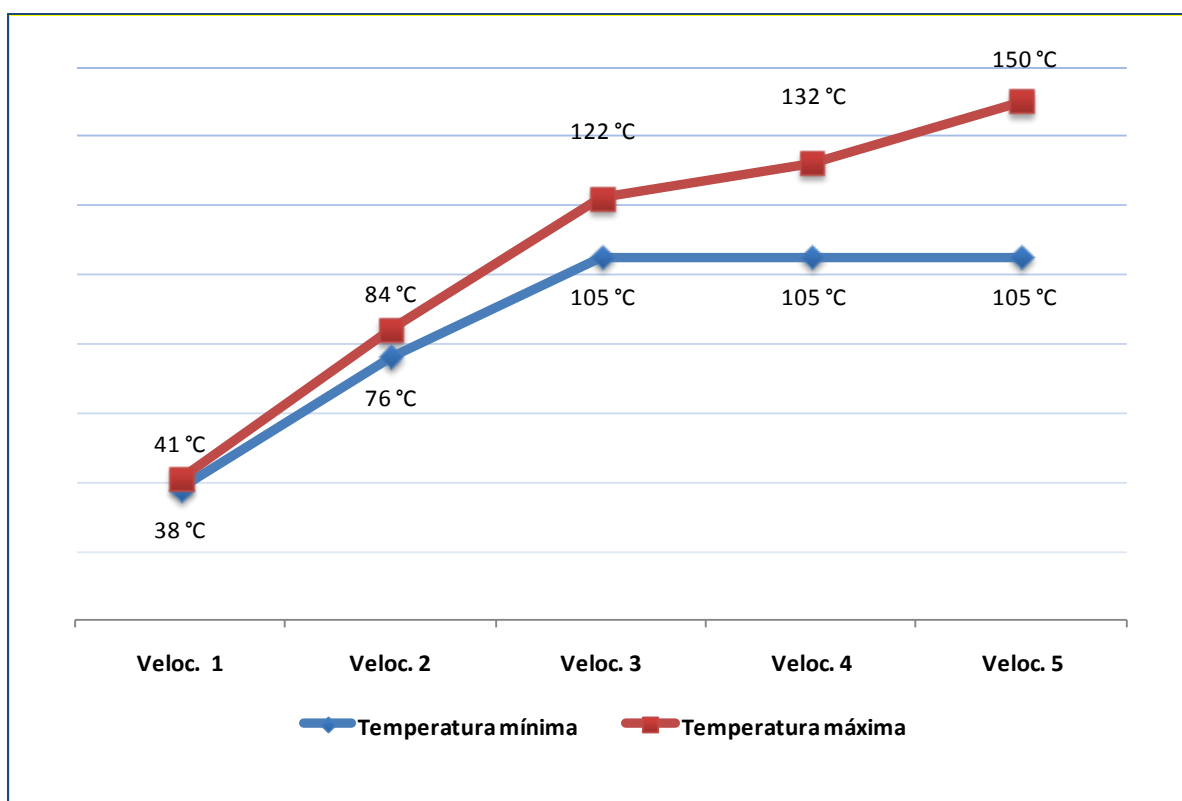


Figura 36: Gráfico que indica resultados da verificação de temperatura mínima/máxima alcançada em cada uma das cinco velocidades do soprador térmico *MAKITA®*.

4.6. Software para Melhoramento da Imagem da Impressão Digital Revelada em Locais de Crime e Comparação com Banco de Dados Oficial, em Tempo Real.

Após a revelação das impressões digitais através do método da ninidrina e pretendendo demonstrar o envio da imagem capturada, ainda do local do crime, para análise e confronto com banco de dados oficiais, procurou-se encontrar *software* livre para demonstração da viabilidade tecnológica em melhorar a imagem da impressão digital antes de enviá-la, para comparação em tempo real.

Entre diversos *softwares* livres disponíveis, foi escolhido para testes o aplicativo *Photo Editor*®, versão 1.3.9, 1,4 Mb, disponibilizado pelo *Google Play* como Apps para *android* 2.2 ou superior. O aplicativo foi instalado em aparelho *Tablet* marca *Samsung Galaxy Tab 7.0 Plus*, Processador 1.2 GHz *Dual Core*, Tela de 7.0" de alta resolução e sistema operacional *Android* 3.2, com frequência GSM e rede de dados GPRS e EDGE.

A utilização do aplicativo requer poucos conhecimentos operacionais.

Neste trabalho, as impressões digitais reveladas sobre as superfícies de parede de alvenaria foram fotografadas e submetidas ao "Efeito" "Auto Tonalidade", pois este realça o vermelho obtido do resultado da ação da ninidrina sobre os aminoácidos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Testes sobre Amostras de Papel Cartolina.

No primeiro experimento foram inseridas conjuntamente quatro amostras de papel cartolina na estufa, previamente aquecida à temperatura de $85,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, cada uma delas de um dos tempos-padrão de deposição, obedecendo ao *TPA*. de 2 minutos. Depois, foi repetido o mesmo procedimento então por 4 minutos, 5 minutos e dez minutos de aquecimento.

Para serem fotografadas, as amostras obtidas foram retiradas e colocadas sobre matriz de coordenadas cartesianas onde a reta Y indica o *TPD*. e a reta X mostra o *TPA*, permitindo-se assim a visualização na Figura 22.

Da análise dos resultados à temperatura de $85,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ depreende-se que as impressões digitais cujo *tempo-padrão de deposição*, no momento da coleta, foi de 1 s, apresentaram resultados de revelação relativamente visíveis. Menos visíveis foram aquelas coletadas com *TPD* de dez segundos. Todavia, as amostras coletadas por *TPD* de três segundos e cinco segundos, apresentaram, à temperatura mencionada, melhores resultados de revelação.

Quanto ao *TPA*, não se verificou influência sobre os resultados à temperatura em questão, ou seja, as amostras submetidas à aquecimento por 2 min, 10 min, 5 min e 10 min apresentaram resultados de revelação em todos os tempos-padrão de deposição.

Esta padronização de resultados pode ser visto na Figura 22. Observa-se que todas as amostras que resultaram de *TPD* de 1 s apresentaram revelação uniforme nos quatro tempos-padrão de aquecimento propostos. O mesmo acontece para os demais *TPD*.

Seguindo a mesma metodologia, foram inseridas quatro amostras de papel cartolina na estufa, agora previamente aquecida à temperatura de $95,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo uma amostra de cada um dos tempos-padrão de deposição e obedecendo ao *TPA* de 2 minutos, 4 minutos, em seguida por cinco e finalmente por dez minutos.

Os resultados são mostrados na Figura 23.

O experimento à temperatura de $95,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ mostra que as impressões digitais cujo *tempo-padrão de deposição*, no momento da coleta, foi de 1 s, apresentaram resultados menos visíveis, bem como aquelas resultantes de *TPD* de 3 s, submetidas à estufa por 2 min e 10 min. Já as amostras coletadas com *TPD* de 3 s, porém aquecidas por 5 min e 10 min, apresentaram melhor visibilidade.

Quanto as amostras com *TPD* de 5 s e 10 s, os resultados foram visíveis para todos os tempos-padrão de aquecimento.

Os resultados à temperatura em questão corroboram o que foi verificado no teste anterior, ou seja, o tempo de permanência da amostra em aquecimento não trouxe melhores resultados se maior que dois minutos, pois as amostras coletadas com *TPD* de 1 s, 5 s e 10 s apresentam resultados semelhantes de visibilidade da revelação sejam submetidas a aquecimento por 2 min, 10 min, 5 min ou 10 min.

O experimento seguinte foi feito à temperatura de $105,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Mantido o mesmo procedimento, foram inseridas quatro amostras de papel cartolina na estufa, agora previamente aquecida à temperatura de $105,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo uma amostra de cada um dos tempos-padrão de deposição, obedecendo ao *TPA* de 2 minutos. Depois, foi repetido o mesmo procedimento então por 4 minutos, em seguida por cinco e finalmente por dez minutos.

Os resultados são mostrados na Figura 24.

Os resultados à temperatura de $105,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ mostram que as impressões digitais cujo *tempo-padrão de deposição*, no momento da coleta, foi de 1 s, apresentaram resultados pouco visíveis, embora aquela cujo *TPD* foi de 1 s, levada à temperatura em questão por 2 min, apresentou resultado melhor se comparado ao *TPA* de 10 min, 5 min e 10 min.

As amostras resultantes de *TPD* de 3 s e 10 s apresentaram resultados uniformes em todos os *TPA*.

Os melhores resultados para esta temperatura foram verificados quando o *TPD* foi de 5 s para os *TPA* de 2 min, 10 min e 5 min, uma vez que a amostra submetida a aquecimento por 10 min apresentou revelação pouco visível.

Passando-se a outro experimento, agora com a estufa previamente aquecida à temperatura de $125,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ foram submetidas a teste, novamente, quatro amostras de papel cartolina e mantendo-se a metodologia de pesquisa

proposta, uma amostra de cada um dos tempos-padrão de deposição, obedecendo ao *TPA* de 2 minutos, 4 minutos, 5 minutos e 10 minutos.

Os resultados são mostrados na Figura 25.

Os resultados à temperatura de $125,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ mostram que as impressões digitais cujo *tempo-padrão de deposição*, no momento da coleta, foi de 1 s, apresentaram resultados menos visíveis, embora aquelas cujo *TPD* foi de 1 s, levadas à temperatura em questão por 5 min e 10 min, apresentaram resultado melhores se comparado ao *TPA* de 2 min e 10 min.

As amostras resultantes de *TPD* de 3 s e 10 s apresentaram resultados uniformes em todos os *TPA*

Os melhores resultados são verificados com *TPD* de 5 s, com impressões visíveis em todos os *TPA*.

Realizados os testes propostos sobre as amostras de papel cartolina, com impressões digitais coletadas do *doador 01*, notou-se que não houve equivalência dos resultados de revelação das impressões digitais coletadas para amostras de *TPD* de 1 s, 3 s, 5 s e 10 s, nem mesmo qualquer padronização de resultados quando estas amostras são submetidas a temperaturas diferentes e em tempo de aquecimento diferenciados em cada uma das temperaturas propostas.

Assim, à temperatura de $85,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ percebe-se revelação pouco visível em *TPD* de 1 s e 10 s em todos os *TPA* e visíveis em 3 s e 5 s, com uniformidade de revelação em cada *TPD*. Esta mesma uniformidade não se verificou nos demais testes, pois, à temperatura de $95,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, a uniformidade de resultados deu-se para *TPD* de 05 s e 10 s e quando submetidas as amostras à temperatura de $105,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ os resultados não mostraram uniformidade em relação aos *TPD* e *TPA*.

Demonstram os resultados baseados em amostras de impressões digitais do *doador 01* que não houve relação lógico-conclusiva entre *tempo-padrão de deposição* e *tempo-padrão de aquecimento*, nas diferentes temperaturas propostas, capazes de permitir-se aferir qual o melhor *tempo-padrão de aquecimento* para a revelação de impressões digitais depositadas com *TPD* diferenciados. O único dado conclusivo é que em qualquer das temperaturas propostas neste trabalho ocorreu a revelação das impressões digitais coletadas, não se podendo ainda afirmar qual

delas é mais favorável e nem mesmo, qual o *TPA* mais favorável, com base nos resultados até aqui obtidos.

Todavia, somando-se as impressões digitais reveladas em todos os testes com impressões digitais fornecidas pelo *doador 01*, vê-se que das 64 coletas foram reveladas 03 oriundas de *TPD* de 1 s, 08 obtidas através de *TPD* de 3 s, 14 com *TPD* de 5 s e 06 resultantes de *TPD* de 10 s. Tais informações estão escritas no gráfico da Figura 39, que em análise inicial induz a que os resultados de revelação melhoram à medida que aumenta o *TPD*, ou mais precisamente, percebe-se do exposto no gráfico que as impressões digitais oriundas de *TPD* de 5 s, apresentam melhores resultados se reveladas através do *método da ninidrina*.

No entanto, a continuidade das pesquisas que serão mostradas a seguir neste trabalho revelará que esta asserção estatística não demonstra o que ocorre na revelação de impressões digitais através do *método da ninidrina*.

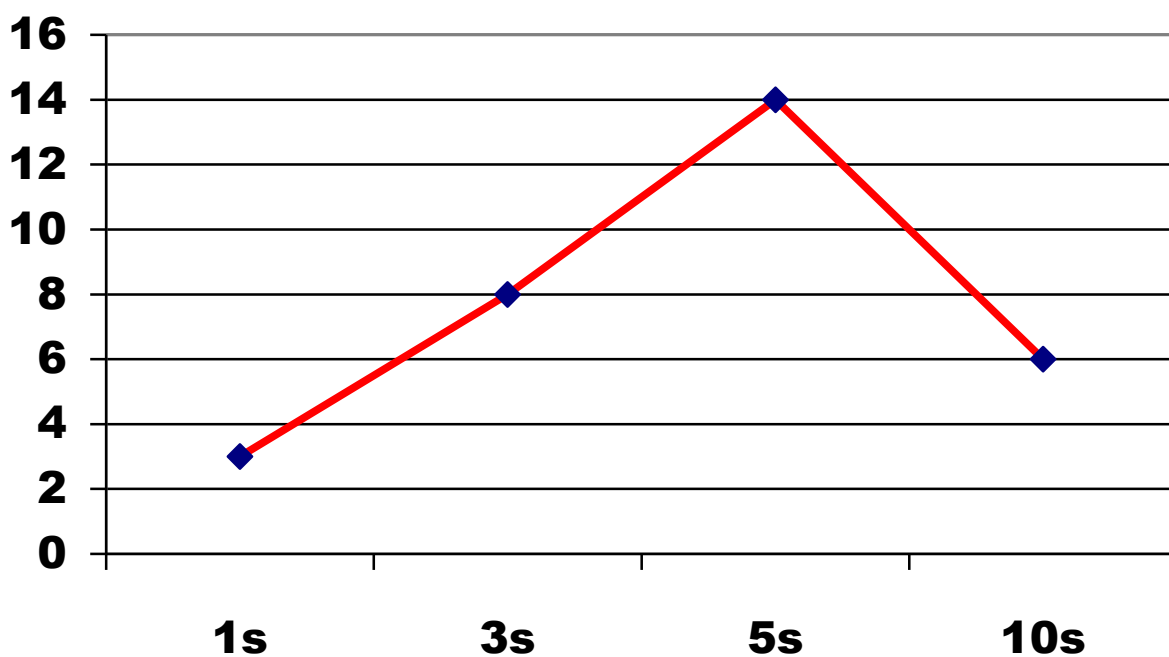


Figura 37: Quantidade de amostras que apresentou melhor visibilidade de revelação, nos diferentes *TPD*, quando submetidas às temperaturas propostas. Nota-se que aparenta crescimento favorável à medida que aumentou o *TPD*.

Com base nestes resultados, passou-se a pesquisar o motivo pelo qual as revelações são visíveis em todos os padrões propostos sem correlação lógica entre

eles, sobretudo, o motivo pelo qual nessa disparidade de dados, olhando o gráfico da Figura 37, melhores resultados acontecem com *TPD* de 5 s.

