



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



DAIANE LEÃO FERREIRA

REVELAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES EM ESTOJOS DEFLAGRADOS

Porto Alegre, 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

DAIANE LEÃO FERREIRA

**REVELAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS LATENTES EM
ESTOJOS DEFLAGRADOS**

Trabalho de conclusão apresentado junto à atividade de ensino “Trabalho de Conclusão de Curso - QUI” do Curso de Química, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Química.

Prof. Dr. Orientador Valter Stefani

Porto Alegre, 2014

Dedico este trabalho à meu amado marido Ermínio André Rodrigues que desejou essa conquista mais que eu mesma.

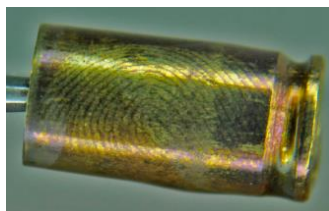
Agradeço à Jeová Deus por estar vivenciando este momento, à meu marido que incentivou não só por palavras, mas por ações, à minha família e amigos que souberam compreender minhas ausências, ao Linno e à Poll pelo companheirismo nos estudos, ao professor Dr. Valter Stefani que aceitou me orientar com grande dedicação e carinho, aos colegas de laboratório Thayse Mileski e Hélio Barros pelas dicas, à Papiloscopista Crisle Vignol Dillenburg do Instituto de Identificação (IGP-RS) pela orientação, ao Perito Criminal Federal Rafael Scorsatto Ortiz (PF-RS) pelo encaminhamento das atividades em campo, ao Agente Federal (PF-RS) Diego Maciel por sua disposição, aos colegas de trabalho da Bioplus do ano de 2008 que foram os primeiros incentivadores nessa luta, à UFRGS que disponibilizou as instalações e aos muitos colegas que tive ao longo dessa jornada, parceiros nas alegrias e frustrações acadêmicas.

“Apõe um selo à mão de todo homem terreno, para que cada mortal conheça o seu trabalho.”

(Jó 37:7)

RESUMO

A visualização de impressões digitais latentes em estojos deflagrados, depositadas antes do disparo da arma de fogo, serve como excelente evidência forense para a análise de um crime. Porém, a visualização dessas impressões através dos métodos convencionais (interações físicas ou químicas) é um desafio, visto que com o calor gerado no disparo, os compostos orgânicos para a realização desses métodos são destruídos. Neste trabalho buscou-se otimizar ensaios de revelação de impressões digitais latentes em estojos deflagrados, como forma de contribuição às perícias realizadas na Seção de Revelação de Latentes, do Departamento de Identificação do Instituto Geral de Perícias do Rio Grande do Sul (DI - IGP RS), através da análise da influência da temperatura e concentração das diferentes soluções reveladoras selecionadas pelo grupo sobre o tempo de ensaio. Avaliaram-se os efeitos de municiamento de arma, deflagrações recentes e em estojos submetidos à intempérie sobre a qualidade da impressão revelada e também ao uso de solução removedora de sobre-revelação dos cartuchos. A base da ação das soluções reveladoras é o processo passivador sob a digital e corrosivo na superfície sem a impressão. Definiu-se uma solução estoque, adequada a metais do tipo latão, diluída 1:40, a temperatura ambiente como as condições ideais para a revelação de estojos de latão (90/10 Cu/Zn) e outra solução estoque, adequada a metais do tipo aço, diluída 1:80, a temperatura ambiente para estojos de latão niquelado. Fatores decisivos para a clareza na revelação da digital após deflagração são o tipo de dispositivo de disparo (arma), forma de municiar, a intempérie e composição química dos estojos. O tempo transcorrido entre deposição da digital e análise não se mostrou crítico. Maiores diluições das soluções são interessantes do aspecto econômico. Soluções sob aquecimento poderiam diminuir o tempo de revelação, auxiliando a rotina do Laboratório de Departamento de Identificação.



Fonte: DI - IGP RS

Palavras-chave: impressão digital, estojos deflagrados, solução reveladora.

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1 - Corrosão da superfície sem a impressão com deposição da camada azulada Cu-Se:.....	21
Esquema 2 - Eliminação da camada Cu-Se por H ₂ O ₂ :.....	22
Esquema 3 - Reação global oxi-redução sob a deposição da digital (na periferia da gotícula de suor):.....	23
Esquema 4 - Reações envolvidas no interior da gotícula de suor sob a deposição da digital:.....	23
Esquema 5 - Ação do oxigênio na oxidação do Cu:.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cartridge Electrostatic Recovery and Analysis - CERA	20
Figura 2 - Corrosão desenvolvida na presença de íons cloreto	23
Figura 3 – Cartucho cujo estojo é de latão 90/10, lote e dispositivo do qual foi disparado:.....	26
Figura 4 – Cartucho 357 cujo estojo é de latão niquelado, lote e dispositivo do qual foi disparado:.....	26
Figura 5 - Solução estoque própria para latão:	27
Figura 6 – Estojos de latão expostos ao ar no dia anterior ao ensaio:	28
Figura 7 - Estojos de latão, municiados um a um, da caixa sob ação da solução reveladora adequada para latão, na diluição 1:40, a temperatura ambiente pelo tempo de 1'30":	34
Figura 7 - Estojos de latão de munição de diferentes calibres, recolhidas do setor de descarte da estante de tiro, submetidas à solução reveladora 4, adequada para latão, na diluição 1:40, a temperatura ambiente:.....	36
Figura 9 - Ampliação das revelações em estojo de latão 9mm e 380 <i>auto special</i> : ..	36
Figura 10 - Padrão de visualização adotado pela DI para estojos de latão:.....	37
Figura 11 - Estojos de latão deixados submersos em água após deflagração e, após 4 dias, submetidos a solução estoque adequada para latão, diluída 1:40, a temperatura ambiente:	40
Figura 12 - Estojos de fuzil 556 Nato recolhidos do setor de descarte da estante de tiro sob solução estoque adequada para latão, na diluição 1:40, a temperatura ambiente:.....	41
Figura 13 - Solução antes e após contaminação:	42
Figura 14 - Estojos de latão limpos após deflagração e revelados:	43
Figura 15 - Ataque irregular aos estojos de aspecto prateado:.....	44
Figura 16 - Evolução da revelação de estojo preparado de aspecto prateado em solução adequada para aço imersão, com diluição 1:80, a temperatura ambiente:..	45
Figura 17 - Digital revelada em estojo preparado de aspecto prateado com solução estoque adequada para aço extra forte na diluição 1:80:.....	46

Figura 18 - Estojos preparados de aspecto prateado submetidos a solução reveladora, adequada para alumínio, com pouco contraste de cor para visualização da digital:.....	47
Figura 19 - Remoção do excesso de Gun Blueing e posterior ataque ao estojo de latão com solução reveladora própria para tal:.....	48
Figura 20 - Remoção total do Gun Blueing do estojo de latão:	48
Figura 21 - Nova revelação sobre estojo de latão cuja camada de Gun Blueing foi previamente removida:.....	49
Figura 22 - Estojos de latão preparados previamente, clareados com solução removedora (de um primeiro ataque por solução reveladora) e novamente revelados:	49
Figura 23 - Estojos de aspecto prateado submetidos à solução removedora de excesso de Gun Blueing:	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Potenciais de Redução:	22
Tabela 2 - Diluições a partir da solução estoque 4 e observações temperatura x tempo:	37
Tabela 3 - Resultados da revelação imediata à deflagração:.....	39
Tabela 4 - Tempo de revelação X reutilização da solução reveladora:	41

LISTA DE ABREVIATÖES

' : Minutos

" : Segundos

Estojo PF: estojo cujo cartucho foi deflagrado pelo Agente do Núcleo de Armamento e Tiro da Polícia Federal, Porto Alegre-RS

Estojo Preparado : estojo cujo cartucho foi deflagrado e limpo com flanela com posterior deposição de digital pelos laboratoristas.

DI: Departamento de Identificação do Instituto Geral de Perícias do estado do Rio Grande do Sul (IGP RS).

LNMO: Laboratório de Novos Materiais Orgânicos do Instituto de Química da UFRGS.

NAT: Núcleo de Armamento e Tiro da Polícia Federal, Porto Alegre-RS

PF: Polícia Federal do Rio Grande do Sul

SKP: Scanning Kelvin Microprobe

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
OBJETIVOS	15
DESENVOLVIMENTO	16
1 - REVISÃO	16
1.1 - AS IMPRESSÕES DIGITAIS	16
1.1.1 - Composição do resíduo de impressão digital latente	16
1.1.2 - Padronização das Impressões Digitais	17
1.2. A SUPERFÍCIE	17
1.2.1 - Detecção de digitais em estojos	18
1.2.1.1 - Técnicas para superfícies metálicas	19
1.2.1.2 – Gun Blueing	21
1.2.2 - O processo corrosivo	22
1.3 - A TEMPERATURA	24
2 - METODOLOGIA	25
2.1 - PREPARO DAS AMOSTRAS	25
2.2 - PREPARO DAS SOLUÇÕES REVELADORAS	27
2.3 - ENSAIOS	28
2.3.1 - Diminuição da quantidade de deposição de suor	28
2.3.2 - Continuidade	29
2.3.3 - Padrão da digital	29
2.3.4 - Homogeneização da solução	29
2.3.5 - Estojos de latão em solução estoque 4: diluição x tempo x temperatura	29
2.3.6 - Análise logo após deflagração	30
2.3.7 - Intempérie	30
2.3.8 - Presença de impurezas e reutilização da solução reveladora	31
2.3.9 - Limpeza do estojo após deflagração	31
2.3.10 - Estojos de latão niquelado	32
2.3.11 - Solução removedora de excesso de Gun Blueing (sobre revelação)	32

2.3.12 - Troca de soluções.....	33
2.3.13 - Conservação da impressão digital revelada	33
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
3.1 – DIMINUIÇÃO DA QUANTIDADE DE DEPOSIÇÃO DE SUOR	34
3.2 - CONTINUIDADE	35
3.3 - PADRÃO DA DIGITAL.....	35
3.4 - HOMOGEINIZAÇÃO DA SOLUÇÃO	37
3.5 - ESTOJOS DE LATÃO 90/10 EM SOLUÇÃO ESTOQUE 4: DILUIÇÃO X TEMPO x TEMPERATURA	37
3.7 - INTEMPÉRIE.....	40
3.8 - PRESENÇA DE IMPUREZAS E REUTILIZAÇÃO DA SOLUÇÃO REVELADORA	41
3.9 - LIMPEZA DO ESTOJO APÓS DEFLAGRAÇÃO.....	42
3.10 - ESTOJOS DE LATÃO NIQUELADO	43
3.10.1 – Solução estoque adequada para aço comum.....	43
3.10.2 – Solução estoque adequada para aço imersão.....	45
3.10.3 – Solução estoque adequada para aço extra forte.....	45
3.10.4 – Solução estoque adequada para alumínio.....	46
3.11 - SOLUÇÃO REMOVEDORA DE EXCESSO DE GUN BLUEING	47
3.13 - CONSERVAÇÃO DA DIGITAL REVELADA.....	51
CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS	54
APÊNDICES.....	56
ANEXOS.....	58

INTRODUÇÃO

A visualização de impressões digitais latentes em estojos deflagrados, depositadas antes do disparo da arma de fogo, serve como excelente evidência forense para a análise de um crime. Porém, a visualização dessas impressões através dos métodos convencionais (interações físicas ou químicas) é um desafio, visto que com o calor gerado no disparo, os compostos orgânicos para a realização desses métodos são destruídos. Métodos existentes para revelar impressões em cartuchos antes do uso não podem ser utilizados após o disparo e ainda permanece a dificuldade adicional em comparar as digitais apostas em superfície não plana com os arquivos que armazenam digitais bidimensionalmente.

O presente trabalho visa o estudo de formulação e das condições ótimas para a revelação de impressões digitais latentes em estojos deflagrados

Primeiramente, se aplicará formulações, já previamente confeccionadas pelo Grupo de Pesquisa do Laboratório de Novos Materiais Orgânicos (LNMO) do Instituto de Química da UFRGS e que se mostraram adequadas para a revelação de digitais latentes em alguns tipos de estojos deflagrados, estudando sua aplicação em novos substratos metálicos, bem como, outras condições como concentração da solução reveladora, temperatura e tempo de ensaio. Depois, se analisará a influência que a má conservação dos estojos deflagrados exerce sobre esses fatores.

OBJETIVOS

GERAL: Otimizar ensaios de revelação de impressões digitais latentes em cartuchos deflagrados a fim de contribuir às perícias realizadas na Seção de Revelação de Latentes do Departamento de Identificação do IGP RS (DI).

