



## **Extração de DNA de Impressões Digitais Latentes Depositadas em Diferentes Suportes e Reveladas com Spray de Ninidrina e Pó Preto Volcano "HI-FI"**

### **DNA Extraction of Latent Fingerprints Deposited on Different Surfaces and Revealed With Ninhydrin Spray and Black Powder Volcano "HI-FI"**

Raquel Vaz Resende<sup>1</sup>, Brhuna Carla Rodrigues Da Cunha<sup>1</sup>, Caio Bruno Quinta de Souza Leal<sup>1</sup>, Vera Aparecida Saddi<sup>1</sup>, Rejane da Silva Sena Barcelos<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica De Goiás, GO, Brasil

<sup>2</sup> Superintendência de Polícia Técnico-Científica do Estado de Goiás – Sptc, Goiânia, GO, Brasil

**Resumo.** O artigo 158 do Código de Processo Penal Brasileiro (CPP) determina que quando a infração deixar vestígios será indispensável o exame do corpo de delito. Porém, muitas impressões digitais que chegam à seção de confronto da Polícia Técnico - Científica de Goiás (SPTC), não apresentam condições de análises por estarem borradas ou incompletas. Por este motivo, este trabalho buscou: analisá-las por microscopia óptica, verificando a presença de células da epiderme; extrair DNA de impressões latentes aderidas a diferentes suportes e daquelas reveladas com spray de ninidrina especial para documentos ou impregnadas com pó de cor preto volcano "HI-FI". Este estudo detectou células descamativas em 98% das lâminas coradas por Leishman. Em outro experimento, foram extraídas moléculas de DNA de sessenta e nove amostras, depositadas em cinco suportes diferentes (alumínio, madeira, papel, plástico e vidro) obtendo concentrações variadas entre 0,3 ng/μL à 25,4 ng/μL. Isoladamente, a madeira foi o suporte que apresentou maior concentração média de DNA (10,67 ng/μL). Ao extrair DNA de impressões reveladas com ninidrina ou impregnadas pelo pó preto volcano "HI-FI" (leve) da empresa SIRCHIE, obteve se concentração de DNA amplificável em 70% e 60% das amostras, respectivamente. O presente trabalho corrobora com vários estudos que já demonstraram ser possível

extrair DNA de superfícies que foram simplesmente tocadas pelas mãos de uma pessoa. Os experimentos demonstraram, ainda, a obtenção de uma maior concentração nas superfícies porosas em relação às superfícies lisas e que o uso de ninidrina e pó de cor preta também permitem a extração do referido material genético.

**Palavras-chave:** Impressão digital; Superfície; DNA; Células; Ninidrina; Pó preto.

**Abstract:** Article 158 of the Brazilian Criminal Procedure Code (BCPC) provides that when the infringement lets trace elements, it will be essential the examination of the corpus delicti. However, many fingerprints that arrive to confrontation at the Technical and Scientific Police of Goiás (SPTC) do not present conditions of analysis, being blurred or incomplete. For this reason, this study aimed to: analyze fingerprints by optical microscopy, verifying the presence of epidermal cells; extract DNA from latent fingerprints attached to different surfaces and those developed with spray of Ninhydrin or impregnated with black powder volcano "HI-FI" of SIRCHIE. This study has detected scaly cells in 98% of the slides stained with Leishman. In another experiment, DNA molecules were extracted from 69 samples deposited in five different surfaces (aluminium, wood, paper, plastic and glass), resulting in DNA concentrations that varied between 0.3 ng/  $\mu$  L to 25.4 ng/  $\mu$  L. Particularly, wood was the surface with the highest mean DNA concentration (10.67 ng/ $\mu$  L). DNA samples extracted from fingerprints, that were revealed with Ninhydrin or impregnated with black powder, were amplified in 70% and 60% of the cases, respectively. The present work corroborates with several studies that have demonstrated the possibility of extracting DNA from surfaces that have simply been touched by the hands of a person. The experiments also demonstrated that higher concentrations of DNA were obtained from porous surfaces comparing to smooth surfaces, and that the use of Ninhydrin and black powder allows efficient extraction of the genetic material.

**Keywords:** Fingerprint; Surface; DNA; Cells; Ninhydrin; Black Powder.

## 1. Introdução

Em locais de crime (homicídios, suicídios, danos ao patrimônio, etc) torna-se comum encontrar vestígios de materiais biológicos e dentre eles, impressões digitais, as quais são utilizadas para afirmar que determinada pessoa esteve presente em um determinado local. Tal vestígio deve ser revelado com um reagente específico, posteriormente fotografado, transportado para um suporte de papel e analisado. Essa análise da impressão revelada pode ser comparada de duas formas: com impressões armazenadas em um banco de dados ou com

as impressões digitais coletadas, por exemplo, do suspeito<sup>1</sup>, na tentativa de indicar a autoria do delito<sup>2,3</sup>.

Muitas vezes são revelados nestes locais de crime fragmentos de impressões digitais que foram encontrados sobrepostos ou borrados, os quais não possuem condições de serem comparados com outras impressões, ou seja, de se fazer o confronto entre as impressões<sup>4,2,5</sup>. Esses fragmentos também são encontrados depositados em superfícies nas quais nenhuns dos métodos tradicionais podem ser adequados para decalcá-las, ou seja, transferir a impressão digital de uma superfície para outra. Tais superfícies são, por exemplo, tecidos fibrosos, alguns tipos de papel ou superfícies não planas, tais como de plástico, couro e pele humana<sup>1</sup>.

O principal objetivo da Polícia Técnico-Científica é indicar a autoria dos crimes; porém, em alguns casos, podem ser encontradas impressões em pequenos fragmentos ou borrões os quais são normalmente descartados. Vários autores já demonstraram que mesmo um único contato da pele com uma superfície, pode resultar em uma impressão digital latente e fornecer células que contenham moléculas de DNA suficiente para uma análise molecular (touch DNA)<sup>6,7,8,9,10,11,12</sup>. Em um estudo realizado em Israel, foi obtido perfil de DNA de impressões digitais depositadas em fitas adesivas manipuladas pelo criminoso em locais de crime<sup>9</sup> e, na Itália, pesquisadores extraíram DNA de impressões digitais deixadas sobre a pele<sup>13</sup>.