Depois de reiteradas análises sobre os resultados dos experimentos realizados e atenta observação da metodologia de coleta de amostras, notou-se que sempre que eram feitas as deposições sobre o papel cartolina, das impressões digitais do *doador 01*, aquele adotara o método de primeiro coletar impressões com *TPD* de 5 s, a partir dos dedos de uma das mãos e em seguida coletar impressões com *TPD* de 3 s, a partir dos dedos da outra mão. Em seguida eram coletadas as impressões com *TPD* de 1 s e 10 s de ambas as mãos, novamente. Embora esta metodologia de deposição não extremamente rígida na repetição, era o que mais usualmente se fazia na coleta das amostras.

Com esta constatação depreendeu-se que melhores resultados para impressões digitais coletadas sobre amostras de papel cartolina aconteceram em *TPD* de 3 s e 5 s, pois foram estes que receberam as primeiras deposições.

Esta observação possibilita que impressões digitais reveladas através do *método da ninidrina* apresentam melhores resultados para aquelas resultantes das primeiras deposições, ou seja, do primeiro contatos entre os dedos da mão e a superfície a ser analisada.

Buscando confirmar esta constatação, foram coletadas dezesseis amostras do *doador 01*, obedecendo à metodologia utilizada para coleta em todo este trabalho, ou seja, quatro amostras de cada *TPD* de 1 s, 3 s, 5 s e 10 s. Todavia, padronizando a metodologia de coleta, as impressões foram depositadas às 12h15 no dia 12 de fevereiro de 2013, primeiramente por *TPD* de 1 s, resultantes da pressão dos dedos da mão direita sobre superfícies de papel cartolina, em seguida por 3 s, resultantes da pressão dos dedos da mão esquerda sobre superfície de papel cartolina. Somente seis horas depois, coletaram-se impressões por *TPD* de 5 s e 10 s, novamente dos dedos da mão direita e esquerda, respectivamente.

No dia seguinte as amostras foram levadas à estufa pré-aquecida à temperatura de $105,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por *TPA* de 2 min, 10 min, 5 min, 10 min. Os resultados são representados na Figura 38.

**RESULTADO DOS TESTES SUBMETIDOS À TEMPERATURA DE
105 \pm 0,5 $^{\circ}$, PARA AMOSTRAS CONSIDERADAS DE 1 $^{\circ}$ DEPOSIÇÃO
SUPERFÍCIE: PAPEL CARTOLINA NA COR BRANCA
DOADOR 01**

01 SEGUNDO				
03 SEGUNDOS				
05 SEGUNDOS				
10 SEGUNDOS				
	2 MINUTOS	4 MINUTOS	05 MINUTOS	10 MINUTOS
<p align="center">COORDENADA Y: TEMPO DE PRESSÃO EXERCIDO PARA A DEPOSIÇÃO DAS IMPRESSÕES DIGITAIS SOBRE AS AMOSTRAS COORDENADA X: TEMPO EM QUE AS AMOSTRAS PERMANECERAM EM ESTUFA PRÉ-AQUECIDA 105\pm0,5$^{\circ}$</p>				

Figura 38: Amostras do *doador 01*, todas consideradas de primeira deposição e coletadas com intervalo de seis horas, submetidas à temperatura de 105 $^{\circ}$ C \pm 0,5 $^{\circ}$ C.

A análise dos resultados mostra que as primeiras deposições apresentam os melhores resultados de revelação. Esta informação não consta da literatura estudada para a realização das pesquisas propostas neste trabalho, constituindo conhecimento novo produzido pelos experimentos realizados.

Desta forma, quando da chegada dos peritos criminais para a análise e levantamento do local do crime, a busca por impressões digitais deixadas em superfícies porosas deve ocorrer em locais onde primeiro houve o contato das mãos do criminoso com as superfícies a serem analisadas: geralmente o local de entrada para a cena do crime. O local do arrombamento ou transposição de obstáculos.

A fim de confirmar os resultados obtidos a partir das diversas análises laboratoriais até aqui descritas, todas sobre digitais coletadas do *doador 01*, bem como imprimir parâmetros científicos de pesquisa, foram coletadas impressões digitais de vinte doadores diferentes, com idade entre 18 e 25 anos, sendo de pesos, altura e sexo diferentes, descritos no anexo II.

Cada um dos vinte doadores ofertaram duas impressões digitais cada um, coletadas individualmente em amostras distintas, de dedos diferentes e aleatórios, produzindo-se assim quarenta amostras no total. Foi adotado o *tempo-padrão de deposição* de 3 s para cada doador.

A coleta ocorreu no dia 31/05/2012 e as amostras permaneceram armazenadas até o dia 30 de janeiro de 2013, ou seja, foram armazenadas por nove meses, em condições de temperatura ambiente, acondicionadas em recipientes plásticos transparentes, de dimensões de 22,5 cm x 14,0 cm x 3,6 cm, divididos internamente em compartimentos.

Durante este período de nove meses, as amostras não sofreram qualquer influência forçada ou induzida de variação de temperatura ou umidade, permanecendo guardadas em temperatura ambiente, em quarto residencial, construído de alvenaria. Verificada a variação anual de temperatura, entre os meses de maio de 2012 a janeiro de 2013, obteve-se média de 19,6 °C.

Apenas no último dia do período mencionado, todas as quarenta amostras foram levadas ao laboratório do *GMD* e submetidas a aquecimento na estufa à vácuo da marca *Quimmis*, modelo *Q819V2*, pertencente ao laboratório do *GMD*. As quarenta amostras foram divididas em dois grupos de vinte unidades cada, sendo cada grupo composto por uma única amostra de cada doador. O primeiro

grupo de vinte amostras foi submetido a aquecimento em estufa pré-aquecida a $85,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e o segundo grupo à $105,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, todos por tempo de aquecimento de 2 min, 10 min, 5 min e 10 min.

Dividiu-se o primeiro grupo em quatro subgrupos contendo cinco amostras que foram submetidos à temperatura programada para $85,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo que o primeiro subgrupo, contendo amostras de impressões digitais dos *doadores 02 a 06*, permaneceu em aquecimento à temperatura mencionada por 2 min; o segundo subgrupo, contendo amostras de impressões digitais dos *doadores 07 a 11* permaneceu em aquecimento à temperatura mencionada por 10 min; o terceiro, composto pelas amostras ofertadas pelos *doadores 12 a 16* por 5 min e, por fim, o quarto subgrupo, contendo amostras de impressões digitais dos *doadores 17 a 21* permaneceu em aquecimento à temperatura mencionada por 10 min. Os resultados estão apresentados na Figura 39.

Das vinte impressões submetidas à temperatura de $85,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, doze apresentam bons resultados de revelação, todavia, o tempo de permanência em estufa não demonstrou influência sobre os resultados, já que a amostra do *doador 03*, por exemplo, apresentou excelente resultado com *TPA* de 2 min, a impressão digital do *doador 07* à 04 min, dos *doadores 12, 14, 15 e 16* a 5 min e a dos *doadores 17 e 21*, a 10 min.

Confirmando o que foi observado quando dos testes realizados sobre amostras de impressões digitais apenas do *doador 01*, nota-se que não há melhores resultados à medida que o *TPA* excede a dois minutos, sendo este tempo suficiente para a cinética da reação entre a ninidrina e os aminoácidos presentes nas impressões digitais depositadas. Além disso, constatou-se não haver correlação entre *TPA* e *TPD*, observando-se alto percentual de revelação para impressões digitais oriundas do primeiro contato dos dedos com a superfície onde ocorreu a revelação.

De outro modo, a revelação das impressões nove meses após a data da coleta deixa claro que a chegada dos peritos criminais ao local do crime não necessita ocorrer minutos após a ocorrência do delito e que em considerável tempo depois ainda pode-se revelar impressões digitais com o uso do *método da ninidrina*.

Encerrados os testes com impressões digitais submetidas à temperatura de $85,0\text{ }^{\circ}\text{C}, \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, passou-se a novo experimento ainda com as impressões

digitais de vinte doadores diferentes, agora, submetendo à aquecimento em estufa pré-aquecida à temperatura de 105,0 °C, \pm 0,5 °C, o segundo grupo, também por tempos de aquecimento de 2 min, 10 min, 5 min e 10 min.

Repetindo o procedimento usado na temperatura anteriormente descrita, dividiu-se também o segundo grupo em quatro subgrupos de cinco amostras cada, sendo que o primeiro subgrupo, contendo amostras de impressões digitais dos *doadores 02 a 06*, permaneceu em aquecimento à temperatura mencionada por 2 min; o segundo, com amostras de impressões digitais dos *doadores 07 a 11* permaneceu em aquecimento à temperatura mencionada por 10 min; o terceiro, composto pelas amostras ofertadas pelos *doadores 12 a 16* por 5 min e, por fim, o quarto subgrupo, contendo amostras de impressões digitais dos *doadores 17 a 21* permaneceu em aquecimento à temperatura mencionada por 10 min. Os resultados estão apresentados na Figura 40.

Das vinte impressões submetidas à temperatura de 105,0 °C \pm 0,5 °C, quinze apresentam bons resultados de revelação, todavia, o tempo de permanência em estufa novamente não demonstrou influência sobre os resultados, já que as amostras dos *doadores 03, 04 e 05*, por exemplo, apresentaram excelente resultado com *TPA* de 2 min, as impressões digitais dos *doadores 07, 08, 10 e 11* a 10 min, dos *doadores 12, 13, 14 e 16* a 5 min e a *dos doadores 17, 18, 19 e 21* a 10 min.

Novamente, o alto percentual de revelação justifica-se em decorrência de serem todas impressões resultantes de primeira deposição.

Quanto à temperatura utilizada para aquecimento, observam-se melhores resultados nas amostras submetidas a 105 °C \pm 0,5 °C.

Complementando a busca por resultados que tenham aplicabilidade prática no uso da ninidrina para a revelação de impressões digitais deixadas em locais de crime, dois outros dados foram estudados para a complementação deste trabalho: o tempo de permanência de visibilidade das impressões digitais reveladas e a melhor temperatura para a revelação.

**RESULTADO DOS TESTES SUBMETIDOS À TEMPERATURA DE $85^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$
 SUPERFÍCIE: PAPEL CARTOLINA NA COR BRANCA
 DOADORES 02 A 21**

DOADOR 02	DOADOR 07	DOADOR 12	DOADOR 17
			
DOADOR 03	DOADOR 08	DOADOR 13	DOADOR 18
			
DOADOR 04	DOADOR 09	DOADOR 14	DOADOR 19
			
DOADOR 05	DOADOR 10	DOADOR 15	DOADOR 20
			
DOADOR 06	DOADOR 11	DOADOR 16	DOADOR 21
			
2 MINUTOS*	4 MINUTOS*	05 MINUTOS*	10 MINUTOS*

*TEMPO EM QUE AS AMOSTRAS PERMANECERAM EM ESTUFA PRÉ-AQUECIDA $105^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$

Figura 39: Resultados obtidos após teste do uso da ninidrina em impressões digitais coletadas de vinte doadores, com idade entre 18 e 58 anos, depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de $85,0^{\circ} \text{C} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$, nove meses depois da data da coleta.

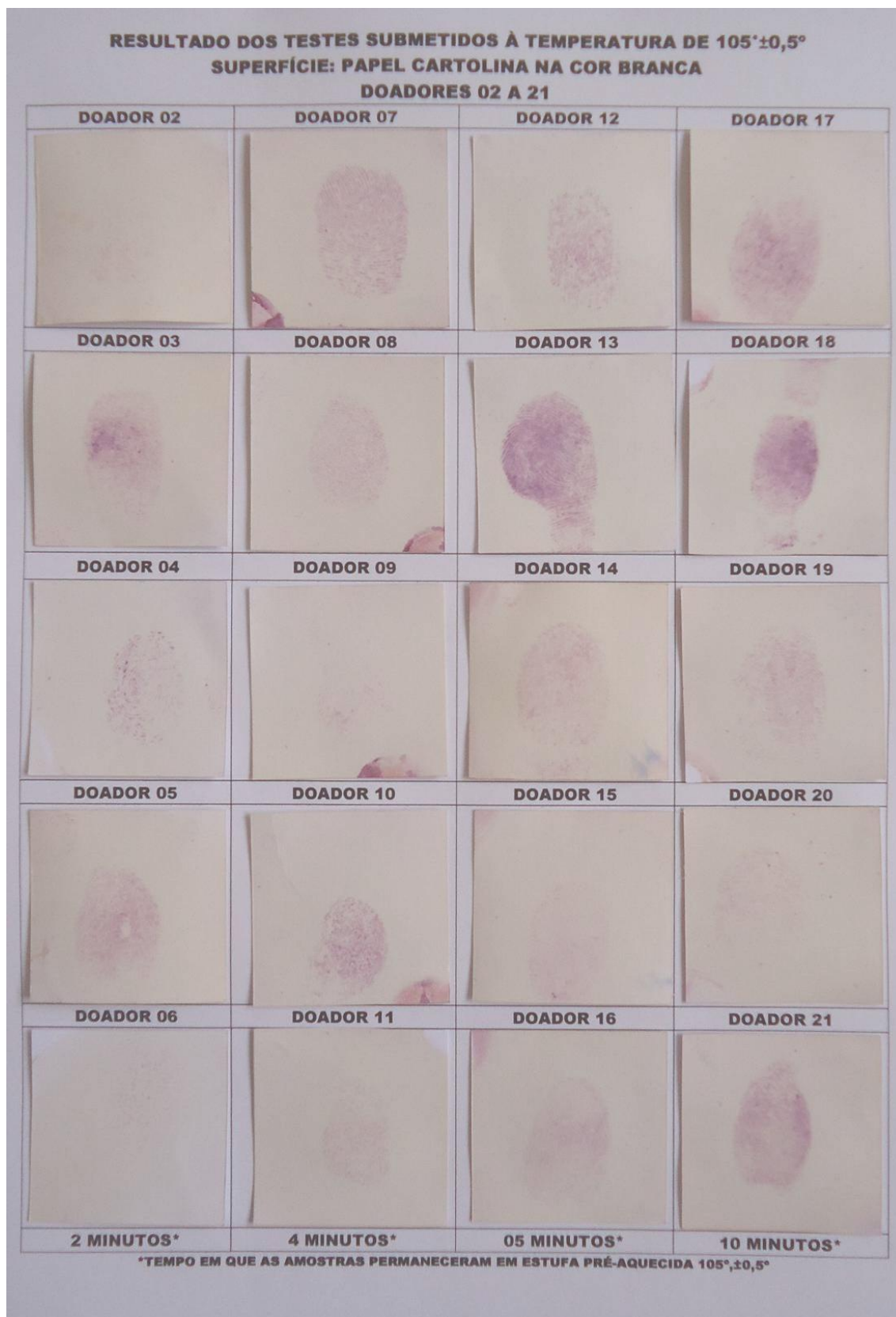


Figura 40: Resultados obtidos após teste do uso da ninidrina em impressões digitais coletadas de vinte doadores, com idade entre 18 e 58 anos, depositadas em superfície papel cartolina e submetidas à temperatura de 105,0 °C ± 0,5 °C, nove meses depois da data da coleta.

5.2 Testes sobre Amostras de Madeira.

Encerradas as análises laboratoriais sobre papel cartolina, fez-se o mesmo em superfície de madeira não tratada. Para tanto, adquiriu-se madeira comercialmente conhecida como “casquilha”, consistente em lâminas de aproximadamente 1 mm de espessura, madeira bruta e sem tratamento, disponível em madeireiras para acabamento e revestimento de móveis e artefatos de madeira.