ESPECÍFICO: analisar a influência da temperatura e concentração das diferentes soluções estudadas pelo grupo sobre o tempo de ensaio, avaliar efeito de situação de municionamento de arma e deflagração reais sobre a qualidade da impressão revelada e o uso de solução removedora de excesso de Gun Blueing (agente de revelação das impressões digitais latentes) sobre as soluções testadas.

DESENVOLVIMENTO

1 - REVISÃO

1.1 - AS IMPRESSÕES DIGITAIS

Existem três tipos de impressões digitais¹:

- Patentes: visíveis a olho nu. Por exemplo: imagens formadas por dedos contaminados com substâncias coloridas, como sangue ou tinta ou, ainda, quando o dedo fica marcado por remover substâncias como poeira e fuligem da superfície²;
- Latentes: presentes, mas não visíveis e só podem ser detectadas aplicando-se técnicas físicas, químicas e óticas;
- Plásticas: visíveis, mas impressas em 3D em um substrato moldável como cera de vela e massa de vidraceiro.

Tratando-se de cena de crime, a impressão digital mais encontrada é do tipo latente.

1.1.1 - Composição do resíduo de impressão digital latente

As três maiores glândulas responsáveis pela secreção do suor, são³:

- Glândulas écrinas: encontrada ao longo de todo o corpo, principalmente nas palmas das mãos e solas dos pés;
- Glândulas sebáceas: localizadas nas regiões que contém folículos capilares, como face e couro cabeludo;
- Glândulas apócrinas: encontrada nas regiões como axila e virilha.

As palmas das mãos e dos pés possuem exclusivamente glândulas écrinas, porém, é comum encontrar resíduos das glândulas sebáceas por contato com o rosto, cabelo, etc. Resíduos provenientes das glândulas apócrinas têm ocorrência apenas em casos sexuais. Portanto, apenas as glândulas écrinas e sebáceas contribuem significativamente para os depósitos de impressões latentes. Aproximadamente 98% do suor é água e o restante constitui uma considerável variedade de compostos químicos, os quais variam de indivíduo para indivíduo, dependendo da idade, dieta, vícios e medicamentos².

Depósitos provenientes das glândulas écrinas e apócrinas são misturas de sais inorgânicos e compostos orgânicos solúveis em água. Já as secreções provenientes das glândulas sebáceas constituem uma mistura semi-sólida de gorduras, ceras e álcoois de cadeia longa resultando em depósitos insolúveis em água. Os compostos mais encontrados nesses depósitos estão listados nos ANEXOS A e B.

As quantidades dos compostos tabelados variam de indivíduo para indivíduo. Há diferenças relacionadas a sexo, idade, raça, hábitos alimentares, vícios, medicações, uso de cosméticos e a área superficial da impressão. Essa variação também ocorre entre os dedos de um mesmo indivíduo⁴⁻⁵.

Ocorrem mudanças na composição sob condições ambientais. Compostos insaturados se perdem ao longo do tempo, ao passo que os compostos saturados permanecem. Por exemplo, com aquecimento, os componentes orgânicos são destruídos, permanecendo apenas os sais inorgânicos⁴⁻⁵.

As glândulas écrinas dos dedos produzem linhas contínuas de depósito atuando, assim, como meio de distribuição de sais de cloro através de pontos de contato⁵.

1.1.2 - Padronização das Impressões Digitais

A identificação de um indivíduo se dá mediante a visualização de minúcias e elementos formados por cristas e sulcos da polpa digital, que após aposição em um suporte, permite a comparação entre uma amostra referência e uma questionada, definindo assim sua individualização. Estudo e experiência dão convicção ao perito papiloscopista (profissional dessa área). Alguns padrões básicos são apresentados nos ANEXOS C e D. A clareza desses padrões reflete a idade e ocupação do indivíduo, isso porque algumas atividades podem desgastar a digital. Outras interferências são o tempo e pressão de contato⁴.

1.2. A SUPERFÍCIE

A revelação de impressões digitais latentes pode-se dar por técnicas óticas, físicas ou químicas e estas podem ser aplicadas isoladamente, em conjunto ou em sequência¹.

A técnica a ser empregada para a revelação da impressão digital depende da qualidade da mesma. São muitos os fatores que influenciam essa qualidade:

- Pré-transferência: a saúde do indivíduo que deposita a impressão afeta o tipo e a quantidade de resíduo;
- Transferência: condições da superfície (textura, curvatura, temperatura, umidade, contaminação), pressão e área de contato;
- Pós-transferência: condições sofridas após a impressão, como fatores ambientais e tempo decorrido desde a impressão até a efetiva revelação da impressão digital.

1.2.1 - Detecção de digitais em estojos

Pode-se dizer que o estudo dos estojos como superfície de deposição de impressões faz parte da balística interna, isto é, estudo dos eventos relacionados antes da saída do projétil do cano da arma e os efeitos da deflagração⁶.

Os estojos de cartuchos de armas de pequeno porte são compostos, normalmente, de latão, ou seja, 70% Cobre e 30% Zinco. O latão ainda pode ser niquelado. Menos comuns, são de Aço ou Alumínio⁷.

A principal função dos estojos é proteger a câmara contra expansão e escape de gases para trás quando a munição é deflagrada ou disparada. Estojos de cartuchos de qualidade inferior dificultam sua retirada da arma após o disparo, visto que a combustão leva à sua deformação. Estojos de cartuchos na dureza correta saem da arma nas dimensões quase originais.

A detecção de impressões em estojos tem pouco sucesso pelos seguintes motivos²:

- Fricção do estojo com as estruturas internas da arma, no carregamento, na deflagração e injeção que levam a “borrar” a impressão, por “arraste” do depósito da impressão;
- Alta temperatura e pressão geradas pelo disparo no interior da arma que levam ao alargamento do diâmetro do estojo e
- Exposição do estojo aos gases e resíduos gerados pela combustão.

Ainda tem as influências sofridas pela intempérie na cena do crime e passagem do tempo que levam à degradação da impressão. Lee e Gaensslen³ mencionam a composição química e o calibre do cartucho. A curvatura do cartucho

influencia a área de contato com o dedo, que é muito menor, de modo que a quantidade de depósito fica reduzida⁵.

1.2.1.1 - Técnicas para superfícies metálicas

Um método é por Fumigação. Um exemplo é que vapores de cianocrilato atuam sobre a deposição em superfícies niqueladas e envernizadas. Aliando baixa umidade e secagem com hidróxido de sódio, pode atuar sobre o latão. Outros exemplos são por cânfora e S_2N_2 ³.

Os métodos Redox apresentam diferentes fórmulas para diferentes metais. Um exemplo utiliza solução de K_2PdCl_6 ou Na_2PdCl_4 . Ocorre a oxidação do Zn e, em menor escala, do Cu, depositando Pd reduzido. Iodo pode ser empregado a fim de melhorar a visibilidade. Lee e Gaensslen³ mencionam uma mistura de ácido sulfúrico e nitrato de prata para revelar em aço inoxidável e alumínio. Técnica de eletrólise galvânica pode ser usada a fim de acelerar o processo redox por reduzir rapidamente o metal (como o Cu) sob a influência de um eletrólito e uma diferença de potencial. Com isso, a digital é revelada⁸.

Dentre os métodos eletroquímicos, pode-se mencionar Scanning Kelvin Microprobe (SKP) constitui uma técnica não destrutiva que induz um potencial sobre a superfície. A variação do potencial é gerada pela depassivação eletroquímica da superfície metálica por íons cloreto, correspondendo à região da impressão da qual foi secretada, o que gera uma imagem micrográfica que pode ser observada meses após o depósito da impressão³. Esse potencial não é afetado por pós-contaminações, como óleos ou gorduras, nem por filmes poliméricos aplicados posteriormente, como tinta⁸. Essa técnica é especialmente útil para análise de impressões após seu aquecimento, justamente por não depender dos depósitos orgânicos voláteis⁵. Porém, a técnica tem limitações⁹:

- O uso de água e solventes polares orgânicos, que tendem a prejudicar ou até destruir os padrões de potencial por redistribuir os depósitos de sais e induzir uma depassivação geral da superfície metálica;
- A mesma redistribuição de sais ocorre se a impressão, recém depositada, sofrer abrasão, como a limpeza com pano e
- Contaminantes pré-existentes ao depósito que evitam o acesso dos sais ao metal.

Outra técnica é Fluorescência de Raio-X, que leva em conta o processo corrosivo, assim como SKP⁵. Outra técnica eletroquímica por eletrodeposição é o uso de um monômero como anilina, que é dissolvido em um eletrólito aquoso diluído, como ácido sulfúrico 1M. O monômero oxida irreversivelmente a polianilina e deposita-se sobre a superfície metálica como um filme fino, revelando os sulcos da impressão³. Outros monômeros usados são pirrol e 3,4-etilenodioxidotiofeno. Quando as técnicas de Fluorescência e de eletrodeposição são usadas em conjunto, evidencia-se a região não protegida pela deposição, ou seja, os cumes da impressão¹⁰.

Há um método eletroestático que envolve submeter a superfície metálica a um pó condutor que liga-se à corrosão provocada pela impressão, por efeitos termodinâmicos. Esse método pode ser usado após anos de deposição³. Sob o princípio dessa metodologia, com aplicação de uma diferença de potencial para que o pó venha a aderir na região corroída pelo suor, existe o equipamento já comercializado denominado Cartridge Electrostatic Recovery and Analysis - CERA (International Patent Application N° PCT/GB2008/001261; PCT/GB2009/002540 e US Patent No 8,142,834). Esse equipamento (Figura 1) apresenta a vantagem de planificar a imagem de objetos cilíndricos, como de estojos¹¹.

Figura 2 - Cartridge Electrostatic Recovery and Analysis - CERA



Fonte: www.consolite.co.uk, 01/12/2014, 14:00.

Uma técnica não destrutiva, isto é, que conserva o corpo de prova intacto após o ensaio, é a espectroscopia por absorção no infravermelho, útil para identificar a parte orgânica das impressões em uma variedade de superfícies, inclusive metálicas¹².

A maioria dessas técnicas mencionada para revelação de digitais latentes em superfícies metálicas são eficientes com cartucho não deflagrados, porém ineficientes após a deflagração.

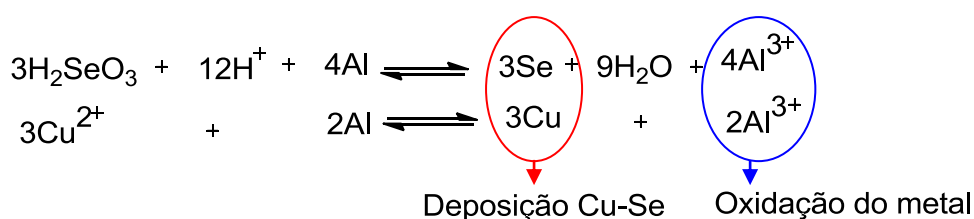
1.2.1.2 – Gun Blueing

Historicamente a solução de Gun Blueing era usada para repintura das partes metálicas das armas com uma camada azulada para prevenir marcas de dedos nessas áreas. Mais tarde percebeu-se ser aplicável a cartuchos de munição. Com o tempo, essa solução foi também utilizada para revelar impressões digitais latentes em superfícies metálicas¹.

O Gun Blueing envolve a deposição simultânea de dois metais, Se-Cu de cor azul escuro acompanhada de um processo de oxi-redução com a superfície metálica, nas áreas em que não há impressão digital. Há muitas fórmulas, mas basicamente, todas envolvem ácido selênico, sais de cobre e um ácido¹. O ácido selênico necessita a adição de ácido para que a redução se processe e todo esse sistema constitui um oxidante forte o suficiente para atacar os metais dos quais os estojos são feitos, como Cu, Zn, Ni, Fe e Al, conforme pode ser observado na Tabela 1¹³. O sal de cobre também atua como oxidante sobre os metais posicionados abaixo dele na tabela de potenciais. Essas reações são exemplificadas para o Al no Esquema 1.

Como o processo oxidativo prossegue após a revelação, escurecendo ainda mais de modo a “mascarar” a revelação, é possível reverter com solução de peróxido de hidrogênio e ácido acético (Esquema 2) e com o uso de métodos que estacionem esse processo, como imersão em verniz, esmalte incolor, laca ou solução de bicarbonato de sódio¹.

