

# VESTÍGIOS BIOLÓGICOS COMO PROVA PERICIAL: SUA IMPORTÂNCIA E AS PECULIARIDADES DE SUA MANIPULAÇÃO PARA A GENÉTICA FORENSE

**Matheus Cavalcante Santiago \***

Graduado em Biomedicina pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiás, GO, Brasil

## *BIOLOGICAL TRACES AS FORENSIC EVIDENCE: THEIR VALUE AND THE PECULIARITIES OF THEIR HANDLING FOR FORENSIC GENETICS*

### **RESUMO**

A genética forense é uma área reconhecida na perícia criminal que se destaca por seu grande potencial de individualização e identificação de pessoas, auxiliando investigações e processos criminais. Para isso são realizadas análises genéticas em amostras biológicas providas de vestígios em cenas de crime, corpos de delito e doadores voluntários ou compulsórios. Trata-se de um artigo de revisão onde foram compiladas informações de acervos bibliográficos como revistas, livros, dissertações, relatórios, etc. Assim, serão apresentados os principais vestígios biológicos, sua importância, suas peculiaridades inerentes à identificação, coleta, acondicionamento e transporte e, de forma sucinta, as consequências do manuseio para as análises laboratoriais e para o êxito da perícia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vestígios biológicos. Biologia forense. Genética forense. Perícia criminal. Criminalística.

### **ABSTRACT**

*Forensic genetics is an acknowledged area in criminalistics that stands out for its high power for individualization and identification of people, assisting investigations and criminal process. To do so, genetic analyzes are performed on biological samples from traces at crime scenes, corpus delicti and voluntary or compulsory donors. In this review article, information from bibliographies such a journals, books, dissertations, reports etc was compiled. The main biological traces will be presented, as well as their value, their inherent peculiarities in identification, collection, packaging and transport and, in short, the consequences of handling for the laboratory analyzes and for the success of the examination.*

**KEYWORDS:** Forensic evidence. Forensic biology. Forensic genetics. Criminalistics.

---

\* [matheuscavalcante@gmail.com](mailto:matheuscavalcante@gmail.com)

## INTRODUÇÃO

A perícia criminal é uma atividade típica do Estado, no âmbito da segurança pública, e é exercida, em princípio, pelos peritos criminais oficiais. Estes profissionais utilizam de seus conhecimentos técnico-científicos em conjunto com a tecnologia para dar suporte à justiça, oferecendo elementos que contribuem para a materialização do delito e identificação do criminoso. Seu trabalho é regulamentado pelo Código de Processo Penal (CPP), leis complementares e portarias, e abrange as mais diversas áreas de conhecimento adjuntas à criminalística<sup>1</sup>.

Um dos campos de bastante destaque dentro da perícia criminal é a genética forense. Ela é classificada como um ramo dentro da biologia forense que abrange toda área referente à identificação genética e procedimentos envolvendo o estudo e o processamento da molécula de Acido Desoxirribonucleico (DNA). Esta área ganhou bastante destaque na criminalística pela sua alta capacidade de individualizar as pessoas, sendo possível diferenciar geneticamente qualquer indivíduo, com poucas exceções, como no caso de gêmeos univitelinos, que possuem características genéticas idênticas, dificultando sua diferenciação pelas técnicas moleculares convencionais<sup>2-4</sup>.

A genética forense, bem como outras áreas adstritas à criminalística, se desenvolveu com o tempo, conforme sua necessidade dentro da perícia criminal e a disponibilidade tecnológica. Sua eclosão é marcada pelo cientista Alec Jeffreys que, por meio de uma técnica denominada DNA fingerprinting, conseguiu auxiliar a elucidação de um crime ocorrido na Inglaterra em 1985 e, também por meio da descoberta da Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) pelo bioquímico Kary Mullis, instaurou-se uma nova perspectiva analítica abrindo os olhos do mundo para esta esfera forense<sup>5-7</sup>.

Diante destas descobertas, iniciou-se uma corrida científica a fim de, cada vez mais, intensificar o poder e a utilização da molécula de DNA como ferramenta forense. Assim, vários estudos são realizados objetivando estabelecer padrões ideais para manipulação das amostras e desenvolver técnicas cada vez mais sensíveis no intuito de melhorar o trabalho pericial e propiciar resultados analíticos satisfatórios<sup>8</sup>.

Além disso, para proteger a integridade das amostras, sua validação como prova pericial legal e a sua rastreabilidade, foi estabelecido a obrigatoriedade de uma cadeia de custódia, dividida em várias etapas conforme o disposto no Art. 158-B do CPP: reconhecimento, isolamento, fixação, coleta, acondicionamento, transporte, recebimento, processamento, armazenamento e descarte. Sendo assim, cabe aos órgãos da perícia oficial seguir tais etapas, objetivando munir suas provas de transparência, autenticidade e confiança<sup>8,9</sup>.

Desta maneira, realizou-se uma revisão de procedimentos e recomendações no que concerne à identificação, coleta, acondicionamento e transporte dos vestígios biológicos para análise molecular no campo forense, ratificando as peculiaridades e as

formas adequadas de manipulação para cada tipo de amostra.

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta obra se baseou em revisão de literatura sobre o tema. Para atingir seus objetivos e compilar todas as informações presentes, foram pesquisados periódicos, revistas, artigos científicos, livros, dissertações, teses, relatórios, procedimentos operacionais padrão (POP's), leis e portarias disponíveis em bibliotecas virtuais e sítios eletrônicos. As principais palavras-chave utilizadas na pesquisa foram: "genética forense", "biologia forense", "vestígios biológicos", "criminalística", além de seus respectivos termos em inglês.

## PERÍCIA CRIMINAL E VESTÍGIOS BIOLÓGICOS

Segundo Stumvoll VP (2019)<sup>10</sup>, a criminalística é uma disciplina que tem por objetivo o reconhecimento e interpretação dos vestígios materiais extrínsecos relativos ao crime ou à identidade do criminoso. Assim, salienta-se que as ciências forenses são constituídas pelos demais ramos da criminalística, por meio de disciplinas como biologia, química, física, engenharia, entre outras. Sua maioria tem por base a Teoria da Troca de Edmond Locard, fundada na ideia de que "todo contato deixa marca", considerada como um dos princípios norteadores da criminalística moderna<sup>10</sup>.

Logo, antes de discorrer sobre as particularidades dos vestígios, indícios e evidências, é importante compreender seus conceitos, que muitas vezes são confundidos. Recentemente, com a promulgação da Lei nº 13.964/2019, também conhecida como "Pacote Anticrime", o CPP, em seu Art.158-A §3º, passou a apresentar a seguinte definição legal para "vestígios": "Todo objeto ou material bruto, visível ou latente, constatado ou recolhido, que se relaciona à infração penal". Também é apresentada no CPP, em seu Art. 239, a definição de "indícios": "Considera-se indício a circunstância conhecida e provada, que, tendo relação com o fato, autorize, por indução, concluir-se a existência de outra ou outras circunstâncias". Por fim, o termo "evidências", que não possui definição legal mas, de acordo com o estabelecido pelos especialistas Velho JA, Geiser GC, Epindula A (2021)<sup>12</sup>, significa "Vestígio analisado e depurado, tornando-se uma prova por si só ou em conjunto para ser utilizada no esclarecimento dos fatos"<sup>11-12</sup>.

