

IMPORTÂNCIA DOS VESTÍGIOS BIOLÓGICOS PARA RESOLUÇÃO DE CRIMES E IDENTIFICAÇÃO DE INDIVÍDUOS

Bruna Ayres Cardoso

Centro Universitário de Brasília, Brasília, DF, Brasil

Paulo Roberto Martins Queiroz*

Centro Universitário de Brasília, Brasília, DF, Brasil

IMPORTANCE OF BIOLOGICAL TRACES FOR SOLVING CRIMES AND IDENTIFYING INDIVIDUALS

RESUMO

A identificação de vestígios em cenas de crime é fundamental para a reconstrução do cenário e identificação de envolvidos. O objetivo deste trabalho foi demonstrar, por meio de uma revisão narrativa, a relevância das amostras biológicas para identificar indivíduos e ajudar a compreender o que ocorreu em um local de crime utilizando artigos, preferencialmente, publicados no período compreendido entre 2009 a 2023. O sangue pode ser identificado por meio de testes presuntivos e confirmatórios, bem como pode ser usado para determinar seu local de origem mediante métodos como *stringing* e tangente. As impressões digitais são usadas para identificar indivíduos perante seus padrões e disposição de poros, utilizando pó ou reagentes químicos. A identificação de fluidos corporais é crucial para determinar o tipo de crime cometido, por meio da identificação do tipo de fluido por métodos químicos. Com essas evidências, é possível determinar onde e como o crime foi cometido, bem como quem eram os envolvidos.

PALAVRAS-CHAVE: Vestígios biológicos. DNA. Sangue. Impressão digital. Fluidos corporais.

ABSTRACT

The identification of vestiges in crime scenes is fundamental for the reconstruction of the scenario and the identification of those involved. The objective of this work was to demonstrate, through a narrative review, the relevance of biological samples to identify individuals and help to understand what happened at a crime scene using articles, preferably, published in the period between 2009 to 2023. Blood can be identified through presumptive and confirmatory tests, as well as can be used to determine its place of origin, through methods such as stringing and tangent. Fingerprints are used to identify individuals based on their patterns and arrangement of pores, using powder or chemical reagents. The identification of body fluids is crucial for determining the type of crime committed, through identification of the type of fluid by chemical methods. With this evidence, it is possible to determine where and how the crime was committed as well as who was involved.

KEYWORDS: *Biological traces. DNA. Blood. Fingerprint. Body fluid identification.*

INTRODUÇÃO

A análise de uma cena de crime é crucial para uma investigação criminal, pois, a partir da análise de evidências físicas achadas no local, utilizando métodos científicos, é possível reconstruir eventos ao redor do crime¹.

Segundo o art. 158-A, §3º, do Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941, “Vestígio é todo objeto ou material bruto, visível ou latente, constatado ou recolhido, que se relaciona à infração penal”². Sendo assim, qualquer elemento encontrado em uma cena de crime pode ser considerado como um potencial vestígio³.

A análise de amostras biológicas é considerada um procedimento forense padrão para auxiliar na detecção e investigação de diversos casos. Em locais de crime são encontrados vestígios biológicos, tais como sangue, secreções corporais, saliva, impressões digitais, fios de cabelo, entre outros⁴.

O ácido desoxirribonucleico (DNA) é uma amostra de alta confiabilidade que, ao ser coletado por peritos sem vestígios biológicos, possibilita auxiliar na determinação da dinâmica e da autoria do fato⁵. A sua relevância aumentou com o progresso tecnológico, permitindo uma análise mais aprofundada dos vestígios biológicos e um melhor desenvolvimento da investigação criminal⁶.

O padrão das manchas de sangue em uma cena de crime é analisado com o objetivo de fazer inferências sobre a dinâmica do evento em questão. Desta forma, para possibilitar essa análise é importante determinar o local, a natureza da fonte, o padrão, o volume e a velocidade de uma gota de sangue⁷. No caso de impressões digitais, são comparadas impressões latentes da cena do crime com as do suspeito com o objetivo de verificar se as duas impressões são iguais⁸. Além disso, é possível obter DNA de objetos que foram manipulados para extrair informações genéticas do indivíduo por meio de amostras com pouca quantidade de DNA⁹.

Quando os fluidos corporais são usados como amostra residual relacionada ao crime, é essencial que se saiba a origem do DNA para provar o ato criminoso. Em crimes sexuais, a identificação de saliva, sêmen e fluido vaginal é frequentemente necessária. Os métodos mais usados para essa análise são os bioquímicos, histológicos ou instrumentais, que focam nas características das proteínas e células de cada tipo de secreção¹⁰.

A partir do exposto, este trabalho teve como objetivo demonstrar a importância de alguns vestígios biológicos, descrever seus tipos, seus processos de identificação e sua utilização para o reconhecimento de vítimas e suspeitos, além de expor como auxiliam na compreensão de uma cena de crime.

METODOLOGIA

Este trabalho foi elaborado no formato de uma revisão narrativa, uma maneira não sistematizada de revisar a literatura

que aborda temas em uma configuração de busca mais livre que permita o autor escolher suas referências de forma variável e arbitrária¹¹. Além disso, ele foi estruturado conforme as normas e padrões estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). As bases de dados consultadas para a busca de documentos foram o Google Acadêmico, a Biblioteca eletrônica online da *National Library of Medicine* (PubMed - NIH), a Legislação Brasileira e livros didáticos que abordassem a temática. As palavras-chave utilizadas foram “forense”, “impressão digital”, “sangue”, “fluidos corporais”, “sêmen”, “saliva” e “fluido vaginal”. Os operadores booleanos utilizados foram “e/and”. Foram utilizados artigos publicados nos idiomas português e inglês, preferencialmente, no período de 2009 a 2023.