Esquema 1- Corrosão da superfície de Alumínio sem a impressão com deposição da camada azulada Cu-Se:



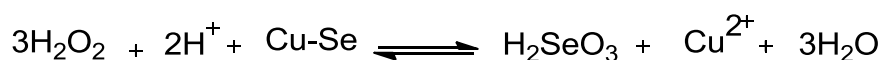
Fonte: FINGERPRINT, Yamashita e French, 2010.

Tabela 1 - Potenciais de Redução:

Half Reaction Standard Potential	(E°) in V
$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	+ 1,776
$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Au}$	+ 1,498
$2\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	+ 1,358
$\text{OCl}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$	+ 0,810
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	+ 0,800
$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	+ 0,771
$\text{H}_2\text{SeO}_3 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Se} + 3\text{H}_2\text{O}$	+ 0,740
$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag} + 2\text{NH}_3$	+ 0,373
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	+ 0,342
$\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$	+ 0,342
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2$	0,000
$\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	- 0,037
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}$	- 0,126
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}$	- 0,257
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	- 0,447
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$	- 0,762
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}$	- 1,662

Fonte: FINGERPRINT, Yamashita e French, 2010 (o destaque é da autora deste trabalho).

Esquema 2 - Eliminação da camada Cu-Se por H_2O_2 :



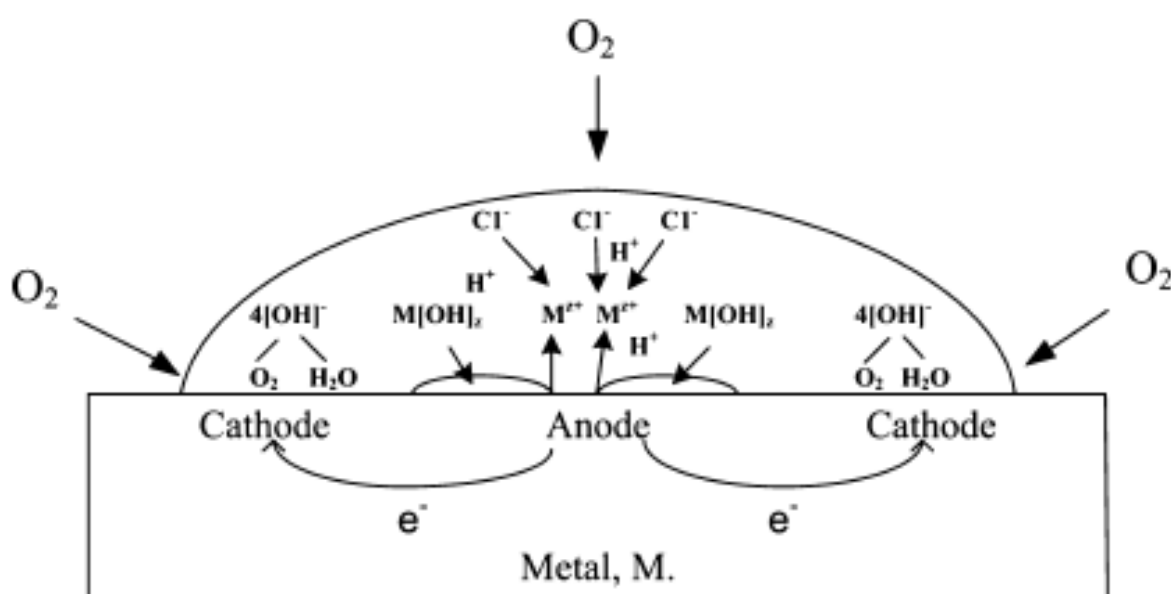
Fonte: FINGERPRINT, Yamashita e French, 2010.

1.2.2 - O processo corrosivo

Embora se espere um processo corrosivo mais acentuado nas superfícies metálicas de baixo potencial de redução em contato com o resíduo de cloreto da digital, isso não acontece. Existe grande tendência à passivação espontânea,

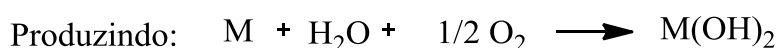
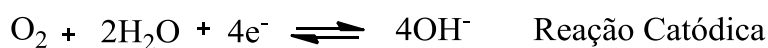
formando um filme óxido devido à redução do oxigênio do ar, que é termodinamicamente mais favorável, de modo que não se observam revelações muito nítidas em superfícies de metais menos nobres como Mg, Al, Ti e Zn. Esse filme óxido pode ser eliminado mecanicamente, expondo a superfície ao ataque. A passivação espontânea é mais comum em metais que apresentam potencial de redução menor que $0,4 \text{ V}^{14}$. A Figura 2 ilustra essa visão de Bond¹² e os Esquemas 3 e 4 fazem sua representação.

Figura 2 - Corrosão desenvolvida na presença de íons cloreto



Fonte: J.FORENSIC SCI, Bond, 2009.

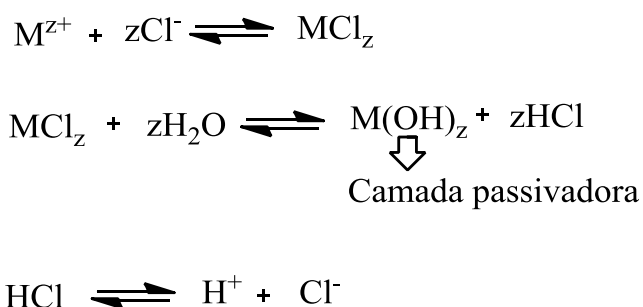
Esquema 3 – Reações de oxi-redução sob a deposição da digital (na periferia da gotícula de suor):



Camada Passivadora

Fonte: J.FORENSIC SCI, Bond, 2008.

Esquema 4 - Reações envolvidas no interior da gotícula de suor sob a deposição da digital:



Fonte: J.FORENSIC SCI, Bond, 2009.

Superfícies metálicas de metais mais nobres como Ag e Au, produzem revelações mais nítidas. A explicação para isso é que em solução (resíduo da digital) e na presença de um agente complexante adequado (íons cloreto) ocorre dissolução do metal, formando um complexo iônico do metal com potencial de redução menor do que do metal puro, favorecendo seu ataque¹⁴.

Nas ligas metálicas pode ocorrer corrosão seletiva, o que facilita a visualização por contraste de cor entre superfície corroída e não corroída¹⁴.

1.3 - A TEMPERATURA

Bond⁵ estudou a influência do aquecimento sobre a reação entre impressões digitais latentes e diferentes superfícies metálicas, bem como o intervalo de tempo entre a deposição da impressão e o aquecimento, usando o método SKP e pó eletrostático para visualizar as impressões. Avaliou o aquecimento por estufa e por fogo direto. Essa última é importante para resolução de crimes que envolvam incêndio e estojos deflagrados. Ele concluiu que a resolução da impressão independe do tempo decorrido entre a deposição da impressão e o aquecimento, mas é extremamente dependente da composição da superfície metálica e a quantidade de sal secretado pelo indivíduo através da digital. O aquecimento apenas acelera o processo. Bond⁵ observou, também, a importância da umidade no processo à temperatura ambiente por fazer comparativos entre amostras deixadas ao ar e amostras mantidas em dessecador por 10 dias. Estas últimas não apresentaram corrosão relativa às digitais.

Em experimento de campo com pistola 9 mm, após deflagração, Bond⁵ observou um percentual muito inferior de sucesso na revelação de digitais individualizáveis comparada com os ensaios em placas preparadas sob condições controladas (53%).

Tendo em vista todas essas considerações e que a maioria das técnicas disponíveis para revelação de digitais latentes em superfícies metálicas não são eficientes para estojos após a deflagração, segue-se o estudo de viabilidade usando um processo baseado em oxi-redução (como do Gun Blueing), conforme o Objetivo deste trabalho.

2 - METODOLOGIA

Inicialmente, preocupou-se em eliminar variáveis que pudessem interferir na qualidade da revelação:

- Cartuchos de mesmo lote, a fim de ter uniformidade de composição química;
- Indivíduo único a manipular os cartuchos antes da deflagração, para ter mesmo padrão e mesma composição química da digital;
- Um único dispositivo de disparo sem limpeza prévia (pois na limpeza interna das armas utiliza-se óleo);
- Deflagrações no mesmo local, para que os estojos separados dos cartuchos sofressem as mesmas condições ambientais.

Com o apoio do Núcleo de Armamento e Tiro da Polícia Federal, Porto Alegre-RS (NAT) foi possível sanar essas questões.

2.1 - PREPARO DAS AMOSTRAS

A idéia foi simular a situação real de um criminoso ao manipular os projéteis para carregar a arma, de modo que não houvesse preparo das digitais, isto é, lavar as mãos com água e sabão, esfregá-las uma na outra ou passar as mãos nas zonas oleosas como nariz e cabeça. Simplesmente, o Agente da Polícia Federal do Rio Grande do Sul (PF) ficou sem lavar as mãos por cerca de uma hora e carregou a pistola da maneira convencional, colocando vários cartuchos na mão e inserindo um a um no carregador da arma. Fez-se também um teste carregando os cartuchos um a um diretamente da caixa.

Os cartuchos cujos estojos eram de latão pertenciam ao mesmo lote, isto é, 9 mm LUGER ETOG 124 gr BJ 0214 L-1412, e foram deflagrados pelo mesmo dispositivo, uma pistola 9mm (Figura 3). Os cartuchos cujos estojos eram de latão niquelado pertenciam ao mesmo lote 357 MAGNUM EXPO 158 gr BD 0116 L-35 B359 e foram disparados de um revólver (Figura 4). Todos estavam em caixas fechadas para uso exclusivo da PF. São cartuchos fornecidos exclusivamente para treino por serem de menor qualidade e não usados por agentes em campo. A empresa CBC - Companhia Brasileira de Cartuchos, fabricante da munição, prestou a informação da composição, via e-mail:

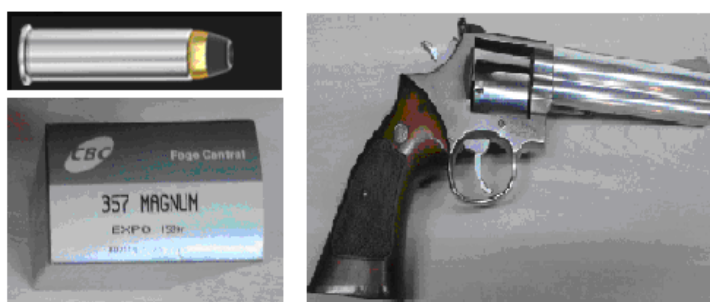
- Estojo de latão: liga 90/10 (90% Cu e 10% Zn).
- Estojo 357, aspecto prateado: liga 90 - 95% Cu.

Figura 3 – Cartucho cujo estojo é de latão 90/10, lote e dispositivo do qual foi disparado:



Fonte: <http://www.cbc.com.br/municoes-para-pistolas-subcat-1.html> em 05/11/2014, 9:26.

Figura 4 – Cartucho 357 cujo estojo é de latão niquelado, lote e dispositivo do qual foi disparado:



Fonte: <http://www.cbc.com.br/municoes-para-revolveres-subcat-2.html> em 05/11/2014, 9:27.

Para confirmar essas informações, realizou-se a análise qualitativa segundo a marcha analítica para metais do Grupo III¹⁵. Para o estojo do cartucho 357, verificou-se a presença de Níquel, Alumínio e Zinco na liga com o Cu. Para o estojo de latão confirmou-se presença de Zn na liga com o Cu.

As deflagrações foram realizadas na estante de tiro da PF, sob temperatura ambiente, e os estojos da pistola caíram em piso de cerâmica. Os estojos do revólver não tiveram contato com o chão visto que os mesmos permanecem no tambor da arma após os disparos. Com essas condições, os estojos não sofreram intempérie, não receberam deposições de digitais após a deflagração nem deformações por serem pisadas, por exemplo.

Todos os estojos foram coletados imediatamente após as deflagrações com o auxílio de pinça e armazenados em sacos plásticos devidamente identificados até a análise.

2.2 - PREPARO DAS SOLUÇÕES REVELADORAS

As fórmulas das soluções estoque basearam-se nas sugestões feitas por Yamashita e French¹ e constam no APÊNDICE A. Foram preparadas pesando-se seus componentes na seqüência da fórmula e agitando-se após cada adição. A pesagem foi sem precisão analítica (balança com sensibilidade 0,01g).

A denominada solução estoque adequada para latão (Figura 5), já está sendo usada pelo DI, apresentando resultados. A mesma foi preparada pelo Laboratório de Novos Materiais Orgânico (LNMO). A diluição utilizada é de 1:40, a temperatura ambiente. Em nosso caso, além dessa diluição, foram preparadas e testadas diluições 1:60, 1:80 e 1:100. As demais soluções que contemplam estojos supostamente de aço e alumínio já estavam prontas, também preparadas pelo LNMO e em fase de testes no DI. As mesmas foram trazidas ao LNMO para os testes de modo que não precisaram ser preparadas, mas seguiram a mesma metodologia de uso. Dessas últimas foram preparadas diluições 1:40 e 1:80.