As amostras biológicas integram grande parte dos vestígios analisados pelos peritos criminais. Elas, na maioria das vezes, são peças fundamentais na resolução dos delitos e podem ser oriundas de locais de crime, necrópsias e obtidas a partir de doadores voluntários. Em decorrência da composição biológica dessas amostras, sua análise possui certas limitações, principalmente quanto à integridade, aspecto que varia e depende muito das condições da amostra no momento da coleta e de seu manuseio<sup>13</sup>.

A genética forense lida exclusivamente com amostras biológicas com a finalidade de obter informações genéticas, sendo crucial tomar todos os cuidados possíveis no intuito de protegê-las. Há de se considerar que os tecidos biológicos são altamente perecíveis, tendendo à degradação após serem retirados de um organismo vivo, sendo indispensável uma série de condutas para preservá-los, e com eles os respectivos materiais genéticos<sup>14</sup>.

O prejuízo ou mesmo a inutilização deste material para fins forenses pode acontecer de várias formas, dentre elas: a degradação por produtos químicos como formóis, substâncias cáusticas, água oxigenada, tintas, entre outros, que podem atrapalhar na replicação da molécula de DNA. Além do mais, contaminações provocadas por micro-organismos como bactérias e fungos podem também promover a degradação e prejudicar, sobretudo, a fase de amplificação do material genético. Adicionalmente, também é frequente a contaminação por DNA humano estranho, principalmente resultante de coleta e manuseio inadequado dos vestígios biológicos<sup>15</sup>.

Nesse sentido, já foram realizados diversos estudos para traçar estratégias de coleta e manuseio de forma adequada para vestígios desta natureza, partindo do preceito de que, para cada tipo de amostra, os peritos deverão adotar técnicas diferentes e eficazes conforme suas características. Além disso, vale ressaltar que, normalmente, os profissionais que realizam a coleta não participam das etapas analíticas e, também, podem não ser conhecedores nas áreas afins da biologia forense. Mesmo diante dos treinamentos disponibilizados pelos órgãos de perícia para manipulação das amostras, salienta-se a importância de haver uma boa comunicação entre as equipes de coleta e análise, para praticar as formas mais adequadas de manuseio e, assim, melhorar a qualidade do trabalho pericial<sup>16-18</sup>.

Os vestígios biológicos são comumente encontrados em locais de crime (vestígios extrínsecos) e no corpo das vítimas (vestígio intrínseco). Ambos são campo de trabalho pericial, e necessitam de grande atenção, visto que concentram quase todos os elementos subjetivos e objetivos que não só fornecem elementos que contribuem para a materialidade e a descoberta da autoria como, também, caracterizam a dinâmica dos fatos<sup>19</sup>.

Uma cena de crime é repleta de informações importantes que refletem o ocorrido, cabendo aos profissionais encarregados pela investigação decifrar o que ocorrera ali. De forma resumida, entende-se por local de crime o espaço onde se presume ter sido praticado algum delito. Esses locais podem ser classificados em locais imediatos (local em que se deu o fato), locais mediatos (adjacências do imediato) e locais relacionados (local com vínculo criminal, mas geograficamente separado). Todos esses podem fornecer elementos essenciais às investigações, demandando dos peritos criminais habilidades e técnicas para identificar os vestígios nas mais diversas situações<sup>10</sup>.

Deste modo, uma das etapas mais importantes da perícia criminal, sendo determinante para seu desfecho, é o correto iso-

lamento do local de crime. Tal medida visa garantir a idoneidade dos vestígios encontrados, ou seja, objetiva deixar o local intacto, da mesma forma que o criminoso o abandonou, preservando quaisquer marcas deixadas. Para isso, foram criados diversos protocolos de intervenção policial nestes locais, isolando-os até a chegada dos peritos, visto que, habitualmente, os primeiros agentes a chegarem são policiais militares que podem carecer de conhecimento técnico-científico para lidar com tal situação<sup>10,19,20</sup>.

Em realidade, as equipes de investigação enfrentam uma série de dificuldades envolvendo a idoneidade das cenas de crime. Um dos principais e mais comuns é a presença de curiosos ou mesmo familiares das vítimas que acessam os locais, muitas das vezes desconhecendo a importância do isolamento. Além disso, lamentavelmente, é frequente a alteração destes locais pelos próprios agentes policiais, ou seja, por quem os deveria preservar. É importante ressaltar que a violação dos locais de crime só é justificável diante de situações em que necessite de prestação de socorro às vítimas e que viabilize minorar danos e desastres, como em casos de incêndio, por exemplo. E, também, na hipótese de ainda haver flagrante. Isto é, quando se presumir que o criminoso ainda esteja no local do delito<sup>10,19</sup>.

A não preservação dos locais de crime tem o potencial de prejudicar o curso de uma investigação, visto que a extinção de vestígios impossibilita a realização da perícia, principalmente em se tratando de tecidos biológicos que possuem grande potencial de serem contaminados ou degradados. Destarte, o legislador, sabendo desta importância, impôs no Art. 158-C §2º do CPP, regras e punições quanto àqueles que violarem tais locais: “É proibida a entrada em locais isolados bem como a remoção de quaisquer vestígios de locais de crime antes da liberação por parte do perito responsável, sendo tipificada como fraude processual a sua realização”<sup>10,11</sup>.

Outra alteração muito significativa, porém um pouco questionável, é a inclusão do Art. 158-C: “A coleta dos vestígios deverá ser realizada preferencialmente por perito oficial, que dará o encaminhamento necessário para a central de custódia, mesmo quando for necessária a realização de exames complementares”. O questionamento vem por razão do termo “preferencialmente”, uma vez que os peritos criminais são os profissionais apropriados, com treinamento e conhecimento para lidar com os vestígios e, assim, o legislador deixou margem para que o procedimento de coleta mais adequado não seja de fato realizado<sup>11</sup>.

Os peritos oficiais contam com habilidades e equipamentos sofisticados para lidar com diferentes situações encontradas nos locais de crime. Diante disso, eles devem portar kits com instrumentos para coleta de variados tipos de material e, ainda mais, trazer consigo equipamentos de proteção individual (EPI's) a fim de não serem expostos a riscos e também não contaminarem os vestígios, em especial, as amostras biológicas. São exemplos de materiais indispensáveis para as perícias: cianoacrilato, pós, luzes forenses, luminol, testes rápidos imunocromatográficos, pipetas, seringas, swabs, pinças, lâminas, bisturis,

tesouras, trenas digitais, paquímetro digitais ou outras formas de réguas, variados tipos de tubos e embalagens para acondicionar os vestígios. E, além disso, utensílios descartáveis para proteção como luvas, máscaras faciais, toucas, aventais e trajas especiais, etc<sup>10,21,22</sup>.

Além dos materiais, várias estratégias são traçadas para se realizar uma coleta adequada, a exemplo: usar instrumentos limpos e descartáveis ou esterilizados quando reaproveitados; adentrar aos locais de crime e realizar buscas de forma minuciosa evitando o pisoteio dos vestígios; manusear o mínimo possível as amostras; evitar falar, espirrar, tossir ou tocar em si próprio enquanto as manipulam; secar bem amostras úmidas antes de acondicioná-las; embalá-las individualmente com lacres e realizar sua correta identificação. Também vale frisar a importância de sempre trocar as luvas ao manusear amostras diferentes evitando, assim, a contaminação cruzada. Tudo isso visa garantir a integridade dos vestígios, pois, além da fragilidade das amostras biológicas, as análises moleculares são bastantes sensíveis e, uma vez degradadas ou contaminadas, essas amostras perderão sua credibilidade como prova pericial<sup>21,23</sup>.