DESENVOLVIMENTO

Segundo Nogueira (2013)¹², as amostras biológicas encontradas em cenas de crime são consideradas vestígios orgânicos, sendo elas elementos derivados de origem humana ou animal, como cabelo, sangue, saliva, esperma, secreções e material fecal, necessitando, assim, realizar testes para confirmar sua origem. Essas amostras são vestígios comumente encontrados nas cenas de crime e possuem extrema importância devido ao seu elevado caráter probatório e por serem uma fonte de material genético.

A seguir, foram selecionadas algumas amostras biológicas que possibilitam a extração do DNA, ou de outras informações, além de detalhar sobre cada tipo, como podem ser úteis e sua aplicação para resolução de crimes.

Sangue

A análise de perfis de manchas de sangue, do inglês *Bloodstain Pattern Analysis* (BPA), é uma especialidade forense que permite que o perito consiga reconstruir cenas de crime por meio da análise do tamanho, do formato, do local, da distribuição e da orientação de uma mancha de sangue. Desta forma, o investigador consegue determinar a direção, a área de origem, o ponto de convergência e como eles se relacionam com os padrões e itens encontrados no local, auxiliando, assim, na determinação da dinâmica do fato e possibilitando analisar se uma prova testemunhal está ou não condizente com o ocorrido¹³.

O sangue é considerado um fluido não newtoniano, o que significa que sua viscosidade é dependente da taxa de deformação. Porém, ao analisar seu impacto em superfícies, ele acaba se comportando como qualquer outro fluido viscoelástico. Quando uma força é aplicada em uma fonte de sangue, esta se quebra em várias gotas e se distribui por diversas trajetórias aéreas até atingir alguma superfície, criando, assim, um perfil/padrão de mancha de sangue¹⁴.

A gota de sangue, ao se soltar de uma superfície, fica ligeiramente alongada e, enquanto está em queda, ela se transforma

em uma esfera. Isso ocorre devido às forças coesivas exercidas pelas moléculas na superfície da esfera serem maiores do que as forças exercidas pelas moléculas no interior dela. Além disso, vale ressaltar que a tensão superficial é responsável pelo formato esférico. Porém, é a viscosidade do sangue que permite que esse formato não se desfaça¹⁵.

A área de onde se originou o sangue pode ser descoberta a partir do ângulo de impacto da mancha de sangue e por meio do cálculo da área de convergência, utilizando-se métodos como o de *stringing* e da tangente, além da utilização de *softwares* 3D¹².

Ângulo de Impacto

O formato da mancha de sangue pode se alterar devido ao ângulo de impacto. Caso ele seja pouco agudo, será produzida uma gota em um formato mais circular, ao passo que se ele for mais agudo, será produzida uma mancha em um formato mais elíptico¹⁶. Na figura 1, é possível notar como cada ângulo forma uma mancha de sangue característica.

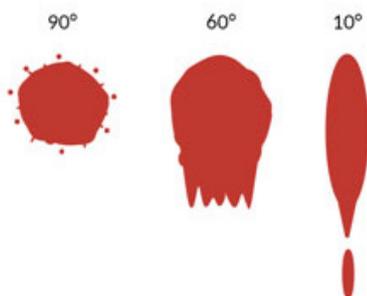


Figura 1: Formatos de manchas de sangue de acordo com o ângulo de queda.

Fonte: Elaboração própria usando o aplicativo BioRender.com

É possível determinar qual o ângulo de impacto de uma gota de sangue em uma superfície plana avaliando sua forma por meio dos princípios da trigonometria. O analista deve medir o comprimento, sendo o maior diâmetro, e a largura, sendo o menor diâmetro, utilizando uma régua, paquímetro ou escala¹⁴. Na figura 2, é possível observar a ocorrência descrita acima e como é calculado o ângulo de impacto.

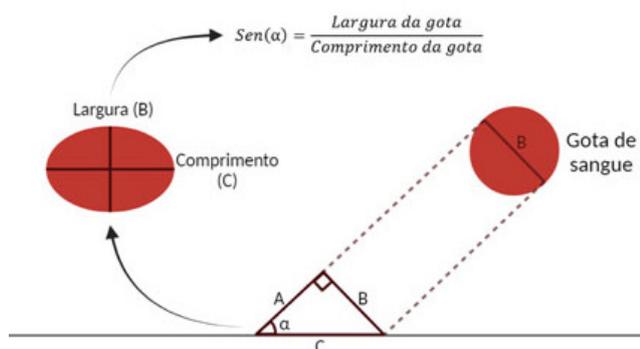


Figura 2: Mancha de uma gota de sangue com ângulo de impacto α e cálculo para determinação do mesmo.

Fonte: Elaboração própria usando o aplicativo BioRender.com

Métodos de Determinação da Área de Origem

O método de *stringing* localiza a área de origem do sangue por meio da interseção de vários fios. Ele se baseia em, após calcular os ângulos de impacto, fixar um fio colorido ao longo do eixo do comprimento da mancha, e em seu sentido direcional, devendo coincidir com a linha traçada para descobrir a área de convergência. Após isso, o fio é levantado até que atinja o mesmo padrão do ângulo de impacto¹⁷. É possível observar o produto final desse processo na figura 3.

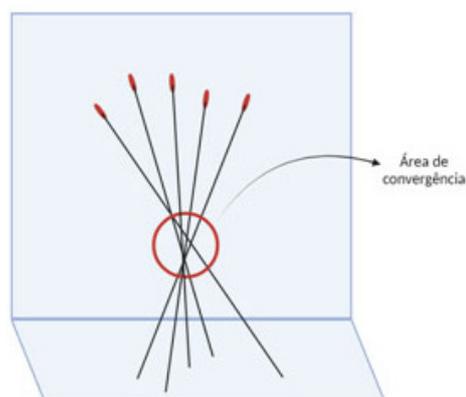


Figura 3: Método de *stringing*.