Foram inseridas conjuntamente quatro amostras de lâminas de madeira na estufa, previamente aquecida à temperatura de $105,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, cada uma delas de um dos tempos-padrão de deposição utilizada neste trabalho, obedecendo-se *TPA* de 2 min. Depois, foi repetido o mesmo procedimento então por 4 min, em seguida por cinco e finalmente por dez minutos.

As amostras obtidas foram retiradas e colocadas sobre matriz de coordenadas cartesianas onde a ordenada corresponde o *TPD* e a abscissa corresponde o *TPA*, permitindo-se assim a visualização mostrada na Figura 33, da página 79 deste trabalho.

Sobre superfície de madeira este trabalho limitou-se um menor número de ensaios em razão dos resultados obtidos. A ninidrina reage com os aminoácidos e produz coloração púrpura. Assim que a ninidrina foi pulverizada sobre as amostras de madeira e levadas à aquecimento, verificou-se a impossibilidade da visualização da impressão digital depositadas nas amostras, uma vez que as superfícies, em quase sua totalidade, apresentaram a coloração púrpura, fato que se deve a presença de aminoácidos na madeira bruta.

Assim, os trabalhos que descrevem a reação da ninidrina para a revelação de impressões digitais deixadas sobre superfície de madeira, certamente o fazem para madeiras tratadas com vernizes ou selantes, produtos capazes de criar uma película externa à madeira, impedindo o contato do reagente direto com a superfície natural.

Como este trabalho visa à demonstrar a viabilidade do uso da ninidrina em locais de crime, não houve dispêndio de tempo em outras análises laboratoriais sobre madeira, pois que seria necessário o tratamento das superfícies para a obtenção e medição dos resultados. Isto, em locais de delitos, não apresenta

viabilidade prática, pois não se sabe se as superfícies encontradas serão ou não resultado de tratamento com vernizes ou selantes, ou, se o for, qual o tratamento que tivera sido dado à madeira ali presente.

Todavia, demonstram os resultados obtidos que o perito criminal não encontrará impressões digitais em “madeira crua”, ou seja, não tratada com vernizes ou selantes.

5.3 Testes sobre Amostras de Parede de Alvenaria.

A maioria dos escritos científicos encontrados durante a revisão bibliográfica para a realização deste trabalho trata de experimentos em laboratório, todavia, a presente pesquisa tem entre seus objetivos levar os resultados laboratoriais para a aplicação prática do *método da ninidrina* em locais de crime, daí terem sido produzidas quinze amostras com superfícies iguais as das paredes de alvenaria utilizadas na construção civil brasileira para sobre elas serem depositadas as impressões digitais que se submeteram aos experimentos que serão descritos.

Do mesmo modo deu-se a escolha da distância de 20 cm entre o soprador térmico e a superfície das amostras com as impressões digitais coletadas para os testes, procedimento utilizado nos experimentos laboratoriais para aferir qual das velocidades do aparelho durante dois minutos de aquecimento produziria sobre as superfícies temperatura de aproximadamente 105,0 °C.

Considerando a utilização manual do soprador térmico, no local do crime, este trabalho demonstra que a distância aproximada de 20 cm produz resultados viáveis, evitando-se assim a dúvida do perito sobre o quanto deve aproximar o aparelho da impressão digital que pretende revelar e mais, padronizando de forma a não prejudicar a revelação pretendida.

Com essas considerações, sobre as quinze superfícies desenvolvidas para simular paredes de alvenaria, divididas em três conjuntos de cinco unidades, denominados *A*, *B* e *C*, foram depositadas impressões digitais *do doador 01*, todas de primeira deposição e com *TPD* de 3 s. Cada amostra recebeu quatro impressões

digitais, em sua maioria dos dedos polegares e indicadores, da mão direita e esquerda.

Seqüencialmente, a ninidrina foi aspergida sobre as impressões digitais depositadas nas amostras e aquecidas com uso do soprador térmico da marca *MAKITA*®, mantendo-se manualmente a distância mencionada acima por dois minutos de aquecimento.

5.3.1 Testes sobre amostras de parede de alvenaria do *Conjunto A*, cujas superfícies receberam pintura látex.

As cinco amostras do *Conjunto A*, identificadas como A_1 , A_2 , A_3 , A_4 e A_5 com suas superfícies acabadas em pintura látex, conforme descrito no subtítulo 4.5 e após o uso da metodologia anteriormente descrita, receberam cada, quatro impressões digitais de primeira deposição, em sua maioria dos dedos polegares e indicadores, todas do *doador 01*, respeitando-se *TPD* de 3 s. Para permitir que apenas impressões digitais de primeira deposição fossem coletadas, houve intervalo de seis horas entre cada coleta. Em cada amostra as impressões digitais depositadas foram numeradas de 1 a 4.

Em seguida à deposição das impressões digitais, a ninidrina foi aspergida sobre a superfície das amostras que então foram aquecidas com o soprador térmico por dois minutos, procurando-se manter manualmente a distância proposta de aproximadamente 20 cm entre a amostra e o aparelho, ligado na *velocidade 03* em “ar alto”.

As cinco amostras, contendo quatro impressões digitais em todas, apresentaram resultados de revelação visível, sendo que a amostra A_2 teve apenas três das quatro impressões depositadas reveladas e a amostra A_3 apenas duas. Assim, resultaram revelações visíveis em dezessete das vinte amostras coletadas, portando, oitenta e cinco por cento de resultados positivos na revelação através do *método da ninidrina*.

A Figura 41 mostra os resultados visíveis na amostra A_1 .

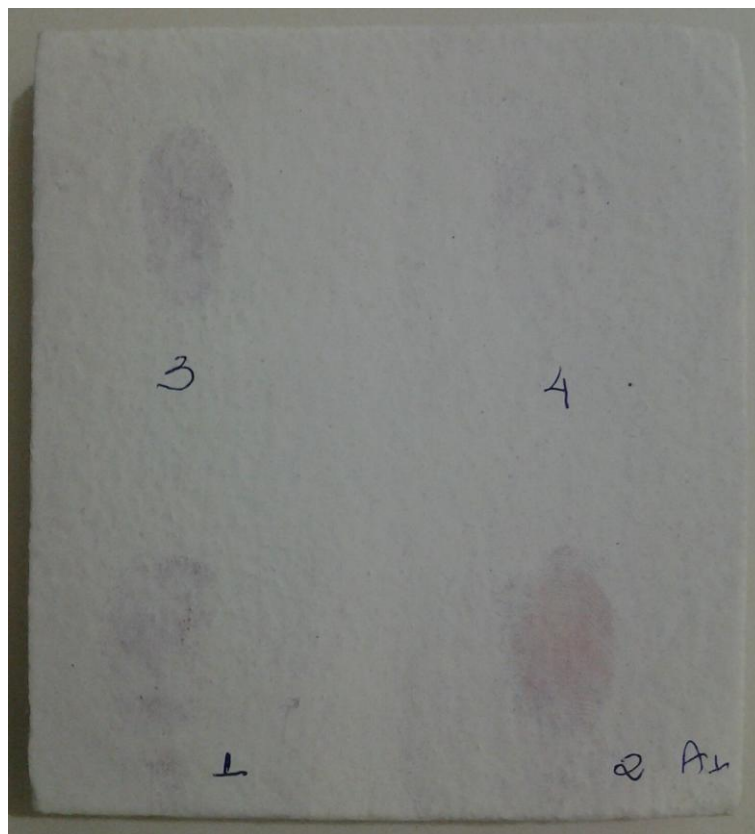


Figura 41: Amostra A_1 com superfície que simula parede de alvenaria e acabamento em reboco e pintura látex, contendo impressões digitais do *doador 01* reveladas através do *método da ninidrina* e com uso de soprador térmico.

5.3.2 Testes sobre amostras de parede de alvenaria do *Conjunto B*, cujas superfícies receberam acabamento de massa corrida PVA e posterior pintura látex.

As cinco amostras do *Conjunto B*, identificadas como B_1 , B_2 , B_3 , B_4 e B_5 com suas superfícies acabadas através de tratamento em massa corrida e pintura látex, conforme descrito no subtítulo 4.5, receberam cada, quatro impressões digitais de primeira deposição, todas do *doador 01*, respeitando-se *TPD* de 3 s e semelhante procedimento aplicado as amostras do *Conjunto A*. Em seguida à deposição das impressões digitais, a ninidrina foi aspergida sobre a superfície das amostras que então foram aquecidas repetindo-se o procedimento descrito para as amostras do conjunto anterior.

As cinco amostras, contendo quatro impressões digitais em todas, apresentaram resultados de revelação visível, sendo que a amostra B_4 teve duas

das quatro impressões depositadas reveladas e a amostra B₅ apenas outras duas. Assim, resultaram revelações visíveis em dezessete das vinte amostras coletadas, portando, oitenta e cinco por cento de resultados positivos na revelação através do *método da ninidrina*. A Figura 42 mostra os resultados visíveis na amostra B₁.

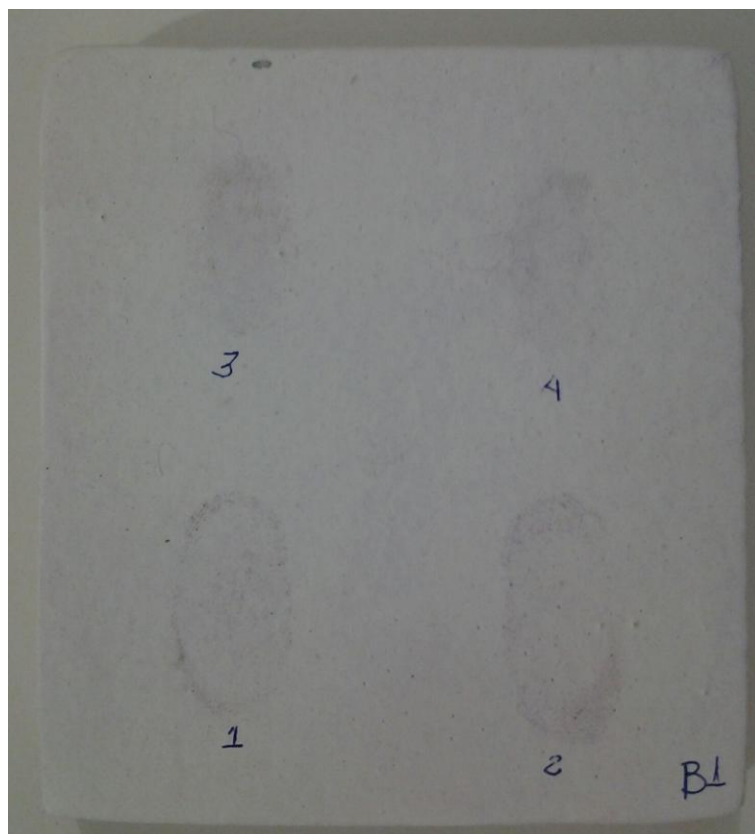


Figura 42: Amostra B₁ com superfície que simula parede de alvenaria com acabamento em reboco, massa corrida PVA e pintura o látex e contém impressões digitais do doador 01 reveladas através do *método da ninidrina* e com uso do soprador térmico.

5.3.3 Testes sobre amostras de parede de alvenaria do *Conjunto C*, cujas superfícies permaneceram com acabamento apenas em reboco, sem massa corrida ou pintura látex.

As cinco amostras do *Conjunto C*, identificadas como C₁, C₂, C₃, C₄ e C₅ permaneceram apenas com a camada de reboco comercial, não passando por tratamento com massa corrida ou pintura látex, buscando-se simular paredes

residenciais e comerciais sem pintura, muito comuns na construção civil brasileira, sobretudo em bairros de menor poder aquisitivo.

Percebendo-se que as superfícies destas amostras apresentavam bastante irregularidade e desprendimento constante de camada de pó, decorrente do reboco “cru”, todas foram lixadas duas vezes com o mesmo procedimento aplicado nos conjuntos de superfícies para amostras *A* e *B*, visando diminuir a excessiva porosidade superficial do reboco sem acabamento e após foram “varridas” com trincha dupla de cerdas suaves brancas, marca *Atlas*, referência 419/3, medindo uma polegada.

Realizados os experimentos conforme metodologia aplicada nos conjuntos *A* e *B*, nenhuma das cinco amostras do *Conjunto C* apresentou revelação visível em quaisquer das impressões digitais sobre elas depositadas, verificando-se assim que o *método da ninidrina* não foi eficaz para a revelação de impressões digitais deixadas sobre superfícies de paredes acabadas apenas com reboco, sem pintura.

Os experimentos mostraram que a tinta aplicada sobre as amostras que simulam parede de alvenaria diminui consideravelmente a irregularidade do reboco bem como produz uma camada contínua onde a impressão digital pode ser depositada. Já na parede de reboco “cru” as cristas papilares da epiderme não são reproduzidas quando do contato dos dedos com a superfície, pois as irregularidades do reboco não permitem a impressão de um desenho contínuo da digital.

Esta informação não foi encontrada em trabalhos anteriores, considerando a bibliografia pesquisada e torna-se útil para os peritos policiais não desperdarem tempo de trabalho na busca de impressões digitais em locais de crime sobre paredes acabadas em reboco e sem pintura.

Na Figura 43 vê-se a amostra *C₁* após ser aspergida a ninidrina e submetida a aquecimento pelo soprador térmico. Nenhuma das quatro impressões digitais depositadas apresentou revelação visível nesta e nem nas demais amostras do *Conjunto C*.



Figura 43: Amostra C_1 com superfície que simula parede de alvenaria com acabamento apenas em reboco contendo impressões digitais do *doador 01*. Não há revelação das impressões digitais submetidas a metodologia usada para os testes.

5.4. Verificação de Tempo de Permanência da Impressão Digital Visível, Revelada através do *Método da Ninidrina* sobre Amostras que Simulam Parede de Alvenaria.

Experimentos sobre amostras de papel cartolina foram realizados anteriormente neste trabalho para verificar o tempo de permanência de visibilidade da impressão digital após a revelação, através do *método da ninidrina*.

Conforme descrito no subtítulo 4.3 as amostras foram armazenadas em envelopes etiquetados e abertos um ano depois, quando então se verificou que parte daquelas que foram reveladas à temperatura de $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ mantinham-se ainda visíveis pela coloração púrpura presente.

Pretendendo-se também verificar o tempo de permanência de visibilidade da impressão digital revelada sobre a superfície de parede de alvenaria, as amostras

foram observadas seguidamente a realização das revelações cuja metodologia foi descrita.

Após espargir ninidrina e submeter as amostras a temperatura do soprador térmico, notam-se excelentes resultados na ação da ninidrina com os aminoácidos presentes nas impressões digitais depositadas, permitindo-se aferir a viabilidade do método para paredes acabadas em pintura látex, conforme demonstrado nas figuras anteriores, todavia nestas superfícies a duração de visibilidade da impressão digital latente revelada pelo *método da ninidrina* é diferente da duração em superfície de papel

No dia seguinte à realização dos testes, as amostras de parede de alvenaria começaram a apresentar uma coloração púrpura sobre toda a área que recebeu a ninidrina e dez dias depois, a extensão desta coloração púrpura sobre toda a amostra não mais permitia a visibilidade da impressão digital revelada.