Assim, é evidente que existem inúmeras peculiaridades para esse tipo de perícia, afinal os vestígios de interesse na genética forense compreendem aqueles que possuem material genético íntegro e apropriado para análises moleculares. Dessa forma, sua coleta exige muita cautela e sutileza, uma vez que a fidedignidade desse tipo de prova pericial depende não só de sua análise, mas também da procedência da amostra. Por conseguinte, especialistas da Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP) elaboraram protocolos nacionais com vistas a padronizar formas de coleta para diferentes tipos de vestígios através de Procedimentos Operacionais Padrão (POP's). Estes são adaptados e utilizados pelos órgãos de perícia oficial de acordo com suas realidades, considerando suas regiões e capacidades de processamento<sup>19,21</sup>.

Além disso, vale ressaltar que o processo de coleta dos vestígios de interesse forense não se limita apenas à coleta do material. Existe todo um procedimento formal que o perito criminal deve seguir para garantir a integridade das amostras e seu reconhecimento como uma prova válida e legal. Neste contexto, ele deve respeitar todos os passos estabelecidos nos POP's de seu órgão pericial consoantes às imposições legais e, principalmente, se atentar a todos os passos da cadeia de custódia estabelecidos no Art. 158-B do CPP<sup>11,22</sup>.

Para isso, é possível exemplificar da seguinte maneira: em uma cena de crime, uma vez que encontrado um vestígio de interesse na investigação, antes da coleta do material, o perito criminal deverá realizar sua demarcação, descrição por escrito e fotografia (se possível, com escala). Só então poderá realizar a coleta e o acondicionamento, preenchendo corretamente os formulários de cadeia de custódia. E, além disso, após terminar sua busca pelos vestígios, este profissional deverá realizar um laudo de levantamento de local, onde irá descrever tudo o que fora ana-

lisado, além de anexar fotografias, realizar desenhos, esquemas, croquis e quaisquer outras fontes de informações no propósito de robustecer seu laudo<sup>10,22</sup>.

## VESTÍGIOS BIOLÓGICOS

Em seguida, serão discutidas as particularidades dos principais tipos de vestígios biológicos e as formas adequadas de coleta e manuseio. Para isso, foram compiladas informações de POP's, relatórios, artigos e livros no intento de proporcionar o máximo de objetividade.

## SANGUE

O sangue é um tecido conjuntivo líquido composto por uma parte fluida (plasma) e outra parte celular. Cada um de seus elementos possuem funções específicas e de grande importância para o organismo. Em suma, este tecido tem o propósito fazer o transporte de substâncias e nutrientes e estabelecer a homeostase corporal. Assim, desde os primórdios da ciência, o sangue vem sendo estudado, em princípio, para fins medicinais. No entanto, para fins forenses, também se faz necessário conhecer suas estruturas e suas funções, visto que ele é um dos vestígios de maior relevância nas investigações, tendo grandes relações com crimes violentos<sup>24,25</sup>.

Um ser humano adulto possui cerca de 4 a 6 litros de sangue, compreendendo aproximadamente 8% de seu peso corporal. Sua parte fluida é composta por proteínas, eletrólitos, nutrientes, vitaminas, e principalmente água. Já sua parte celular, a de maior interesse na genética forense, é composta por hemácias (células anucleadas e bicôncavas cuja principal função é o transporte de oxigênio); plaquetas (fragmentos celulares encarregados da coagulação sanguínea) e leucócitos (células nucleadas responsáveis por combater infecções e agentes externos ao organismo). Deste modo, estudos apontam que, comumente, existem cerca de 5.000 a 7.000 células nucleadas por milímetro cúbico de sangue, fazendo dos leucócitos os principais alvos das técnicas moleculares, exatamente por possuírem núcleos e, por conseguinte, DNA nuclear<sup>24-27</sup>.

O sangue frequentemente é encontrado em locais de crimes violentos, como em casos de acidentes de trânsito, suicídios, homicídios e lesões corporais. Nestes locais, os peritos criminais irão examinar tais vestígios que podem se apresentar em formas líquidas como gotas, poças, ou misturados a outros fluidos; em formas coaguladas; em crostas; em tecidos com aspecto úmido ou seco e/ou em formas latentes, demandando técnicas de revelação<sup>24,26,28</sup>.

Antes da coleta é importante executar um exame pericial objetivando identificar padrões de mancha de sangue que pode proporcionar informações relevantes e de grande auxílio para a dinâmica dos fatos. Além do mais, vale salientar que estes padrões também podem fornecer dados preciosos como a

posição da vítima e agressor no momento do crime, o tipo de arma utilizada, a energia, altura, distância, ângulo e direção empregados, número de golpes deferidos e, até mesmo, predizer de quem é o sangue, o que posteriormente poderá ser confirmado pelas técnicas moleculares<sup>24,27,29</sup>.

Alguns vestígios de sangue podem estar latentes, o que dificulta a sua identificação. Para isso, são utilizadas técnicas de revelação como luzes de varrimento com filtros de comprimentos de ondas e reagentes químicos como o luminol. Ademais, quando identificadas, é adequado que as manchas de sangue passem por testes presuntivos de espécie a fim de saber se aquele sangue realmente é da espécie humana para, então, realizar a coleta. Para tal, uma das técnicas mais utilizadas é a imunocromatografia para hemoglobina humana<sup>24,27</sup>.

O procedimento de coleta de sangue é muito relativo, devendo ser tratado observando-se as particularidades de cada caso. O método da coleta depende da forma em que o sangue se encontra, do ambiente, da disponibilidade de material e, sobretudo, de como está descrito nos POP's dos respectivos órgãos periciais. No entanto, as técnicas de coleta visam ao máximo minorar o contato do perito com a amostra, priorizando procedimentos em que sua manipulação ocorre somente em ambiente laboratorial. Assim, ao compilar informações de vários documentos, é possível estabelecer as principais formas utilizadas<sup>23,29-31</sup>.

O sangue na sua forma líquida, disposto em poças ou gotas, poderá ser coletado com swabs estéreis e acondicionado em porta-swabs, ou invólucros de papel, depois de secos em temperatura ambiente e ao abrigo do sol. Também é viável a coleta por seringas, ou pipetas, e o acondicionamento realizado em tubos com anticoagulante, de preferência o ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA). Além do mais, para sangue líquido disposto em objetos como armas e vestes, é necessário realizar a secagem da mesma forma supracitada e o transporte dos materiais inteiros para o laboratório ou, quando inviável, dos seus fragmentos, objetivando o mínimo de contato possível<sup>23,29-31</sup>.

Para sangue seco, ou na forma de crostas disposto em objetos, é recomendado a sua coleta como um todo evitando, assim, o máximo de manipulação destes vestígios. Se for impossível transportar os objetos inteiros, é viável sua fragmentação para facilitar o deslocamento até os órgãos de perícia. Dessa forma, é comum que os peritos cortem, nos locais de crime, fragmentos de tapetes, colchas, cortinas, ou outros objetos grandes<sup>23,29-31</sup>.

Outra forma de coleta é utilizando fitas adesivas ou raspando o sangue com objetos afiados, como lâminas ou bisturis. Ademais, para superfícies são utilizados swabs umedecidos em solução estéril (água ou solução salina), que também devem ser secos em temperatura ambiente e acondicionados da mesma forma<sup>23,29-31</sup>.

