

ANÁLISE FORENSE DE MICROVESTÍGIOS: FIOS DE CABELO

Alexandre Guilherme de Lara* e Rubens Alexandre de Faria*

* Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica - PPGEB
Av. Sete de Setembro, 3165 – Curitiba – Paraná – Brasil

e-mail: alexandre.lara@policiacientifica.gov.pr.br

Resumo: O Brasil apresenta altas taxas de criminalidade [1]. Os órgãos de Perícia Oficial brasileiros são os responsáveis pela produção da prova material, conforme preconizado no Código de Processo Penal - CPP [2]. Estes órgãos possuem a competência de realizar o exame de corpo de delito, tendo como objeto de estudo e análise vestígios coletados em locais de crimes. Segundo o princípio de Locard, escritor francês e um dos pais da criminalística, “todo contato deixa uma marca” [3]. Baseado neste axioma, todo crime cometido contra uma pessoa ou patrimônio, irá gerar, mesmo que no nível microscópico, uma troca entre agressor, ambiente e vítima, que são os chamados “vestígios”. Dentre eles, caracterizam-se os “microvestígios” [1], nos quais se enquadram as fibras naturais e sintéticas. Dentre as fibras de interesse forense, estão os pelos do corpo humano, sendo o fio de cabelo o mais comum. Apesar de cabelos serem utilizados em análises forenses desde a década de 70 em diversas partes do mundo [4], no Brasil este vestígio é, na maioria dos casos, negligenciado. Neste trabalho serão analisadas amostras de cabelo coletadas em locais de crime de um estado brasileiro do sul do país, através do método de microscopia fotônica, buscando características de interesse forense.

Palavras-chave: análises forenses, cabelo, fibras, microvestígios.

Abstract: *Brazil has high crime rates [1]. The bureau of Brazilian Official Forensic are responsible for the production of material evidence, as recommended in the Code of Criminal Procedure - CPP [2]. These bureaus have the responsibility of conducting the examination of corpus delicti, and the analysis of traces collected at crime scenes. The Locard's Exchange Principle enunciate: "Every contact leaves a mark"[3]. Based on this axiom, every crime committed against a person or property, will generate, even at the microscopic level, an exchange between perpetrator, victim and the environment, called traces." Very small traces are denominated as "microtrace" [1], as the natural and synthetic fibers. One special fibers for forensic is the human hair. Despite human hair has been used in forensics since the 70s in many parts of the world [4], in Brazil this trace is, in most cases, overlooked. The present work aim to analyses hair samples collected from Brazilian's crime scenes through the method of light microscopy, seeking characteristics of forensic interest.*

Keywords: *forensic analyses, human hair, fiber, evidence.*

Introdução

Segundo princípio de Locard [1] todo contato deixa uma marca. Este princípio tem pautado as perícias em locais de crime desde o século passado. Kirk, 1953 traduz este princípio da seguinte forma: “Não somente suas digitais ou suas pegadas, mas seus **firos de cabelo**, as fibras de sua roupa (...), serão testemunhas silenciosas contra ele.” [1]. Com base neste axioma, a legislação brasileira prevê em seu Código de Processo Penal (CPP) [2] a realização de Perícia Oficial quando houver a constatação de um crime, denominado: exame de corpo de delito. O objetivo da perícia é detectar, analisar e preservar vestígios que possam servir de: indícios de uma prática delituosa, elementos úteis a identificação do autor e/ou para o entendimento da dinâmica do fato (*modus operandi*).

Um tipo particular de microvestígio de extrema importância, e, muitas vezes ignorado pela perícia no Brasil, é o cabelo humano. Este vestígio pode ser encontrado em locais de crime contra pessoa (homicídio), crimes contra o patrimônio, crimes contra a dignidade sexual, e até mesmo contra a incolumidade pública. Pode estar presente em vestes, ambientes internos ou externos, no interior de automóveis, aderidos a fitas adesivas utilizadas em explosivos, em vidros para brisa de automóveis envolvidos em acidentes de trânsito, dentre outros.