No Brasil, mais especificamente, em Goiás, 22% das impressões digitais coletadas em locais de crime no ano de 2012 foram consideradas inaptas para o confronto no sistema AFIS (Automated Fingerprint Identification System), pois as mesmas não permitiam a marcação de, no mínimo, doze pontos característicos necessários para a identificação humana inequívoca. Estas impressões permanecem armazenadas na SPTC por tempo indeterminado. Diante do exposto, este estudo propôs analisar a presença de células epiteliais descamativas de impressões digitais em diferentes superfícies sólidas, bem como a possibilidade de se obter moléculas de DNA amplificáveis, por reação em cadeia da polimerase (PCR).

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1. Aspectos Éticos**

Este estudo foi elaborado de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas envolvendo Seres Humanos (Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde), submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (CEP/PUC GO) e foi aprovado por meio do parecer número 179.613.

Estudantes do curso de Biomedicina da Pontifícia Universidade Católica de Goiás que concordaram em participar da pesquisa foram informados a respeito do referido tema, dos objetivos e da relevância do projeto. Foi enfatizada sua forma de participação, seus riscos e possíveis desconfortos, sobre a garantia de privacidade e confidencialidade no uso dos dados e da sua autonomia de desvinculação do estudo sem prejuízos. Estas informações foram repassadas de forma oral e escrita como mencionado no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), com anuência do Diretor do Departamento de Biomedicina da PUC-Goiás.

### **2.2. Contagem de Células Epiteliais**

Foram coletadas em lâminas de vidro novas e desengorduradas, impressões decadactilar de dez estudantes e, em seguida, foram posteriormente coradas pelo método de Leishman.

Após a coloração, as lâminas foram analisadas por meio de microscopia óptica com lente objetiva (aumento de quarenta vezes e ocular, dez vezes). As células foram contadas por campo utilizando a técnica de varredura com auxílio de um contador de células.

### **2.3. Extração de moléculas de DNA de impressões digitais latentes**

Foram coletadas randomicamente impressões digitais de trinta e cinco estudantes de um segundo grupo analisado. Os critérios de inclusão foram a maior idade civil e sem nenhum tipo de alergia na polpa digital. Deste grupo, a média de idade foi de 21,5 anos, sendo vinte e quatro indivíduos do sexo feminino (68,6%) e onze do sexo masculino (31,4%).

As impressões foram depositadas em cinco diferentes superfícies comumente encontradas em cenas de crimes, sendo elas: alumínio, madeira, papel, plástico e vidro. Estas superfícies foram preparadas e padronizadas em placas contendo as dimensões de 20 cm x 60 cm, para deposição das setenta impressões digitais, sendo quatorze em cada tipo de suporte. As placas foram armazenadas em um armário de madeira, sob a temperatura média de 25 graus Celsius e umidade ambiente.

### **2.3.1. Extração do DNA**

Para a extração de DNA foram coletadas as células descamativas presentes nas impressões depositadas nos diferentes suportes com a ajuda de um swab umedecido em água purificada, estéril, do tipo mili-Q. Este estava fixo à mão do coletador. Utilizando um bisturi estéril, apenas a região do swab que encontrou em contato com a impressão digital foi recortada e colocada em um tubo do tipo eppendorf de 1,5 mL, novo e autoclavado com 150 µl de tampão Tampão fosfato-salino ou phosphate buffered saline (PBS). Agitou-se por 2 minutos em vortex, transferindo o volume de 80 µl para um novo tubo. Após, adicionou-se 200 µl de solução de lise celular (Promega Wizard® Genomic DNA Purification Kit) e 10 µl de proteinase K (Promega Wizard® Genomic DNA Purification Kit). A amostra foi incubada por 90 minutos em banho-maria à 65° C.

### **2.3.2. Precipitação de Proteínas**

Após o tempo de incubação, os tubos foram deixados à temperatura ambiente por cerca 5 a 10 minutos. Adicionou-se 60 µl de solução de precipitação de proteínas (Promega Wizard® Genomic DNA Purification Kit) ao lisado de células, procedendo-se novamente a incubação por 15 minutos a – 20°C (vinte graus negativos). Em seguida, as amostras foram centrifugadas por 5 minutos a 1300 rpm. O sobrenadante foi transferido para um novo tubo tipo eppendorf adicionando-se 200 µl de isopropanol (a 100%, gelado). Incubou-se, aproximadamente, por 12 horas e centrifugou-se a 1300 rpm durante 5 minutos. Descartou-se o isopropanol por inversão e os tubos foram deixados secando por 15 minutos em um papel absorvente. Em seguida, foram adicionados, a cada amostra, 200 µl de etanol a 70% gelado invertendo-se os tubos várias vezes para lavar o *pellet* de DNA. Após o tubo foi seco sobre um

papel absorvente durante 15 minutos. As amostras foram hidratadas com 15 µl de água Mili Q e armazenadas no equipamento congelador à -20 °C.

### **2.3.3 Quantificação do DNA Extraído**

As amostras foram quantificadas utilizando o equipamento NanoDrop 2000 (Thermo Scientific), calibrado com um microlitro de água do tipo mili-Q.

### **2.3.4 Reação em Cadeia da Polimerase - PCR**

Na amplificação por PCR, foram utilizados primers sense e anti-sense do gene constitutivo humano GAPDH (Gliceraldeído 3-fosfato desidrogenase) com a finalidade de amplificar um fragmento de 261 pb (pares de base).

Um controle negativo da reação contendo todos os componentes foi incluído nas amplificações. Como controle positivo utilizou-se DNA humano extraído de cérvix uterina e que havia sido testado anteriormente para o mesmo gene.

A amplificação foi realizada em um termociclador (Verity, Applied Biosystems), em 40 ciclos térmicos: 3'35" à 94°C no primeiro ciclo; 30" à 94°C, 1' à 59°C, 1' à 72°C. No último ciclo acrescenta-se mais uma fase para extensão de 7' à 72°C e em seguida resfria-se à 4°C por tempo indeterminado.

### **2.3.5. Análise do Produto da PCR**

As amostras amplificadas foram analisadas em gel de poliacrilamida 8%, corado por nitrato de prata a 15%.

## **2.4. Extração de DNA de Impressões Digitais Reveladas com Spray Especial de Ninidrina e Pó preto Volcano "HI-FI"**

Para análise em material revelado com substâncias químicas foram depositadas vinte impressões digitais em uma folha de papel do tipo A4. Destas, dez unidades foram reveladas com o spray de ninidrina com fórmula especial para documentos impressos fabricado pela empresa SIRCHIE (Código NSI609). Este componente tem a propriedade de reagir com os aminoácidos presentes no material humano impregnado no papel desenvolvendo coloração rósea.