O sangue presente em corpos post-mortem se viável para análises moleculares, pode ser coletado por seringas ou pipetas, principalmente das cavidades cardíacas e dos vasos sanguíneos

calibrosos, o que geralmente é feito durante a necropsia e por peritos legistas. Além disso, as amostras coletadas poderão ser adicionadas a papéis FTA que possibilitam o acondicionamento em temperatura ambiente e a preservação durante um amplo período<sup>23,29-32</sup>.

Salienta-se a importância da celeridade nos processos de manuseio das amostras de sangue, principalmente quando se encontram em estado líquido ou úmido, pois elas possuem uma maior chance de proliferação de micro-organismos. É recomendado que, desde seu acondicionamento até sua análise, tais amostras sejam refrigeradas à temperatura entre 2°C a 8°C, geralmente em caixas térmicas. Caso a análise demore mais de 48 horas, é indicado o congelamento a -20°C, em ambiente laboratorial, com finalidade de preservar sua integridade até o momento da análise<sup>23,29-32</sup>.

## SÊMEN

Sêmen ou esperma é um fluido de aspecto leitoso e opalescente naturalmente constituído por espermatozoides em suspensão no líquido seminal. Estes são células germinativas nucleadas, exclusivas dos indivíduos masculinos e possuem a função reprodutiva. Já o líquido seminal, por sua vez, compreende a parte líquida do sêmen que é produzida pelas glândulas prostáticas, seminais e bulbouretrais, sendo repleto de proteínas e nutrientes para auxiliar os espermatozoides a cumprirem seu propósito<sup>24,28</sup>.

Perante o exposto, fica evidente o nexo deste tipo de vestígio com os crimes contra dignidade sexual, em especial, com os crimes de estupro. Além do mais, este fluido é uma excelente fonte de DNA, sendo considerado um dos vestígios de maior importância forense pois, por meio dele, é possível comprovar a presença de indivíduos nos locais, relacioná-los às vítimas e identificá-los pelo seu perfil genético. Salienta-se que este vestígio é comumente encontrado na forma de manchas aderidas às superfícies próximas ao crime, roupas íntimas e demais vestes da vítima além de poderem, também, se apresentar na forma líquida em preservativos e, principalmente, no corpo das vítimas<sup>24,28</sup>.

Ao encontrar tais vestígios, para manipulá-los, devem-se realizar exames preliminares com o intuito de confirmar se realmente trata-se de sêmen. Para tal, é de prática dos peritos o uso de luzes forenses de ultravioleta que induzirá a fluorescência destas manchas. Todavia, existem outras fontes biológicas que emitem fluorescência semelhante ao sêmen, necessitando de uma análise confirmatória do material. A confirmação deste vestígio, muitas vezes, acontece somente em âmbito laboratorial, pois necessita de técnicas e aparelhagem incompatíveis com os locais de crime<sup>24</sup>.

A presença de sêmen é confirmada por meio da visualização de espermatozoides pela microscopia óptica, e por reações enzimáticas e imunológicas do líquido seminal como, respectivamente, a Fosfatase Ácida Prostática e o Antígeno Prostático



Específico (PSA). Contudo, como de praxe nas análises laboratoriais, existem limitações nas técnicas, devendo o profissional interpretar seus resultados com muita cautela<sup>24,33</sup>.

Um dos empecilhos enfrentados é o fato de que existem muitos homens oligospermicos ou azoospermicos devido a patologias ou mesmo a procedimentos de vasectomia, podendo ocasionar a não visualização de espermatozoides na microscopia. Todavia, apesar destas adversidades, neste caso ainda é possível realizar a identificação genética a partir de células epiteliais e leucócitos presentes nas amostras, porém, evidentemente, com uma eficácia diminuída<sup>24,33</sup>.

Ademais, as reações supramencionadas também podem gerar dificuldades, pois elas podem reagir com outras amostras além do esperma, o que pode causar equívocos na interpretação dos resultados. Além destes, outro inconveniente é a possibilidade de os criminosos utilizarem preservativos na execução do ato libidinoso. Esses são, geralmente, eliminados em locais diversos da cena de crime, impossibilitando sua localização. Tal conduta pode acarretar em um grande prejuízo para investigação, visto que o sêmen é um dos vestígios de maior valor, podendo ser a única forma de identificar o criminoso<sup>24,33</sup>.

A coleta e o manuseio desta amostra biológica segue o preceito, de preservar acima de tudo, a integridade dos espermatozoides que, por sinal, são muito vulneráveis à degradação. As formas adequadas para coleta estão sujeitas às condições em que as amostras se encontram e cabe ao perito criminal seguir os protocolos e, diante de cada particularidade, determinar a melhor estratégia<sup>8,24,28,33</sup>.

Para manchas em objetos, superfícies ou tecidos, é indicado utilizar swabs secos ou umedecidos. Dependendo da viabilidade, essas peças poderão ser transportadas para os órgãos de perícia onde serão manipuladas de forma mais apropriada. Logo, é considerada uma prática comum o recolhimento e o encaminhamento de preservativos e vestes íntimas das vítimas para os laboratórios. Os preservativos podem fornecer informações cruciais para perícia pois, a partir da análise de sua face interna é possível obter o perfil genético do criminoso; e da sua face externa, relacionar tal vestígio à vítima<sup>24, 28,32,33</sup>.

Nos exames de corpo de delito das vítimas de estupro, vivas ou mortas, é recomendado a coleta de swabs das cavidades vaginal, anal e oral, e outros locais onde se presume encontrar material biológico do criminoso. Nestes casos, quando possível, salienta-se a importância das vítimas realizarem tal exame o mais rápido possível e antes mesmo de se higienizarem, objetivando a preservação dos vestígios<sup>18,24,28,33</sup>.

O acondicionamento e o transporte são pontos cruciais para a integridade das amostras de sêmen, devendo seguir rigorosamente as orientações dos POP's e as etapas da cadeia de custódia. No entanto, geralmente, para evitar a degradação e a proliferação de micro-organismos, as amostras úmidas deverão ser secadas e embaladas em recipientes de papel ou plástico e armazenadas sob refrigeração, visando proporcionar resultados

satisfatórios em sua análise e preservá-las para uma possível e futura contra-perícia<sup>18,24,28,33</sup>.

## SALIVA

A saliva é um fluido aquoso, transparente e viscoso, constituído basicamente por água, além de algumas proteínas e minerais. Ela é produzida por um conjunto de glândulas salivares e sua função está diretamente relacionada com a digestão dos alimentos, lubrificação da cavidade oral e proteção contra agentes externos<sup>24,28</sup>.

O grande valor forense da saliva se deve em virtude das células epiteliais da mucosa oral que se apresentam dispersas em seu meio possibilitando, assim, realizar exames de identificação genética. Dessa forma é possível inferir que este material biológico tem relevância em uma gama de crimes, especialmente homicídios, agressões e crimes contra a dignidade sexual<sup>24,34</sup>.

Geralmente ela é encontrada nas mais diversas situações por meio de materiais como guimbas de cigarro, copos, goma de mascar, garrafas, talheres, guardanapos, etc. Tais materiais, quando suspeitos de terem relação com o ato delituoso, são recolhidos e enviados para os laboratórios para a obtenção da saliva. Em alguns casos, como cuspes ou presença de sinais de mordida nas vítimas, são utilizados swabs para coleta do material<sup>21,24,28,34</sup>.