Assim, para a revelação de impressões digitais sobre superfícies com reboco e acabadas em pintura látex, deve o perito criminal coletar a imagem obtida nas próximas horas após a revelação sob pena de dias depois não mais estar visível.

5.5. Melhoramento da Imagem da Impressão Digital Revelada em Locais de Crime com utilização de Software Livre Comparação com Banco de Dados Oficial, em Tempo Real.

Quando ocorre a revelação da impressão digital, a imagem obtida e capturada por câmera fotográfica pode não estar em condições ideais para servir como entrada de um classificador, sendo necessário um pré-processamento que consiga remover os ruídos encontrados, equalizar a imagem, filtrá-la e afiná-la para obter algoritmo de comparação. As técnicas mais utilizadas são a *binarização* e *esqueletização* (ZHANG, 1984, p.237).

A utilização de qualquer imagem como entrada para um classificador traz grandes possibilidades de dados irrelevantes, assim, é viável transformar os dados de entrada em outra representação, através da extração de características

relevantes, como as minúcias das impressões digitais. O tratamento da imagem é a etapa mais importante deste sistema. Ela visa a melhorar a qualidade da impressão digital revelada para que o *software* identifique as minúcias com maior precisão. Uma imagem de má qualidade acaba sendo prejudicial ao sistema, gerando muitos erros, como distorções na imagem e minúcias espúrias (FRONTHALER, 2008, p.357).

Ocorre que desenvolvimento tecnológico em larga escala ou mesmo inúmeros trabalhos científicos são realizados para o melhoramento de imagem em decorrência do interesse mercadológico, motivo pelo qual este trabalho não se dedica ao aprofundamento da pesquisa em desenvolvimento de *software* e utiliza *software* livre para demonstrar a viabilidade do melhoramento da impressão digital revelada no local do crime e imediato envio para a comparação com banco de dados governamentais.

Os resultados obtidos no melhoramento da imagem pelo uso do aplicativo *Photo Editor* são consideráveis. As superfícies de amostras de parede de alvenaria que apresentaram revelações favoráveis através do *método da ninidrina* teriam imagens consideradas de baixa qualidade quando capturadas com aparelhos fotográficos comuns e sem tratamento de imagem. No entanto, após a aplicação do efeito *Auto Tonalidade*, disponível de forma pré-programada no aplicativo mencionado sobre as imagens das impressões digitais depositadas na amostra *A1*, primeira do *Conjunto A*, descrito no capítulo *Materiais e Métodos*, no subtítulo 4.5, notaram-se resultados satisfatórios, conforme mostrados na Figura 44.

As fotografias da esquerda são aquelas obtidas por câmera fotográfica de alta resolução e as da direita resultantes do tratamento de imagem realizado pelo aplicativo. Nota-se o melhoramento na resolução e realce visível dos pontos característicos das impressões digitais.

A Figura 44 mostra os resultados do tratamento que o aplicativo fez nas imagens da amostra *B1*, primeira do *Conjunto B*, também descrito no capítulo *Materiais e Métodos*, no subtítulo 4.5. Novamente notam-se melhorias consideráveis.

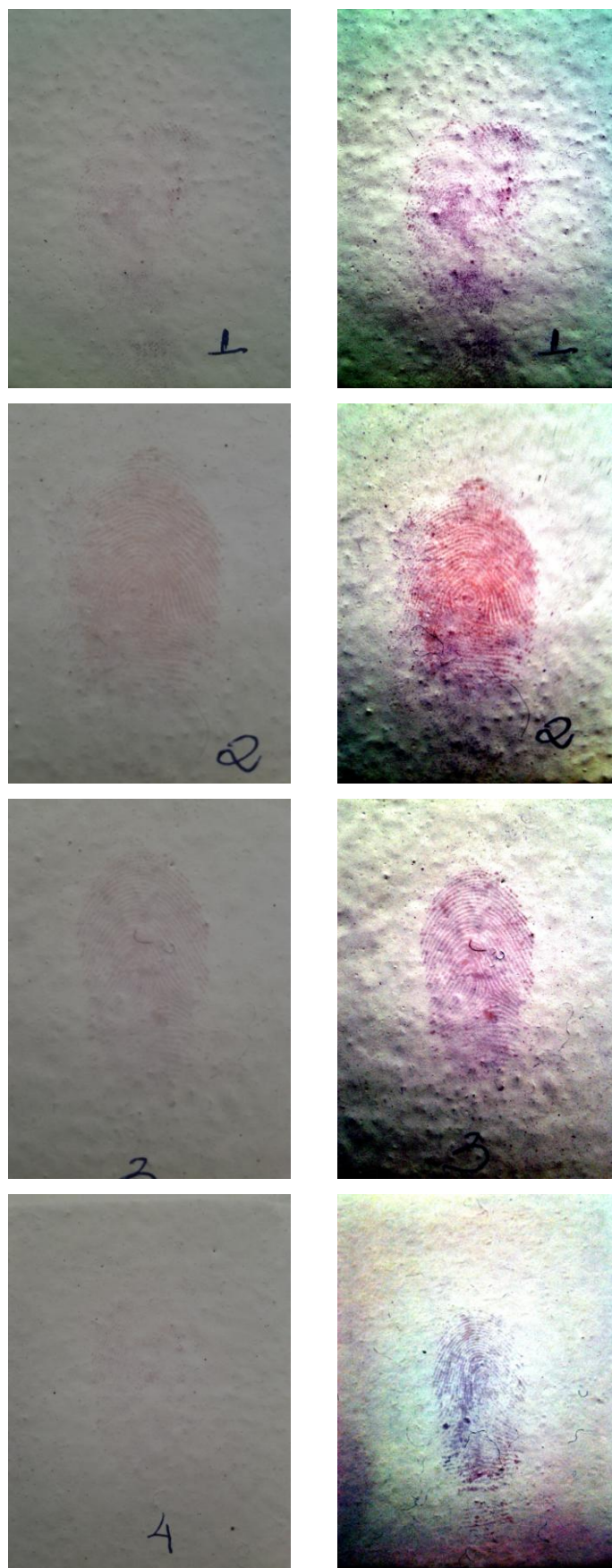


Figura 44: Impressões digitais reveladas através do método da ninidrina sobre amostras que simulam parede de alvenaria e fotografias com o aplicativo Photo Editor. As fotografias da esquerda mostram imagens originais e das direita, resultados após tratamento de imagem pelo próprio aplicativo.

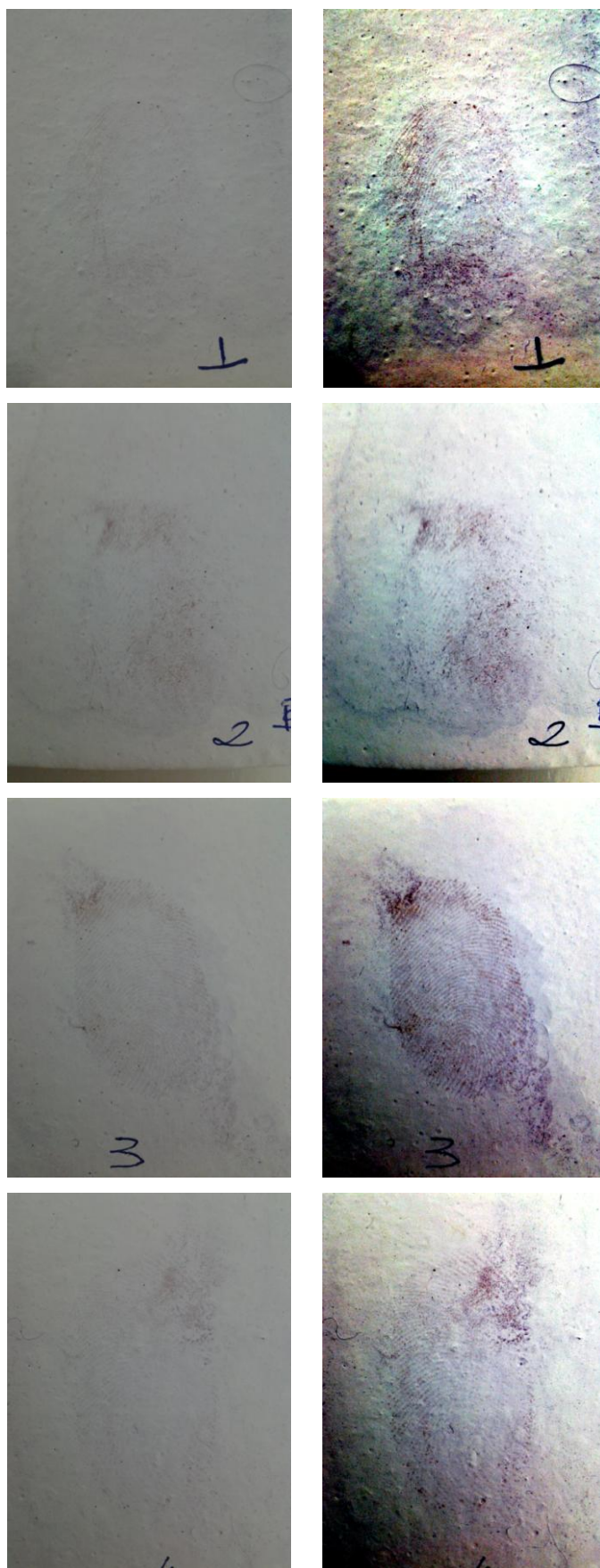


Figura 45: Impressões digitais reveladas através do método da ninidrina sobre amostras que simulam parede de alvenaria e fotografias com o aplicativo Photo Editor. As fotografias da esquerda mostram imagens originais e das direita, resultados após tratamento de imagem pelo próprio aplicativo.

6 CONCLUSÃO

A primeira contribuição desta pesquisa é o resultado quanto à presença de aminoácidos nas impressões digitais produzidas. É conhecido no trabalho pericial que o contato dos dedos com superfícies lisas deixam marcas das digitais humanas repetidas vezes, como por exemplo, sobre o vidro: basta encostar o dedo sobre o vidro por vezes seguido e observar que vão ficando impressos os desenhos da digital, através da gordura excretada pela pele.

Todavia, os experimentos realizados demonstraram que nem todas as impressões digitais depositadas em superfícies porosas podem ser reveladas através do *método da ninidrina*, pois esta reage com aminoácidos e estes estão presentes em quantidade suficiente para revelação naquelas impressões digitais resultantes das primeiras deposições, apenas. Mesmo que a gordura excretada através da pele permita seguidamente o decalque das impressões digitais, visíveis por várias vezes naquelas superfícies lisas, haverá presença considerável de aminoácidos somente nas digitais resultantes das primeiras deposições. Desta forma, os peritos policiais devem utilizar a ninidrina visando impressões digitais deixadas nas superfícies porosas onde provavelmente ocorreu o primeiro contato da mão do suspeito no local do crime: geralmente a entrada do imóvel, o muro escalado, o local do arrombamento, etc.

Esta conclusão derivou da observação de que em todas as temperaturas estudadas, as impressões digitais coletadas não guardaram proporção lógica de resultados para diferentes tempos de deposição *versus* permanência em estufa, mas que resultados melhores foram vistos apenas naquelas que provinham do primeiro contato dos dedos do doador com a superfície da amostra qualquer que fosse o tempo de pressão dos dedos sobre a amostra e de permanência destas em aquecimento na estufa.

A segunda contribuição científica desta pesquisa está em que impressões digitais podem ser reveladas em locais de crime, através do *método da ninidrina*, meses depois da ação criminosa já que amostras em papel cartolina coletadas de vinte doadores diferentes foram armazenadas e reveladas com ninidrina somente

nove meses depois da data em que foram coletadas. Embora a literatura analisada afirme possibilidade de revelação anos depois da deposição, não são encontrados trabalhos específicos na literatura com impressões digitais deixadas em locais de crime que demonstrassem a viabilidade do uso da ninidrina tempos após o acontecimento do evento criminoso.

Não obstante, verificou-se também que somente aquelas impressões reveladas com ninidrina à temperatura de $105,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ foram as que ainda se mantiveram visíveis na superfície de papel cartolina quase um ano após a revelação, podendo-se daí dizer que esta temperatura é melhor para os trabalhos periciais envolvendo a ninidrina e revelação de impressões digitais.

Realizados os testes em superfície de madeira, nova contribuição resultou deste trabalho para o conhecimento da viabilidade do *método da ninidrina* na revelação de impressões digitais latentes, pois permitiu verificar que a ninidrina, após ser espargida, reage com toda a superfície da madeira, ante a provável presença do grupo amina em sua constituição natural, motivo pelo qual a coloração púrpura acontece sobre toda a área, impedindo que a impressão digital seja visível.

Desta forma, embora a bibliografia pesquisada informe a possibilidade da revelação de impressões digitais sobre madeira, isto somente acontecerá se a superfície for tratada com vernizes ou selantes para madeira e não sobre madeira “crua”, conhecimento este que reflete no trabalho do perito criminal, pois, não despenderá seu trabalho em busca da revelação de impressões digitais em madeiras “cruas” deixadas nos locais de crime.

A parede de alvenaria, bastante comum na construção civil brasileira, foi a última superfície submetida a experimentos na presente pesquisa e considerando que uma das propostas deste trabalho é a aplicação dos conhecimentos obtidos nas pesquisas laboratoriais diretamente nos locais de crime, foram produzidas superfícies com reboco comercial, com e sem pintura látex, buscando simular as paredes residenciais e comerciais comumente encontradas em sítios criminosos.

Testes realizados sobre tais superfícies mostraram que o método da ninidrina é eficaz em paredes de alvenaria. Para que a revelação ocorra, basta que o Perito Criminal faça a aspensão da ninidrina na região da parede onde pretende encontrar a impressão digital latente e com um soprador térmico, nesta pesquisa

demonstrou-se com o uso do aparelho *MAKITA*®, aqueça o local. Em dois minutos as impressões digitais mostram-se reveladas.

No entanto, como mais uma contribuição científica não descrita na bibliografia pesquisada, os experimentos sobre parede de reboco “cru”, sem pintura, mostraram a inviabilidade do uso da ninidrina. Tais superfícies apresentam irregularidades muito acentuadas e não comportam a deposição da impressão digital, quando do contato dos dedos, de maneira que permita o “desenho” necessário para a extração de minúcias e comparação. Mais uma vez, verifica-se que o Perito Criminal não revelará impressões digitais através do *método da ninidrina* em paredes acabadas apenas em reboco, sem pintura.

O desenvolvimento desta pesquisa se deu para a utilização do *método da ninidrina* na revelação de impressões digitais em superfícies porosas, em locais de crime, conforme demonstrado. No entanto, aquelas impressões digitais reveladas, seja através do *método da ninidrina* ou outro como a técnica de pós em superfícies lisas, são hoje fotografadas e posteriormente incluídas em laudo pericial. Somente depois, encaminhadas ao *I.I.R.G.D* para a comparação e possível levantamento da identificação correspondente.

Este “caminho” que percorre meses não faz sentido prático ante o momento tecnológico atual. Não se justifica tecnologicamente que as forças policiais esperem meses para obter a comparação de identidade de um criminoso que teve sua impressão digital coletada em sítio criminoso.