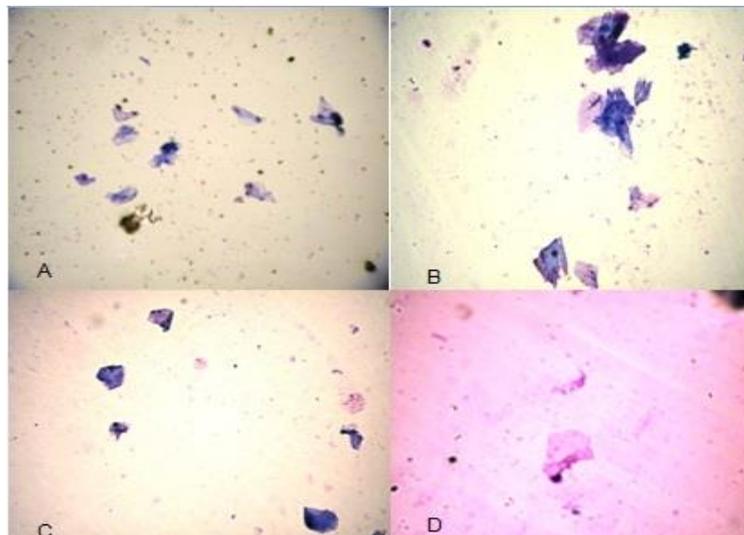
As outras dez impressões foram impregnadas com pó preto pó preto volcano "HI-FI" (leve) da empresa SIRCHIE (Código 101L) o qual possui a propriedade de aderir à umidade e a gordura da impressão.

O procedimento de coleta, extração e amplificação de DNA destas amostras seguiu o mesmo protocolo utilizado para impressões digitais latentes.

### 3. Resultados

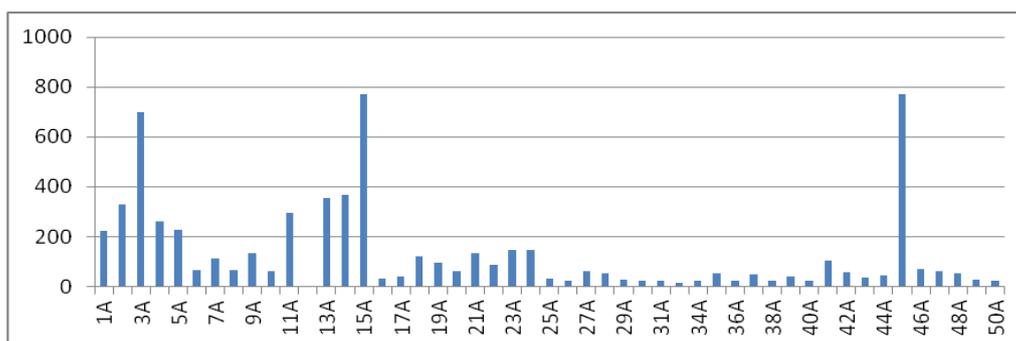
#### 3.1. Contagem de Células Epiteliais

O presente estudo detectou, à microscopia óptica, a presença de células descamativas da epiderme em 98% das lâminas examinadas, conforme demonstrado nas Figuras 1 e 2.



**Figura 1:** Células descamativas da epiderme após a deposição de impressões digitais em lâminas de vidro coradas pelo método de Leishman, identificadas como A, B, C e D.

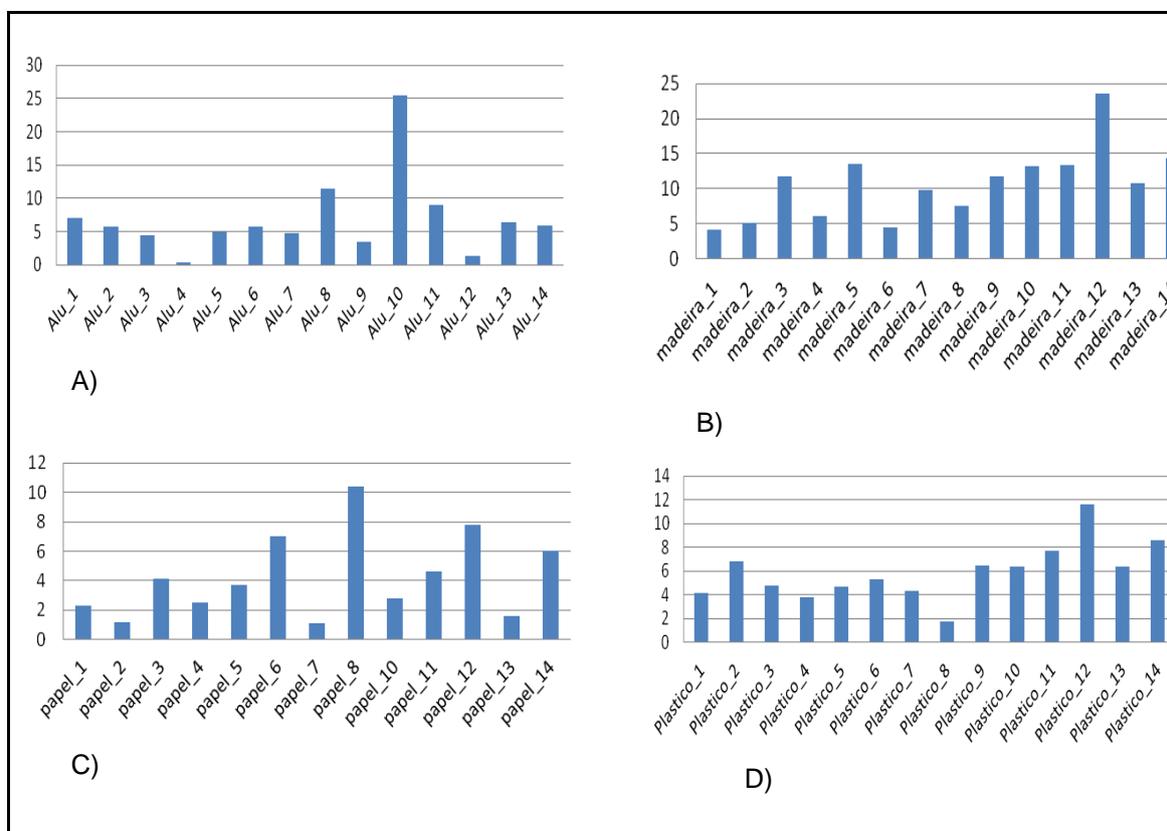
Somente em uma única lâmina examinada não foi observada a presença de células, sendo que nas demais, a quantidade de células variou de quinze a setecentos e setenta por lâminas examinadas.