A constatação da presença de saliva pode acontecer no local de crime ou em área laboratorial. Para isso, os peritos podem utilizar exames preliminares como testes de screening utilizando fontes de luz fluorescente de diferentes comprimentos de onda. Outra forma é o uso de métodos físicos de análise como a espectroscopia de fluorescência no intuito de medir a absorbância da amilase salivar. E, também, são empregadas técnicas de imunocromatografia por meio de anticorpos anti- $\alpha$ -amilase salivar humana que asseguram alta especificidade e sensibilidade para saliva<sup>24,28</sup>.

Outra grande importância da saliva e da mucosa oral vem em decorrência da facilidade para obter o material, sendo utilizado como padrão-ouro para coletas voluntárias e compulsórias para fins de identificação genética, substituindo a coleta de sangue. A coleta por swab na mucosa oral é indicada por ser prática, eficaz e indolor, em conformidade com a lei nº 12.654 de 2012. Com a edição deste dispositivo legal, aumentou demasiadamente esta metodologia com finalidade de extrair o DNA para identificação dos perfis genéticos e sua incorporação nos bancos de dados<sup>21,35</sup>.

Para isso, a pessoa submetida à coleta deverá evitar consumir alimentos, bebidas e fumar por, no mínimo, uma hora antes e, além disso, o profissional responsável pela coleta poderá oferecer um copo de água para limpeza bucal. Antes de realizar o procedimento, é obrigatória a confirmação da identidade do coletado, bem como o preenchimento dos formulários de coleta e sua respectiva assinatura<sup>21</sup>.

É recomendada a coleta de pelo menos dois swabs por pessoa, sendo embalados individualmente em porta-swabs. O procedimento é realizado por meio de movimentos giratórios no interior da bochecha de forma que fricção bastante a mucosa oral e recolha o máximo de células epiteliais. Para o acondicionamento é necessário secar os materiais em temperatura ambiente e ao abrigo do sol para, só depois, refrigerá-los<sup>21,28,32</sup>.

## PELOS E CABELOS

Os pelos e os cabelos são estruturas queratinosas pontiagudas que surgem de invaginações presentes na pele denominadas foliculo piloso. Elas são compostas por três partes principais: raiz/bulbo, eixo/haste e ponta, sendo todas importantes na visão pericial<sup>18,24</sup>.

Essas estruturas pontiagudas podem ser encontradas em locais de crime e, a partir de sua análise, fornecer informações úteis para as investigações, como: se é de origem humana ou não; de qual região do corpo pertence; se foi cortado, arrancado ou se simplesmente se despreendeu do corpo; indicar se há pintura ou descoloração; se houve uso de drogas ou substâncias tóxicas; a que raça ou ancestralidade pertence; estimar idade e propiciar informações genéticas<sup>24</sup>.

As análises moleculares realizadas nos fios de pelo/cabelo dependem de sua integridade. Para conseguir amplificar seu material genético é necessário que nestes fios contenha sua estrutura basal, o bulbo. Esta estrutura é repleta de células foliculares, fonte abundante de DNA nuclear. Na ausência de bulbo, torna-se pouco provável amplificar a molécula de DNA, visto que sua fonte se encontra exígua<sup>24,32</sup>.

Todavia, na haste dos fios existem inúmeras organelas chamadas mitocôndrias que viabilizam análises genéticas a partir do DNA mitocondrial sendo bastante útil, não obstante, limitado. Esse material genético não possui o poder discriminatório equivalente ao do DNA autossômico. No entanto, pode fornecer informações genéticas importantes a respeito de matrilinearidade e ancestralidade. Além do mais, a análise do DNAm é apreciada na genética forense devido à sua alta capacidade de resistir à degradação em razão de sua conformação circular, seu grande número de cópias e à proteção estabelecida pela membrana da organela<sup>24,36,37</sup>.

A identificação dos pelos e dos cabelos, como vestígios, é realizada de forma visual, mas também podem contar com ajuda de luzes forenses. A sua coleta varia de acordo com a finalidade da perícia, mas sempre visando assegurar a integridade das amostras. Habitualmente os peritos criminais coletam tais fios utilizando pinças ou pegando-os com suas mãos, sempre equipados com luvas descartáveis e tomando o máximo de cuidado para não contaminar e danificar sua estrutura. Deste modo, para amostras molhadas ou impregnadas com outras substâncias, é recomendado realizar a secagem em temperatura ambiente antes do acondicionamento, que deve ser feito em embalagens de

papel<sup>23,24</sup>.

A coleta também pode ser realizada por meio de fitas adesivas, principalmente para aqueles fios de difícil visualização localizados nas mais diversas estruturas. As aspirações utilizando aspiradores com filtros especiais são recomendadas quando existe suspeita destes vestígios em grandes locais. E para tecidos e vestes são utilizadas escovagens e raspagens sobre um papel para auxiliar a separação dos fios de outros elementos que possam estar ali presentes<sup>24</sup>.

Por fim, uma estratégia bastante eficaz para identificar pelos de agressores em vítimas de crimes sexuais é o penteio de sua região pubiana onde poderá ocorrer uma transferência cruzada destes pelos durante o ato sexual. Desse modo, ressalta-se a importância das vítimas sempre buscarem a realização da perícia o mais rápido possível, e antes mesmo de se higienizarem, no intento de não perder tais vestígios<sup>24</sup>.

## OSSOS E DENTES

Os ossos são estruturas formadas por tecido conjuntivo composto por fibras colágenas e cristais minerais, principalmente fosfato e cálcio. São constituídos de matriz óssea (material extracelular calcificado) e células (osteócitos, osteoclastos e osteoblastos), e podem ser separados em ossos compactos e esponjosos, conforme sua estruturação. Essas estruturas possuem funções essenciais ao organismo, tais quais: suporte para tecidos moles; proteção dos órgãos vitais; acomodação da medula óssea; grande deposição de cálcio, fosfato e outros íons; apoio e sustentação para os músculos esqueléticos proporcionando articulações de membros e o movimento do corpo<sup>25,38</sup>.

Já os dentes são estruturas rígidas e resistentes, de composição mineral, e implantados nos ossos da maxila e mandíbula. Têm como função principal a mastigação dos alimentos, além de outras utilidades como: proteção e sustentação dos tecidos moles, fonação e estética. Sua estrutura básica é formada por uma rígida camada externa chamada esmalte, uma intermediária chamada dentina e uma mais interna, a polpa. Logo, é possível dizer que os dentes são excelentes fontes de DNA e de grande utilidade nas identificações post mortem de corpos degradados, visto que sua estrutura rígida confere proteção ao material genético contra agressões do meio ambiente<sup>25,39,40</sup>.

No contexto forense, os ossos e os dentes são bastante empregados, respectivamente, no âmbito da antropologia forense e da odontologia legal. Tais áreas normalmente lidam com cadáveres em avançados estágios de decomposição, mutilações, carbonizações, desfigurações, e em outras situações impossíveis de realizar a identificação post mortem por meio de métodos convencionais<sup>39</sup>.

O trabalho da Antropologia Forense e Odontologia Legal consiste na obtenção do perfil individual dos restos mortais por meio da estimativa e determinação de dados como estatura, idade, sexo e ancestralidade, além de achados como presença

de próteses, órteses, procedimentos odontológicos, assim como também características morfológicas, fisiológicas, anatômicas, e também patológicas, que poderão subsidiar um provável confronto com dados individuais registrados ante morte do suposto. Caso não seja possível um resultado conclusivo positivo, solicita-se exame para a tentativa de extração de material biológico e estudo de DNA de ossos e dentes para elaboração de confronto com o perfil genético de familiares do suposto<sup>24,41</sup>.