Fonte: Elaboração própria usando o aplicativo BioRender.com

O método da tangente recorre puramente da matemática e das funções trigonométricas. Após estabelecer a área de convergência, é medida a distância entre as bordas de cada mancha e o ponto central dessa área. Depois, é medida a tangente do ângulo de impacto de cada mancha que é multiplicada pela distância medida anteriormente, obtendo-se, assim, a distância da parede e demonstrando onde está a área de origem do padrão de impacto em três dimensões¹². A figura 4 mostra um esquema explicando a determinação da área de origem por meio desse método, além de demonstrar a fórmula necessária para sua realização.

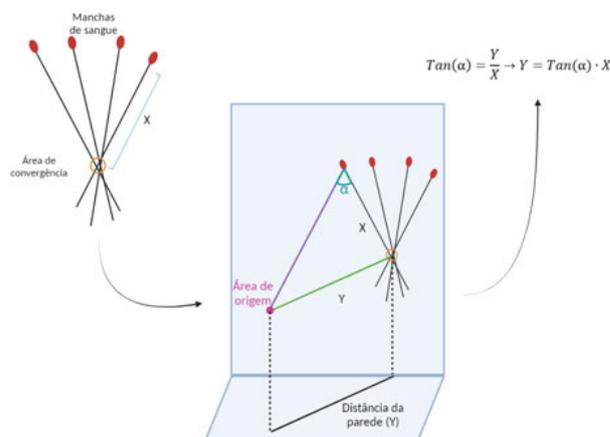


Figura 4: Método da tangente.

Fonte: Elaboração própria usando o aplicativo BioRender.com

Devido aos avanços tecnológicos, está cada vez mais comum a utilização de softwares 3D para a detecção da área de origem da mancha de sangue. Neste método, são utilizadas a fotogrametria, a taquimetria e uma varredura a laser para localizar traços e manchas de sangue, além de detectar qual foi a trajetória de onde veio a gota de sangue. Um exemplo de *software* é o AutoCAD 2006 que, após escanear o local, traça os vestígios e a cena de crime digitalmente com as medidas reais. Além disso, ao ser combinado com o software Elcovision 10, é possível adicionar as manchas de sangue encontradas à cena 3D calculando suas elipses e determinando suas direções de impacto, encontrando, assim, sua área de origem¹⁸.

Para identificar se uma mancha é realmente uma mancha de sangue, é necessária, além da identificação visual, a utilização de testes químicos presuntivos e confirmatórios com o intuito de se obter essa validação¹⁵.

Testes Presuntivos

O teste de Kastle-Meyer (KM) utiliza, como reagente, a fenoltaleína reduzida que, ao entrar em contato com o ferro presente na hemoglobina do sangue, irá sofrer oxidação mudando, assim, a cor do substrato para um rosa-brilhante¹⁹.

Outro teste utilizado em cenas de crime são as fitas do kit Hemastix® que utilizam, como reagentes, o diisopropilbenzeno dihidroperóxido e a 3,3', 5,5'-tetrametilbenzidina (TMB) para detectar a atividade semelhante à peroxidase da hemoglobina. Esse kit é muito utilizado devido à sua facilidade e portabilidade. Para o teste, é necessário umedecer a ponta da fita onde há os reagentes e aplicar o sangue. Caso o resultado seja positivo, a cor da fita irá mudar de laranja amarelado para verde, ou azul²⁰.

O luminol é um teste que, ao contrário dos outros testes acima, apresenta, como vantagem, a capacidade de detectar manchas de sangue ocultas, porém possui baixa especificidade e sua reação pode ser afetada por alvejantes, desinfetantes, detergentes, antioxidantes, entre outros^{21,22}. Para que a quimioluminescência ocorra, é necessário que o luminol, na presença de uma solução alcalina, seja oxidado pela hemina, substância presente no sangue após uma série de processos degradativos. Sendo assim, quanto mais envelhecida e seca a amostra for, mais intensa e duradoura será a quimioluminescência, podendo-se obter reações positivas por até 6 anos^{22,23}.

Testes confirmatórios

O método de Takayama é um teste que, por meio da reação da piridina com o sangue, em um meio alcalino, com a presença de glicose e hidróxido de sódio e sob aquecimento, forma cristais de hemocromogênio, sendo eles derivados do grupo heme. Eles podem se apresentar agrupados, em formato de pena ou de bastões de diversas larguras. É importante salientar que este método não faz diferença entre o sangue humano e o animal²⁴.

Vários testes presuntivos não possuem a capacidade de diferenciar sangue de animais de sangue humano, podendo ocorrer, assim, resultados falso-positivos. Para isso, existem testes que usam anticorpos anti-hemoglobina humana para detectar a presença da hemoglobina humana, diferenciando, desta forma, o sangue encontrado. Um exemplo deste tipo de teste é o kit Hexagon OBTI que, ao adicionar o sangue misturado com tampão ao cartucho que contém os anticorpos monoclonais anti-hemoglobina humana livres e marcados com corante azul, irá formar um imunocomplexo entre a hemoglobina humana e os anticorpos, migrando pela fita e formando uma linha de teste azul^{25,26}.

Extração de DNA

De acordo com Zago, Falcão e Pasquini (2013)²⁷, o sangue periférico é composto por hemácias, leucócitos e plaquetas, sendo possível obter DNA apenas através dos leucócitos, uma vez que são as únicas células em circulação que apresentam núcleo.

A extração de DNA pode ser realizada por diversos métodos, sendo um deles a adsorção da molécula de DNA para grânulos paramagnéticos revestidos de óxido silicioso na presença de sais caotrópicos. Em seguida, o complexo de grânulos é lavado e o DNA é eluído em condições de baixo teor de sal e alto pH resultando, após o último eluente, em moléculas de DNA purificadas e adequadas para serem analisadas na reação em cadeia da polimerase (PCR)²⁰. Este método é muito adotado devido à sua capacidade de produzir um DNA limpo utilizando-se pouca ou grande quantidade de amostra disponível²⁸.