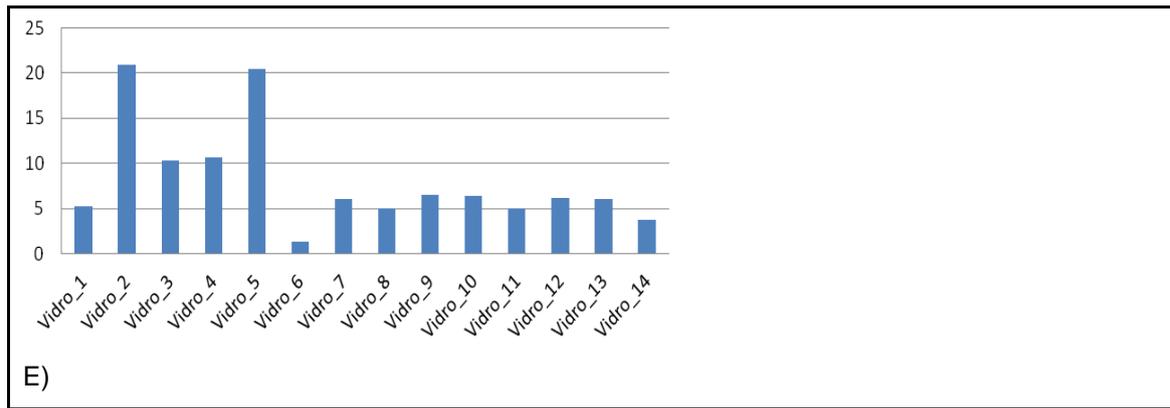


**Figura 2:** Quantidade de células descamativas da epiderme (ordenadas) observadas na lâminas (abcissas) utilizando o recurso de microscopia ótica.

### 3.2 Concentrações de DNA de Impressões Latentes em Diferentes Suportes

As extrações de DNA das impressões digitais em diferentes suportes apresentaram concentrações de DNA variáveis, sendo que a concentração observada na superfície de alumínio foi de 0,3 a 25,4 ng/ $\mu$ L; a de madeira variou de 4,1 a 23,6 ng/ $\mu$ L; a de papel de 1,1 a 10,4 ng/ $\mu$ L; a de plástico de 1,8 a 11,6 ng/ $\mu$ L e de vidro de 1,3 a 20,6 ng/ $\mu$ L, conforme evidenciado na Figura 3.





**Figura 3:** Variações das concentrações de DNA em ng/μL (ordenadas) oriundas das impressões digitais (abscissas) depositadas nos diferentes suportes: A) Alumínio; B) Madeira; C) Papel; D) Plástico e E) Vidro.

Na extração de DNA das amostras de impressões latentes foi obtida uma concentração que variou de 0,3 à 25,4 ng/μL. Analisando os diferentes suportes observou-se que o suporte identificado como madeira foi o que apresentou a maior média na concentração de DNA, enquanto que o de papel e de plástico apresentaram médias iguais e menores, conforme Tabela 1.

**Tabela 1:** Média da concentração de DNA nos diferentes suportes utilizados.

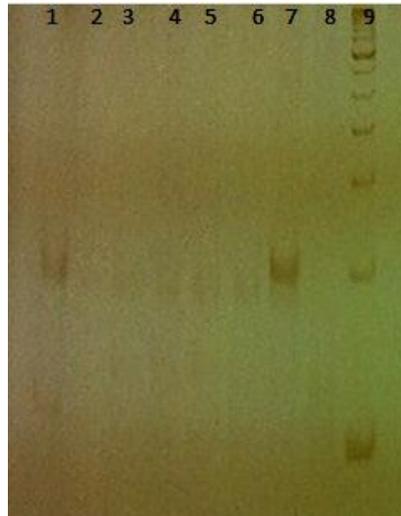
Suportes	Concentração média (ng/μL)	Varição da concentração (ng/μL)
Alumínio	6,85	0,3 a 25,4
Madeira	10,67	4,1 a 23,6
Papel	5,92	1,1 a 10,4
Plástico	5,92	1,8 a 11,6
Vidro	8,12	1,3 a 20,9

As médias das concentrações de DNA obtidas foram comparadas entre os diferentes suportes, em duplas, e seus respectivos desvios padrão por meio do teste *t* de Student. Em setenta por cento das comparações (7/10) não foi observada diferença estatisticamente significativa, enquanto que em três das duplas analisadas (Tabela 2), observou-se diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2:** Médias das concentrações em ng/μL de DNA obtidas nos diferentes suportes e seus respectivos desvios padrão.

SUPORTES	MÉDIA (ng/μL)	DP	P
Vidro	8,13	5,8	
Alumínio	6,85	6	0,572
Vidro	8,13	5,8	
Plástico	5,92	2,39	0,199
Vidro	8,13	5,8	
Madeira	10,68	5,19	0,231
Vidro	8,13	5,8	
Papel	4,24	2,84	0,038
Alumínio	6,85	6	
Plástico	5,92	2,39	0,596
Alumínio	6,85	6	
Madeira	10,68	5,19	0,083
Alumínio	6,85	6	
Papel	4,24	2,84	0,167
Plástico	5,92	2,39	
Madeira	10,68	5,19	0,004
Plástico	5,92	2,39	
Papel	4,24	2,84	0,107
Madeira	10,68	5,19	
Papel	4,24	2,84	0,001