Normalmente a identificação genética utilizando estes tipos de materiais biológicos é voltada para cadáveres encontrados com elevado estado de decomposição, sendo impossível identificá-los por outras técnicas, ou mesmo, extrair material genético íntegro de amostras padrões como sangue e tecidos moles. A vantagem da utilização do DNA ósseo ou dentário decorre em razão de sua estrutura cálcica rígida que serve de proteção para agentes externos. Entretanto, a viabilidade deste material genético também depende das condições em que se encontram tais vestígios, ressaltando que fatores ambientais como temperatura, umidade, propriedades do solo e presença de micro-organismos podem prejudicá-lo<sup>38,41</sup>.

A coleta dessas estruturas, normalmente, é de fácil execução, pois não exigem tanto capricho para evitar contaminação como nas coletas dos vestígios supramencionados, uma vez que os ossos e os dentes possuem suas proteções cálcicas, e certamente já estariam expostos à contaminação e deterioração onde foram encontrados. De qualquer modo, é indispensável o uso de EPI's e instrumentos e invólucros estéreis em sua manipulação<sup>38,41</sup>.

Na maioria das vezes, a coleta para exame molecular não é realizada nos locais de crime. Normalmente os cadáveres, e suas peças ósseas e dentes, são encaminhados aos Institutos Médico-Legais (IML) para realização da necropsia e outras perícias onde seus profissionais separam as partes de interesse à análise molecular e as enviam para o laboratório<sup>38,41</sup>.

Um dos grandes desafios enfrentados na análise genética dos ossos e dentes está nas estratégias para extrair o DNA das amostras e, diante disso, são desenvolvidas várias pesquisas objetivando o melhoramento dessas técnicas. Salienta-se que, neste caso, a chave para conseguir um DNA íntegro não concerne tanto à coleta, mas sim no quanto os peritos criminais logram uma extração, descalcificação e purificação primorosa de seu material genético<sup>38,41,42</sup>.

## PLACENTA

Trata-se de um órgão temporário, exclusivo do organismo feminino, que possui função de realizar suporte ao embrião ou feto a partir de trocas fisiológicas de nutrientes e oxigênio. Ela é composta por células de dois indivíduos geneticamente distintos, a mãe e o filho, sendo um vestígio importante nas investigações forenses<sup>25,28</sup>.

A placenta é comumente encontrada em lixões, aterros sani-

tários ou canais de esgoto como resto abortivo e, geralmente, junto ao feto morto, se relacionando com crimes de infanticídio e as modalidades de aborto. A sua relevância vem através de seu poder de identificar a mãe e estimar o tempo em que aconteceu o delito<sup>6,28</sup>.

No entanto, por razão das circunstâncias que tais vestígios são encontrados, muitas das vezes sua integridade é comprometida por conta de micro-organismos e fatores ambientais. Além disso, a ausência de uma amostra referência para análise comparativa dos perfis genéticos, muitas vezes, impossibilita a identificação, limitando a viabilidade deste material como prova pericial<sup>6,28</sup>.

Para manipular este material biológico é imprescindível o uso de EPI's, visto que além do risco de degradar ainda mais o material, os locais em que eles são comumente encontrados podem causar risco ao profissional. Os procedimentos de coleta se voltam para recolha da peça inteira ou, se inviável, de fragmentos dela, por meio de cortes de partes visivelmente mais conservadas utilizando-se instrumentos incisivos. Ademais, poderá ser utilizado swabs nos locais que apresente sangue, respeitando os procedimentos de armazenamento anteriormente citado no tópico "sangue"<sup>21,23,28</sup>.

Seu armazenamento deverá ser feito em recipiente estéril, geralmente em frascos plásticos, e sob refrigeração. Não é recomendável a utilização de formóis para a conservação do órgão. Esta possibilidade deve ser avaliada com cautela, pois o formol, a depender de sua concentração e tempo de exposição, tem a capacidade de degradar o material genético, inviabilizando o vestígio para as análises moleculares<sup>23, 43</sup>.

## TOUCH DNA

Um termo que está cada vez mais frequente na comunidade forense é o "touch DNA" que, traduzindo, profere-se DNA de contato. Este vestígio reproduz, literalmente, o princípio da troca de Edmond Locard, uma vez que se trata de material genético encontrado em superfícies onde o indivíduo tocou, deixando ali suas células epiteliais. Diante disso, salienta-se que este tipo de vestígio possui quantidades exíguas de DNA, demandando delicadeza em sua manipulação e técnicas de coleta, extração e análise cada vez mais sofisticadas que, com o avanço da tecnologia, já está sendo possível<sup>32,38,44</sup>.

O touch DNA é comumente encontrado em locais de empunhadura de instrumentos como cabos de facas, clavas, cacetes e outras armas brancas. Também frequente em gatilhos de armas de fogo, em vestimentas, nos locais em que há atrito como golas de camisetas, e nas áreas internas dos chapéus onde há fricção com a cabeça; em veículos, nas partes frequentemente tocadas, como volante e alavanca de marchas; em bolsas; em diferentes tipos de joias; e em outros locais que o indivíduo pode ter pressionado<sup>32,38,45</sup>.

Entretanto, há de se salientar que nem todo toque gera material celular suficiente para possibilitar amplificação genética,



inviabilizando o emprego de técnicas moleculares convencionais, como a eletroforese capilar de marcadores STR. Desta forma, torna-se profícuo utilizar técnicas e marcadores moleculares mais adequados para amostras exíguas como, por exemplo, a análise de DNA mitocondrial por Sequenciamento de Nova Geração (NGS) e/ou a utilização de marcadores mini-STR's<sup>32,38,46,47</sup>.

Além disso, alguns autores sugerem o uso de técnicas de amplificação direta objetivando evitar perdas significantes de amostra pois, neste caso, não são realizadas as etapas de extração, purificação e quantificação, fazendo com que haja menos manipulação das amostras e, assim, diminuindo a chance de contaminação laboratorial<sup>48</sup>.

Para o procedimento de coleta, a priori, segue o mesmo raciocínio empregado nos objetos com marcas de sangue: encaminhamento do objeto na sua totalidade para coleta em ambiente laboratorial. Todavia, quando impossível encaminhá-lo, a coleta há de ser feita em local de crime, sendo recomendada por alguns autores a utilização da técnica de duplo swab e posterior acondicionamento em porta-swabs ou invólucros de papel<sup>32,38</sup>.

Já outros autores sustentam que a forma de coleta depende de inúmeras variáveis, principalmente referente à superfície em que o vestígio se encontra. Além disso, a coleta por swab nem sempre é a melhor alternativa para todas as situações, pois podem resultar em perdas de material genético, sendo viável sua substituição, a depender do caso, por métodos de raspagem e fitas adesivas<sup>45,48</sup>.

As superfícies rugosas, ásperas e porosas têm mais capacidade de reter material genético do que as superfícies sólidas e lisas. Portanto, é indicado o uso de minifitas adesivas para coleta em madeira e tecidos. Já para superfícies sólidas e lisas, é indicado o uso de swabs úmidos ou secos<sup>48</sup>.

Ademais, nos locais onde o indivíduo tocou e depositou sua impressão digital é inviável a coleta de material genético após o trabalho dos papiloscopistas, visto que seus pincéis possuem muitos contaminantes e os pós químicos utilizados para revelações podem interferir nas análises moleculares<sup>32,38,45</sup>.