Figura 5 - Solução estoque própria para latão:



As soluções diluídas serão chamadas de “soluções reveladoras”.

A solução reveladora para metodologia via SKP foi preparada como solução removedora de excesso de Gun Blueing e sua formulação consta no APÊNDICE A¹³.

2.3 - ENSAIOS

Basicamente, os estojos foram imersos na solução reveladora pelo tempo suficiente para visualizar fragmentos de impressão. Após, foram enxaguados em água corrente e deixados escorrer em papel toalha ou secos com secador. Após, observados sob luz visível e com o auxílio de uma lupa.

2.3.1 - Diminuição da quantidade de deposição de suor

A fim de atestar se há diminuição da quantidade e da concentração de resíduos (desgaste) do suor ao longo do carregamento completo de uma pistola para 15 cartuchos, o Agente inseriu os cartuchos com estojos de latão 90/10 um a um diretamente da caixa. Essa é uma forma atípica de municiar, isto é, carregar, mas a idéia era garantir o contato unicamente dos dedos com o estojo do cartucho. A ordem de carregamento é inversa à ordem de deflagração, ou seja, o primeiro a ser carregado é o último a ser disparado.

Depois de coletados, os estojos ficaram nos sacos plásticos por 3 dias e então abertos e expostos ao ar no dia anterior à análise (Figura 6).

Figura 6 – Estojos de latão expostos ao ar no dia anterior ao ensaio:



Para essa análise, fixaram-se os parâmetros de temperatura, tempo e concentração, de modo que se usou o método já adotado pelo DI, ou seja, solução estoque 4, adequada para latão, na diluição 1:40, na temperatura ambiente de 22°C, no tempo de 1'30", sob leve agitação manual.

Uma semana após o ensaio, os estojos foram novamente avaliados sob luz visível e lupa.

2.3.2 - Continuidade

O estojo 5 da sequência anterior permaneceu imerso na solução reveladora por 1 minuto. Após, foi lavado e analisado. A constatação foi que a revelação de possíveis digitais foi de tempo insuficiente, isto é, houve pouco destaque de cor entre região passivada e corroída, imergiu-se novamente na solução reveladora pelo tempo restante de 30 segundos.

2.3.3 - Padrão da digital

O ensaio 2.3.1 foi repetido e o Agente municiou a arma da forma como ocorre na prática, isto é, dispor vários cartuchos na palma da mão e inserir um a um no carregador. A idéia foi comparar a maneira usual de munição com a praticada no ensaio anterior verificando se o contato com a palma da mão faz alguma diferença.

Recolheram-se também estojos existentes no setor de descarte da estante de tiro da PF, provenientes das provas para obtenção de porte de arma e treinamento dos oficiais. Os estojos são de latão, de diferentes calibres, diferentes dispositivos de disparo, variadas e desconhecidas formas de munição e carregadas e disparadas por diferentes pessoas. Foram selecionados 3 estojos de cada um dos tipos, provenientes de pistolas 9 mm, 22LR e 380 *auto special*. Nenhum estojo foi manipulado pelos atiradores após o disparo. Todos foram submetidos à solução estoque 4, na diluição 1:40, a temperatura ambiente, pelo tempo de 1'30", sob suave agitação manual e sem limpeza prévia.

2.3.4 - Homogeneização da solução

Outro ensaio, realizado para verificar o efeito da agitação sobre o resultado da revelação, foi efetuado utilizando quatro estojos de cartuchos disparados da mesma pistola do ensaio anterior em que foram apenas imersos na solução, sem agitação, e deixados até atingir a cor considerada ótima.

2.3.5 - Estojos de latão em solução estoque 4: diluição x tempo x temperatura

Da solução estoque 4, confeccionou-se diluições 1:40, 1:60, 1:80 e 1:100. Para cada uma delas testou-se 3 tempos de revelação sob 2 temperaturas: 24°C (+/-

1°C) sob suave agitação, considerando ambiente climatizado, e 34°C (+/- 1°C), considerando dias de aproximadamente 32°C, sem climatização ou a disponibilidade de realizar leve aquecimento de 10°C para acelerar o processo. Para o aquecimento da solução reveladora utilizou-se uma chapa elétrica e, para efetuar a revelação das digitais latentes, colocou-se uma barra magnética dentro do estojo para proporcionar suave agitação. O primeiro tempo foi determinado visualmente quanto ao considerado ótimo e os outros dois tempos, variaram entre 30 segundos a mais e a menos.

Para a solução na diluição 1:40, avaliou-se o tempo de revelação sob a temperatura de 15°C (+/- 1°C), sob suave agitação, simulando laboratório não climatizado no inverno. Para o resfriamento da solução, utilizou-se um refrigerador convencional, colocando-se a mesma sob resfriamento até atingir a temperatura adequada para o ensaio.

Os estojos de latão utilizados foram deflagrados 5 dias antes.

2.3.6 - Análise logo após deflagração

A fim de observar se o tempo transcorrido entre a deflagração do cartucho e a realização do ensaio de revelação afeta significativamente a qualidade da revelação, efetuaram-se deflagrações de cartuchos com estojos de latão para serem analisados 30 minutos após o disparo. Também, estudou-se o efeito na revelação quando diferentes pessoas municiam a arma. Utilizou-se para a revelação unicamente a solução estoque 4, diluída 1:40, em temperatura ambiente. Parte do municamento foi realizado por esta autora, sem experiência nesta área.

2.3.7 - Intempérie

Para simular efeitos da intempérie, como a queda do estojo em uma poça de água ou sob chuva após o disparo, submergiu-se 3 estojos de latão em água por 4 dias e efetuou-se a revelação utilizando a solução reveladora 4, diluída 1:40, a temperatura ambiente.

Para outros ensaios recolheram-se estojos do setor de descarte da estante de tiro da PF provenientes das provas para obtenção de porte de arma e treinamento dos oficiais. Os estojos de fuzil 556 Nato são de latão, sofreram com a intempérie e foram manipulados no recolhimento, ressaltando que a prova de tiro com esse tipo

de arma se dá em espaço aberto e não na estante de tiro. Os estojos foram submetidos à solução estoque 4, na diluição 1:40, a temperatura ambiente, sem limpeza prévia.

2.3.8 - Presença de impurezas e reutilização da solução reveladora

A fim de testar o tempo de validade de uma solução reveladora e a influencia que impurezas exercem sobre a mesma, recolheu-se estojos de latão do setor de descarte da estante de tiro da PF, os quais foram varridos do chão e coletados com uma pá (não foi utilizada pinça para coleta) e não manuseados após os disparos. Essa situação tinha o objetivo de verificar o que acontece com os estojos e a qualidade da revelação em função de uma situação real, como por exemplo, a vivenciada pelo DI, onde os estojos provenientes de cena de crime são recebidos com sujidades aderidas e sua limpeza poderia apagar as evidências. Os estojos sujos e recolhidos do setor de descarte foram usados para contaminar a solução de revelação e usados entre uma sequência de revelação que envolveu a seguinte metodologia: revelar um estojo PF, revelar 4 estojos sujos e, novamente um estojo PF, e assim sucessivamente. Não foi dada importância ao estado de revelação dos estojos sujos, estudando-se somente a sequência de estojos PF.

Nesse teste, a mesma solução reveladora 4, na diluição 1:40 e a temperatura ambiente, foi reutilizada até o momento em que o tempo de revelação dobrou de 1'30" para 3' para obter o mesmo resultado visual.

Considerou-se um volume de 100 mL de solução em um copo de becker de 150 mL, quantidade suficiente para imergir os estojos um a um e agitar suavemente.

Depois que a solução mostrou muita matéria em suspensão (sujidades), foi filtrada utilizando papel de filtro e o processo de revelação continuou com a mesma solução.

2.3.9 - Limpeza do estojo após deflagração

Selecionaram-se entre os estojos no setor para descarte da estante de tiro da PF sete (07) estojos de munição calibre 380 *auto special*. Os mesmos apresentaram excelentes padrões de impressão digital (ver Resultados e Discussão 2.3.3). Três (03) foram limpos uniformemente com uma flanela seca. Um (01) dos estojos foi apenas agitado em água com detergente e posteriormente enxaguado. Os outros

três (03) foram lavados com água, detergente e esponja não abrasiva da esponja. Após cada processo de limpeza, os estojos foram submetidos à solução estoque 4, na diluição 1:40, a temperatura ambiente.

2.3.10 - Estojos de latão niquelado

Todos os estojos de latão niquelado foram testados com as soluções estoque 1, 2, 3 (adequadas para aço) e 5 (adequada para alumínio) nas diluições 1:40 e 1:80, a temperatura ambiente. Apenas as soluções 1 e 2 foram testadas na temperatura de 35°C (+/- 1°C) e da solução 1 preparou-se uma diluição 1:100 para testar a temperatura ambiente.

Por ser uma munição pouco usada pela PF, a quantidade de estojos de latão niquelado, de forma controlada pelo Agente, foi pequena, por isso testes preliminares foram realizados em estojos semelhantes, selecionados dos estojos do setor de descarte da estante de tiro, sem terem sido manipulados posteriormente a deflagração. Outros estojos foram fornecidos de amostras que estavam em poder do Professor Orientador deste trabalho, manipulados por alunos em sala de aula, de modo que deveriam ter diversas digitais apostas *a posteriori*. Esses últimos foram limpos com flanela e então novas digitais foram depositadas pelos laboratoristas, por isso serão chamados de “estojos preparados”.

Os estojos PF foram testados com soluções novas e, os estojos preparados, com soluções reutilizadas.

2.3.11 - Solução removedora de excesso de Gun Blueing (sobre revelação)

Um problema que pode surgir no uso das soluções reveladoras é o excesso de revelação na superfície do estojo. O escurecimento não permite a visualização das impressões digitais, ou seja, a visualização dos detalhes das cristas papilares ou das minúcias. Segundo Cantu et al¹³, uma solução de peróxido de hidrogênio em ácido acético é uma das mais eficientes para esse propósito. A idéia é não só clarear a área sobre a revelação, mas também analisar a possibilidade de revelar novamente se o clareamento for excessivo. A solução consiste em uma mistura de vinagre de álcool (contendo ácido acético) com peróxido de hidrogênio nas proporções que podem ser vistas no APÊNDICE A.

Para isso, utilizou-se a solução estoque 4, na diluição 1:40, em estojo de latão (tanto estojos PF quanto preparados), a temperatura ambiente, até passar do ponto ótimo de observação da impressão digital. Fez-se o mesmo com um estojo preparado, de aspecto prateado, usando a solução estoque 2, adequada para aço imersão, na diluição 1:40. Depois da reação, do ataque, enxaguou-se em água corrente e imergiu-se na solução de remoção de excesso até o ponto desejável e enxaguou-se novamente em água corrente.

2.3.12 - Troca de soluções

Em um experimento adicional decidiu-se testar as soluções de números 4 (adequada para latão) em estojos de aspecto prateado e 2 (adequada para aço) em estojos de latão 90/10, ambas em diluição 1:40, a temperatura ambiente.

2.3.13 - Conservação da impressão digital revelada

Após ter finalizado a revelação, observou-se que os estojos permaneciam escurecendo, chegando a impedir a visualização das digitais. Para tentar evitar esse escurecimento, alguns estojos aleatórios foram pintados com esmalte incolor sobre a digital revelada para observar se era possível deter o progresso da corrosão.

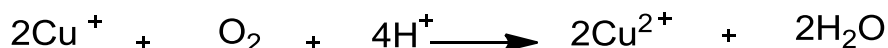
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as diferentes formulações de soluções estoque apresentam uma característica típica, a presença do ácido moderado H_3PO_4 ou um ácido forte HNO_3 . Segundo Bard, Stratmann e Frankel¹⁶, ácidos mais fracos proporcionam maior corrosão visto que os H^+ envolvidos no processo redox podem ser substituídos pelos H^+ não dissociados. Ácidos fortes são dissociados completamente em solução, diminuindo a quantidade de H^+ envolvidos no processo redox. As condições ácidas favorecem a dissolução do metal com a formação do cátion (M^{2+}), com perda de dois elétrons, levando à espécie estável $M(OH)_2$.