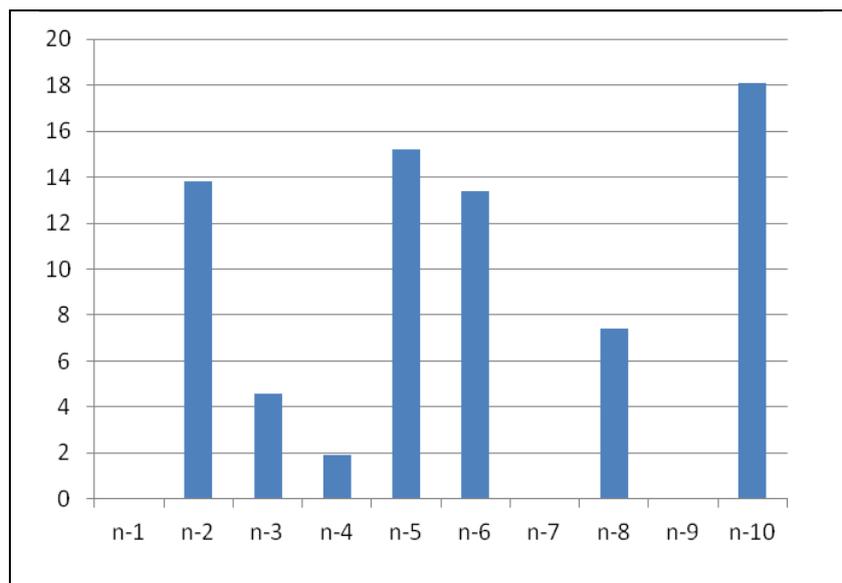
A visualização da amplificação do fragmento do gene humano GAPDH foi realizada através de eletroforese vertical com gel de poliacrilamida a 8%, corado por nitrato de prata, conforme ilustra a Figura 4. As seguintes amostras foram escolhidas por apresentarem as maiores concentrações em cada suporte: 1) papel 10,4 ng/μL; 2) madeira 23,6 ng/μL; 3) vidro 20,9 ng/μL; 4) vidro 20,4 ng/μL ; 5) alumínio 24,4 ng/μL; 6) plástico 11,6 ng/μL.



**Figura 4:** Amplificação de um fragmento do gene GAPDH em amostras de DNA extraídas nos suportes analisados: 1) papel; 2) madeira; 3) vidro; 4) vidro; 5) alumínio; 6) plástico; 7) controle positivo; 8) controle negativo; 9) marcador de peso molecular - 261 pb.

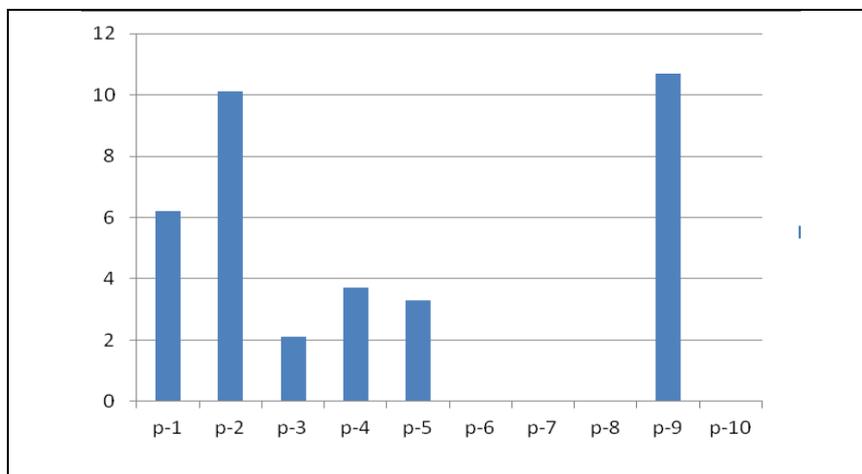
### 3.3 Concentrações de DNA de Impressões Digitais Reveladas com Spray Especial de Ninidrina e Pó Preto Volcano "HI-FI"

Das dez amostras de impressões digitais reveladas com ninidrina, três (30%) não apresentaram concentração de DNA detectável pelos métodos utilizados, enquanto que 70% das demais amostras, a concentração variou de 1,9 a 18,1 ng/ $\mu$ L.



**Figura 5:** Variações das concentrações de DNA em ng/ $\mu$ L (ordenadas) oriundas das impressões digitais reveladas com o reagente ninidrina (abscissas).

Quanto às concentrações de DNA de impressões digitais impregnadas com pó de cor preta, as mesmas variaram entre 2,1 a 10,7 ng/μL. Quatro dessas amostras analisadas não apresentaram DNA suficiente para amplificação.



**Figura 6:** Variações das concentrações de DNA em ng/μL (ordenadas) obtidas das impressões digitais impregnadas com pó de cor preta (abscissas).

A visualização da amplificação do fragmento do gene humano GAPDH nestas amostras foi realizada através de eletroforese vertical em gel de poliacrilamida a 8%, corado por nitrato de prata.

## 4.0 Discussão

### 4.1 Contagem de Células Epiteliais

O tecido epitelial, que também reveste a polpa digital, é o maior órgão do corpo humano. A epiderme possui cinco camadas, sendo a basal rica em células tronco as quais vão se diferenciando até chegarem à camada córnea, com espessura variável, constituída principalmente por células achatadas, mortas e sem núcleo<sup>14</sup>.

Há alguns anos, a possibilidade de obtenção de DNA oriundo de impressões digitais latentes era questionada, pois os queratinócitos que compõem majoritariamente as células descamativas da epiderme são, geralmente, anucleados. No entanto, estudos mostram que células nucleadas são transferidas através do toque em uma superfície, pelos dedos (touch DNA)<sup>15</sup>.

Estas células nucleadas são transferidas para as mãos oriundas de outras partes do corpo do doador em que o mesmo tenha tocado (rosto, membros, nariz, olhos e cabelos) ou que foram expelidas para superfície da pele por meio das secreções produzidas pelas glândulas sudoríparas e sebáceas (de outras regiões do corpo, pois a polpa digital não possui glândulas sebáceas) e são expulsas para fora do corpo através de dutos e poros<sup>16,12</sup>. Um exemplo desta transferência foi um estudo desenvolvido pela *New Scotland Yard*, em Londres em 2008<sup>17</sup>, onde obtiveram uma melhor quantidade de DNA quando os doadores de impressões digitais foram orientados a esfregar suas mãos no rosto e cabelos, antes da deposição das impressões.

As células da córnea e o epitélio bulbar (interior das pálpebras e bordas de globo ocular), por exemplo, são nucleadas, e regeneram continuamente, sendo totalmente substituídas entre 6 e 24 horas sendo consideradas fontes potenciais de DNA. Assim, o hábito de esfregar os olhos, por exemplo, pode efetivamente transferir para as mãos, as células nucleadas<sup>12</sup>.

Estudos adicionais sugerem também que apesar de serem anucleados, os queratinócitos podem ter quantidades residuais de DNA, possivelmente resultado da degradação incompleta do mesmo por endonucleases dependente  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  que o fragmenta em porções de aproximadamente 200 pares de bases<sup>18,19</sup>.