Da simples análise de um fio de cabelo diversas informações podem ser obtidas. É possível, por exemplo, inferir se um fio de cabelo desprende-se por ter sido arrancado, ou se por queda natural [5]. Estudos apontam ser possível identificar através da análise dos fios de cabelo a raça do doador [6,7] e o gênero [6]. Características como dimensão (diâmetro e comprimento), coloração, tipo de cabelo e seção transversal fornecem informações úteis à exclusão de suspeitos. Além de outros aspectos de interesse, tais como: padrão de medula e cutícula, uso de produtos químicos como xampu, condicionadores ou tinturas [4].

Estudar as informações que podem ser obtidas da análise de fios de cabelos, bem como os métodos empregados, são importantes para o entendimento da aplicação forense destas técnicas. Este entendimento é necessário no sentido de que procedimentos padrões devem ser adotados pela perícia oficial brasileira. No presente trabalho serão feitas análises utilizando a

microscopia fotônica da seção transversal e longitudinal de fios de cabelo encontrados em locais de crime, no sentido de caracterizar as fibras e suas respectivas inferências.

Materiais e métodos

O método por microscopia ótica (fotônica) se destaca como sendo uma técnica de baixo custo e capaz de ser aplicada para uma série de análises referentes à fibra do cabelo, tanto da seção longitudinal como transversal [4], sendo o método adotado no presente trabalho. Para realização do estudo foram utilizados os equipamentos, materiais e amostras descritos na Tabela 1. As amostras foram coletadas em locais de crime através dos Órgãos de Perícia Oficial Brasileiro de estado da região Sul, e são constituídas por fibras de cabelo humano.

Estas amostras formam, no presente artigo, um estudo piloto, conforme Termo de Consentimento de Uso assinado junto ao Órgão, no qual as amostras se encontram tuteladas.

Tabela 1- Lista de equipamentos e materiais.

Item	Descrição – Fabricante – Característica
1	Microscópio Óptico - Spencer - ampliação máxima 970x.
2	Microscópio Óptico - Leica – DMLS ampliação máxima 1.000x.
3	Amostra “A001” coletada em local de crime
4	Amostra “B002” coletada em local de crime
5	Amostra “B003” coletada em local de crime
6	08 lâminas para microscopia 25,4 x 76,2mm (espessura de 1 a 1,2mm)
7	Bálsamo do Canadá sintético
8	08 lamínulas 18 x 18mm (espessura 0,13 a 0,16mm)
9	Parafina de alta pureza
10	Bisturi de corte com lâmina de aço inox
11	Régua milimetrada SHARK em aço inox
12	Câmera digital SONY DSC-HX1

Fonte: autoria própria

As características que o presente estudo buscou identificar através da análise da seção longitudinal das fibras foram: comprimento mínimo da fibra (considerando que possa ter havido fragmentação do fio em relação ao comprimento original), formato (liso, ondulado, ou encarapinhado) e cor (castanho, loiro ou ruivo). Através da análise da seção transversal buscou-se identificar características como: distribuição da pigmentação ao longo do eixo do cabelo, posição da medula (centralizada ou excêntrica) e a morfologia do cabelo (seção circular, oval ou achatada) [4]. Estas seções identificam o tipo de cabelo conforme descrito na Tabela 2 [7,8]. As análises em fios de cabelo dotados de bulbo buscaram ainda compreender a diferenciação entre a

natureza do desprendimento do pelo: queda natural ou através de arrancamento [5].

Tabela 2 - Relação da morfologia da seção transversal de fios de cabelo e o tipo de cabelo.