IMPRESSÕES DIGITAIS

Durante a fase embrionária do ser humano, aproximadamente na 13ª semana da gestação, começam a ser formados, nas palmas das mãos e na sola dos pés, os dermatóglifos que são cristas paralelas que se encontram entre a derme e a epiderme. Na 16ª semana começam a ser formadas as glândulas sudoríparas. Na 17ª semana, o processo de criação das primeiras cristas é concluído, definindo, dessa maneira, como será a impressão digital do indivíduo para sempre²⁹.

É possível encontrar em uma cena de crime três tipos de impressões: as patentes, as latentes e as plásticas. As impressões patentes são visíveis e produzidas por sangue, tintas ou materiais que se depositam sobre as cristas papilares, podendo apenas ser fotografada para sua análise. Já as impressões latentes são criadas por secreções corporais e podem se tornar visíveis por técnicas químicas, físicas ou elétricas, sendo sua conservação complicada devido à sua natureza, ocasionando, assim, falhas em sua análise. Por fim, temos as impressões plásticas, sendo criadas a partir de materiais com um certo grau de deformidade como, por exemplo, argila e cera³⁰.

A composição da impressão digital pode variar de pessoa para pessoa, de acordo com sua saúde, metabolismo, dieta e

estado. Contudo, os principais componentes encontrados são o suor, componentes intrínsecos como metabólitos, medicação e drogas, e componentes extrínsecos como sujeira, sangue, gordura, maquiagem, entre outros. Além disso, podem ser identificados compostos orgânicos como aminoácidos, proteínas, lipídios e triglicerídeos, e inorgânicos como, por exemplo, água, sais minerais e amônia³¹.

Em superfícies lisas e não absorventes, um dos métodos mais utilizados para se obter uma impressão digital é a técnica do pó que se baseia na aplicação de um pó sobre a impressão, sendo esse pó de cor clara ou escura que se adere à superfície de interesse através de sua umidade, oleosidade e eletrostática³². O pó magnético é um dos mais empregados pela sua praticidade, uma vez que, por ter um aplicador e propriedades magnéticas, apenas o material entra em contato com a impressão fazendo com que tenha menor chance de danificá-la ao aplicar e retirar o excesso do pó³³.

A ninidrina é um dos métodos químicos mais utilizados para detectar impressões latentes em superfícies porosas. Ao reagir com os aminoácidos presentes na impressão digital, gera, como produto final, o roxo de Ruhemann que resulta em uma impressão com uma coloração arroxeadada^{34,35}.

Após a coleta das impressões, utilizando fitas especiais que depois são fixadas em cartões de impressão digital, ou fotografias, elas são digitalizadas ou importadas para o sistema automático de identificação de impressões digitais, do inglês *Automatic Fingerprint Identification System* (AFIS). Este sistema permite, por meio de um banco de dados, armazenar, pesquisar e combinar impressões digitais, tanto por meio de uma busca das dez impressões digitais quanto por meio de uma busca latente³⁶.

O estudo dos padrões formados pelas cristas das impressões digitais, palmas das mãos e sola dos pés, é chamado de lofoscopia. Dentro dela existem três disciplinas, sendo uma delas a dactiloscopia que é o estudo dos desenhos formados pelas linhas das papilas digitais com o objetivo de identificar indivíduos. Nesta disciplina são analisadas as cristas e os vales (figura 5), as minúcias, também chamadas de detalhes de Galton (figura 6), e os padrões de impressão digital (figura 7)³⁷.

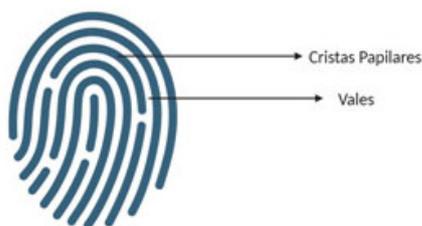


Figura 5: Cristas e vales presentes em uma impressão digital.
Fonte: Elaboração própria usando o aplicativo BioRender.com

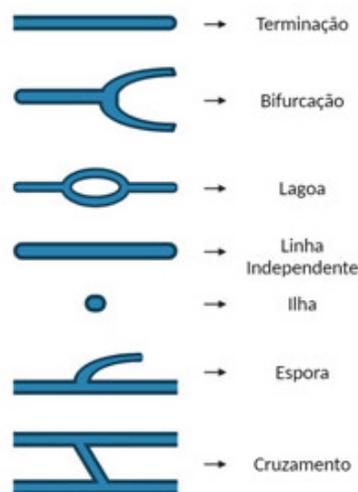


Figura 6: Detalhes de Galton.

Fonte: Elaboração própria usando o aplicativo BioRender.com

Existem quatro tipos principais de padrões: o arco, a presilha interna, que apresenta uma estrutura de arco romano que se inicia à esquerda do observador e um delta à direita, a presilha externa, que apresenta uma estrutura de arco romano que se inicia à direita do observador e um delta à esquerda, e o verticilo, que possui uma forma de alvo ou espiral e dois deltas (figura 7)³⁸.

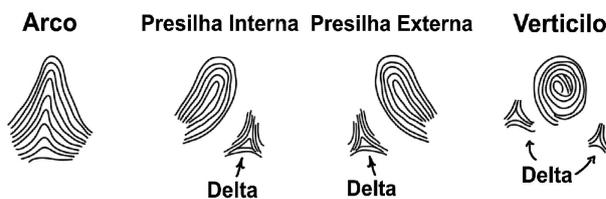


Figura 7: Padrões de impressões digitais.

Fonte: Elaboração própria

Outro método utilizado para identificação humana é a poroscopia, sendo o estudo dos poros presentes nas impressões digitais. Neste método são avaliados o tamanho, a forma, a posição, a frequência, a distância e a quantidade de poros. Esta técnica é considerada eficaz por possuir as mesmas características de imutabilidade, perpetuidade e individualidade das cristas papilares, auxiliando, assim, na identificação de um indivíduo³⁹.