Do ponto de vista histológico, uma célula epidérmica demora cerca de um mês para a descamação completa e um ser humano libera, por dia, cerca de 400.000 células<sup>14</sup>. Essas células mortas, que são liberadas juntamente com o suor e a gordura presente na pele, acabam sendo transferidas para superfícies de vários objetos, como: copos, armas, folhas de papel<sup>20,21</sup> interior de luvas, roupas<sup>22</sup>, documentos<sup>23</sup>, e partes sólidas de carros<sup>24</sup>, dentre outros. Neste experimento foi observado por microscopia óptica, presença de células epiteliais em quantidades variáveis corroborando com outro trabalho publicado em 2010<sup>25</sup>.

## 4.2 Concentrações de DNA de Impressões Digitais Latentes nos Diferentes Suportes

No presente estudo foi observado uma variabilidade na concentração do material genético extraído de impressões digitais latentes nos diferentes suportes (alumínio, madeira, papel, plástico e vidro) <sup>26</sup>.

Os suportes papel e plástico, que possuem superfícies lisas foram os que apresentaram as menores médias nas concentrações de DNA nesse experimento. O suporte madeira, superfície rugosa, apresentou o dobro da concentração média dos dois suportes citados anteriormente.

Os resultados deste trabalho corroboram com outros estudos da Itália e Austrália, respectivamente, <sup>24, 26</sup> que afirmam ser possível extrair moléculas de DNA de impressões deixadas nos mais variados tipos de superfícies. As superfícies lisas e não porosas<sup>16</sup> – (tradicionalmente consideradas ideais para coleta de impressões digitais), são relativamente ruins para a recuperação de DNA. Por outro lado, superfícies nas quais raramente se consegue obter uma impressão digital de qualidade (por serem irregulares) são boas para coleta de DNA<sup>26</sup>.

Um estudo japonês<sup>10</sup> demonstra que as superfícies ásperas são boas fontes de DNA por reterem melhor as células e moléculas de DNA, confirmando os resultados obtidos no presente estudo. Outro resultado que coincide com este foi o trabalho realizado na Inglaterra<sup>17</sup> onde foi obtida uma menor quantidade significativa de DNA depositado em folhas de papel ofício, comparado com outros tipos de papel (folhas de revistas ou jornais), atribuindo o fato da possível inibição do DNA ocasionada pelos reagentes utilizados para branquear as folhas de papel A4.

Analisando os dados obtidos foram observadas diferenças estatisticamente significativas nas relações entre vidro e papel ( $p = 0,038$ ) demonstrando que foi possível obter uma quantidade maior de DNA no vidro em relação ao papel (Tabela 2).

As superfícies de plástico e madeira também apresentaram diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,004$ ), onde a madeira apresentou um melhor resultado. A comparação entre as superfícies de madeira e papel demonstrou a maior diferença significativa ( $p = 0,001$ ), sendo que a madeira obteve a melhor performance dentre as amostras analisadas. As demais

comparações entre as superfícies não demonstraram diferenças estatisticamente significantes (Tabela 2).

O sucesso da recuperação do DNA a partir de impressões digitais é altamente variável, ou seja, é dependente de uma série de fatores, tais como a característica do doador, superfície onde foram depositadas, meio ambiente, tempo de deposição, área de contato<sup>27</sup>, qualidade, quantidade e umidade das amostras, uma vez que aquelas armazenadas em laboratório demonstraram ser mais robustas do que as expostas ao ar livre<sup>28</sup>.

Dentre esses fatores que interferem na obtenção do DNA, a literatura cita uma intrínseca diferença entre os indivíduos doadores quanto à sua tendência em depositar DNA em uma superfície por meio do toque. Enquanto um “bom” doador de moléculas de DNA pode deixar um perfil de DNA total imediatamente após a lavagem das mãos, doadores de DNA citados como “ruins”, só podem fazê-lo quando as mãos não tiverem sido lavadas durante um período de pelo menos duas (02) horas. Assim, decorrido este tempo de lavagem das mãos, o “tipo” de doador já não importa, mas esta observação não é pacífica entre os autores<sup>22,29</sup>.

Em relação à quantidade de DNA, as amostras que estavam armazenadas por seis semanas em ambiente externo apresentaram uma menor quantidade de DNA comparadas com aquelas que permaneceram em laboratório, onde foram obtidos perfis completos. Isso indica que, se as amostras da cena do crime são deixadas em um ambiente fresco, escuro e em uma área mais isolada, aumentam-se as chances de se recuperar perfis por um período de tempo maior<sup>29</sup>.

No entanto, outros estudos, como um da Nova Zelândia<sup>21</sup>, obtiveram uma maior quantidade de DNA em dois dos seus seis doadores em repetidos experimentos, assim eles defendem a teoria de que alguns indivíduos são melhores doadores natos do que outros<sup>22</sup>.

Em um estudo publicado por um grupo alemão<sup>20</sup>, por exemplo, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre vários doadores que depositaram suas impressões digitais em folhas de papel. Porém, há autores que<sup>30</sup>, discordaram parcialmente<sup>22</sup>, pois em seus experimentos acompanharam cinco doadores durante cinco dias, onde uma mesma pessoa forneceu quantidades variáveis de DNA a cada toque. Estes

trabalhos concordam com a teoria de que, no entanto, quanto mais tempo uma pessoa ficar sem lavar as mãos, maior a probabilidade de se transferir células<sup>22,30</sup>. No presente estudo, os doadores declararam ter lavado as mãos em um tempo de, no mínimo, duas horas, fato que pode ter contribuído para a quantidade observada.

Sobre toque, a literatura diz <sup>20</sup> que o tempo de duração da pressão do dedo sobre um suporte de papel, por exemplo, não influencia na quantidade de DNA depositada em uma superfície e sim, relata que um leve toque já é suficiente.

Na Nova Zelândia<sup>30</sup>, estudiosos relataram diferenças significativas na concentração de DNA obtidas da mão direita de uma pessoa considerada destra em relação à sua respectiva mão esquerda tendo ambas sido lavadas ao mesmo tempo. Os autores afirmaram que este resultado pode ser explicado pelo fato de uma pessoa usar mais sua mão direita do que a esquerda, aumentando assim, seu contato com vários objetos e outras partes do corpo. Assim eles relatam no estudo a hipótese de que a mão direita tem uma maior tendência a liberar células do que a outra<sup>30</sup>.