Nesta perspectiva, realizados os trabalhos e experimentos envolvendo a eficácia da reação da ninidrina, este trabalho lança as bases para a efetiva identificação do criminoso em tempo real, ou seja, logo após o cometimento do crime. Esta possibilidade faz parte de estudos que se iniciaram como continuidade desta dissertação e que estão sendo desenvolvidos, com resultados iniciais já apresentados, que renderam a publicação internacional do artigo *“BIOINFORMATICS APPLIED TO PUBLIC SAFETY: IMPROVING FINGERPRINT REVELATION LEFT IN CRIME SCENES TO CRIMINAL IDENTIFICATION IN REAL TIME”* e apresentação na *“The 2012 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC 2012)”* no dia 17 de outubro de 2012 em Seul, na Coreia, mostrado no anexo IV.

Assim observado, com a chegada da equipe de perícia policial ao local do crime e a revelação das impressões digitais ali depositadas, tanto em superfícies lisas através de técnica de pós, ou em superfícies porosas, como parede, por exemplo, é possível ao Perito enviar imediatamente a imagem obtida para banco de dados do Governo Brasileiro, ainda do local do crime, e com os recursos tecnológicos já existentes, obter, em pouco tempo, identificação do autor do delito, necessitando apenas de um *Tablet* para captura da imagem, envio e recebimento da identificação, obtida via GPRS, dentro da proposta esquematizada na Figura 46.



Figura 46: Fluxo de Captura, Processamento e Identificação.
(Imagens construídas com figuras disponíveis na internet, para demonstrar a obtenção da autoria de suspeito em tempo real.

Conclui-se que estudos para o desenvolvimento de conhecimento científico biotecnológico voltado para o enfrentamento da criminalidade pode colocar o Brasil, no tocante à Segurança Pública, dentro dos padrões mundiais de eficiência e respeito aos Direitos Humanos no combate ao crime.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMOG, J. **Advances in Fingerprint Technology**, In Advances in Fingerprints Technology. Second Edition. Edited by Henry C. Lee and R.E.Gaensslen. CRC Press. London, 2001.

ARAÚJO, M. E. C. **Datilosopia: a determinação dos dedos**. Brasília: L. Pasquali, 2006.

ARRAIS, C. J. C. **A Tecnologia de Reconhecimento Biométrico e sua aplicação no combate à criminalidade**. 2010. Artigo. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.criminalweb.kit.net/artigo1.html>, pesquisado em 30/12/2011 as 11h33.

BARBARO, A.; CORMACI, P.; TEATINO, A.; LA MARCA, A; BARBARO, A. **Anonymous letters? DNA and fingerprints Technologies combined to solve a case**. In: FORENSIC SCIENCE INTERNATIONAL. v.146S. Amsterdã: Elsevier, 2004. p. S.133-S134.

CALAZANS, C. H.; SANDRA, M. **Ciência Forense: das Origens à Ciência Forense Computacional**. Escola Politécnica. São Paulo. Disponível em: http://www.truzzi.com.br/blog/wp-content/uploads/2010/07/Monografia_CienciaForense.pdf. Consulta em 20/12/2010 as 13h00.

CARACELLI, I.; Zukerman-Schpector, J. **Introdução à Biofísica Estrutural** - ISBN: 978-85-7600-065-5 - 2a.reimpressao. 2a. ed. EdUFSCar, 2010. v. 1. 71 p.

CHEMELLO, E. **Ciência Forense: impressões digitais**. 2006. Disponível em http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2006dez_forense1.pdf. Consulta em 23/12/2010, as 21h30

COSTA, K. M. **Investigações de Plataformas Computacionais para Identificação de Impressão Digital**. Monografia apresentada ao curso de Ciência da Computação da Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

CROXTON, R. *et al.* **Variation in amino acid and lipid composition of latente fingerprints**. Forensic Science International 199, 93-102. Elsevier, 2010.

DEPARTAMENTO DE POLICIA FEDERAL. **Manual de Técnicas de Papiloscopia**. Brasília: Serviço Gráfico do DFP, 2004.

ENHANCING FINGERPRINTS WITH NINYDRIN. Disponível em:
<http://forensics4fiction.wordpress.com/>. Pesquisado em

FARIAS, R. F. **Introdução à Química Forense**. 2^oed. Editora Átomo, Campinas-SP, 2010.

FIGINI, A. R. L.; SILVA, J. R. L.; JOBIM, L. F.; SILVA, M. **Identificação Humana**. 2^oed. Millennium Editora. Campinas, 2003. 416p.

FISHER, B. A. J. **Techniques of crime scene investigation**. 5^o ed. New York: Elsevier; 1992.

FRANSCISCO, W. E.; WELINGTON. **Proteínas: Hidrólise, Precipitação e um Tema para o Ensino de Química**. Revista Química Nova na Escola. USP. Volume 24, p.12-16. 2006.

FRIEDMAN, M. **Applications of the Ninhydrin Reaction for Analysis of Amino Acids, Peptides, and Proteins to Agricultural and Biomedical Sciences**. Journal of Agricultural and food chemistry. 2004. ACS Publications.

FRONTHALER, H.; KOLLREIDER, K.; BIGUN, J. “**Local features for enhancement and minutiae extraction in fingerprints**” IEEE Transactions on Image Processing, vol. 17, no. 3, pp. 354–363, 2008

GORDON, W.; D. O’Connor. **The thermal visualisation of latent fingermarks on metallic surfaces**. **Forensic Science International**. Volume 204, Issues 1–3, 30 January 2011, Pages 88–96.

HADORN, B. *et al.* **Free Amino-acids in Human Sweat from Different Parts of the Body**. Nature 215, 416-417 (22 July 1967) doi 10.1038/215416a0.

JESÚS, L. M. **Queiloscopia: importancia de las huellas labials em la identificación** (monografia online). Madrid: Universidade Complutense de Madrid; 2004. Disponível em: www.ucm.es/tesina/queiloscopia.html. pesquisado em 15/01/2011 as 18h53.

JÚNIOR, G.D.S.T. **A Papiloscopia Nos Locais de Crime**: Dactiloscopia, Quiroscopia, Podoscopia. São Paulo: Editora Ícone, 1991.

KAZIENKO, J. F. **Assinatura Digital de Documentos Eletrônicos Através da Impressão Digital**. Dissertação de mestrado. UFSC. Florianópolis, 2003.

LEHNINGER, A. L. **Princípios de bioquímica**. 2.ed. São Paulo: Savier, 1995. 74-114p.

PITKETHLY, M. "**Nanotechnology and forensics**", *Materials Today* 12 (2009) 6.

MOORE, S.; STEIN, W. "**A modified ninhydrin reagent for the photometric determination of amino acids and related compounds**". *Journal Biol. Chem.*, 2011: 907,1954.

MOORE, S.; STEIN, W.H. **Photometric ninhydrin method for use in chromatography of amino acids**. *Journal of Biological Chemistry*, v.176, p.367-388, 1948.

ODEN, S.; HOFSTEN, B., "**Detection of Fingerprints by the Ninhydrin Reaction**," *Nature*, Vol. 173, Part 1, No. 4401, 6 March 1954, pp. 449-450.

OLIVEIRA, D. B. **Determinação de Aminoácidos Totais em Amostras de Plantas Empregando Multicomutação**. Dissertação de Mestrado, UFSCAR, 2005.

OLIVEIRA, L. J. **Comparando a detecção de poros em impressões digitais nas resoluções de 500dpi e 1000dpi**. Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2009.

PERANDEA, C. A. **Datilocopia**. 1ªed. Londrina-PR, 2006.

PEIXOTO, A. S. R. **Filmes finos e Revelação de Impressões Digitais Latentes**. *Ciência e Tecnologia dos Materiais*, vol. 22, nº1/2, 2010

RAIMANN, P. E. PINHEIRO; Luciana Brum **Extração de DNA em Impressões Digitais já reveladas com Carbonato de Chumbo II, Óxido de Ferro II e Ninidrina**. Seção de Perícias Gerais. Instituto Geral de Perícias da SSP de Porto Alegre, 2010.

RABELLO, E. **Curso de Criminalística**. Rua João Alfredo, 448 - Cidade Baixa – Porto Alegre/RS: Sagra- DC Luzzatto, 1996.

RAMOTOWSKI, R. S. **Composition of Latent Print Residue**. In *Advances in Fingerprints Technology*. Second Edition. Edited by Henry C. Lee and R.E.Gaensslen. CRC Press. London, 2001.

SEIXAS, R.S.G. **Síntese de Péptidos Antibióticos de Origem Natural**. Seminário em Síntese Orgânica. Faculdade de Ciências de Porto, Universidade de Porto, 2005.

SILVEIRA, A. R. *et al.* **TALIDOMIDA: Um fantasma do Passado – Esperança do Futuro.** Revista Virtual de Iniciação Acadêmica da UFPA. Disponível em [HTTP://www.ufpa.br/revistaic](http://www.ufpa.br/revistaic). Vol 1,nº2, Julho 2001, p.1-15.

SOBRINHO, M. S. **A Identificação Criminal.** 1º Ed. Editora Revista dos Tribunais. São Paulo, 2003.

THE HISTORY OF FINGERPRINTS. Disponível em: <http://onin.com/fp/fphistory.html>. Pesquisado em 15/07/2011 as 15h08

TOCHETTO, D., *et al.* **Identificação Humana.** 1º. ed. Proto Alegre/RS: Editora Sagra Luzzatto, 1999.

TOSATO, M. G. **Análise dos Constituintes da Pele Humana Sob Efeitos de Cosmecêuticos por Espectroscopia Raman.** 2010. 105 f. Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento. Universidade do Vale do Paraíba.

TRINDADE, W. G. S. **O Papiloscopista e o Serviço Público Prestado no Estado do Pará Diante da informatização de 1984 a 2007.** Monografia apresentada em Curso de Pós-graduação Lato Sensu na Universidade Federal do Pará.

VARIGNY, H. **Les empreintes digitales d'après Galton.** Revue Scientifique. 47. 1891.

VIEIRA, M. N. Nas linhas dos dedos. **O Liberal**, Belém, 14 dez. 1997. Troppo, p.96. 24-27. Disponível em [HTTP://www.monografias.com/trabajos16/criminalistica/criminlista.shtml](http://www.monografias.com/trabajos16/criminalistica/criminlista.shtml). Acesso em 15/09/2011.

VUCETICH, J. **Dactiloscopia Comparada.** La Plata: Establecimiento Tipogr. Jacobo Pruser, 1904.

www.polcientifica.sp.gov.br. Pesquisado em 22/12/2011 as 09h00)

VOET, D.; VOET, J. G. **Bioquímica.** 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

ZHANG, T. Y.; SUEN, C. Y. **A Fast Parallel Algorithm for Thinning Digital Patterns.** 1984. Magazine Communications of the ACM CACM Homepage archive, Volume 27 Issue 3, March 1984, Pages 236 – 239, York, NY, USA

ANEXO I

FICHA TÉCNICA DA NINIDRINA

Page 1 of 5

Wednesday, November 16, 2011

MSDS - Material Safety Data Sheet

Product Name: Ninhydrin Spray

MSDS No.: 201C-202C

I. Basic Information:

Manufacturer: Sirchie Finger Print Laboratories

Address: 100 Hunter Place

City, ST Zip: Youngsville, NC 27596

Country: USA

Contact: Tech Support

Information Telephone Number: 919-554-2244

Emergency Contact: ChemTrec

Emergency Telephone Number: 800-424-9300

Emergency Restrictions:

Product Name: Ninhydrin Spray

MSDS No.: 201C-202C

Issue Date: 10/17/2011

Supersedes Date: Not Available

II. Hazards Identification:

EMERGENCY OVERVIEW

CONTENTS EXTREMELY FLAMMABLE AND UNDER PRESSURE. AVOID CONTACT WITH SKIN AND EYES. VAPOR HARMFUL. INTENTIONAL MISUSE BY DELIBERATELY CONCENTRATING AND INHALING THE CONTENTS MAY BE HARMFUL OR FATAL.

POTENTIAL HEALTH EFFECTS:

SKIN: Frequent or prolonged contact can result in defatting and drying of the skin which may result in skin irritation and dermatitis (rash).

EYE: Liquid or vapors may cause redness, burning, tearing, swelling and/or pain.

INGESTION: Due to being an aerosol, product does not lend itself to ingestion. Should ingestion occur, it may cause irritation to membranes of the mouth, throat and gastrointestinal tract, resulting in vomiting and/or cramps.

INHALATION: Prolonged or repeated exposure is anesthetic. May cause irritation of the respiratory tract, or acute nervous system depression characterized by headache, dizziness, staggering gait, or confusion.

MEDICAL CONDITIONS AGGRAVATED: Skin contact may aggravate an existing dermatitis. Other conditions unknown.

CARCINOGEN DATA: None of the ingredients in this product are listed with OSHA, IARC or NTP as being carcinogenic.

"Empty" containers may contain product residue and may be dangerous. Empty containers should be completely drained and bunged and then disposed of according to local, state and federal regulations

OSHA Regulatory Status

This material is considered hazardous by the OSHA Hazard Communication Standard (29 CFR 1910.1200).

Potential Health Effects

Route(s) of Entry:

INGESTION: Unlikely due to being in aerosol form. Should ingestion occur, do not induce vomiting! Drink a glass of water or milk to dilute. Call a physician or poison control center immediately. Never give anything by mouth to an unconscious person.

EYE: Immediately flush with plenty of clear water for at least 15 minutes. Make sure to flush eyelids. Consult a physician for definitive treatment.

SKIN: Remove with soap and water. Continue flushing with water for several minutes. Use skin cream to counter resulting dryness. Consult a physician if irritation continues or if large area of skin is affected.

INHALATION: Remove to fresh air. If not breathing, give artificial respiration. If breathing is difficult, give oxygen. Seek medical attention if symptoms persist or if unconscious.

Health Hazards (Acute and Chronic):

See Emergency Overview above.

Signs and Symptoms:

Headache, dizziness, staggering gait, unconsciousness.

Medical Conditions Generally Aggravated by Exposure:

Dermatitis

Other Health Warnings:

None specified

Potential Environmental Effects

Prevent from entering sewers or waterways. May be harmful to some aquatic life.

MSDS - Material Safety Data Sheet**Product Name: Ninhydrin Spray**

MSDS No.: 201C-202C

III. Composition/Information on Ingredients:

Chemical Name	CAS No.	% Range	Trade Secret
2,2-Dihydroxyindane-1,3-dione (Ninhydrin)	485472	Trace	
Ethanol	64175	10-15	
Ethyl acetate	141786	10-15	
Liquefied petroleum gas (LPG)	68476857	50-55	
Xylene	1330207	20-25	

IV. First Aid Measures:**Emergency and First Aid Procedures:**

Inhalation: Remove to fresh air immediately. If not breathing, give artificial respiration. If breathing is difficult, give oxygen (To be administered by qualified medical personnel only!) Keep victim warm and quiet. Get medical attention.

Ingestion: DO NOT induce vomiting. If victim is conscious and alert, give 2-4 cups of water. (Never give anything by mouth to an unconscious person!) Get medical attention immediately.

Skin: Flush skin with plenty of soap and water for at least 15 minutes. Remove contaminated clothing. Seek medical attention.

Eyes: Flush eyes with plenty of water for at least 15 minutes, occasionally lifting the upper and lower lids. Do not allow victim to rub or keep eyes closed. Get medical aid immediately.