Os objetos tocados por um indivíduo podem conter uma impressão digital, logo, o perito pode coletar esse vestígio e proceder para a análise de DNA. Este material genético provém de células de outras partes do corpo que foram transferidas para a mão, células dos ductos de suor e dos queratinócitos, células presentes na epiderme, e que, apesar de geralmente não possuírem um núcleo, podem conter pequenas quantidades de DNA residual devido à degradação incompleta dessa molécula. O DNA encontrado em objetos tocados é denominado DNA de toque, ou DNA de transferência, do inglês, respectivamente, *Touch DNA*

ou *Transfer DNA* (tDNA)⁴⁰.

A extração do DNA pode ser realizada por meio de diversas metodologias. Um desses métodos utiliza uma resina quelante composta de copolímeros de estireno divinilbenzeno, contendo íons iminodiacetato emparelhados, que realiza trocas iônicas para ligar íons metálicos polivalentes. Enquanto ocorre a extração, a fervura da solução, aliada à alcalinidade, promove a lise das células, permitindo que os grupos quelantes se liguem aos componentes celulares, protegendo, assim, o DNA da degradação. É importante ressaltar que neste método são encontrados inibidores de PCR, o que torna necessária a realização de lavagens da solução^{41,42}.

Fluidos corporais

A identificação de fluidos corporais em uma cena de crime é de extrema relevância para uma investigação, pois através deles é possível realizar testes para determinar qual é o tipo de fluido, o que pode influenciar o resultado de um caso. Utilizando uma fonte de luz alternativa, do inglês *Alternate Light Source* (ALS), é possível descobrir manchas latentes de diversos fluidos, contudo, ela deve ser usada apenas para identificar a mancha, já que não consegue diferenciar qual fluido está presente. Acrescenta-se que esta fonte de luz deve ser utilizada com cuidado, visto que alguns comprimentos de onda da luz ultravioleta podem degradar o DNA presente ali⁴³.

Sêmen

O sêmen é o fluido corporal mais frequentemente encontrado em crimes sexuais. Ele apresenta um odor característico quando fresco e suas manchas variam entre cinza e amarelo pálido, sendo, em alguns casos, duras e lustrosas¹⁰.

Ele é composto por 90% de secreções, como o fluido seminal e a secreção prostática, e 10% de espermatozoides, onde é possível, em sua cabeça, encontrar DNA⁴⁴.

O teste da fosfatase ácida é utilizado como um teste presuntivo para a identificação de sêmen. Este teste se baseia na identificação dessa enzima que é encontrada em grandes concentrações no fluido seminal, por meio de método direto, onde é aplicado, à amostra, o reagente que contém α -naftil fosfato e *brentamine fast black salt*, resultando em uma coloração roxa. É importante salientar que este teste presuntivo está em declínio devido ao fato de não ser um teste específico para sêmen, o que pode resultar em falsos-positivos⁴⁵.

O teste de confirmação mais definitivo é a análise microscópica dos espermatozoides, porém, mesmo sendo popular, acaba não sendo muito utilizado atualmente devido ao crescente número de casos envolvendo sêmen azoospérmico, ou pela dificuldade de visualizar espermatozoides intactos em amostras de manchas em roupas⁴⁶.

Outros testes confirmatórios para sêmen são realizados

por meio de kits que utilizam uma tira de teste imunocromatográfico para detectar o antígeno humano p30, também chamado de antígeno específico da próstata (PSA), uma glicoproteína produzida pelas células epiteliais prostáticas. Desse modo, pelo fato do PSA estar presente no fluido seminal, este teste pode positivar as amostras de sêmen, mesmo após feita a vasectomia⁴⁷.

Um dos métodos utilizados para extrair DNA do sêmen envolve ligar as moléculas de DNA, na presença de um tampão de lise à base de guanidina, à uma membrana de sílica gel. Após essa ligação, são realizadas lavagens para remover os inibidores de PCR, que são cátions polivalentes e proteínas, deixando, assim, apenas o DNA no eluente⁴¹.

Saliva

A saliva é um fluido corporal que não é comumente observado em cenas de crime, porém, ela é importante para compreender a dinâmica de crimes que envolvem abuso sexual, alimentos ou recipientes que estiveram em contato com a região oral de uma pessoa que pode conter saliva e células (DNA), marcas de mordidas e envenenamento. A partir desse vestígio, é possível identificar indivíduos, se usaram drogas ou álcool, e, em caso de mordidas, se foram de origem humana ou animal⁴⁸.

Este fluido é composto por 99,5% de água e 0,5% de solutos, como potássio, sódio, cloreto, fosfato e bicarbonato. Além disso, também estão presentes substâncias como o muco, ácido úrico, a imunoglobulina A, ureia, enzima bacteriolítica lisozima e a amilase salivar⁴⁴.

O teste de pressão forense é um teste presuntivo cujo objetivo é detectar a presença da α -amilase, substância com alta concentração na saliva. O teste consiste em um papel contendo um complexo de amido insolúvel em água que está ligado a um corante azul. Ao ser umedecido e aplicado em uma mancha de saliva, ocorre a hidrólise do amido pela α -amilase, resultando em uma coloração azulada⁴⁹. Outros testes com o mesmo princípio, capazes de detectar a α -amilase, podem ser tanto imunocromatográfico quanto colorimétrico⁵⁰.

As bactérias residentes na mucosa oral podem ser consideradas marcadores de saliva, sobretudo em amostras degradadas, onde possuem uma alta durabilidade devido às suas membranas celulares e às diversas cópias de plasmídeos resistentes a exonucleases. Alguns exemplos de bactérias usadas para a identificação de saliva, através de seu DNA, são a *S. salivarius*, *S. oralis*, *V. atypica* e *P. maculosa*⁵¹.

Na saliva é possível encontrar células epiteliais escamosas e leucócitos, possibilitando, assim, a extração de DNA⁵².