Outro fator que pode influenciar na obtenção de DNA é a umidade das mãos<sup>21</sup>, em que eles observaram em seus estudos que “bons” doadores de DNA tinham comparativamente mãos mais secas. Uma das causas seriam que a pele seca é causada pela perda da umidade, o que por sua vez pode causar descamação e fissuras na pele, levantando hipótese de que este aumento do número de células descamativas resulta no aumento da quantidade de DNA obtida nos experimentos. Portanto, para eles, “bons” doadores de células epiteliais podem ser melhores despreendedores de um maior número de células, ou uma proporção mais elevada de células nucleadas em comparação com os doadores “ruins”. Apesar dessa conclusão, estudos anteriores relatam que amostras de mãos secas (e que tenham sido lavadas recentemente) fornecem menor quantidade de DNA<sup>22</sup>.

Outra explicação para a obtenção do DNA a partir de impressões digitais<sup>12</sup> reside na existência dos ácidos nucleicos livres de células (CNA) presentes no suor (e em outros fluidos corporais de indivíduos saudáveis, como soro e urina) e que podem fazer parte da quantidade de DNA extraída das superfícies dos objetos tocados.

Os CNAs foram detectados primeiramente nos anos 40, quando foram resgistradas diferenças significativas entre os soros de indivíduos saudáveis e doentes. Desde então, suas dosagens têm sido objeto de consideráveis pesquisas nas áreas de medicina fetal e oncológica. Seus níveis são variáveis em uma pessoa, sujeitos a vários fatores, como condições médicas, esportivas e a outras condições biológicas e ambientais. Seus tamanhos variam de cerca de 80 kb de comprimento (grande) a muito pequenos (100 bp). No plasma de indivíduos saudáveis se encontra geralmente entre 10 e 30 ng/mL de CNAs<sup>12</sup>.

Porém, a ideia de “bons” ou “maus” doadores é muito simplista, para alguns autores<sup>12</sup>, pois a quantidade de deposição de DNA numa superfície envolve tantos fatores como os níveis de CNAs presentes no suor, como também fatores comportamentais (hábito de coçar os olhos e a pele, por exemplo).

Este trabalho corrobora com outros já citados, publicados na Inglaterra e Bélgica<sup>17,7</sup>, ao declararem que a natureza do substrato pode contribuir significativamente com a quantidade de DNA depositada em uma superfície e por consequência, com a quantidade recuperada.

O DNA extraído de impressões digitais tem o potencial de ser utilizado como prova útil na prática em casos de crimes violentos<sup>6,7,8,22,30,12</sup>, por exemplo, onde há uma estreita interação física entre dois indivíduos, sendo corroborado com vários estudos sobre esta viabilidade.

#### **4.2.1 Amplificação do DNA Extraído por PCR**

A amostra obtida do papel foi a que apresentou a banda de amplificação mais forte, apesar de este suporte ter apresentado umas das menores concentrações médias de DNA após a extração. Este resultado indica que houve pouca fragmentação da amostra com sucesso na amplificação, enquanto as demais amostras apresentaram bandas claras, o que demonstra uma pequena amplificação com relativa degradação. Os controles positivos e negativos funcionaram satisfatoriamente (Figura 6).

### **4.3 Concentrações do DNA de Impressões Reveladas com Ninidrina e pó de Cor Preta Volcano "HI-FI".**

Das impressões digitais reveladas por ninidrina, 70% apresentaram concentrações detectáveis de DNA e daquelas impregnadas com pó de cor preta, em 60% foi obtido sucesso. Os resultados concordaram com a literatura ao demonstrar ser possível as análises moleculares mesmo em impressões reveladas com reagentes ou impregnadas com pó<sup>7,33</sup>.

O presente estudo corrobora também com um estudo italiano em que os autores relatam ter extraído DNA de material biológico de suportes do tipo corda, cordão e fios utilizados para estrangular as vítimas, além de luvas, facas, peças sólidas de carros e outros objetos, muitos deles já tratados com os reagentes tradicionais de revelação de impressões digitais, como amido black, cianoacrilato e ninidrina<sup>13</sup>.

Dessa forma, corroborando com vários estudos que utilizam a metodologia da análise do DNA na investigação criminal, não pode por si só provar a culpabilidade do criminoso, e a inocência do mesmo, mas pode estabelecer vínculo entre pessoas e a cena do crime. Atualmente, a identificação humana utilizando a análise de DNA é aceita em processos judiciais em todo o mundo<sup>31</sup>.

## **5. Considerações Finais**

O sucesso dessa metodologia proporcionará a implantação de novos protocolos de coleta de fragmentos e borrões de impressões digitais deixados em locais de crime, bem como a análise laboratorial dos mesmos, propiciando a possibilidade de se identificar a autoria do delito associado ao banco de dados de DNA a ser implantado.

Os resultados deste trabalho convergiram os conhecimentos forenses da papiloscopia aos avanços da genética, buscando aprimorar a pesquisa científica objetivando a identificação humana e a elucidação de crimes.

## **Referências**

- 1 Thomas GL. The physics of fingerprints and their detection. The Institute of Physics, vol. 11, 1978.
- 2 Schulz MM, Reichert W. Archived or directly swabbed latent fingerprints as a DNA source