Note to Physicians:

None specified

V. Fire Fighting Measures:**Suitable Extinguishing Media:**

For warehouse and storage conditions, use NFPA Class B extinguishes (CO₂, dry chemical or universal aqueous film forming foam.)

Unsuitable Extinguishing Media:

Use water spray to cool containers for containers can rupture violently from heat-developed pressure.

Products of Combustion:

Contents under pressure. In addition, when liquid or vapor forms comes into contact with flames or red hot metal, products of combustion will be created. Firemen should wear self-contained breathing apparatus.

Protection of Firefighters:

Wear normal turnout gear.

VI. Accidental Release Measures:**Personal Precautions:**

Safety goggles, gloves, vapor respirator, protective clothing

Environmental Precautions:

Prevent from entering sewers or waterways. May be harmful to some aquatic life.

Methods for Containment:

CONTAINMENT PROCEDURES: Product is an aerosol, therefore spills and leaks are unlikely. In case of rupture, released content should be contained as any other solvent spill.

Methods for Cleanup:

SPILL CLEANUP: Spills from aerosol cans are unlikely and are generally of small volume. Large spills are therefore not normally a problem. In case of actual rupture, avoid breathing vapors and ventilate area well. Remove all sources of ignition and use non-sparking equipment. Soak up material with inert absorbent and place in safety containers for proper disposal.

SPECIAL INSTRUCTIONS: Aerosol products represent a limited hazard and will not spill or leak unless ruptured. In case of rupture, contents are generally evacuated from the can rapidly. Area should be ventilated immediately and continuous ventilation provided until all fumes and vapors have been removed. Aerosol cans should never be incinerated or burned. See Section 13 for disposal considerations.

Other Information:

REPORTING REQUIREMENTS: Spills due to rupture of a single aerosol are generally below any regulatory reporting requirements. However, if larger spills somehow result, the reporting requirements of the EPA and other local, state and federal agencies should be observed.

MSDS - Material Safety Data Sheet**Product Name: Ninhydrin Spray**

MSDS No.: 201C-202C

VII. Handling and Storage:**Handling Precautions:**

Avoid prolonged or repeated skin contact. Avoid breathing vapors. Store in area below 120 degrees F. Do Not incinerate (burn) containers. Assure can is in a secure place to prevent knocking over and accidental rupture. Always replace overcap when not in use. For storage of pallet quantities, compliance with ANSI/NFPA 30B is recommended.

Storage Precautions:

Store with flammable materials

VIII. Exposure Controls/Personal Protection:

Chemical Name	OSHA PEL	ACGIH TLV	Other Limits
2,2-Dihydroxyindane-1,3-dione (Ninhydrin)	NE	NE	255 C
Liquefied petroleum gas (LPG)	1,000 ppm	1,000 ppm	Not Available
Xylene	100 ppm	100 ppm	81 F
Ethyl acetate	400 ppm	400 ppm	24 F
Ethanol	1,000 ppm	1,000 ppm	57 F

Engineering Controls:

ENGINEERING CONTROLS: General ventilation (typically 10 air changes per hour) should be used. Ventilation rates should be matched to conditions. Local exhaust ventilation or an enclosed handling system may be needed to control air contamination below that of the lowest TLV/PEL rated ingredient from Section 2.

EXPOSURE GUIDELINE: Since this product is a mixture, an OSHA or ACGIH exposure value is not available. In determination of any exposure procedures, protection or testing, use the lowest rated ingredient in Section 2.

Personal Protective Equipment:

EYE PROTECTION: Safety glasses with side shields are recommended as a minimum for any type of industrial chemical handling. Where eye contact could occur, chemical splash proof goggles are recommended.

SKIN PROTECTION: For brief contact, no precautions other than clean body-covering clothing should be needed. When prolonged or repeated contact could occur, use protective clothing such as Sol-Vex gloves or other clothing impervious to the ingredients listed in Section 2.

Respiratory Protection: Atmospheric levels should be maintained below the exposure guideline. Where respiratory protection is required an appropriate NIOSH approved respirator for organic vapor should be worn. If respirators are needed, assure compliance with OSHA standard 29 CFR 1910.134

IX. Physical and Chemical Properties:

Boiling Point: < 0 F.

Boiling Range: Not Available

Solubility In Water: Negligible

Flash Point: < 0 F

Odor Threshold: Not Available

Vapor Density (AIR = 1): Above 1.0

pH Range: Not Available

Decomposition Temp: Not Available

Lower Explosive Limit: No Data

Specific Gravity (H2O = 1): Not Available

Other Information: Not Available

Melting Point: Unkn

Freezing Point: Not Available

Evaporation Rate (Butyl Acetate = 1): Unkn

Flash Point Method: Not Available

Appearance and Odor: Clear Liquid, Solvent odor

Vapor Pressure (mm Hg.): No Data

Partition Coefficient: Not Available

Auto-Ignition Temp: Not Available

Upper Explosive Limit: No Data

X. Stability and Reactivity:**Stability:**

Stable

Conditions to Avoid:

None specified

MSDS - Material Safety Data Sheet**Product Name: Ninhydrin Spray**

MSDS No.: 201C-202C

Incompatible Materials:

Heat, sparks, flame, red hot metal, strong oxidizing materials.

Hazardous Decomposition Products:

Oxides of Carbon

Possibility of Hazardous Reactions:

Will not occur

XI. Toxicological Information:

ACUTE ORAL LD50: Xylene >4 g/kg (rat), Ethyl Acetate >5 g/kg (rat)
ACUTE DERMAL LD50: Xylene >3 ml/kg (rabbit), Ethyl Acetate >20 ml/kg (rabbit)
ACUTE INHALATION LC50: Liquefied Petroleum Gas 57.42% v/v (mice), Xylene 7600 ppm/4H (rat), Ethyl Acetate .8000 ppm/4H (rat)

XII. Ecological Information:

Prevent from entering sewers or waterways. May be harmful to some aquatic life.

XIII. Disposal Considerations:

An aerosol container that does not contain a significant amount of liquid would meet the definition of scrap metal (40CFR 261.1 (c)(6)), and would be exempt from RCRA regulation under 40 CFR 261.6(a)(3)(iv) if it is to be recycled. If containers are not recycled they must be managed under all applicable RCRA and state regulations.

"Empty" containers may contain product residue and may be dangerous. Empty containers should be completely drained and bunged and then disposed of according to local, state and federal regulations.

XIV. Transport Information:

Shipping Name: Consumer commodity

DOT Hazard Class: ORM-D

DOT Subsidiary Hazard Class: Not Available

UN/NA#: Not Available

Packing Group: Not Available

Transportation Information:

IATA:

Shipping name: Aerosols, flammable, toxic, containing substances in Div. 6.1, Packing Group III

Hazard class: 2.1

Sub-Class: 6.1

UN no.: 1950

Packing group:

Flammable gas

XV. Regulatory Information:

TOXIC SUBSTANCES CONTROL ACT: All of the ingredients in this product are on the TSCA inventory.

SARA TITLE III, SECTION 313: The following ingredients are subject to the reporting requirements of section 313 of Title III of the Superfund Amendments and Reauthorization Act of 1986 and 40CFR Part 372: Xylene (20.0%)

CLEAN AIR ACT (caa): The following ingredients appear on the CWA List of Hazardous Substances (40 CFR 116.4): Xylene

CALIFORNIA PROPOSITION 65: The following ingredients appear on the Proposition 65 list: None.

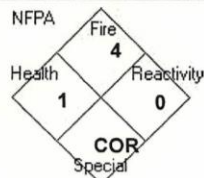
CANADIAN WORKPLACE HAZARDOUS MATERIALS INFORMATION SYSTEMS (WHMIS): The following ingredients are listed: LPG, Xylene, Ethyl Acetate, Ethanol.

MSDS - Material Safety Data Sheet**Product Name: Ninhydrin Spray**

MSDS No.: 201C-202C

XVI. Other Information:Chemical State: Liquid Gas SolidChemical Type: Pure Mixture

Hazard Category:

 Acute Chronic Fire Pressure Reactive**Additional Manufacturer Warnings:**

Using this product under normal, properly instructed procedures should not be hazardous.

1	Health
4	Flammability
0	Physical Hazard
G	Pers. Protection

Additional Product Information:

The information above is believed to be accurate and represents the best information currently available to us. However, we make no warranty of merchantability or any other warranty, expressed or implied, with respect to such information, and we assume no liability resulting from its use. Users should make their own investigation to determine the suitability of the information for their particular purposes.

ANEXO II

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Manoel Geralcino Alves, aluno do Curso de Mestrado em Biotecnologia da Universidade Federal de São Carlos estou desenvolvendo, juntamente com meus coordenadores, um estudo sobre a utilização do *método da ninidrina* na revelação de impressões digitais latentes depositadas em superfícies porosas, encontradas em locais de crime.

Uma razão importante para realizar esta pesquisa é que no Brasil os investimentos em biotecnologia voltados para a Segurança Pública são inexpressivos e a quantidade de crimes que não são esclarecidos por falta de desenvolvimento científico é grande e, considerando que muitas impressões digitais são depositadas nos locais de infrações penais por seus autores a observação e o desenvolvimento de técnicas de revelação tem grande utilidade prática.

Desta forma, sua participação voluntária neste estudo, através do fornecimento de duas de suas impressões digitais sobre amostras de papel cartolina, para os testes, visa alcançar os seguintes objetivos: verificar a viabilidade do *método da ninidrina*; confirmar, em pesquisas laboratoriais, os resultados já obtidos na revelação das impressões digitais realizadas e imprimir critério científico aos testes, oriundo da repetição entre doadores de diversas idades, sexo, peso e altura.

O benefício maior de sua participação será o de nos auxiliar no desenvolvimento da técnica, buscando melhoria na Segurança Pública brasileira.

O Sr.(a) não terá nenhuma despesa para participar da pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li,

Assinatura do doador

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária do doador acima subscrito, duas amostras de impressões digitais sobre papel cartolina, para a participação neste estudo.

Assinatura do Mestrando

UFSCar
Universidade Federal de São Carlos
Rodovia Washington Luís, km 235 - SP-310
São Carlos - São Paulo - Brasil
CEP 13565-905
Telefone: (16) 3351-8111 (PABX)
Fax: (16) 3361-2081

ANEXO II-A
RELAÇÃO DE DOADORES DE AMOSTRAS DE IMPRESSÕES DIGITAIS PARA
AS ANÁLISES LABORATORIAIS

DOADOR	IDADE	ALTURA	PESO
01	36 anos	1,78 m	87 kg
02	22 anos	1,75 m	83 kg
03	27 anos	1,78 m	76 kg
04	18 anos	1,65 m	48 kg
05	31 anos	1,80 m	110 kg
06	48 anos	1,55 m	56 kg
07	27 anos	1,76 m	79 kg
08	18 anos	1,80 m	110 kg
09	26 anos	1,60 m	54 kg
10	26 anos	1,38 m	48 kg
11	32 anos	1,57 m	60 kg
12	33 anos	1,65 m	50 kg
13	42 anos	1,63 m	40 kg
14	38 anos	1,64 m	45 kg
15	19 anos	1,72 m	60 kg
16	19 anos	1,80 m	95 kg
17	24 anos	1,78 m	62 kg
18	58 anos	1,70 m	70 kg
19	39 anos	1,73 m	105 kg
20	18 anos	1,80 m	110 kg
21	18 anos	1,66 m	60 kg

ANEXO III
MODELO DE LAUDO PERICIAL COMPARANDO IMPRESSÕES DIGITAIS
DEIXADAS EM LOCAL DE CRIME

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA
POLÍCIA CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO
DELEGACIA DE POLÍCIA DE _____ SP
SETOR DE PAPILOSCOPIA

LAUDO PAPILOSCÓPICO

LAUDO N° 03/97
B.O. N° 1.558/97. _____

NATUREZA: SEQUESTRO
LOCAL: PARQUE RESID. _____
DATA: 28 DE AGOSTO 1.997
HORA: 00:20 Hrs.
VITIMAS: _____ e _____
REQUERENTE: _____

RELATOR: JOSÉ EDUARDO MARCIÇO
PAPILOSCOPISTA POLICIAL

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA
POLÍCIA CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO
DELEGACIA DE POLÍCIA DE _____ SP
SETOR DE PAPILOSCOPIA

Aos vinte e oito dias do mês de agosto de 1.997, nesta cidade de _____ SP, foram designados pelo Delegado de Polícia, titular do Município, Dr. _____, o Papiloscopista Policial José Eduardo Marcico e o segundo Signatário a fim de procederem pericia em um veículo VW Voyage, cor azul, ano 84, placas _____ de _____ SP, de propriedade da vítima, o qual fora utilizado por dois elementos na prática do delito.

Após os trabalhos que se fizeram necessários, os peritos apresentam o seguinte laudo.

HISTÓRICO:

O presente trabalho pericial, refere-se a um sequestro, ocorrido no parque residencial _____, mais precisamente na _____ de _____, no dia 28/08/97 às 00:30 Hrs., onde dois elementos armados de um revólver, renderam um casal de menores, e os obrigaram mediante grave ameaça a levá-los até a cidade de _____, e quando nas proximidades do local conhecido como Ferreira Branca, obrigou o motorista do veículo a entrar em uma propriedade rural, e lá, ainda sob ameaça, obrigou-o a entrar no porta malas do veículo, momento em que um dos elementos, deixou na lateral do veículo, um fragmento de impressão digital, que posteriormente fora localizada pelos peritos e fotografada, ainda na lateral de referido veículo, e submetida a exame pericial.

PEÇA DE EXAME:

Constitui como peça de exame, o fragmento de impressão digital, localizada pelos peritos e fotografada ainda latente na lateral do veículo da vítima.

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA
POLÍCIA CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO
DELEGACIA DE POLÍCIA DE _____ SP
SETOR DE PAPILOSCOPIA

PADRÃO DE CONFRONTO:

Serviú como padrão de confronto, a impressão dígito papilar do polegar esquerdo, da individual datiloscópica em nome de _____, adolescente suspeito de ter praticado o delito.

ORIENTAÇÃO DOS TRABALHOS:

De conformidade às normas técnicas ao estudo, os peritos, com o auxílio de aparelhos ópticos e ampliações fotográficas das impressões digitais confrontadas, a fim de determinarem as coincidências entre elas, enunciam fundamentalmente a seguinte conclusão.

CONCLUSÃO:

O FRAGMENTO DE IMPRESSÃO DIGITAL, COLETADA NA LATARIA DO VEÍCULO DA VÍTIMA, COINCIDIU EXATAMENTE COM A IMPRESSÃO DIGITAL DO POLEGAR ESQUERDO DA INDIVIDUAL DATILOSCÓPICA DE _____, RG _____, SSP SP.

FUNDAMENTOS:

A fim de ilustrar e documentar a conclusão expedida, determinaram os peritos a confecção de foto ampliações do fragmento de impressão digital, colhida na lateral do veículo, bem como a impressão digital do polegar esquerdo da individual datiloscópica de _____, os quais foram pelos peritos, confrontados com doze pontos característicos, numerados e assinalados por meio de "SETAS", com a seguinte nomenclatura.