Além do tipo de superfície em que o vestígio se encontra, existem outros fatores e variáveis que influenciam no êxito da coleta e no processamento do touch DNA. São eles: a forma de deposição do vestígio; a pressão de contato; o método de coleta; o método de extração e análise; fatores ambientais como alta temperatura, umidade e exposição à luz UV; e o tempo entre a deposição do vestígio e a coleta<sup>48</sup>.

Sabendo da importância de tais fatores, é possível se orientar quanto à forma mais adequada para manipular as amostras, evitando perdas de material e contaminações. Por se tratar de amostras muito sensíveis e com ínfimas quantidades de material genético, há grande possibilidade de haver contaminação durante a manipulação, demandando uma educação continuada dos profissionais sobre o isolamento do local de crime, as técnicas de coleta e o uso adequado de EPI's. Por conseguinte, o

touch DNA é uma área em ascensão, ainda há necessidade de mais estudos e pesquisas para chegar a uma padronização das técnicas mais adequadas e, assim, tirar um maior proveito deste vestígio como prova pericial<sup>45,48</sup>.

## DEMAIS AMOSTRAS

Além dos vestígios apresentados, existe uma infinidade de outras amostras que possibilitam a extração do material genético para fins forenses, cabendo aos profissionais mesclarem suas disponibilidades com suas utilidades para aplicá-los nas investigações<sup>32</sup>.

A unha é um bom exemplo. Ela é um material que, via de regra, é escasso em DNA. Porém, tratando-se de crimes em que há agressões como homicídios, lesões corporais e estupro, é comum encontrar material do agressor na parte inferior das unhas das vítimas, consequência de movimentos de resistência e defesa. A coleta do material pode ser realizada por meio do corte da unha utilizando tesouras ou alicates esterilizados, e para os depósitos subungueais, utilizam-se objetos pontiagudos para raspagem ou swabs umedecidos, sendo seu acondicionamento feito em invólucros de papel<sup>23,24,32</sup>.

Materiais como urina e fezes são fontes precárias de DNA e, geralmente, não são escolhas para as análises moleculares. Contudo, dependendo da situação, pode se tornar uma alternativa. Por exemplo, nos crimes de estupro de vulnerável, principalmente tratando-se de bebês, é possível identificar o DNA presente no sêmen do agressor a partir dessas amostras. As fezes, principalmente o mecônio, possui grande utilidade na investigação de vínculo materno nos casos de abortos, partos clandestinos e infanticídio. Além do mais, a partir da urina é possível extrair material genético das células do trato urinário, possibilitando a identificação do indivíduo, apesar de não ser uma das melhores alternativas<sup>24,28</sup>.

Uma das grandes aplicabilidades da genética forense é a identificação post mortem, rotineiramente utilizada quando não é possível a identificação do cadáver por métodos usuais. Assim, existem várias formas de extrair o DNA do morto, propiciando uma certa liberdade ao perito. Contudo, ele deve observar as condições do cadáver e seu intervalo post mortem para determinar a melhor técnica<sup>32</sup>.

Para cadáveres recentes, sem fenômenos destrutivos generalizados, é viável a coleta de fragmentos de até 5 cm<sup>2</sup> de tecidos musculares ou cartilagosos; também é comum a coleta de sangue das cavidades cardíacas e dos grandes vasos sanguíneos, como mencionado anteriormente, além da coleta por swabs da mucosa da bexiga. Já para aqueles corpos com fenômenos cadavéricos avançados ou carbonizados é recomendado priorizar tecidos ósseos, de preferência ossos chatos e porosos; e dentes, de preferência molares e pré-molares<sup>23,32</sup>.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o avanço da tecnologia, e por meio de estudos sucessivos dentro da biologia forense, cada vez mais são empregadas técnicas eficazes e sensíveis para manuseio das amostras, possibilitando aumentar ainda mais o leque de vestígios biológicos utilizados como prova pericial. Além disso, é realçado que o cuidado e a manipulação correta dessas amostras são determinantes para o êxito das análises, visto que são materiais extremamente sensíveis e de natureza perecível. Sendo assim, adversidades como desidratação, temperaturas inadequadas, exposição à luz, contaminações químicas ou biológicas podem comprometê-las como um todo, podendo acarretar prejuízos irreversíveis para as investigações<sup>24,32</sup>.

Dessa maneira, uma estratégia adotada pelos peritos criminais é encaminhar as amostras biológicas de forma adequada, e o mais rápido possível, para os laboratórios. Lá, mesmo que não seja possível realizar imediatamente a análise, há técnicas e equipamentos que garantem a integridade das amostras por mais tempo, resguardando-as de adversidades e possibilitando análises posteriores, bem como contra-perícias. Assim, é possível afirmar que o acondicionamento adequado e o transporte célere são determinantes para assertividade dos exames periciais<sup>24,31,32</sup>.

Com isso, salienta-se que as informações a respeito da disposição dos vestígios, de sua coleta e de seu manuseio são fundamentais para a interpretação dos resultados da análise laboratorial, e também profícuo para os investigadores da polícia entenderem a dinâmica dos fatos. Dessa forma, vale reforçar a importância dos vestígios biológicos como prova pericial e, sobretudo, a forma como eles são manipulados, demandando manejos minuciosos e específicos para cada particularidade, uma vez que os laudos provenientes de suas análises poderão servir de base para consolidar as decisões judiciais<sup>10</sup>.