Fluido vaginal

O fluido vaginal não é tão comum em cenas de crime quanto as outras amostras citadas anteriormente, porém, pode ser importante em casos de crimes sexuais⁴³. Encontrar células do

tecido vaginal da vítima em roupas, ou em um objeto, seja ele pessoal, ou não, do suspeito, pode ser crucial para estabelecer um vínculo entre o objeto e o crime cometido. Contudo, o vínculo entre a vítima e o suspeito deve ser estabelecido por meio de outros métodos, como a análise de impressões digitais, a análise de câmeras do local, o testemunho de pessoas que estariam presentes na cena e a análise de DNA⁵³.

De acordo com Martins (2014)⁵⁴, a secreção vaginal é composta por células estratificadas escamosas, provenientes de descamação vaginal, secreções do útero e secreções das glândulas vestibulares maiores e menores.

As colorações de Papanicolaou e por lugol podem ser utilizadas para identificar as células epiteliais escamosas estratificadas presentes na superfície interna da vagina, sendo o lugol mais eficiente devido às altas concentrações de glicogênio nas células. No entanto, deve-se tomar cuidado, pois a coloração também pode detectar células da cavidade oral¹⁰.

O ácido periódico de Schiff (PAS) pode ser utilizado para a identificação das células epiteliais glicogenadas da vagina, conseguindo diferenciar o fluido vaginal de outros fluidos corporais. No entanto, ele não pode ser considerado um teste confirmatório, permanecendo, assim, como um teste presuntivo⁵⁵.

Todo fluido corporal possui seu próprio perfil de ácido ribonucleico mensageiro (mRNA), o que permite identificar qual é o fluido pelos seus marcadores específicos de mRNA. Para identificar o fluido vaginal pode ser realizada uma hexaplex PCR que detecta a beta-defensina humana 1 (HBD1), mucina 4 (MUC4), o marcador menstrual metaloproteinase de matriz 11 (MMP11), glicose-6-fosfato desidrogenase (G6PDH) e as regiões espaçadoras intergênicas (ISR) do rRNA 16S-23S de *L. crispatus* e *L. gasseri/L. johnsonii*⁵⁶.

As bactérias presentes na microbiota vaginal podem auxiliar na identificação do fluido vaginal, sendo detectadas em diferentes processos fisiológicos ou condições patológicas. É possível utilizar um kit para realizar a detecção de algumas bactérias da microbiota por meio de um ensaio de PCR multiplex, em tempo real, capaz de amplificar o DNA genômico dessas bactérias para análise⁵⁷.

Em casos de violência sexual, caso haja penetração, é possível encontrar células da mucosa vaginal no pênis do acusa-

do. Dessa forma, é possível realizar exames de DNA e, caso seja confirmado, encaminhar a investigação para sua conclusão⁵⁸.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca e análise de vestígios, principalmente de origem biológica, encontrados em cenas de crimes é de crucial importância para auxiliar o que ocorreu no local e quem são os envolvidos.

O sangue é um vestígio comumente encontrado em crimes de homicídio, sendo possível, por meio da análise de manchas de sangue, inferir o local e a dinâmica do ocorrido. Este vestígio é de grande valor como amostra biológica, uma vez que permite a extração de DNA, possibilitando determinar se o sangue era da vítima ou do acusado, contribuindo, assim, para uma melhor análise dos fatos.

Em homicídios e crimes contra a propriedade, as impressões digitais deixadas em locais como janelas e portas, ou em objetos, como, por exemplo, na arma do crime, são fundamentais para entender a dinâmica do fato. Por meio delas, é possível compreender desde fatos menos complexos, como quais objetos estão envolvidos no crime e por onde o criminoso entrou, até os mais complexos, como de quem é a digital, se o sujeito faz uso de drogas, além de outros elementos como sujeira, sangue e maquiagem. A identificação do indivíduo por meio das impressões digitais pode ser feita tanto pelo DNA quanto pelo AFIS. Ambos permitem comparar as digitais encontradas no local com as registradas no sistema.

Os fluidos corporais podem auxiliar na compreensão de crimes sexuais confirmando eventual abuso e identificando o agressor por meio de testes de DNA de amostras encontradas na vítima, em objetos ou no local do crime. Além disso, em casos de envenenamento e lesões corporais com presença de mordidas, a saliva pode contribuir para o desenvolvimento da investigação.

É importante ressaltar que a análise de DNA das amostras citadas neste estudo pode ser realizada por diversos métodos, sendo nenhum deles específico para cada amostra.

Na tabela 1, é possível verificar métodos, *softwares* 3D, testes presuntivos e confirmatórios, métodos de extração de DNA e crimes relacionados às amostras citadas neste trabalho.

Tabela 1: Procedimentos e crimes de cada amostra biológica.

	Sangue	Impressões digitais	Sêmen	Saliva	Fluido vaginal
Métodos	Ângulo de impacto, Método de <i>stringing</i> e Método da tangente	Técnica do pó, Ninidrina, Dactiloscopia e Poroscopia	ALS	ALS	ALS
Softwares 3D	AutoCAD 2006 e Elcovision 10	AFIS	-	-	-
Testes presuntivos	Kastle-Meyer, Kit Hemastix® e Luminol	-	Fosfatase ácida	Teste de pressão forense, Teste imunocromatográfico e Teste colorimétrico	Colorações de Papanicolaou e Lugol, Ácido periódico de Schiff, Hexaplex PCR e PCR multiplex
Testes confirmatórios	Método de Takayama e Kit Hexagon OBTI	-	Análise microscópica dos espermatozoides e Teste imunocromatográfico do antígeno humano p30	-	-
Outros testes	-	-	-	Extração de DNA bacteriano	-
Métodos de extração de DNA	Grânulos paramagnéticos, Resina de troca iônica e Membrana à base de sílica gel				
Crimes	Homicídios	Homicídios e Crimes contra a propriedade	Abuso sexual	Abuso sexual, envenenamento e lesões corporais com mordidas	Abuso sexual