Seção transversal	Tipo de cabelo
Circular	Lissótrico (liso)
Oval	Cimótrico (ondulado)
Elíptico ou reniforme	Ulótrico (crespo ou encarapinhado)

Fonte: [7,8]

Os estudos seguiram a ordem do fluxograma ilustrado na Figura 1. A medição do comprimento foi realizada com auxílio de régua metálica milimétrica. Com a finalidade de se obter uma medida linear foi necessária a fixação das fibras com fita de baixa adesividade, e a posterior remoção com Xileno [C₆H₄(CH₃)₂]. Para a análise da seção longitudinal foram utilizadas lâminas com aplicação de bálsamo do Canadá sintético.

Os cortes de seção transversal das fibras foram realizados segundo McLaren [9], em blocos de parafina e cortados com bisturi. A limpeza da superfície foi realizada com a aplicação de Xileno.

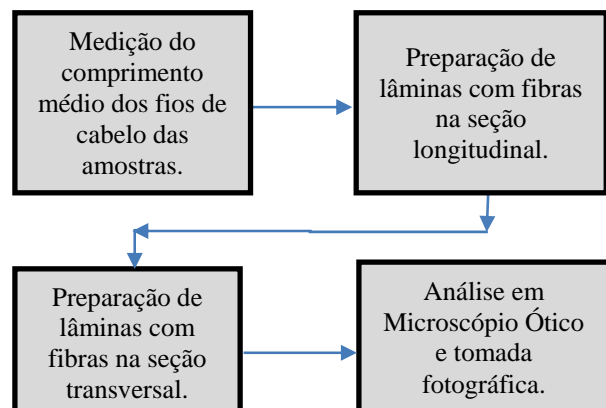


Figura 1- Fluxograma de atividades. Fonte: autoria própria.

Resultados

Os resultados da análise das amostras na seção transversal do fio de cabelo podem ser verificados na Figura 2.

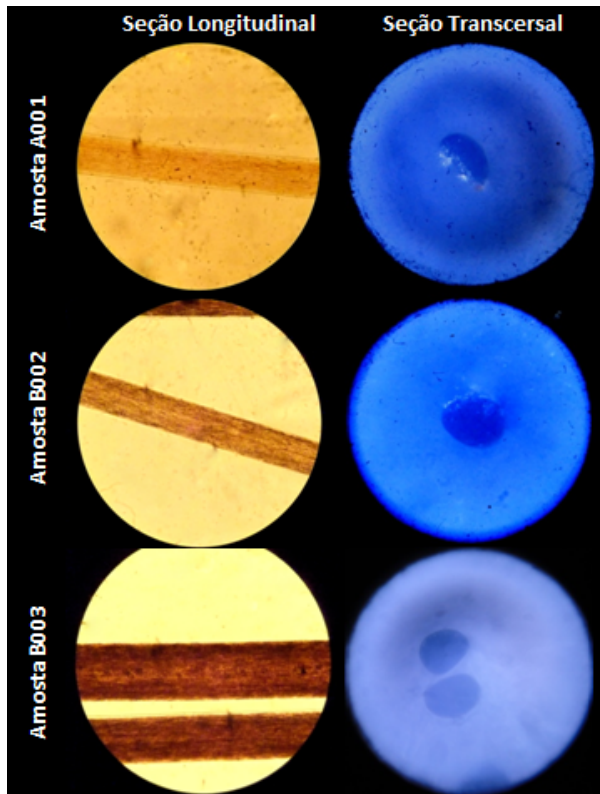


Figura 2 - Imagem por microscopia das seções longitudinais e transversais das amostras de fio de cabelo. Ampliação 400x-430x. Fonte: autoria própria.

Os dados foram classificados na Tabela 3, com base nas imagens e morfologias das seções transversais.

Tabela 3 - Dados da seção transversal dos fios de cabelo.

Amostra	Comprimento médio (mm)	Coloração	Seção Longitudinal	Seção transversal
001	219,00	Loiro	Regular	Oval
002	96,00	Castanho	Regular	Oval
003	256,00	Preto	Regular	Reniforme

Fonte: autoria própria.