- for STR typing. *Forensic Sci Int* , (128-30), 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0379-0738\(02\)00092-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0379-0738(02)00092-0)
- 3 Croxton RS, Baron MG, Butler D, Kent T, Sears VG. Variation in amino acid and lipid composition of latent fingerprints, *Forensic Science International*, vol. 199 (93- 102), 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.03.019>
  - 4 Findlay I, Taylor A, Quirke P. DNA Fingerprinting from Single Cells. *Nature*, vol. 389,1997.
  - 5 Proff C, Schmitt C, Schneider PM, Foerster G, Rothschild MA. Experiments on the DNA Contamination Risk Via Latent Fingerprint Brushes. *International Congress Series*, vol.1288, (601 – 603), 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ics.2005.10.053>
  - 6 Van Oorschot R, Jones MK. DNA fingerprints from fingerprints. *Nature*, (387 – 767), 1997.
  - 7 Van Hoofstad DEO, Deforce DLD, Hubert IP, Eeckhout EG. DNA typing of fingerprints using capillary electrophoresis: effect of dactyloscopic powders. *Electrophoresis*, vol. 20, (2870–2876), 1999. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1522-2683\(19991001\)20:14<2870::AID-ELPS2870>3.0.CO;2-V](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1522-2683(19991001)20:14<2870::AID-ELPS2870>3.0.CO;2-V)
  - 8 Van Renterghem P, Leonard D, De Greef C. Use of latent fingerprints as a source of DNA for genetic identification. in: G.F. Sensabaugh, P.J. Lincoln, B. Olaisen (Eds.), *Progress in Forensic Genetics*, Vol. 8, 2000, p. 501–503.
  - 9 Zamir A, Springer E, Glattstein B. Fingerprints and DNA: STR Typing of DNA Extracted from Adhesive Tape after Processing for Fingerprints. *J Forensic Sci*; (687–688), 2000. <http://dx.doi.org/10.1520/jfs14749j>
  - 10 Tokutomi T, Takada Y, Kanetake J, Mukaida M. Identification Using DNA from Skin Contact: Case reports. *Legal Medicine*, vol 11 (576-577), 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.legalmed.2009.02.004>
  - 11 Kopka J, Leder M, Jaureguiberry SM, Brem G, Boselli GO. New Optimized DNA Extraction Protocol for Fingerprints Deposited on a Special Self- Adhesive Security Seal and Other Latent Samples Used for Human Identification. *Journal of Forensic Sciences*, vol. 56, 2011.
  - 12 Quinones I, Daniel B. Cell Free DNA as a Component of Forensic Evidence from Touched Surfaces. *Forensic Science International: Genetics*, vol. 6, (26-30), 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsigen.2011.01.004>
  - 13 Alessandrini F, Cecati M, Pesaresi M, Turchi C, Carle F, Tagliabracci. A. Fingerprints as Evidence for a Genetic Profile: Morphological Study on Fingerprints and Analysis of Exogenous and Individual Factors Affecting DNA Typing. *J Forensic Sci*, vol. 48, 2003.
  - 14 Junqueira LC, Carneiro J. *Histologia Básica - Texto e Atlas*. Ed.11 Guanabara Koogan, 2008.
  - 15 Goray M, Eken E, Mitchell RJ, Van Oorschot RAH. Secondary DNA Transfer of Biological Substances under Varying Test Conditions. *Forensic Science International: Genetics*, 2009.
  - 16 Wickernheiser RA, Hons, B. Trace DNA: A Review, Discussion of Theory, and Application of the Transfer of Trace Quantities of DNA Through Skin Contact. *Journal of Forensic*

sciences. 2002.

- 17 Sewell J, Guinones I, AMES C, Multaney B, Curtis S, Seebourth H, Moore S, Daniel B. Recovery of DNA and Fingerprints from touched documents. *Forensic Science International: Genetics*, (281 – 285), 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsigen.2008.03.006>
- 18 Balogh KM, Burger J, Bender K, Schneider PM, Alt KW. Fingerprints from fingerprints. *International Congress Series*. Vol. 1239, (953 - 957), 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0531-5131\(02\)00230-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0531-5131(02)00230-3)
- 19 Kita T, Yamaguchi H, Yokoyama M, Tanaka T, Tanaka N. Morphological Study of Fragmented DNA on Touched Objects. *Forensic Science International: Genetics*, vol. 3, (32 – 36), 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsigen.2008.09.002>
- 20 Balogh KM, Burger J, Bender K, Schneider PM, Alt KW. Str genotyping and mtDNA sequencing of latent fingerprint on paper. *Forensic Science International*. Elsevier, Vol 137, (188 – 195), 2003. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2003.07.001>
- 21 Bright JE, Petricevic SF. Recovery of Trace DNA and its Application to DNA Profiling of Shoe Insoles. *Forensic Science International*, vol. 145. (7 –12), 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.03.016>
- 23 Shuster S. Fingerprint Maintenance, a New Dermatoglyphic Mechanism. *British Journal of Dermatology*, vol. 164. (738 – 742), 2011. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2133.2010.10162.x>
- 24 Pesaresi M, Buscemi L, Alessandrini F, Cecati M, Tagliabracci A. Qualitative and Quantitative Analysis of DNA Recovered from Fingerprints. *International Congress Series*, vol. 1239, (947 – 951), 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0531-5131\(02\)00572-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0531-5131(02)00572-1)
- 25 Popa G, Potorac R, Preda N. Method for Fingerprints Age Determination. *Romanian Society of Legal Medicine*, vol. 2, (149 – 154), 2010. <http://dx.doi.org/10.4323/rjlm.2010.149>
- 26 Van Oorschot RAH, Ballantyne KN, Mitchell RJ. Forensic Trace: a Review. *Investigative Genetics*, 2010. <http://dx.doi.org/10.1186/2041-2223-1-14>
- 27 Van Oorschot RAH, Phelan DG, Furlong S, Scarfo GM, Holding HL, Cummins MJ. Are you collecting all the available DNA from touched objects? *International Congress Series*, (803 – 807), 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0531-5131\(02\)00498-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0531-5131(02)00498-3)
- 28 Raymond JJ, Van Oorschot RAH, Walsh S, Roux C, Gunn,PR. Trace DNA and Street Robbery: A criminalistic approach to DNA evidence. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, vol.2 (544 – 546), 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsigss.2009.08.073>
- 29 Raymond JJ et al. Trace Evidence Characteristics of DNA: A preliminary Investigation of the Persistence of DNA at Crime Scenes. *Forensic Science International: Genetics*, vol.4, (26 – 33), 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsigen.2009.04.002>
- 30 Phipps ME, Petricevic S. The Tendency of Individuals to Transfer DNA to Handled items. *Forensic Science International*, vol. 168, (162 – 168), 2007.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.07.010>

- 31 Dolinsky LCE, Pereira LMCV. DNA Forense: artigo de Revisão. Revista Saúde e Ambiente. Duque de Caxias, vol . 2, (1 – 22), 2007.
- 32 Daly DJ; Charlotte M, Sean DM. The transfer of touch DNA from hands to glass, fabric and wood. Forensic Science International: Genetics, vol.6, (41-46), 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsigen.2010.12.016>
- 33 Schulz MM, Wehner HD, Reichert W, Graw M. Nnhydrin – dyed Latent Fingerprint as a DNA Source in a Murder Case. Journal of Clinical Forensic Medicine. vol.11 (202 – 204), 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcfm.2004.04.002>