REFERÊNCIAS

- Osman K, Gabriel GF, Hamzah NH. Crime Scene Investigation Issues: Present Issues and Future Recommendations. *Malaysian Journal of Law & Society*, Bangi. 2021;28:3–10.
- Brasil. Ministério da Casa Civil. Decreto-Lei N° 3.689, de 3 de outubro de 1941. Código de Processo Penal. Brasília; 1941 [acesso em 7 out. 2022]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689compilado.htm.
- Sala D. A perícia criminal: evidências, profissional perito e nulidade pericial – uma revisão literária. *Revista Brasileira de Criminalística*, Brasília. 2018;7(3):28–31.
- Chemale G, de Carvalho CBV, Badaraco JL, de Castro APV, Aguiar SM, Silva Junior RC et al. DNA Evidence in Property Crimes: An Analysis of More than 4200 Samples Processed by the Brazilian Federal Police Forensic Genetics Laboratory. *Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics*, Ribeirão Preto. 2016;6(1):108–117.
- Pinto LB, Caputo IGC, Pereira MMI. Importância do DNA em Investigações Forenses: Análise de DNA Mitocondrial. *Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics*, Ribeirão Preto. 2016;6(1):84–107.
- Ünsal Sapan T, Erdoğan IT, Atasoy S. Human identification from washed blood stains. *Bulletin of the National Research Centre*, Berlin. 2021;45(148):1–13.
- Kabaliuk N, Jermy MC, Morison K, Stotesbury T, Taylor MC, Williams E. Blood drop size in passive dripping from weapons. *Forensic Science International*, Limerick. 2013;228(1–3):75–82.
- Growsn B, Kukucka J. The prevalence effect in fingerprint identification: Match and non-match base-rates impact misses and false alarms. *Applied Cognitive Psychology*, Chichester. 2021;35(3):751–760.
- Subhani Z, Daniel B, Frascione N. DNA Profiles from Fingerprint Lifts—Enhancing the Evidential Value of Fingermarks Through Successful DNA Typing. *Journal of Forensic Sciences*, Malden. 2019;64(1):201–206.
- Sakurada K, Watanabe K, Akutsu T. Current Methods for Body Fluid Identification Related to Sexual Crime: Focusing on Saliva, Semen, and Vaginal Fluid. *Diagnostics*, Basileia. 2020;10(9):1–13.
- Casarin ST, Porto AR, Gabatz RIB, Bonow CA, Ribeiro JP, Mota MS. Tipos de revisão de literatura: Considerações das editoras do *Journal of Nursing and Health*. *Journal of Nursing and Health*, Pelotas. 2020;10(especial):1–7.
- Nogueira TMB. Análise de Padrões de Manchas de Sangue: A importância médico-legal [dissertação]. Porto: Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto; 2013.
- Bettison A, Krosch MN, Chaseling J, Wright K. Bloodstain pattern analysis: Does experience equate to expertise? *Journal of Forensic Sciences*, Malden. 2021;66(3):866–878.
- Vitiello A, Di Nunzio C, Garofano L, Saliva M, Ricci P, Acampora G. Bloodstain pattern analysis as optimisation problem. *Forensic Science International*, Limerick. 2016;266:79–85.
- James SH, Kish PE, Sutton TP. *Principles of Bloodstain Pattern Analysis: Theory and Practice*. Boca Raton: CRC Press; 2005.
- Bevel T, Gardner RM. *Bloodstain Pattern Analysis: With an Introduction to Crime Scene Reconstruction*. 2. ed. Boca Raton: CRC Press; 2002.
- Boonkhong K, Karnjanadecha M, Aiyarak P. Impact angle analysis of bloodstains using a simple image processing technique. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, Hat Yai. 2010;32(2):169–173.
- Buck U, Kneubuehl B, Näther S, Jackowski C, Aghayev E, Dirnhofer R. The shape of stab wounds: A pilot study of a new