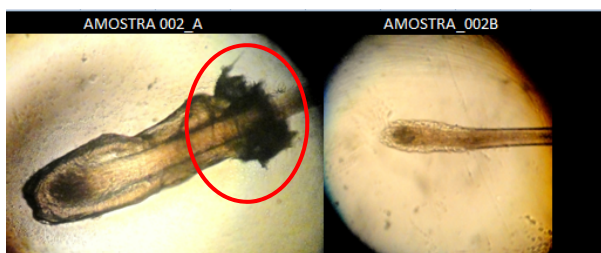


Figura 3 - Imagem da extremidade de diferentes fios da amostra B002 em ampliação de 430x. Amostra B002_A: arrancamento do couro cabeludo. Amostra B002_B: queda natural. Fonte: autoria própria.

Algumas fibras da amostra B002, por apresentarem presença de bulbo, permitiram a análise das extremidades, conforme ilustrado na Figura 3, seguido do confronto com padrões de referência [5]. É possível identificar que

alguns fios sofreram arrancamento do couro cabeludo, com aderência de matéria do folículo piloso (amostra B002_A) e outros sofreram queda natural (amostra B002_B).

Portanto, é possível inferir, através da análise dos dados, que a amostra 001 pertence a um indivíduo de cabelo no tom de cor loiro, comprimento longo, formato ondulado (segundo a morfologia da seção transversal).

A amostra 002 pertence a uma pessoa de cabelo de cor castanha, comprimento médio, formato ondulado, sendo que algumas das fibras da amostra desprenderam-se do couro cabeludo do doador através de processo natural de queda, e, algumas fibras sofreram desprendimento por arrancamento.

Já a amostra 003 é um cabelo de cor castanha escuro (preto), de comprimento longo, formato encarapinhado.

Discussão

Além das características observadas, outras seriam passíveis de análise, empregando métodos adicionais. Através da cromatografia gasosa [4] seria possível verificar se as fibras apresentam tintura, ou mesmo a presença de produtos químicos, resultado de tratamento capilar. Com a aplicação de ICP-EOS [6] seria possível determinar, inclusive, o gênero dos doadores.

Com a utilização de microscopia eletrônica [9] seria possível tomar as medidas da seção transversal com maior exatidão. Empregando uma lente ocular graduada e com escala reticulada ao microscópio óptico, seria possível a medição micrométrica, com resolução de até 0,01 mm e a comparação entre diferentes amostras [4,13].

Técnicas de extração de perfil genético do DNA dos fios de cabelo dotados de bulbo, ou DNA uniparental mitocondrial da queratina dos fios que não apresentam bulbo [4], poderiam ser adotadas após o emprego da microscopia fotônica [10]. Esta recomendação segue o princípio da eficiência, uma vez que a análise por microscopia fotônica consome cerca de R\$ 6,44 em insumos por amostra (Fonte: autoria própria), ao passo que marcadores genéticos de DNA consomem em torno de R\$ 153,00 para extração por ferol cloroforme, kit Identifiles para reação em cadeia da polimerase (fonte: Departamento de Genética Molecular do Instituto de Criminalística do Paraná), e, em torno de R\$ 612,00 para mtDNA mitocondrial uniparental de herança materna (Fonte: Departamento de Genética Molecular do Instituto de Criminalística do Paraná, 2014).

Métodos alternativos para obtenção de informações adicionais representariam despesas e a alocação de recursos muitas vezes indisponíveis na rotina operacional dos Institutos de Criminalística do Brasil. A técnica por microscopia fotônica possui restrições na utilização como marcador e não apresenta unicidade na identificação tal como os métodos de DNA [4,5,10]. Todavia é possível obter informações à cerca de características fundamentais passíveis de adoção como indícios contra o autor, além de serem úteis no entendimento da dinâmica de um crime e na investigação

criminal [11,12]. Por esta razão, entende-se que o emprego de microscopia óptica seja uma ferramenta eficiente e de baixo custo para aplicação imediata na maioria dos casos.