A maior quantidade de oxigênio dissolvido no sistema, proveniente do ar, aumenta a taxa de corrosão. Essa ação sobre o Cu pelo oxigênio, por exemplo, pode ser vista no Esquema 5. O conteúdo de oxigênio no ácido também tem grande influência no processo corrosivo médio. O aumento da quantidade do conteúdo de oxigênio aumenta a taxa de corrosão. Em todas as soluções reveladoras temos essa

realidade, visto que todas têm em sua fórmula, ácidos contendo oxigênio em sua composição. As soluções estoque 1, adequada para aço comum, e 5, adequada para alumínio, tem quantidades um pouco menores de oxigênio, mas não foi por isso que apresentaram tempos de revelação superiores¹³.

Esquema 5 - Ação do oxigênio na oxidação do Cu:



Fonte: Corrosion and Oxide Films, Stratmann e Frankel, 2003.

3.1 – DIMINUIÇÃO DA QUANTIDADE DE DEPOSIÇÃO DE SUOR

Para o primeiro ensaio de desgaste de suor, dos 15 estojos, observaram-se em 12, fragmentos de impressões, no entanto, não individualizáveis, isto é, não é possível individualizar aquele fragmento com base na amostra de referência. Os fragmentos com maior nitidez foram observados nos estojos 13 e 15, que foram os últimos a serem municiados e os primeiros a serem deflagrados. Desse modo observou-se que não há perda importante dos constituintes da impressão, ou seja, o suor das mãos mostrou-se praticamente constante.

Todos os estojos apresentaram o mesmo espaço claro, não corroído (Figura 7 a). Esta vem a ser a área passivada da impressão e a parte escura caracteriza a corrosão da superfície metálica não passivada (Figura 7 b). Os fragmentos de digitais foram observados nas áreas claras.

Uma semana após o ensaio, os estojos foram novamente avaliados sob luz visível e lupa. Ocorreu escurecimento total e os fragmentos, que antes eram visíveis, não mais foram percebidos. Atestando-se, assim, que o processo corrosivo continua após a análise se métodos estanques não forem adotados. No DI a digital é microfotografada imediatamente após sua revelação.

A grande maioria apresentou regiões totalmente passivadas. Isso pode ser explicado pela forma de municiamento da pistola, que para acomodar o cartucho, acaba-se atritando o dedo, logo, espalhando os sais. Então, ao mesmo tempo em que se imprime a digital, apaga-se a mesma.

Figura 7 - Estojos de latão, municiados um a um, da caixa sob ação da solução reveladora adequada para latão, na diluição 1:40, a temperatura ambiente pelo tempo de 1'30":

a)



b)



a) Área clara referente à região passivada pela digital. b) Área escura referente ao ataque corrosivo com deposição de Cu-Se.

3.2 - CONTINUIDADE

O processo corrosivo continua se um estojos parcialmente revelado for imerso novamente na solução reveladora, mesmo após enxágüe do estojos em água.

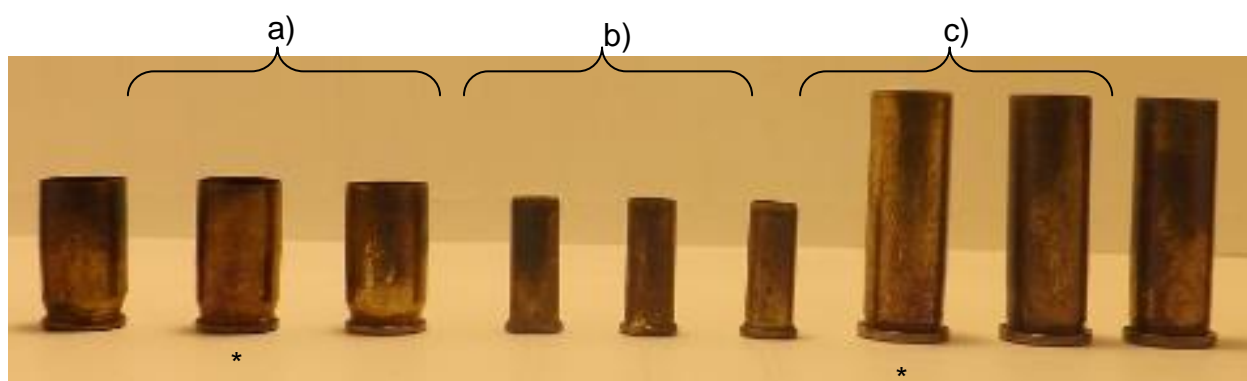
3.3 - PADRÃO DA DIGITAL

Dos quinze (15) estojos provenientes dos disparos efetuados pela pistola municiada pelo Agente da forma como ocorre na prática, isto é, inserir vários cartuchos na mão e introduzir um a um no carregador, apenas cinco (5) apresentaram fragmentos de impressões digitais. Isso mostra que a maneira de municiar a arma interfere no resultado de revelação obtido, dificultando a obtenção de digitais individualizáveis e com possibilidades de comparação com as amostras de referência. Uma possível explicação é que devido ao contato extra com a palma da mão, há um maior espalhamento dos sais do suor, gerando áreas maiores, totalmente passivadas.

Os estojos de cartuchos de munições de diferentes calibres, recolhidos do setor de descarte da estante de tiro da PF, apresentaram uma média de 1'15" de tempo na revelação, bem próximo do tempo de 1'30" necessário com os estojos PF retirados da caixa (Figura 8). Os estojos de cartuchos de armas de menor calibre

(pistola 9mm e 22LR) apresentaram padrão de impressão digital semelhante ao observado nos casos anteriores, isto é, uma grande marca clara correspondendo à área passivada pela digital e a outra atacada pela solução de cor azulada. Nessas, pôde-se observar fragmentos de digitais (Figura 9 a). Os estojos de cartuchos de armas de maior calibre (380 Auto *Special*) apresentaram padrão de digitais excelentes, não apenas fragmentos, mas digitais individualizáveis (Figura 9 b). Provavelmente sua forma de municiamento é mais facilitada, dispensando acomodação do cartucho com os dedos. Há ainda a diferença de área de contato, os estojos das armas de maior calibre favorecem uma deposição de impressão digital mais completa do que os estojos das armas de menor calibre.

Figura 8 - Estojos de latão de munição de diferentes calibres, recolhidas do setor de descarte da estante de tiro, submetidas à solução reveladora 4, adequada para latão, na diluição 1:40, a temperatura ambiente:



a) Estojos de munição de pistola 9 mm, b) Estojos de munição 22LR e c) Estojos de munição 380 auto special. (*) Ampliações na Figura 8.

Figura 9 - Ampliação das revelações em estojo de latão 9mm e 380 auto special:



a) Estojo de pistola 9 mm com fragmentos de digital e b) Estojo 380 auto special com digital individualizável.

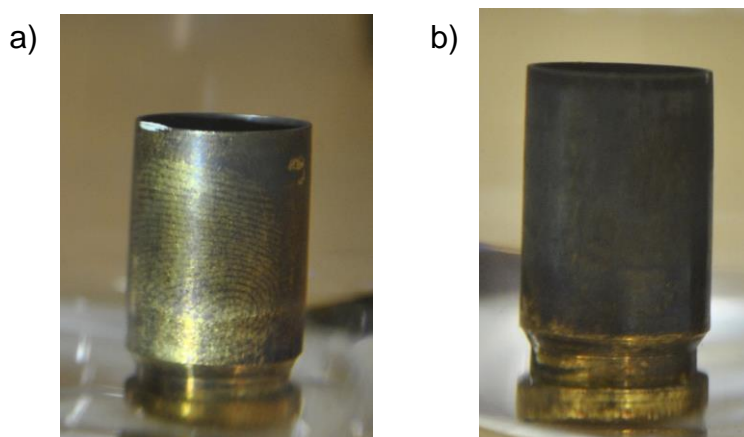
3.4 - HOMOGEINIZAÇÃO DA SOLUÇÃO

Observou-se o aumento do tempo de 1:30 considerado ótimo nos ensaios anteriores, sob suave agitação, para 2:40 sem agitação, uma diferença de mais de um minuto. Para otimizar o ensaio de estojos de latão 90/10 utilizando a solução estoque 4, a leve agitação é um fator determinante.

3.5 - ESTOJOS DE LATÃO 90/10 EM SOLUÇÃO ESTOQUE 4: DILUIÇÃO X TEMPO x TEMPERATURA

A Tabela 2 expressa os parâmetros e os resultados observados. O objetivo foi analisar o contraste de cor entre área corroída e passivada para a observação das digitais, quando reveladas. Trata-se de uma análise empírica que pode variar de observador para observador. Mas o critério adotado foi o mesmo utilizado pelo DI, conforme Figura 10.

Figura 10 - Padrão de visualização adotado pela DI para estojos de latão:



a) Cor ótima e b) Cor que passou do ponto considerado ótimo.

Tabela 2 - Diluições a partir da solução estoque 4 e observações temperatura x tempo:

Diluição	Temp (°C)	Estojo	Tempo	Observação
1:40	14	1	1'50"	CLARA, fragmento de digital visível
		2	2'10"	BOA, fragmento de digital visível
		3	2'06"	BOA

	24	1	1'	BOA
		2	1'30"	BOA, fragmento de digital visível
		3	2'	RUIM, fragmento de digital visível
	33	1	33"	BOA, reação rápida de difícil controle
		2	44"	RUIM
		3	36"	BOA
1:60	25	1	3'12"	RUIM
		2	4'10"	RUIM
		3	2'10"	BOA
	34	1	1'20"	RUIM
		2	1'36"	RUIM
		3	50"	BOA
1:80	24	1	3'10"	BOA
		2	4'34"	RUIM
		3	3'40"	BOA, fragmento de digital visível
	35	1	1'17"	BOA
		2	1'33"	RUIM
		3	1'20"	CLARA
1:100	24	1	3'45"	BOA, fragmento de digital visível
		2	5'31"	RUIM
		3	4'46"	RUIM
	33	1	1'40"	BOA
		2	2'10"	RUIM
		3	3'	RUIM

Classificação: BOA = contraste de cor ótima para visualização; CLARA = baixo contraste; RUIM = muito escuro, visualização ruim.

Soluções mais diluídas, como esperado, aumentam o tempo para visualização ótima, mas não faz diferença na qualidade da deposição, de modo que a visualização considerada ótima para a solução na diluição 1:40 na temperatura ambiente por 1'30" é a mesma para a diluição 1:100 a 33°C (+/- 1°C) por semelhante tempo. O aquecimento de apenas 10°C da mesma solução diminui o tempo de ensaio de 1/3 a metade.

A solução resfriada a 15°C (+/- 1°C) apresentou o pequeno aumento de tempo em 30" para a revelação.

Em soluções com pH abaixo de 3 (como é o caso), o Zn é fortemente atacado com formação de gás H₂, segundo Bard, Stratmann e Frankel¹⁶.

A ação passivadora do oxigênio do ar, no interior da gotícula de suor, é mínima, visto que a concentração de oxigênio decresce com o aumento da concentração de sais, como NaCl presente na deposição¹⁶.

3.6 - ANÁLISE LOGO APÓS DEFLAGRAÇÃO

O tempo de revelação foi menor em cerca de 20 segundos quando comparado com o 1'30" médio para os estojos PF e que ficaram 4 a 5 dias em espera. Isso é de se esperar, visto que com o passar do tempo começa a ocorrer deposição de óxidos na superfície não passivada pela digital, sofrendo uma lenta oxidação pelo ar, que atua como camada passivadora, conforme Esquema 8. No ensaio imediato a deflagração, não passou tempo suficiente para que esse processo iniciasse, de modo que o ataque pelo Gun Blueing foi mais rápido.

Tabela 3 - Resultados da revelação imediata à deflagração:

	Estojo	Tempo	Observação
Oficial PF	1	1'20"	BOA, fragmento de digital visível
	2	1'10"	BOA
	3	1'04"	BOA, fragmento de digital visível
	4	1'06"	BOA
	5	1'28"	RUIM
Daiane	1	1'13"	BOA
	2	1'06"	BOA
	3	1'20"	RUIM

Classificação: BOA = contraste de cor ótima para visualização; RUIM = muito escuro, visualização ruim.

Por fim, o Cu(OH)₂ gera ambos os óxidos passivadores Cu₂O e CuO e o Zn(OH)₂ gera o óxido passivador ZnO₂, de acordo com Bard, Stratmann e Frankel¹⁶.