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA
POLÍCIA CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO
DELEGACIA DE POLÍCIA DE _____ SP
SETOR DE PAPILOSCOPIA

NOMENCLATURA DOS PONTOS CARACTERÍSTICOS:

- 01- EXTREMIDADE DE LINHA
- 02- CONFLUÊNCIA
- 03- EXTREMIDADE DE LINHA
- 04- ILHOTA
- 05- BIFURCAÇÃO
- 06- BIFURCAÇÃO
- 07- EXTREMIDADE DE LINHA
- 08- EXTREMIDADE DE LINHA
- 09- EXTREMIDADE DE LINHA
- 10- BIFURCAÇÃO
- 11- EXTREMIDADE DE LINHA
- 12- EXTREMIDADE DE LINHA

ENCERRAMENTO:

Este laudo foi impresso no verso de três folhas deste papel, apresentando as primeiras folhas rubricadas e a última assinada pelos técnicos, ficando cópia arquivada. Acompanha ainda cinco fotos elaboradas pelo relator.

_____, 10 de setembro de 1.997

JOSÉ EDUARDO MARCIÇO
PAPILOSCOPISTA POLICIAL

RÁNDOLF KOFLER
PERITO CRIMINAL

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA
POLÍCIA CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO
DELEGACIA DE POLÍCIA DE _____ SP
SETOR DE PAPILOSCOPIA

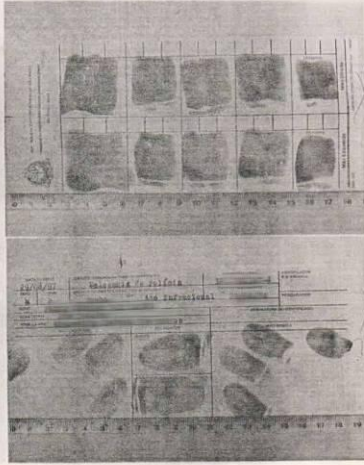


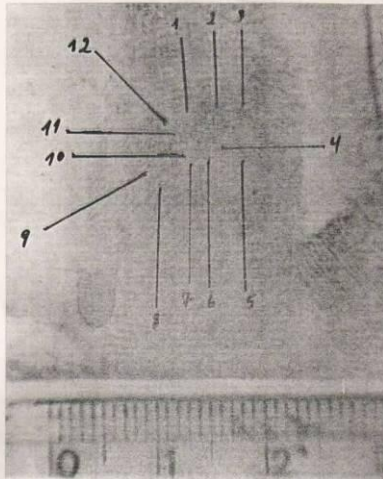
FOTO DA INDIVIDUAL DATILOSCÓPICA DE _____

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA
POLÍCIA CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO
DELEGACIA DE POLÍCIA DE _____ SP
SETOR DE PAPILOSCOPIA



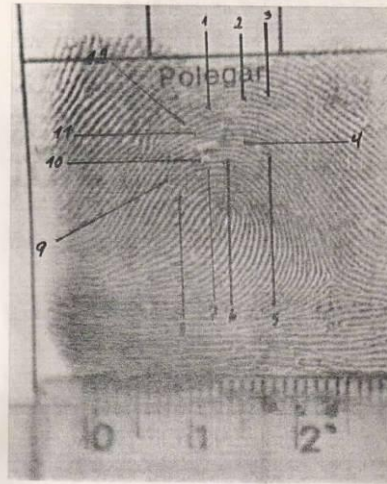
FOTO AMPLIAÇÃO DO FRAGMENTO DE IMPRESSÃO
DIGITAL, FOTOGRAFADA NA LATARIA DO VEÍCULO, MAIS
PRECISAMENTE NA TAMPA DO PORTA-MALAS.

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA
POLÍCIA CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO
DELEGACIA DE POLÍCIA DE _____ SP
SETOR DE PAPILOSCOPIA



AMPLIAÇÃO FOTOGRÁFICA DO FRAGMENTO,
REVELADO E COLETADO DA LATARIA DO VEÍCULO.

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA
POLÍCIA CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO
DELEGACIA DE POLÍCIA DE _____ SP
SETOR DE PAPILOSCOPIA



AMPLIAÇÃO FOTOGRÁFICA DO _____

ANEXO IV

BIOINFORMATICS APPLIED TO PUBLIC SAFETY: IMPROVING FINGERPRINTS REVELATION LEFT IN CRIME SCENE TO CRIMINAL IDENTIFICATION IN REAL TIME

Manoel Geralcino Alves¹, Carlos Speglich¹, Luis Carlos Trevelin^{1,2}, Fernando M. Araújo-Moreira^{1,3}

¹*Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos – (UFSCAR) – São Carlos (SP) – Brazil*

²*Departamento de Computação, Universidade Federal de São Carlos – (UFSCAR) – São Carlos (SP) – Brazil*

³*Departamento de Física, Universidade Federal de São Carlos – (UFSCAR) – São Carlos (SP) – Brazil*

Abstract – Several works worldwide are dedicated to the advancement of software that enables the comparison and reading of fingerprints. Literature shows several works related to the development of scientific techniques that allow the improvement in the collection and disclosure of fingerprints left at crime scenes. Some of those techniques are based on the use of high-tech materials and devices, such as gold nanoparticles and thin films made of copper and gold. However, the cost of these techniques is very high for everyday use, especially when considering the financial budgets of the police apparatus of developing countries. Attempting the improvement of techniques economically viable and efficient in order to permit the disclosure of latent fingerprints left at crime scenes, this paper aims the studying and development of the ninhydrin colorimetric method, by performing numerous tests on fingerprints deposited on porous surfaces, such as paper and walls. Once confirmed the viability of ninhydrin employment, both in laboratory and on-site, and adjusted the optimum temperature for rapid revelation, this study provides the use of image-processing software enabling the expert to compare, in real time, even at the site of criminal traces, the fingerprint image found with the official registry database, thus obtaining the identity of the offender within a short period of time.

Keywords: Bioinformatics, Digital Printing, Ninhydrin, Human Identification.

I - INTRODUCTION

In criminal sites, traces of biological materials are often found. Among them, there are normally fingerprints, which are reliable evidence to lead the forensic scientist to the offender identity. Therefore, the use of biotechnology in the development and improvement of techniques for criminal trace analysis, and his comparison with a pre-existing official database, has a great importance for the global fight against crime.

Some techniques for collection and disclosure of fingerprints are quite well-known and effective. Fingerprints left on smooth surfaces, for example, can be easily revealed through the use of graphite powder, and this practice is quite common in forensic work all around the world.

However, porous surfaces such as walls are not so workable for the use of graphite powder and other techniques applicable to smooth surfaces and, not infrequently, impression marks that could point who practiced the crime are not detected. Among the known techniques for disclosure of fingerprints on porous surfaces include the use of ninhydrin, a powerful reagent for detection of the amine present in aminoacids. Fingerprints contain, though in small quantity, amino acids secreted by sweat glands, which makes the use of ninhydrin a viable tool for work in Forensic Science, not only from a technical standpoint, but also economic, given the low cost of this material.

Nonetheless, the present study doesn't consist of only the difficulty in relation to the fingerprints. Crucial issue, which makes the preset techniques not so useful and developed is the time that it takes since the gathering of a latent print to its verification and comparison, to the achievement of the suspect's qualification. The use of techniques in image processing has permitted the automatization of this procedure, permitting the extraction of attributes of the revealed print, which facilitates the comparison with official database of personal identification.

However, the access to such information, since the crime scene is not efficient, due mainly to lack of technique use and lack of existing data base, elapsing, a lot of times, from comparison of gathered material to occasional suspects, many days.

In this article, we have intended to investigate the ninhydrin method for revelation of latent fingerprints left at unusual places (like walls, etc.) in crime scenes. The main goal is to outline the best temperature to be used for immediate revelation, at different standard times of fingerprint's deposition. Furthermore, it is proposed the employment of a software, which added to a photographic device, produces the filtering of the collected image, enabling it's submission for comparison with an official database, in real time and still at the crime scene. Hence, it allows a fast detection of data about the crime's author when both police and investigative forces arrive at the local.

II – LITERATURE REVIEW

First described in 1910 by Siegfried Ruhmann, the ninhydrin method is presently used to analyze and

characterize aminoacids, peptides, proteins and other classes of substances containing the amino group, with applicability in various branches of scientific knowledge, such as biochemistry, biomedical, immunohistochemistry, microbiology, nutrition, forensic science among many others [5]. In forensic sciences, one of the most active areas is the investigation of traces of biological materials left behind in the crime scene, like the aminoacids present in tissues, urine, sweat, blood, semen, spit, etc. [1]. There is extensive literature on the use of ninhydrin and its applications in the laboratory for chromatography of aminoacids. It is also used worldwide in criminology laboratories for the development of left fingerprints on porous surfaces [8]. The process was patented in 1955, when two Swedish scientists, Oden and Von Hofsten, suggested its viability as a reagent for latent fingerprints [1].

On the other hand, the proposal of ninhydrin method development has the goal of permitting the biometrical comparison of the fingerprint revealed in the crime scene in real time. A biometrical system is a standard recognition system that operates on biometrical data acquired from an individual; it extracts a set of features and compares these features with the ones stored in a database. For so, researchers have developed a software that enables real time verification through the capture and image treatment extracting characteristic points and minutiae that are present in prints and permit its unity.

2.1. Improvement of the ninhydrin colorimetric method.

Most papers available in the literature describe tests applying the ninhydrin for revealing fingerprints on paper, cardboard, wood, plaster and similar documents, although it is emphasized that its use is not practicable in non-porous surfaces and wet materials [4]. Overview of the method demonstrates that the area where printing is deposited is submerged in a solution of ninhydrin and then placed to dry until the reaction reaches the typical purplish color, becoming visible and ready to be photographed. To accelerate the reaction, the surface may be exposed to a heat source [7].

Other studies available indicate that ninhydrin can be sprayed onto the surface containing the fingerprint to be revealed, especially when dealing with fragile surfaces that restrain submersion, and one should then wait for the drying period in a dark environment [3]. This process is slow and may take days or even weeks. In addition, the exposure time and temperatures vary considerably among different reports [1].

The shortage of studies analyzing the ideal temperature for revelation of fingerprints through the use of ninhydrin is considerable, and many different values of temperature are indicated as the ideal. In several studies, for example, the temperature produced by clothing irons is used [3]. Oden and Vons Hofsten suggest heating to 80°C for a few minutes; O'Hara recommended temperature around 140°C; Coroa suggests processing at 100°C in the study of ninhydrin with ether; Kent proposes that the ideal temperature for revelation occur around 80°C [1].

It is well known that the efficiency of ninhydrin on revealing the latent fingerprints is due to the amount of aminoacids secreted within the human sweat and found in those prints. Ruth S. Croxton and coworkers [2] have

examined fingerprint samples donated by eighteen participants, nine of them men and nine of them women, aged between 18 and 57 years. The study confirmed the presence of glycine, valine, leucine, serine, asparagine, proline, cysteine, aspartic acid and glutamic acid in all samples, being serine, glycine and alanine the most abundant.

In a previous work [8] Hadorn and coworkers have stated that the presence of aminoacids in human sweat is known since 1910, when Tachau and Embden succeeded in isolating the leucine aminoacid from the secretion. Later studies evidenced the presence of the leucine, lysine, phenylalanine, threonine, tryptophan, tyrosine and valine, among others, present in perspiration resulting from the originating secretion of sweat glands.

The research methodology consisted of the deposition of fingerprints on surface samples of paper, cardboard and plaster painted with latex. They were sprayed with commercial ninhydrin and then heated to temperatures of 85°C, 95°C, 105°C, 115°C, 125°C, 135°C and 145°C in a pre-heated oven, with a variation of $\pm 0.5^\circ\text{C}$ in all tests. The time of finger pressure on the surfaces mentioned above, for the deposition of fingerprints submitted to test, was defined in 1 s, 3 s, 5 s and 10 s. These times were measured with a chronometer and named of deposition pattern time.

To subject the samples to proposed temperatures, an oven was employed. Careful maintenance was provided to the oven before its use, in order to avoid variations that may affect the results. To this end, it was established a heating time of three hours before placing the samples in the oven.

First results occurred in paper samples containing fingerprints of a single donor, male, 35 years old, weight 85kg and 1.77m height, denominated donor 01. After the first tests on a paper surface, in all proposed pattern time and temperatures, the same procedure was employed to obtain the results from fingerprints provided by 80 adult donors, aged between 17 and 50 years, 48 male and 32 female, with different weights and heights.

After the results obtained in the laboratory, all tests were repeated outdoors, on a surface simulating a masonry wall, produced with commercial plaster covered with latex paint. It was used a manual heat sink, commercially available, in order to enable the reproduction of laboratory results at crime scenes, hence in situ, analyzing the viability of practical application of the ninhydrin method for the development of latent fingerprints deposited on porous surfaces, especially on painted walls, common in places of criminal traces.

Once the results were obtained from revelation and collection, it was developed an electronic device containing a coupled camera to a software, which allows the improvement of the revealed fingerprint image. The software also allows immediate dispatch of the image for comparison with a database of official records, where personal data and fingerprints of all citizens in the country are archived, including those who had no known criminal involvement.

2.1.1. Tests performed in the laboratory, on a cardboard paper surface.

For the tests using the ninhydrin method, commercial white cardboard measuring $0.50 \times 0.66\text{m}^2$ with a weight of 80 to 120g/m² was used. Selected cardboard were cut in

squares of approximately $0.040 \times 0.040 \text{m}^2$, using a common plastic ruler and a stylet, for the obtention of paper surfaces large enough to accommodate an adult fingerprint. Then the first test was initiated separating 16 of these surfaces.

The sixteen selected units were divided into four sets and fingerprints of the donor 01 were deposited on them, through the finger pressure on the cardboard in measured times of 1 s, 3 s, 5 to 10 s. For each deposition pressure time four samples were produced, resulting in four samples for each pattern time chosen (1, 3, 5 and 10 s).

Afterwards, a set composed of one sample of each pattern time was put in an oven, preheated to $85^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$, for a measured time of 2 minutes. Thus, four samples were submitted to heating, one of each deposition pattern time, simultaneously. The same was done for heating time of 10 min, 5 min and 10 min. The result was photographed, and then arranged in Cartesian coordinate graphs, where the X line indicates the time of heating in the oven, and the Y line shows the deposition pattern time. Several images were obtained and selected for demonstration. They are displayed in Figures 01 and 02, without any treatment or improvement in the quality of the image captured by the camera.



Figure 01: Obtained images for deposition pattern time of 3 s, subjected to a temperature of $85^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$, on cardboard samples.

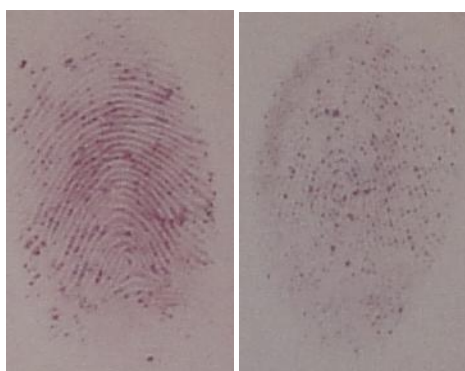


Figure 02: Obtained images for deposition pattern time of 5 and 10 s, subjected to a temperature of $85^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$, on cardboard samples.

All tests were repeated at various temperatures, as previously described, always respecting the same deposition pattern time. Hence, results were obtained for each chosen temperature. Some images are shown in Figures 03, 04, and 05, which were randomly taken from

results obtained at several temperatures described in this paper.