Os Procedimentos Operacionais Padrões (POP), em teoria, devem ser desenvolvidos pelos órgãos de Perícia Oficial, no sentido de que fios de cabelo encontrados em locais de crime passem a ser coletados e analisados com maior frequência. Contudo, para que estes procedimentos passem a ser empregados, é necessário que haja um melhor entendimento da análise forense de fios de cabelo por parte dos peritos criminais, bem como o treinamento das equipes, dimensionamento da quantidade adequada de profissionais para atendimento da demanda e equipamentos em condições de uso.

Conclusão

A ocorrência de um crime pode gerar uma vasta gama de vestígios a serem estudados pelos Peritos Criminais. Um tipo de vestígio amplamente utilizado como objeto de estudo em países desenvolvidos e ainda pouco utilizado no Brasil é o fio de cabelo.

No presente estudo pode se observar que a análise forense de fios de cabelo ainda engatinha no sentido de poder contribuir, tanto para a identificação de características de pessoas relacionadas a um crime, como para o entendimento da dinâmica de um ato delituoso (*modos operandi*). Técnicas de baixo custo podem ser empregadas para análise de inúmeras características de fios de cabelo, gerando indícios úteis a investigação criminal.

Agradecimentos

Agradecimento especial ao órgão de Perícia Oficial do Estado do Paraná que disponibilizou amostras para que o presente estudo pudesse ser realizado, ao CNPQ e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo incentivo ao estudo das ciências forenses.

Referências

- [1] Velho, et al, Locais de Crime, Dos Vestígios à Dinâmica Criminosa. 1ª ed. Campinas/SP, Millenium; 2013.
- [2] Brasil. Código de Processo Penal (1941). Decreto Lei nº 3.689 de 3 de Outubro de 1941. Legislação Federal.
- [3] Fisher B, et al., Introduction to Criminalistics - The Foundation of Forensic Science. 1ª ed. MA/USA, Elsevier Academic Press; 2009.
- [4] Robertson J, Forensic Examination of Hair. 1ª ed. London/UK. Taylor & Francis; 1999.
- [5] Langfor A, et al., Pratical Skills in Forensic Science. 1ª ed. Harlow/UK. Pearson Education Limited; 2005.
- [6] Huang L, Beauchemin D, Ethnic background and gender identification using electrothermal vaporization coupled to inductively coupled plasma optical emission spectrometry for forensic analysis of

- human hair. Em J. Anal. At. Spectrom, editor. The Royal Society of Chemistry; 2014.
- [7] Ham A.W, Histologia, 7ª ed. Rio de Janeiro/RJ, Guanabara Koogan; 1977.
- [8] Jobim L. F, Costa L. R, Silva M, Identificação Humana, Volume II, 1ª Ed. Campinas/SP, Millenium; 2006.
- [9] McLaren A. C., Cross-sectioning techniques for scanning electron microscopy. Em Journal of Materials Science, Janeiro 1971, Volume 6, p. 89-92.
- [10] Forensic human hair examination guidelines: Scientific Working Group on Materials Analysis (SWGMA). Forensic Science Communications. USA. Apr. 2005.
- [11] Houck, Max M. Hair bibliography for the forensic scientist. Forensic Science Communications. USA. Jan. 2002.
- [12] Oien, Cary T. Forensic hair comparison: background information for interpretation. Forensic Science Communications. USA. Apr. 2009.
- [13] Vaughn, M. R.; Brooks, E.; van Oorschot, R. A. & Baidur-Hudson, S.A Comparison of Macroscopic and Microscopic Hair Color Measurements and a Quantification of the Relationship between Hair Color and Thickness Microscopy and Microanalysis. Microscopy Society of America. USA. 15, 189-193.2009.