Pôde-se observar diferença na qualidade da digital nos estojos provenientes do municciamento efetuado pelo Agente e efetuado pela aluna. Dentre os municciadas

pelo Agente, obtiveram-se fragmentos de digitais após a revelação, o que não ocorreu com a aluna. Devido à falta de experiência, a aluna teve dificuldade em acomodar o cartucho na pistola, possivelmente “esfregando” mais os dedos contra o estojo, levando a passivação de toda a região. Outros interferentes podem ter sido a diferença química na constituição do suor, uso de cosméticos e desgaste da impressão.

3.7 - INTEMPÉRIE

Considerando o tempo já visto como ideal para a solução estoque 4, adequada para latão, na diluição 1:40, a temperatura ambiente, os estojos deixados submersos em água e submetidos a esses parâmetros não revelaram nenhum fragmento de digital e apresentaram borrões que confundem a parte passivada da não passivada (Figura 11). A camada passivadora foi possivelmente “lavada”, sendo que os sais das digitais aparentemente foram espalhados por toda a região.

Figura 11 - Estojos de latão deixados submersos em água após deflagração e, após 4 dias, submetidos a solução estoque adequada para latão, diluída 1:40, a temperatura ambiente:



Os estojos de fuzil 556 Nato recolhidos do setor de descarte da estante de tiro não apresentaram nenhum padrão, foram uniformemente atacados pela solução como não havendo área passivada da digital (Figura 12). Sua forma de municiamento é semelhante ao da pistola de modo que se esperava um padrão de revelação semelhante. Mas estes sofreram ação do tempo, visto que a estante de tiro é ao ar livre e os estojos foram recolhidos após dias, sendo submetidos às condições climáticas, como sereno e chuva.

Figura 12 - Estojos de fuzil 556 Nato recolhidos do setor de descarte da estante de tiro sob solução estoque adequada para latão, na diluição 1:40, a temperatura ambiente:



3.8 - PRESENÇA DE IMPUREZAS E REUTILIZAÇÃO DA SOLUÇÃO REVELADORA

Estudou-se a influência que impurezas na solução exercem sobre a qualidade e o tempo de revelação, bem como a viabilidade da reutilização da solução reveladora. A Tabela 4 expressa o aumento do tempo de revelação ao passo que a mesma solução é reutilizada.

Tabela 4 - Tempo de revelação X reutilização da solução reveladora adequada para latão:

Estojos	Reutilização	Tempo de revelação
1	1x	1'30"
2	5x	1'32"
3	9x	1'42"
4	14x	1'41"
5	19x	2'08"
6	24x	2'26"
7	29x	2'56"

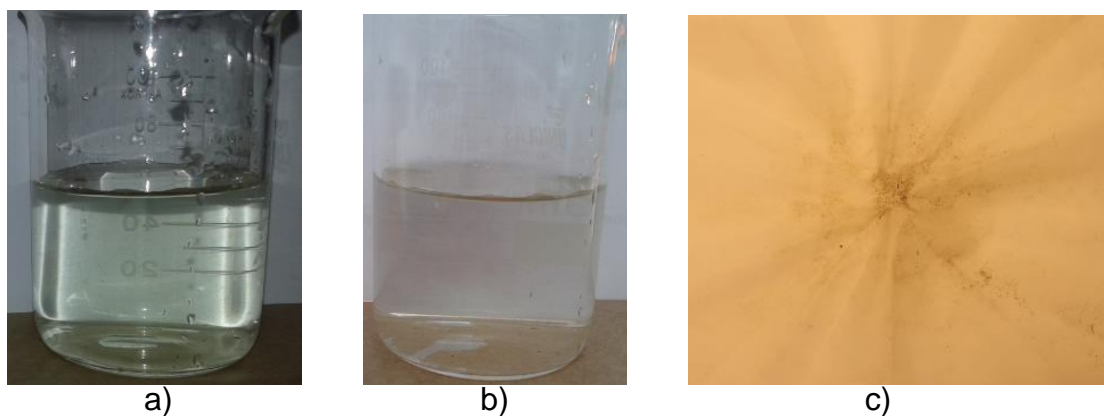
O tempo de revelação aumentou apenas 15' após 14 ou 15 vezes de reutilização da solução. Os demais estojos foram experimentando tempos maiores até que, para 30 vezes, o tempo dobrou. Neste ponto, a solução foi filtrada e

reutilizada. A Figura 13 ilustra a solução reveladora antes do uso e após a contaminação.

Logo após a filtração, o tempo de revelação foi de 5'. De modo que a eliminação de sujidades não interfere no decaimento da eficiência da solução reveladora. A filtração seria apenas para melhorar o aspecto visual da solução.

É de se esperar o decaimento da eficiência da solução visto que há consumo dos eletrólitos para a deposição da camada azulada Cu-Se.

Figura 13 - Solução antes e após contaminação:



a) Solução reveladora antes do uso, b) Solução reveladora após contaminação e c) Papel de filtro com as sujidades retidas.

3.9 - LIMPEZA DO ESTOJO APÓS DEFLAGRAÇÃO

Os estojos de latão limpos por flanela após deflagração foram uniformemente atacados pela solução reveladora adequada para latão devido à remoção total da área passivada.

Os estojos de latão limpos após deflagração, utilizando água, detergente e esponja e posteriormente revelados, apresentaram diferentes resultados. Um estojo apresentou bons fragmentos de digitais, enquanto os outros dois apresentaram um padrão muito ruim. Provavelmente o contato com a esponja removeu parcialmente a área passivada.

O estojo deflagrado limpo, apenas agitado em solução de água e detergente e revelado, apresentou fragmentos de digitais, mas no dobro do tempo usual para essa solução, da média 1'30" para 2'40". O detergente retarda a revelação, pois a

solução espumou um pouco, o que possibilitou concluir que o enxágüe não foi efetivo.

A Figura 14 apresenta esses resultados.

Figura 14 - Estojos de latão limpos após deflagração e revelados:



a) Estojos limpos com flanela, após deflagração, b) Estojos limpos, após deflagração, com água, sabão e esponja e c) Estojo limpo, após deflagração, apenas por imersão em água e sabão.

3.10 - ESTOJOS DE LATÃO NIQUELADO

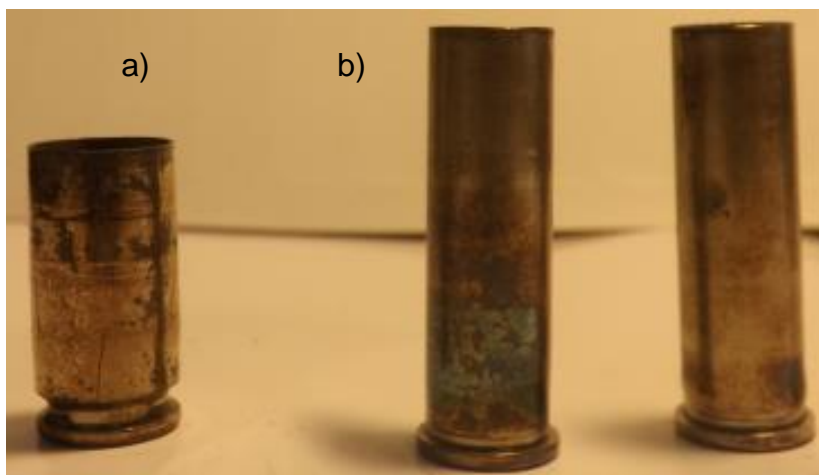
3.10.1 – Solução estoque adequada para aço comum

A revelação demorou muito na diluição 1:100, a temperatura ambiente, usando o estojo preparado. Aos 6' começou a corroer em uma das extremidades e foi progredindo de forma irregular até 12', quando pôde-se observar a digital.

Na diluição 1:80, a temperatura ambiente, o estojo preparado confirmou uma corrosão irregular de 6'46" com revelação de fragmentos de digitais.

Na diluição 1:40, a temperatura ambiente, o estojo preparado revelou fragmentos no tempo de 3'40" e o estojo PF, 6'05". Em ambos os casos, a evolução da corrosão foi bastante irregular (Figura 15). A diferença nos tempos de revelação pode ser devida à diferença química, visto que, pela análise qualitativa, o estojo preparado acusou apenas a presença de Mn na liga com o Cu. O Mn tem um potencial de redução extremamente baixo, em torno de -1,180 V, sendo rapidamente oxidado. E o estojo PF apresentou uma mistura de Al, Ni e Zn na liga, cujos potenciais de redução são maiores.

Figura 5 - Ataque irregular aos estojos de aspecto prateado:



a) Estojo Preparado e b) Estojo PF.

Em todos os casos a deposição não foi estável saindo sob agitação na própria solução reveladora e ao ser tocada posteriormente. Isso refletiu numa revelação irregular que não pode ser usada para identificação de impressão digital latente. O melhor é não agitar, diferente do que ocorreu para soluções próprias para latão, que requeria suave agitação para maior eficiência. O ideal é deixar secar ao ar ou usar secador para evitar remoção da camada depositada na superfície corroída. O contraste de cor entre a região corroída e a passivada não é tão destacada.

Testou-se, em solução 1:40, um estojo preparado sem agitação. O tempo de revelação foi de 4'25", um pouco maior, mas obteve-se uniformidade maior na deposição e revelou uma excelente digital, podendo ser até individualizável, ou seja, identificável por comparação com as amostras de referência. O estojo PF em solução 1:40, revelou em 7', também um tempo pouco maior, mas confirmou a melhor uniformidade do ataque com revelação de fragmentos da digital.

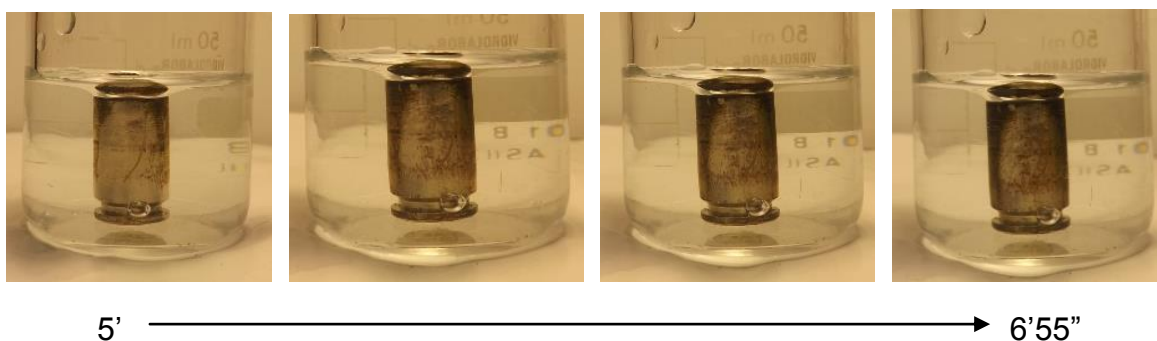
Um dos estojos PF, mas municiado pela aluna, também revelou a impressão. Pode-se dizer que o muniamento do revólver favorece a deposição da digital, independente de quem o faz.

Testou-se a 35°C a solução 1:40 com o estojo PF e a deposição foi ruim, no tempo de 3'3". Na mesma temperatura e com o mesmo tipo de estojo para a solução 1:80 o tempo foi de 4'47" e com boa uniformidade, sem agitar.

3.10.2 – Solução estoque adequada para aço imersão

A solução com diluição 1:80 revelou o estojo preparado em 6'55", a temperatura ambiente. O ataque foi perfeitamente uniforme. Aos 5' a marca clara da deposição estava bastante evidente, depois desse tempo, os vales da impressão foram se destacando. Digital individualizável (Figura 16). A mesma solução a 35°C com estojo preparado levou 3'15", com pouco destaque de cor entre área passivada e atacada, sem detalhamento da digital. Com o estojo PF houve semelhante desenvolvimento a temperatura ambiente e revelou fragmentos de digitais.

Figura 16 - Evolução da revelação de estojo preparado de aspecto prateado em solução adequada para aço imersão, com diluição 1:80, a temperatura ambiente:



A solução com diluição 1:40, a temperatura ambiente, revelou o estojo preparado em 6'35". Para o estojo PF, o tempo de revelação foi 2'50". Em ambos os casos, confirmou-se o ataque uniforme, mas não fez diferença considerável no tempo de revelação, sendo assim, para esta solução, a diluição ideal é 1:80, na temperatura ambiente.

Essa solução adequada para aço imersão mostrou-se eficiente na revelação tendo em vista a alta presença de oxigênio na sua fórmula, o que potencializa o processo corrosivo em relação à solução estoque 1, adequada para aço comum, principalmente no caso da liga níquelada do estojo PF¹⁶.

3.10.3 – Solução estoque adequada para aço extra forte

A solução, na diluição 1:80, revelou o estojo preparado em 11'23", a temperatura ambiente. Apesar da boa revelação da digital (Figura 17), o tempo necessário foi quase o dobro em relação ao tempo necessário para revelar usando a solução 2.