Figure 03: Obtained images for several deposition pattern times and temperatures between $85^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$ e $145^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$, on cardboard samples.

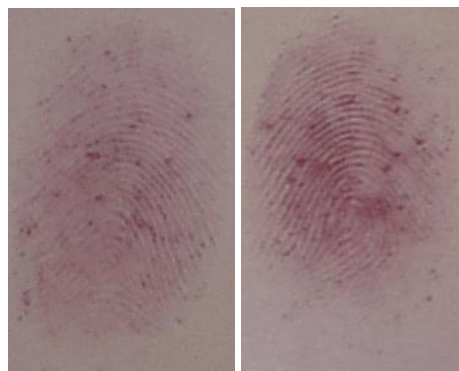


Figure 04: Obtained images for several deposition pattern times and temperatures between $85^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$ e $145^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$, on cardboard samples.



Figure 05: Obtained images for several deposition pattern times and temperatures between $85^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$ e $145^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$, on cardboard samples.

After conducted initial tests on cardboard samples, containing the fingerprints of donor 01, collected with the pattern times mentioned in this work and submitted to temperatures ranging between $85^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$ and $145^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$.

Subsequently, new analyses of fingerprints were carried out, this time collecting fingerprints of eighty different donors, aged between 18 and 57 years, divided into four groups. The first group of donors laid fingerprints of both thumbs, respecting the deposition

pattern time of 1 s. The second group laid their fingerprints of both thumbs, in a deposition pattern time of 3 s. The third group did the same in a pattern time of 5 s, and the fourth group followed the pattern time of 10 s.

2.1.2. Tests performed *in situ* under masonry walls covered with plaster and ordinary latex.

The ideal temperature for digital print revelation, determined from results shown above, was applied to an experiment in a masonry wall. In these tests this surface characteristic was simulated by covering tiles, made of red clay (size $0.11 \times 0.11 \text{ m}^2$), with a commercial plaster obtained from a mixture of smooth sand, cement and chalk. Fifteen days after the plaster application on the described surface, it was covered with three coats of latex paint, at intervals of 24 hours between each coat, in various bright colors, including white, gray and beige. Thereafter, the wall remained still fifteen days for complete drying of the ink used before starting the tests.

Upon completion of the drying time, tests were performed in deposition pattern times (1 s, 3 s, 5 s and 10 s) with the fingerprints of donor 01. Then all surfaces were sprayed with commercial ninhydrin, the same used in paper tests, subjecting them to the ideal temperature obtained in laboratory tests, using a heatsink.

The temperature projected onto the surfaces, coming from the heatsink, was measured by using an standard thermocouple.

2.2. Extraction Minutiae and Image Improvement Techniques

When there's a fingerprint revelation, the obtained and captured image may not be in ideal conditions to serve as the entrance of a classifier, this way it's necessary a pre-processing that can remove the noise found, equalize image, filtering and fining it to obtain a comparison algorithm. The most used methods are binarization and equalization.[11]

It's known that any image as an entrance to a classifier brings great possibilities of irrelevant data, thus; it's viable to transform the data of entrance into another representation, through the extraction of relevant features, like the fingerprints minutiae. The image treatment is the most important step of this system. Its aim is to improve the quality of the revealed fingerprint so that the software identifies the minutiae with more precision. A bad quality image ends up doing damage to the system, making a lot of mistakes, such as images distortions and spurious minutiae.[06]

This way, from the equalized image, the Gaussian filter takes action, softening the pixels of an image and eliminating some undesirable points that are on the edge of the ridges, which may be the pores or even dirtiness.[09]

The pixels of an image have gray shades that vary from 0 to 256. The lines of the image have elevated values in comparison to the rest of the image, the empty part. To binarize an image, the dark gray line has to turn into black and the empty part of the image into white. To do so, it's possible to analyze the image in squares of 8×8 pixels, obtaining a threshold for each region, through

the geometrical average of the pixels of that region. Eventually, all pixels values above this threshold become a 1 and the ones bellow, a 0.

The next step is the thinning of the lines. The thinning algorithm analyses the fingerprint image and removes the redundant pixels of the lines that form the ridges. This process is repeated until there are no more redundant pixels, resulting in the skeleton of the image. The scanning of the image is done line by line, examining the surroundings and verifying if the pixel can or cannot be erased. When a pixel is erased, its value is changed from 1 to 0, and the image is said to be thinned.[12]

Through the process called crossing number, the pixels of the image are analyzed in a predetermined matrix in search of some characteristic points.

However a lot of spurious minutiae are obtained, because in the process of thinning image, the line may show some sudden interruptions and soon its continuing part, giving the algorithm two terminations. As this depends a lot on the quality of the image and its treatment, it's used an algorithm that is capable of eliminating these fake minutiae through the Euclidean distance calculation among them. Therefore, any minutiae that are far apart up to nine pixels between them are eliminated.[06] Figure 06 compares minutiae found initially and right after the process of elimination. The red spots represent the terminations and the blue ones, the bifurcations.

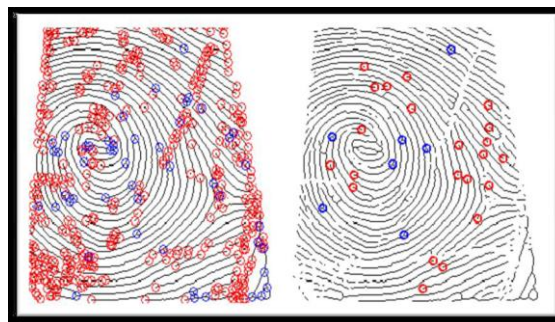


Figure 06 – On the left, all the minutiae found, and on the right, just the minutiae of interest.

Once the revealed fingerprint image is improved, it is able to be compared to another, previously saved in database, after a simple XML configuration.

III - SOFTWARE DEVELOPMENT TO THE CRIMINAL IDENTIFICATION IN REAL TIME

Performing the research of revealed latent fingerprints through the use of ninhydrin, extremely favoring results were shown, nevertheless, the search for technological advance that means considerable improvement in collect and revealing of latent fingerprints, has lead researchers, in this study, to the development of a device that enables the comparison in real time of the revealed fingerprint in the crime scene, being them the ones revealed with the use of ninhydrin or yet the ones obtained by other known methods, such as the powder method, the cyanoacrylate, silver nitrate, etc..

In regard to those revealed through the ninhydrin method, the definition to the chemical reaction brings the

consequence that the color associated to the lines of the fingerprint will always be of purplish color. Thus, the image can be filtered. The protocol to filter the image is based in the definition, in the RBG matrix, of the values associated to the Green, Red and Blue components. Having as bases a surface with fairly constant distribution of color, just like the commonly used masonry walls or those covered with marketable paint, by capturing the image of the revealed fingerprint, each pixel has its color translated into three values, with reference to the colors green, red and blue: those pixels whose values have the Ruhemann's purple characteristics will be the ones that come from the traces of fingerprint.

From that verification a simple filtering can be implemented, since by opening an image as a matrix of vectors, a transformation can be done in which all the vectors that have suitable components with the pattern vector are taken to a second matrix where its three components are transformed in 255 and the other defined as zero.

This configuration is extremely simple to be implemented and it highlights the contrasts between the lines of fingerprints and the environment, allowing, this way, the visualization of minutiae and pores and accelerating the comparison to database.

From database of official records and storage of personal data and fingerprints, which in Brazil is called General Registry, this study develops the possibility of the Forensic Expert, after obtaining the revealed fingerprint, to capture it with a device of image coupled to a residue treatment and reading pores and minutiae software, to send it to online comparison and to have revealed the identity of the suspect of being the author of the crime in real time.

The procedure is simple, because with the arrival of police force in the local of the crime, the Forensic Expert, using the developed device(phase1), starts searching for areas that might have latent fingerprints. After being revealed, one captures the image that is immediately treated by the software(phase2) and sends it, online, so that the database compares it(phase3), according to demonstrating in figure 08:

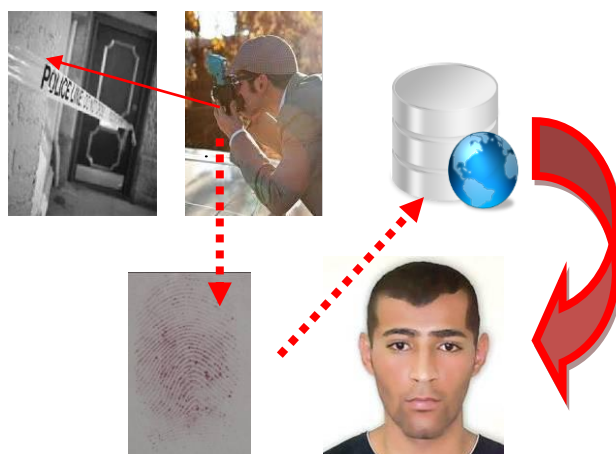


Figure 08: Capture, Process and Identification flux. (Images built with available figures on the Internet, to show obtaining of suspect's authorship in real time.)

To do so, it was coupled a device of capture and improvement of image: a marketable camera, connected

to specific software, of great utilization, that eliminates the residues of the image obtained and allows to enhance the purplish color, overriding other colors from the atmosphere, generating the clear visualization of minutiae and pores of the fingerprints, through filters of contrast and detection of edges.

Right after improvement of the image, the minutiae extraction is done, using cross-numbering algorithm and so it can be sent, online, still from the local of the crime, to be compared with the data storage at the official records, allowing the investigator to have immediate response to the identity of the person whose fingerprint is being analyzed, in other words, the possible author of the crime.

IV - RESULTS AND DISCUSSION

Tests conducted in the laboratory, on cardboard-like paper surfaces, initially about the fingerprints from donor 01, showed favorable results even at different temperatures, although it was possible to verify that the tests results at $125^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ had better results, allowing the gathering of viable fingerprints to comparison in about 75% of the samples.

Following, all the standard-time deposition submitted to test were repeated in the gathering of eighty different fingerprints donors, with already mentioned characteristics, submitted to temperatures at $125^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, obtaining 78% of viable fingerprints to comparisons, revealed through the use of ninhydrin.

After lab tests were finished, the tests were repeated in surfaces with marketable plaster found in constructions, to cover masonry walls that receive latex paint, this manner; simulating the fingerprints revealing in situ, by obtaining viable fingerprints to comparison in 84% of the samples.

Once demonstrated the viability of the ninhydrin method to reveal fingerprints on masonry walls or other surfaces covered with latex paint, one can count on a powerful and affordable tool for disclosure of crimes in various places around the world, given the wide use of this type of material in residential and commercial buildings by several countries, mostly tropical.

The resources for revelation available at present and commonly used are focused on the revealing of latent fingerprints deposited on smooth surfaces like glass, steel, flat paintings, etc. Although the use of ninhydrin is known and shown in the literature, this study has pointed the best temperature for the revealing of fingerprint in situ, with a standard-time deposition. With this, police worldwide can rely on the possibility of effective use of this chemical reagent to find out crime perpetrators, directly from the crime scene and on arrival of the police.

Finally, after revealing latent fingerprint, through the use of ninhydrin, at ideal temperatures tested in the labs, it was developed the software that coupled to the device (a tablet) with camera, is able to make the digitalization of the captured image, to process and to extract the minutiae characteristics of the fingerprints, and to submit it to real time comparison, via Internet, with official database, with records of all citizens and not only criminal, where are stored the fingerprints of all citizens in the country, even those not crime practitioners. In Brazil, this database is used to register all citizens, by

issuing a document entitled General Registry, used in all banking and personal identification.

The filtering and minutiae extraction process, made by the developed software, in Android operating system, has shown to be effective in the comparison of revealed fingerprints.

Inserted in a marketable tablet, the software receives images taken of the fingerprints by the camera and it does the image treatment, obtaining results in XML configuration, which is immediately sent, online, yet from the crime scene, to comparison with the official database.

The tests done allowed satisfactory results in less than thirty minutes. State response time to clarify the crime can be reduced to moments after its occurrence.

V - CONCLUSIONS

The ninhydrin has showed considerable viability on use in revelation of latent fingerprints, found at crime places, on porous surfaces such as masonry walls finished in plaster and covered with latex paint or other surfaces that receive commercial latex paints.

The revealed image capture, processing and digital sending immediately for comparison with the official database, enables to find out who practiced it, even at the crime scene.

This possibility of offender identification, in real time, so soon after the arrival of the police force, was possible through the employment of a comparison and reading software, which lets one capture the image through a camera coupled to the device containing an image enhancement software, and send it to compare with the official database.

The disclosure of the crime, shortly after his occurrence, is of unquestionable importance for the application of legal reprisals, within the criteria of scientific certainty, thus ensuring the respect for fundamental human rights. At the same time, it represents an innovation in the response of police forces around the world, to the global society.

VI - REFERENCES

[1] ALMOG. Joseph. **Advances in Fingerprint Technology, In Advances in Fingerprints Technology.**

Second Edition. Edited by Henry C. Lee and R.E.Gaensslen. CRC Press. London, 2001.

[2] CROXTON. Ruth S. et al. **Variation in amino acid and lipid composition of latent fingerprints.** Forensic Science International 199, 93-102. Elsevier, 2010.

[3] **Enhancing Fingerprints With Ninhydrin.** Disponível em: <http://forensics4fiction.wordpress.com/>. Pesquisado em 02/02/2012.

[4] FARIAS. Robson Fernandes. **Introdução à Química Forense.** 2ªed. Editora Átomo, Campinas-SP, 2010, Brasil.

[5] FRIEDMAN. Mendel. **Applications of the Ninhydrin Reaction for Analysis of Amino Acids, Peptides, and Proteins to Agricultural and Biomedical Sciences.** Journal of Agricultural and food chemistry. 2004. ACS Publications

[06] FRONTHALER H., KOLLREIDER K. AND BIGUN J., **“Local features for enhancement and minutiae extraction in fingerprints.”** IEEE Transactions on Image Processing, vol. 17, no. 3, pp. 354–363, 2008

[7] G. WIGHTMAN, D. O’CONNOR. **The thermal visualisation of latent fingerprints on metallic surfaces.** Forensic Science International. Volume 204, Issues 1–3, 30 January 2011, Pages 88–96.

[8] HADORN. B. et al. **Free Amino-acids in Human Sweat from Different Parts of the Body.** Nature 215, 416-417 (22 July 1967) doi 10.1038/215416a0.

[9] K. SIHALATH, S. CHOOMCHUAY, S. WADA, AND K.HAMAMOTO, **“Fingerprint Image Enhancement with Second Derivative Gaussian Filter and Directional Wavelet Transform .“** Proc. of ICTTA-2010.

[10] RAIMANN. Paulo Eduardo. PINHEIRO; Luciana Brum **Extração de DNA em Impressões Digitais já reveladas com Carbonato de Chumbo II, Óxido de Ferro II e Ninidrina. Seção de Perícias Gerais.** Instituto Geral de Perícias da SSP de Porto Alegre, 2006, Brasil.

[11] T. Y ZHANG, C. Y. SUEN. **A Fast Parallel Algorithm for Thinning Digital Patterns.**1984

[12] ISENER, D.K; ZAKY, G. **“Fingerprint Identification usin Graph Matching”** . Pattern Recognition, vol. 19, nº 2, pp. 113-122, 1986