- classification of stab wounds using 3D documentation and geometric morphometrics. *Forensic Science International*, Limerick. 2011;211(1–3):91–97.
19. Webb JL, Creamer JI, Quickenden TI. A comparison of the presumptive luminol test for blood with four non-chemiluminescent forensic techniques. *Luminescence*, Chichester. 2006;21(4):214–220.
20. Poon H, Elliott J, Modler J, Frégeau C. The use of Hemastix® and the subsequent lack of DNA recovery using the promega DNA IQTM system. *Journal of Forensic Sciences*, Malden. 2009;54(6):1278–1286.
21. Stoica BA, Bunescu S, Neamtu A, Bulgaru-Iliescu D, Foia L, Botnariu EG. Improving Luminol Blood Detection in Forensics. *Journal of Forensic Sciences*, Malden. 2016;61(5):1331–1336.
22. Vasconcellos FA, Paula WX. Aplicação Forense do Luminol – Uma Revisão. *Revista Criminalística E Medicina Legal*, Belo Horizonte. 2017;2(1): 28–36.
23. Gabel R, Shimamoto S, Stene I, Adair T. Detecting Blood in Soil after Six Years with Luminol. *Journal of the Association for Crime Scene Reconstruction*. 2011;17(1):1–4.
24. Ventura RM, Da Silva DAN, Vanzeler VN. Hematologia Forense: Teste de Sensibilidade e Especificidade do Método de Takayama. *Atas de Ciências da Saúde*, São Paulo. 2015;3(4):1–20.
25. Johnston E, Ames CE, Dagnall KE, Foster J, Daniel BE. Comparison of presumptive blood test kits including hexagon OBTI. *Journal of Forensic Sciences*, Malden. 2008;53(3):687–689.
26. Hermon D, Shpitz M, Oz C, Glattstein B, Azoury M, Gafny R. The use of the Hexagon OBTI test for detection of human blood at crime scenes and on items of evidence. Part I: Validation studies and implementation. *Journal of Forensic Identification*, Alameda. 2003;53(5):566–575.
27. Zago MA, Falcão RP, Pasquini R. *Tratado de hematologia*. 1. ed. São Paulo: Atheneu; 2013.
28. Frégeau CJ, De Moors A. Competition for DNA binding sites using Promega DNA IQTM paramagnetic beads. *Forensic Science International: Genetics*. 2012;6(5):511–522.
29. Glover JD, Sudderick ZR, Shih BBJ, Batho-Samblas C, Charlton L, Krause AL et al. The developmental basis of fingerprint pattern formation and variation. *Cell*. 2023;186(5):940–956.e20.
30. Oliveira GD. *Química forense: Um estudo sobre impressão digital*. Monografia (Bacharelado em Química Industrial) – Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, Niterói; 2016.
31. Cadd S, Islam M, Manson P, Bleay S. Fingerprint composition and aging: A literature review. *Science and Justice*. 2015;55(4):219–238.
32. Sodhi GS, Kaur J. Powder method for detecting latent fingerprints: A review. *Forensic Science International*. 2001;120(3):172–176.
33. Thonglon T, Chaikum N. Magnetic fingerprint powder from a mineral indigenous to Thailand. *Journal of Forensic Sciences*. 2010;55(5):1343–1346.
34. Brunelle E, Huynh C, Le AM, Halámková L, Agudelo J, Halámek J. New Horizons for Ninhydrin: Colorimetric Determination of Gender from Fingerprints. *Analytical Chemistry*. 2016;88(4):2413–2420.
35. Sebastiany AP, Pizzato MC, Del Pino JC, Salgado TDM. A utilização da Ciência Forense e da Investigação Criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. *Educación-Química*. 2013;24(1):49–56.
36. Singla N, Kaur M, Sofat S. Automated latent fingerprint identification system: A review. *Forensic Science International*. 2020;309:1–16.
37. Chaves N. *Lofoscopia Assistida por Computador: Técnicas autorizadas para comparação de impressões digitais*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Informática) – Departamento de Informática, Universidade de Évora, Évora; 2010.
38. Kücken M, Newell AC. Fingerprint formation. *Journal of Theoretical Biology*. 2005;235(1):71–83.
39. De Oliveira Junior LL. Comparando a detecção de poros em impressões digitais nas resoluções de 500 dpi e 1000 dpi. [Dissertação]. Instituto de Computação, Universidade Federal Fluminense, Niterói; 2009.
40. Quinones I, Daniel B. Cell free DNA as a component of forensic evidence recovered from touched surfaces. *Forensic Science International: Genetics*. 2012;6(1):26–30.
41. Ip SCY, Lin SW, Lai KM. An evaluation of the performance of five extraction methods: Chelex® 100, QIAamp® DNA Blood Mini Kit, QIAamp® DNA Investigator Kit, QIASymphony® DNA Investigator® Kit and DNA IQTM. *Science and Justice*. 2015;55(3):200–208.
42. Phillips K, McCallum N, Welch L. A comparison of methods for forensic DNA extraction: Chelex-100® and the QIAGEN DNA Investigator Kit (manual and automated). *Forensic Science International: Genetics*. 2012;6(2): 282–285.
43. Virkler K, Lednev IK. Analysis of body fluids for forensic purposes: From laboratory testing to non-destructive rapid confirmatory identification at a crime scene. *Forensic Science International*. 2009;188(1–3):1–17.
44. Costanzo LS. *Fisiologia*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2018.
45. Lewis J, Baird A, McAlister C, Siemieniuk A, Blackmore L, McCabe B et al. Improved detection of semen by use of direct acid phosphatase testing. *Science and Justice*. 2013;53(4):385–394.
46. Laffan Á, Sawyer I, Quinones I, Daniel B. Evaluation of semen presumptive tests for use at crime scenes. *Medicine, Science and the Law*. 2011;51(1):11–17.
47. Boward ES, Wilson SL. A comparison of ABACard® p30 and RSIDTM-Semen test kits for forensic semen identification. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2013;20(8):1126–1130.
48. Jain M, Bhattacharya B. Examining the Significance of Saliva and Sweat in Forensic Science. *Journal of Legal Studies and Criminal Justice*. 2020;1(1):6–15.
49. Woodford H, Mitchell N, Henry J. Comparative performance of the Phadebas® Forensic Press Test at room temperature and 37 °C for the detection of saliva stains on fabric exhibits. *Science and Justice*. 2021;61(2):170–174.

- 50.Pang BCM, Cheung BKK. Applicability of two commercially available kits for forensic identification of saliva stains. *Journal of Forensic Sciences*. 2008;53(5):1117–1122.
- 51.Ohta J, Sakurada K. Oral gram-positive bacterial DNA-based identification of saliva from highly degraded samples. *Forensic Science International: Genetics*. 2019;42:103–112.
- 52.Theda C, Hwang SH, Czajko A, Loke YJ, Leong P, Craig JM. Quantitation of the cellular content of saliva and buccal swab samples. *Scientific Reports*. 2018;8(1):1–8.
- 53.Sijen T, Harbison S. On the identification of body fluids and tissues: A crucial link in the investigation and solution of crime. *Genes*. 2021;12(11).
- 54.Martins NV. *Patologia do trato genital inferior: diagnóstico e tratamento*. 2. ed. Santos: Roca; 2014.
- 55.Rogers M, Lal-Paterson A, Kishbaugh J, Quarino L. Use of RGB values in the Periodic Acid-Schiff color test to determine the presence of vaginal fluid. *Science and Justice*. 2020;60(5):480–485.
- 56.Jakubowska J, Maciejewska A, Pawłowski R. mRNA Profiling for Vaginal Fluid and Menstrual Blood Identification. *Methods in Molecular Biology*. 2016;1420:33–42.
- 57.Giampaoli S, Alessandrini F, Berti A, Ripani L, Choi A, Crab R et al. Forensic interlaboratory evaluation of the ForFLUID kit for vaginal fluids identification. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2014;21:60–63.
- 58.Bouzga MM, Dørum G, Gundersen K, Kohler P, Hoff-Olsen P, Fonneløp AE. Is it possible to predict the origin of epithelial cells? – A comparison of secondary transfer of skin epithelial cells versus vaginal mucous membrane cells by direct contact. *Science and Justice*. 2020;60(3):234–242.