Figura 17 - Digital revelada em estojo preparado de aspecto prateado com solução estoque adequada para aço extra forte na diluição 1:80:



A solução com diluição 1:40, a temperatura ambiente, revelou o estojo preparado em 3'15" com revelação de digital. Para o estojo PF, o tempo de revelação foi 1'40" e visualizou-se fragmentos de digital. Deixou-se mais tempo, completando 4'51" e passou do tempo, ou seja, ficou muito escuro, dificultando a visualização. Foi difícil identificar o ponto ótimo pois houve pouco destaque da cor entre área passivada e corroída.

A designação extra forte para essa solução estoque foi visando o ataque mais severo que o HNO_3 , presente na fórmula, provoca sobre o Cu, de acordo com Bard, Stratmann e Frankel¹⁶. Porém, o sal CuNO_3 , presente na fórmula, não atua tão severamente sobre a liga níquelada do estojo PF quanto o CuSO_4 presente na fórmula da solução estoque 2¹⁶. Talvez isso explique a dificuldade de visualização da revelação do estojo PF.

3.10.4 – Solução estoque adequada para alumínio

A solução com diluição 1:80 revelou o estojo preparado em 5'10", a temperatura ambiente. O ataque foi extremamente uniforme, porém, pouco destaque de cor entre área passivada e corroída (Figura 18). No tempo 5'53" passou do ponto ótimo de visualização. A mesma solução com o estojo PF apresentou fragmentos de digital no tempo de 4'20" com pouco destaque de cor e sem uniformidade no ataque.

Figura 18 - Estojos preparados de latão niquelado submetidos a solução reveladora, adequada para alumínio, no tempo de 5'10", com pouco contraste de cor para visualização da digital:



A solução, com diluição 1:40, a temperatura ambiente, revelou o estojo preparado em 2'06". Confirmou o ataque uniforme, porém pouco destaque de cor entre área passivada e corroída. Para o estojo PF, o tempo de revelação foi 3'03" e também confirmou pouco destaque de cor e sem uniformidade no ataque. O ataque começa de uma ponta progredindo para a outra, quando a cor ideal aparece numa ponta, passou do ponto na outra. Repetindo no estojo PF, o tempo foi de 2'10" e o ataque foi muito irregular além de desprender deposição na solução, mesmo sem agitar.

A diferença de composição química entre o estojo preparado e estojo PF pode ter sido determinante no ataque uniforme. O PF, pelo ensaio analítico, tem em sua composição química Níquel, o qual é severamente atacado ou oxidado por ácidos como HNO_3 , ausente na fórmula da solução estoque 5, adequada a alumínio. Por outro lado, o Ni apresenta resistência ao ataque de ácidos fluorados, como o H_3BF_4 presente na fórmula. Esses aspectos podem explicar o ataque irregular¹⁶.

3.11 - SOLUÇÃO REMOVEDORA DE EXCESSO DE GUN BLUEING

Para o estojo de latão 90/10, a solução para remoção funciona bem, clareando e melhorando a visualização da digital, mas tem de se imergir o estojo muito rapidamente, por 2" a 3", enxaguar em água e observar. Se quiser continuar clareando, imergir rapidamente e enxaguar novamente, evitando clarear demais. Quando submetido à solução reveladora adequada para latão novamente, houve escurecimento com a digital ainda evidente (Figura 19).

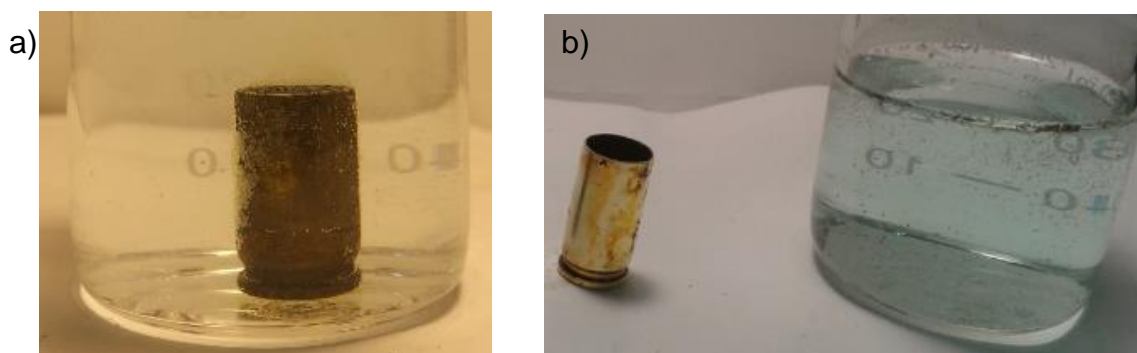
Figura 19 - Remoção do excesso de Gun Blueing e posterior ataque ao estojo de latão com solução reveladora própria para tal:



Em ambas as gravuras, o estojos da esquerda, de latão, são para simples comparação de cor. a) Estojo de latão levemente clareado com removedor de excesso de Gun Blueing e b) Estojo submetido ao ataque da solução reveladora novamente, após a remoção do excesso de Gun Blueing.

Foi-se ao ponto de limpar totalmente a deposição na corrosão em um estojo PF de latão. A solução começou a contaminar, indicando que a mesma começou a atacar o estojo. Houve até mesmo efervescência (Figura 20). Isso é esperado visto que o potencial de oxidação do H_2O_2 é maior que dos metais que compõem o estojo e tendem a oxidar os mesmos. Além disso, ácidos mais fracos proporcionam maior corrosão visto que os H^+ envolvidos na redução podem ser substituídos pelos H^+ não dissociados. A solução removedora vem a ser mais corrosiva em relação à soluções reveladoras visto que o ácido acético é um ácido fraco¹⁶.

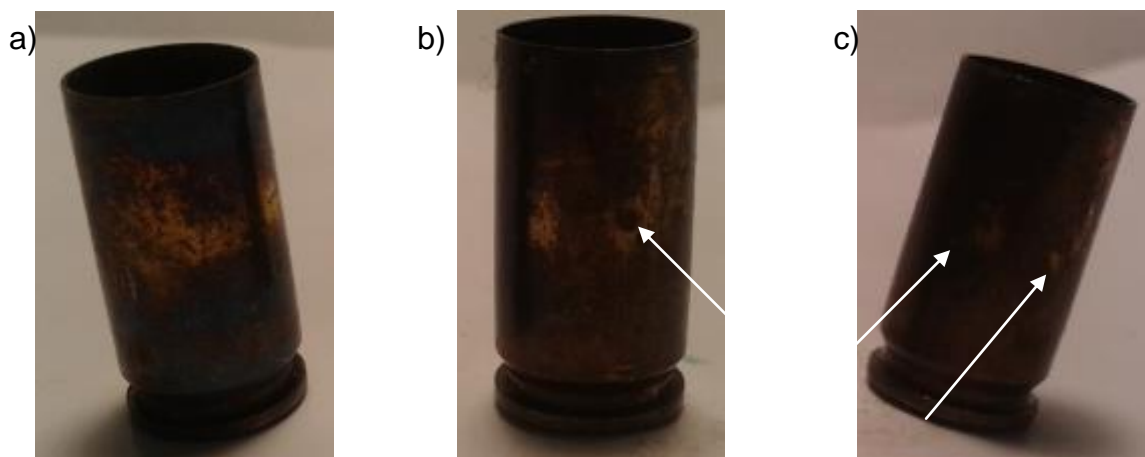
Figura 20 - Remoção total do Gun Blueing do estojo de latão:



a) Efervescência da solução e b) Estojo de latão com total remoção de Gun Blueing até o ponto de ataque à liga do metal.

Quando se submeteu esse estojo à solução reveladora novamente, não mais se identificou a digital, as borbulhas pela liberação de gás hidrogênio criaram defeitos na superfície, ou manchas, e houve um ataque desigual (Figura 21).

Figura 21 - Nova revelação sobre estojo de latão cuja camada de Gun Blueing foi previamente removida:



a) Referência de ataque ao estojo de latão e b e c) Manchas dos dois lados do estojo de latão, totalmente limpo do Gun Blueing e novamente atacado pela solução reveladora até atingir a cor da Referência. As manchas reveladas estão indicadas pelas setas.

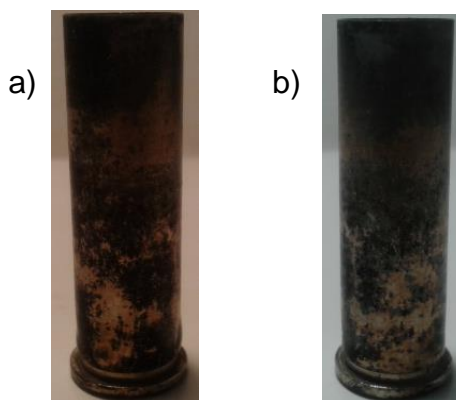
Os estojos de latão preparados clarearam na solução de remoção adquirindo uma coloração metálica uniforme e quando submetidos à solução reveladora novamente, não houve o aparecimento da coloração azul da deposição e sim uma coloração de cor ferrugem num fundo metálico, sem revelação de digitais (Figura 22). Imagina-se que digitais recém impressas são “lavadas” pela solução removedora, de modo que o H_2O_2 oxida o metal de forma uniforme.

Figura 22 - Estojos de latão preparados previamente, clareados com solução removedora (de um primeiro ataque por solução reveladora) e novamente revelados:



No estojo PF de latão niquelado a solução atacou a superfície metálica antes de remover a deposição (Figura 23). Na realidade, o Ni presente na liga é fortemente corroído por um perácido orgânico (como é o caso do ácido peracético, presente na solução removedora de excesso de Gun Blueing)¹⁶. A solução ficou suja e demorou muito até a deposição ser atacada a fim de clarear. A solução removedora de excesso de Gun Blueing testada não se aplica para estojos de latão niquelado.

Figura 23 - Estojos de latão niquelado submetidos à solução removedora de excesso de Gun Blueing:



Estojos de aspecto prateado, tipo aço, a) antes de ser submetido à solução removedora de excesso de Gun Blueing e b) depois de ser submetido à solução removedora.

3.12 - TROCA DE SOLUÇÕES

A solução 2, adequada para aço imersão, em latão 90/10 revelou em 2' de forma rápida e uniforme, mas sem um bom destaque entre as cores da região passivada e corroída. A composição básica do Gun Blueing presente na fórmula da solução estoque 2 (ácido selênico, sais de cobre e um ácido) são suficientes para oxidar o Cu e o Zn da liga de latão. O menor destaque de cor em relação à solução 4, adequada para latão, pode se dar pela ausência do sal de Zn, presente na solução 4, que potencializa o ataque e dando um maior destaque na diferença de cor entre região passivada e atacada.

Usando a solução 4, adequada para latão, em estojo de aspecto prateado, tipo aço, ocorre um ataque sem uniformidade. Mesmo sem agitação, ocorre perda de deposição para a solução. Apesar de também contar com a presença da composição típica do Gun Blueing que oxida todos os componentes da liga (Ni, Al e

Zn), o sal de Zn presente na fórmula da solução 4 potencializa a oxidação do Al e Zn, mas não do Ni, o que pode contribuir para o ataque irregular.

3.13 - CONSERVAÇÃO DA DIGITAL REVELADA

Depois do estojo seco, aplicou-se uma camada de esmalte de unhas incolor sobre a digital revelada. O processo corrosivo foi interrompido, pois não houve progresso no escurecimento do estojo. A aplicação de esmalte sobre o estojo ainda úmido tende a borrar a impressão.

CONCLUSÕES

A clareza da impressão não depende da suposta diminuição da quantidade de suor da mão, que deve ocorrer quando do municamento sequencial da arma. Um fator decisivo é o dispositivo utilizado (arma) que determina a forma de municar, se haverá um simples contato com os dedos ou envolverá contato com a palma das mãos ou um acomodamento do cartucho, que levará à passivação completa da área. A experiência do municador também é determinante.

Não foi possível determinar um tempo ótimo de revelação, adequado a todos os tipos de estojos. O ponto ótimo de visualização da cor da digital revelada acaba sendo puramente visual e o tempo estimado de 1'30" para o ensaio utilizando a solução estoque 4, adequada para latão, na diluição 1:40, a temperatura ambiente, acaba não sendo sempre adequado na prática, visto que não se tem controle sobre as condições sofridas pelo estojo na cena do crime. Neste trabalho, consideramos condições ótimas de intempérie, dentro de uma estante de tiro. Mas um ensaio de simulação do efeito de intempérie, mergulhando estojos em água e com estojos recolhidos de estante de tiro que se encontra ao ar livre, mostraram a influência negativa que a digital sofre do ambiente. Assim os tempos são muito variáveis.