## REFERÊNCIAS

- Espindula A. A perícia em face da legislação. In: Stumvoll VP. *Criminalística*. 7. ed. Campinas: Millennium Editora; 2019. p. 11-54.
- Rodrigues EL, Francez PAC, Garrido RG. *Genética forense*. In: Dias Filho CR, Francez PAC. *Introdução à biologia forense*. 2. ed. Campinas: Millennium Editora; 2018. p. 261-309.
- Santos AE. As principais linhas da biologia forense e como auxiliam na resolução de crimes. *Rev. Bras. Crimin.* 2018;7(3):12-20.
- Antonio LU, Pereira MMI, Ferraz JAML. Diferenciação genética de gêmeos monozigóticos: uma importante evidência para área forense. *Brazilian Journal of Forensic Sciences*. 2017; 6(4):485-499
- Pena SDJ. Segurança pública: Determinação de identidade genética pelo DNA. In: *Seminários Temáticos para 3ª Conferência Nacional de C, T & I*; 2005; Brasília (BR). *Parcerias estratégicas*. Brasília. 2005;20:485-494.
- Dias Filho CR, Menezes MAM, Francez PAC. *História da genética forense*. In: Dias Filho CR, Rodrigues EL, Malaghini M, Francez PAC, Garrido RG. *Introdução à genética forense*. Campinas: Millennium Editora; 2020. p. 1-13.
- University of Leicester. The history of genetic fingerprinting [Internet]. Leicester. University of Leicester. [acesso em 08 abr 2022]. Disponível em: <https://le.ac.uk/dna-fingerprinting/history>
- Brasil. Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941. *Código de Processo Penal*. Rio de Janeiro, 3 out 1941.
- Dias Filho CR, Garrido RG, Cândido IM. *Cadeia de custódia, coleta e acondicionamento de amostras forenses para fins de exame de DNA*. In: Dias Filho CR, Rodrigues EL, Malaghini M, Francez PAC, Garrido RG. *Introdução à genética forense*. Campinas: Millennium Editora; 2020. p. 41-65
- Stumvoll VP. *Criminalística*. 7. ed. Campinas: Millennium Editora; 2019.
- Brasil. Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941. *Código de Processo Penal*. Rio de Janeiro, 3 out 1941.
- Velho JA, Geiser GC, Espindula A. *Introdução às ciências forenses*. In: Velho JA, Geiser GC, Espindula A. *Ciências forenses - Uma introdução às principais áreas da criminalística moderna*. 4. ed. Campinas: Millennium Editora; 2021. p. 1-17.
- Francez PAC, Pombo AML, Silva RS. Risco de contaminação por DNA de alto peso molecular e por amplicons em laboratório de Genética Forense no Brasil. *Rev. Bras. Crimin.* 2020; 9(2):85-94.
- Santos AE. As principais linhas da biologia forense e como auxiliam na resolução de crimes. *Rev. Bras. Crimin.* 2018; 7(3):12-20.
- Sousa JM, Queiroz PRM. Coleta e preservação de vestígios biológicos para análises criminais por DNA. *Ensaio e Ciência*. 2012; 16(3):99-115.
- Martins CHG, Scovino AM, Medeiros TA, Vieira RBC. Métodos de coleta de vestígios biológicos para análise de DNA. *Ciência Atual*. 2018;11(1):02-14.
- Singh HN. Collection, preservation and transportation of biological evidence for DNA analysis. I *JARESM*. 2021; 9(9):1123-1130
- Sousa JM, Queiroz PRM. Coleta e preservação de vestígios biológicos para análises criminais por DNA. *Ensaio e Ciência*. 2012; 16(3):99-115.
- SENASP - Secretaria Nacional de Segurança Pública. *Investigação criminal de homicídios*. Brasília; 2014.
- Silveira AM, Pereira A. Isolamento e preservação de local de crime - Procedimento substancial à integridade do trabalho pericial. *Rev. Bras. Crimin.* 2020; 9(2):56-61.
- SENASP - Secretaria Nacional de Segurança Pública. *Procedimento Operacional Padrão Perícia Criminal*. Brasília; 2013.
- Figueiredo T, Ramos D. Local de Crime - A busca por vestígios para solução de crimes. *Perícia criminal*. 2012;8(29):26-31
- Singh HN. Collection, preservation and transportation of biological evidence for DNA analysis. I *JARESM*. 2021;9(9):1123-1130.
- Passagli M. Vestígios e evidências biológicas de interesse Forense na investigação da cena de crime. In: Stumvoll VP. *Criminalística*. 7. ed. Campinas: Millennium Editora; 2019. p. 81-151.
- Junqueira LC, Carneiro J. *Histologia Básica*. 12. ed. Editora

- Guanabara Koogan. Rio de Janeiro; 2013.
26. Azevedo IL. A aplicação da biologia forense na perícia criminal. [Monografia]. Natal: Faculdade Câmara Cascudo; 2009.
27. Alves LQ, Boaventura RC. A importância das manchas de sangue no local de crime. REASE. 2021;7(8):187-205.
28. Martins CHG, Scovino AM, Medeiros TA, Vieira RBC. Métodos de coleta de vestígios biológicos para análise de DNA. Ciência Atual. 2018;11(1):02-14.
29. Monteiro IVP. Vestígios Hemáticos no local de crime (Sua importância Médico-Legal) [Dissertação]. Porto: Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto; 2010.
30. Castro DM, Coyle HM. Review: Biological Evidence Collection and Forensic Blood Identification [Review Article]. West Haven: Henry C Lee College of Criminal Justice & Forensic Science; 2013.
31. Superintendência de Polícia Técnico-Científica. Manual de Cadeia de Custódia da Perícia Oficial do Espírito Santo. Vitória; 2021.
32. Dias Filho CR, Garrido RG, Cândido IM. Cadeia de custódia, coleta e acondicionamento de amostras forenses para fins de exame de DNA. In: Dias Filho CR, Rodrigues EL, Malaghini M, Francez PAC, Garrido RG. Introdução à genética forense. Campinas: Millenium Editora; 2020. p. 41-65.
33. Toselli M, Pacheco AC, Dias Filho CR. PSA positivo, espermatozoides ausentes: vale a tentativa de obtenção de perfil genético masculino?. Rev. Bras. Crimin. 2019;8(2):51-57.
34. Carvalho SPM. Avaliação da qualidade do DNA obtido de saliva humana armazenada e sua aplicabilidade na identificação forense em Odontologia Legal [Dissertação]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo; 2009.
35. Brasil. Lei nº 12.654, de 28 de maio de 2012. Altera as Leis nºs 12.037, de 1º de outubro de 2009, e 7.210, de 11 de julho de 1984 - Lei de Execução Penal, para prever a coleta de perfil genético como forma de identificação criminal, e dá outras providências. Diário Oficial da União. 29 mai 2012.
36. Costa GSM, Kortmann GL, Francez PAC. DNA Mitocondrial. In: Dias Filho CR, Rodrigues EL, Malaghini M, Francez PAC, Garrido RG. Introdução à genética forense. Campinas: Millenium Editora; 2020. p. 343-378
37. Melton T, Holland C, Holland M. Forensic mitochondrial DNA analysis: Current practice and future potential. Forensic Sci Rev. 2012; 24(2):101-122.
38. Silva RCF. Desenvolvimento de kit e protocolo alternativos para coleta e extração de DNA de amostras forense e restos mortais degradados [Tese]. Maceió: Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas; 2018.
39. Lima HLO, Medeiros UV. Aplicabilidade do DNA em odontologia forense. Odontol. Clin. Clint. 2015;14(8):801-808.
40. Costa APC, Farias IAP, Leite DFBM. Anatomia e escultura dental. 3 ed. Editora UFPB. João Pessoa; 2020.
41. Moreti M. Identificação Humana: Uma proposta metodológica para obtenção de DNA de ossos e implementação de banco de dados de frequências alélicas de STRs autossômicos na população de Santa Catarina [Dissertação]. Florianópolis: Programa de pós-graduação em biotecnologia da Universidade Federal de Santa Catarina; 2009.
42. Carvalho HGA. Extração de DNA de ossos humanos, sem pulverização, para uso em identificação forense [Dissertação]. Recife: Programa de pós-graduação em ciências biológicas da Universidade Federal de Pernambuco; 2009.
43. Carvalho KS. Influência do formol utilizado para conservação de cadáveres na obtenção de DNA nuclear em tecido muscular [Dissertação]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba; 2009.
44. Tang J, Ostrander J, Wickenheiser R, Hall A. Touch DNA in forensic science: The use of laboratory-created eccrine fingerprints to quantify DNA loss. Forensic Science International: Synergy. 2020; 2:1-16.
45. Williamsom AL. Touch DNA: Forensic Collection and Application to Investigations. J Assoc Crime Scene Reconstr. 2012; 18(1).
46. Haase HT, Mogensen HS, Petersen CB, Holmer A, Borsting C, Pereira V. Optimization of the collection and analysis of touch DNA traces. Forensic Science International: Genetics Supplement Series. 2019; 7:98-99.
47. Nieuwerburgh FV, Hoofstat DV, Neste CV, Deforce D. Retrospective study of the impact of miniSTRs on forensic DNA profiling of touch DNA samples. Science and Justice. 2014; 54: 369-372.
48. Alketbi SK. The Affecting Factors of Touch DNA. J Forensic Res. 2018; 9(3).