Nos ensaios com estojos de latão, utilizando a solução 4, a leve agitação é um fator que contribui para a uniformidade e rapidez da revelação.

O uso de soluções mais diluídas é interessante em termos de custo, mas, na prática, é ruim quando se considera o tempo adicional envolvido. O aquecimento da solução é indicada no caso de laboratórios sem climatização, em regiões frias, para que o tempo necessário não seja elevado. É importante também que se cuide o uso da solução apropriada para cada tipo de estojo.

Percebe-se que a vida útil da solução, para um volume de 100 mL, é de aproximadamente 15 ciclos, para manter o mesmo tempo. No entanto, nada impede de continuar sendo usada submetendo-se a tempos maiores ou aquecendo a solução, até esgotamento total dos eletrólitos.

Na cena de um crime, um estojo pode entrar em contato com sujidades muito mais complexas que simples poeiras, como sangue, por exemplo. Estas podem, em princípio e com muita cautela, serem eliminadas sem afetar a digital por simples

agitação em solução de água e detergente seguida de um completo enxágue. O uso de esponja não abrasiva pode ser feita com muita cautela. A simples poeira dispensa limpeza prévia para o ensaio. Cabe ao perito, no entanto, decidir se executa ou não essa limpeza que pode, em muitos casos, eliminar fragmentos importantes da digital, comprometendo os resultados de comparação com as amostras de referência.

A revelação para estojos de latão niquelado exige maior tempo e ausência de agitação. A deposição é mais sensível e aconselha-se secagem ao ar ou com secador para evitar a remoção da mesma. A solução estoque que melhor atuou sobre esse tipo de estojo foi a solução adequada para aço imersão na diluição 1:80, a temperatura ambiente.

Importante atentar ao uso da solução de remoção de excesso de Gun Blueing. Ela deve ser usada pelo tempo necessário para evidenciar a digital e imediatamente enxaguada para evitar o ataque oxidativo da superfície metálica por parte da solução. A solução H_2O_2 e ácido acético presente no vinagre é aplicável apenas a estojos de latão.

Visto que o processo corrosivo progride após o ensaio, escurecendo e dificultando a visualização da impressão revelada, pode-se conservar a mesma, logo após a secagem, utilizando esmalte de unhas incolor.

O tempo transcorrido entre deposição da digital e análise não são críticos.

O sucesso do uso das diferentes soluções reveladoras depende da composição química dos estojos.

REFERÊNCIAS

- (1) YAMASHITA B.; FRENCH M. Latente Print Development. In: HOLDER E.H.J.; ROBINSON L.O.; LAUB J.H. **The Fingerprint Sourcebook**. 1st.ed. Washington: Ed.U.S. Department of Justice, 2010. Cap 7, p.1-68.
- (2) CHAMPOD C.; MARGOT C.L.; STOILOVIC M. **Fingerprints ant Other Ridge Skin Impressions**. 1st.ed.New York: CRC Press, 2004. p. 105-111,164-167.
- (3) LEE H.C.; GAENSSLEN R.E. **Advances in Fingerprint Technology**. 3th.ed.New York: CRC Press, 2013. p.166-170.
- (4) CROXTON R.S. et al. Variation in amino acid and lipid composition fo latent fingerprint. **Forensic Science International**, Turku, n.199, p. 93-102, 2010.
- (5) BOND J.W. Visualizaton of latent fingerprint corrosion of metallic surfaces. **Journal Forensic Science**, Turku, v. 53, n. 4, p. 812-822, 2008.
- (6) MALTONI D. et al. **Handbook of Fingerprint Recognition**. 2.nd. London:Springer, 2009. p. 98.
- (7) DIMAIO V.J.M. **Gunshot Wounds: Practical Aspects of Firearms, Ballistics, and Forensic Techniques**. 2th.ed. New York: CRC Press, 1999. p. 16-19.
- (8) NIZAM F.; KNAAP W. STEWART J.D. Development of Fingerprints using Electrolysis: A Technical Report into the Development of Fingerprints on Fired Brass Cartridge Cases. **Journal of Forensic Identification**, Turku, v62, n. 2, p.137, 2012.
- (9) WILLIAMS G., MCMURRAY H.N.; WORSLEY D.A. Latent fingerprint detection using a scanning Kelvim Micripobe. **Journal Forensic Science**, Turku, v. 46, n. 5, p. 1085-1092, 2001.
- (10) HILLMAN A.R. et al. Fluorescent fingerprint tag aims to increase IDs from "hidden" prints on bullets and knives. Julho 2, 2013. University of Leicester. Disponível em: <www.sciencedaily.com>. Acesso em: 02/12/2014, 15:00.
- (11) Consolite® forensics Ltd . Disponível em: <www.consolite.co.uk>. Acesso em: 01/12/2014, 14:00.

- (12) BOND J.W. Visualization of latent fingerprint corrosion of brass. **Journal Forensic Science**, Turku, v. 54, n. 5, p. 1034-1041, 2009.
- (13) CANTU A.A. et al. Use of acidified hydrogen peroxide to remove excess gun blue from gum blue: treated cartridge cases and to develop latent prints on untreated cartridge cases. **Journal Forensic Science**, Turku, v. 43, n. 2, p. 294-298, 1998.
- (14) BOND J.W. The thermodynamics of latent fingerprint corrosion of metal elements and alloys. **Journal Forensic Science**, Turku, v. 53, n. 6, p. 1344-1352, 2008.
- (15) VOGEL. A.I. **Qualitative Inorganic Analysis**. 7th. Ed. Harlow:Longman, 1996. p. 252, 253, 257.
- (16) BARD A.J.; STRATMANN M.; FRANKEL G.S. **Corrosion and Oxide Films**. 4th.ed.Weinheim:Wiley-VCH, 2003. p. 72, 74, 96-100.
- (17) MIGRON Y. et al. Visualization of sebaceous fingerprints on fired cartridge cases: A laboratory Study. **Journal Forensic Science**, Turku, v. 43, n.3, p. 543-548, 199.
- (18) Maltoni et al. **Handbook of Fingerprint Recognition**. 2nd. Ed.London:Springer, 2009.p 98.
- (19) Godsey M. et al. Let's Talk About FINGERPRINTS. Disponível em: <<http://wrongfulconvictionsblog.org/2012/02/24/lets-talk-about-fingerprints/>>. Acessado em: 02/12/2014, 23:37.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Fórmulas das soluções estoque em % (m/m)

- Solução 1: adequada para Aço Comum

H ₂ SeO ₃ P.A. 98% (sólido)	_____	3%
CuSO ₄ .5H ₂ O P.A. (sólido)	_____	3%
HNO ₃ P.A.	_____	3%
H ₂ O destilada	_____	91%
		100%

- Solução 2: adequada para Aço Imersão

H ₂ SeO ₃ P.A. 98% (sólido)	_____	4%
CuSO ₄ .5H ₂ O P.A. (sólido)	_____	4%
HNO ₃ P.A.	_____	2%
H ₃ PO ₄ P.A. 85% (líquido)	_____	4%
H ₂ O destilada	_____	86%
		100%

- Solução 3: adequada para Aço Extra Forte

H ₂ SeO ₃ P.A. 98% (sólido)	_____	5%
CuNO ₃ (sólido)	_____	4%
HNO ₃ P.A.	_____	4%
H ₃ PO ₄ P.A. 85% (líquido)	_____	4%
H ₂ O destilada	_____	83%
		100%

- Solução 4: adequada para Latão

H ₂ SeO ₃ P.A. 98% (sólido)	_____	5%
CuSO ₄ .5H ₂ O P.A. (sólido)	_____	4%
ZnSO ₄ (sólido)	_____	5%
H ₃ PO ₄ P.A. 85% (líquido)	_____	8%
H ₂ O destilada	_____	78%
		100%

○ Solução 5: adequada para Alumínio

H ₂ SeO ₃ P.A. 98% (sólido)	_____	4%
CuSO ₄ .5H ₂ O P.A. (sólido)	_____	8%
NiSO ₄ (sólido)	_____	1%
H ₃ PO ₄ P.A. 85% (líquido)	_____	3%
H ₃ BF ₄ P.A. (líquido)	_____	2%
H ₂ O destilada	_____	82%
		<hr/>
		100%

○ Solução para remoção de excesso de Gun Blueing

Vinagre de álcool	_____	14,1 mL	_____	41,3 %
H ₂ O ₂ 30-35% P.A.	_____	20,0 mL	_____	5,9 %
H ₂ O destilada	_____		_____	52,8 %
				<hr/>
				100%

ANEXOS

ANEXO A- Compostos básicos do suor produzido pela glândula écrina.

Inorganic (major)		Inorganic (trace)	
Sodium	34–266 mEq/L	Magnesium	
Potassium	4.9–8.8 mEq/L	Zinc	
Calcium	3.4 mEq/L	Copper	
Iron	1–70 mg/L	Cobalt	
Chloride	0.52–7 mg/mL	Lead	
Fluoride	0.2–1.18 mg/L	Manganese	
Bromide	0.2–0.5 mg/L	Molybdenum	
Iodide	5–12 µg/L	Tin	
Bicarbonate	15–20 mM	Mercury	
Phosphate	10–17 mg/L		
Sulfate	7–190 mg/L		
Ammonia	0.5–8 mM		
Organic (general)		Organic (lipids)	
Amino acids	0.3–2.59 mg/L	Fatty acids	0.01–0.1 µg/mL
Proteins	15–25 mg/dL	Sterols	0.01–0.12 µg/mL
Glucose	0.2–0.5 mg/dL		
Lactate	30–40 mM		
Urea	10–15 mM		
Pyruvate	0.2–1.6 mM		
Creatine			
Creatinine			
Glycogen			
Uric acid			
Vitamins			
Miscellaneous			
Enzymes			
Immunoglobulins			

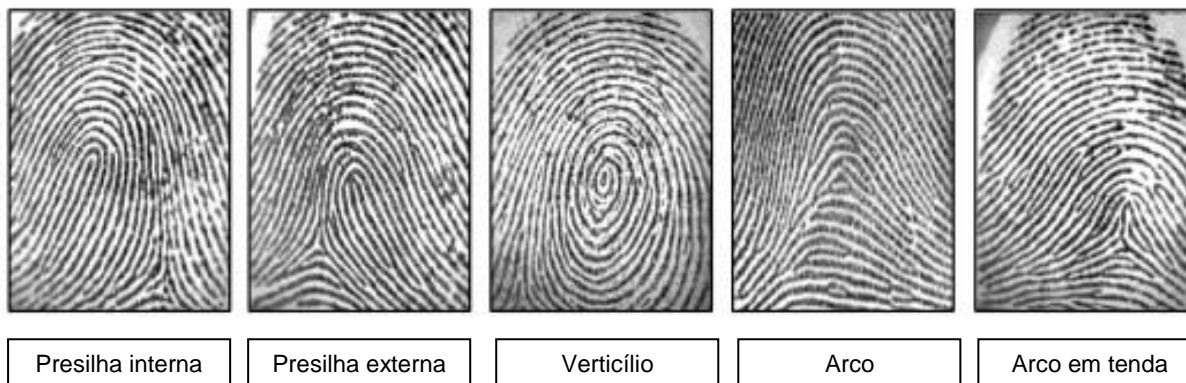
Fonte: ADVANCES, Lee e Gaensslen, 2001.

ANEXO B - Compostos básicos do suor produzido pela glândula sebácea.

Organic (major)		Organic (trace)
Triglycerides	30–40%	Aldehydes
Free fatty acids	15–25%	Ketones
saturated	50%	Amines
monounsaturated	48%	Amides
polyunsaturated	2%	Alkanes
Wax esters	20–25%	Alkenes
Squalene	10–12%	Alcohols
Cholesterol	1–3%	Phospholipids
Cholesterol esters	2–3%	Pyrroles
		Pyridines
		Piperidines
		Pyrazines
		Furans
		Haloalkanes
		Mercaptans
		Sulfides









Fonte: ADVANCES, Lee e Gaensslen, 2001.

ANEXO C – Datilogramas básicos:



Fonte: HANDBOOK, Maltoni et al, 2009.

ANEXO D – Alguns pontos característicos (minúcias):

Minúcia	Descrição
	Fim de linha
	Bifurcação
	Ponto
	Ilha
	Lago
	Esporão
	Ponte
	Dupla bifurcação
	Trifurcação
	Bifurcações opostas
	Cruzamento de linha
	Bifurcação opostas