



RESUMO

A Perícia Criminal é a área policial encarregada de identificar, coletar, processar e interpretar os vestígios de um crime. A aplicação de técnicas da Biologia Molecular tornou possível a elucidação de crimes através da análise de vestígios biológicos como sangue, saliva, sêmen, unhas, cabelo etc. Isso acontece graças a marcadores genéticos presentes na molécula de DNA, que são regiões específicas do genoma humano caracterizado por variações nucleotídicas de localização conhecida que permitem caracterizar e diferenciar o indivíduo, também chamados de polimorfismo, permitindo identificar com precisão o perfil genético do indivíduo, auxiliando na materialização e elucidação de crimes. O objetivo deste projeto é demonstrar a importância do DNA e das técnicas para a elaboração do perfil genético do indivíduo como ferramenta da perícia criminal em auxílio da justiça, principalmente no que diz respeito a elucidação de crimes para uma sociedade mais segura. Um dos primeiros marcos da genética foi a descrição da estrutura do ácido desoxirribonucleico (DNA) em 1953 por Watson e Crick. A partir daí, foi possível entender o funcionamento da molécula e sua relação com o código genético. Em 1985 o geneticista Britânico Alec Jeffreys, da Universidade de Leicester no Reino Unido, concebeu a ideia de DNA *Fingerprinting* ou “impressões digitais do DNA”, um sistema de identificação de indivíduos por meio da análise do material genético. Jeffrey utilizou os marcadores do tipo VNTR (*Variable Number of Tandem Repeats* – número variável de repetições consecutivas), que ele chamou de minissatélites, a técnica empregada foi de Southern Blot que usa enzimas de restrição para cortar o DNA em determinada região específica que tem como finalidade definir se um fragmento encontra-se ou não na amostra. A partir disso e de outros estudos, pode-se utilizar o DNA como marcador de um indivíduo, e o primeiro caso criminal solucionado graças a técnica ocorreu em 1985 na cidade de Narborough, Reino Unido. Em 1986, a primeira utilização do DNA como prova pericial aconteceu numa corte nos Estados Unidos. No Brasil, a tecnologia genética passou a ser utilizada pela primeira vez em 1994 no Distrito Federal, e o Banco Nacional de Perfil Genético (BNPG) instaurado somente em 2013. Atualmente todos os 27 Estados do Brasil contribuem com o banco de perfis genéticos nacional e contam com laboratórios de genética oficiais em suas instalações de perícia e 22 instalações contribuem com a rede integrada o que facilita o cruzamento das informações. Até 30 de março de 2023, o BNPG possui mais de 175.500 mil perfis genéticos cadastrados e auxiliou mais de 4.510 mil investigações criminais no Brasil, solucionando



282 casos sendo 47 sobre identificações diretas e 235 vínculos genéticos com familiares. Com este trabalho, percebe-se a importância da análise genética para identificação e solução de alguns crimes no Brasil e no mundo.

Palavras chaves: Perícia Criminal, DNA, Perfil genético, Banco de dados, Crimes, Forense.

ABSTRACT

Criminal Forensics is the police area in charge of identifying, collecting, prosecuting and interpreting the traces of a crime. The application of modern Molecular Biology techniques have made it possible to elucidate crimes through the analysis of biological traces such as blood, saliva, semen, nails, hair, etc. This happens because of genetic markers present in the DNA molecule, which are specific regions of the human genome characterized by nucleotide variations of known localization that allow the characterization and differentiation of the individual, also called polymorphisms, allowing accurate identification of the genetic profile of the individual, assisting in the materialization and elucidation of crimes. The aim of this project is to demonstrate the importance of DNA and techniques for the elaboration of the individual genetic profile as a tool of criminal case in aid of justice, especially with regard to the elucidation of crimes for a safer society. One of the first milestones in genetics was the description of the structure of deoxyribonucleic acid (DNA) in 1953 by Watson and Crick. From there, it was possible to understand the functioning of the molecule and its relationship with the genetic code. In 1985 the British geneticist Alec Jeffreys, from the University of Leicester in the United Kingdom, conceived the idea of DNA Fingerprinting, a system for identifying individuals through the analysis of genetic material. Jeffrey used VNTR (Variable Number of Tandem Repeats) type markers, what he called "minisatellites", the technique employed was Southern Blot, which uses restriction enzymes to cut DNA in a specific region that aims to define whether a fragment is found in the sample or not. From this and other studies, DNA can be used as a marker of an individual, and the first criminal case solved because of the technique occurred in 1985 in the city of Narborough, United Kingdom. In 1986, the first use of DNA as forensic evidence took place in a court in the United States. In Brazil, genetic technology has come to be used by the first time in 1994, in the Distrito Federal. and the National Genetic Profile Bank (BNPG) only established in 2013. Currently, all 27 states in Brazil contribute to the national genetic profile bank and have official genetic laboratories in their forensic



premises and 22 premises contribute to the network integrated, which facilitates the crossover of information. Until of March 30, 2023, BNPG has more than 175.500 registered genetic profiles and has assisted more than 4.510 criminal investigations in Brazil, solving 282 cases, 47 of which were about direct identifications and 235 genetic links with family members. With this research, it is notable the importance of genetic analysis for identifying and solving some crimes in Brazil and around the world is clear.

Keywords: *Criminal Forensics, DNA, Genetic profile, Database, Crimes, Forensics.*

1. INTRODUÇÃO

A Perícia Criminal é a área policial encarregada de identificar, coletar, processar e interpretar corretamente os vestígios de um crime. Em suma, é a aplicação da ciência na lei. A ciência forense utilizou de diversos métodos ao longo dos anos para a resolução criminal, como as impressões papilares, a íris, a tipagem sanguínea, entre outros; mas nenhuma é tão precisa como o exame de DNA (Ácido Desoxirribonucleico) (DA SILVA, 2009).

A aplicação de modernas técnicas da Biologia Molecular tornou possível a elucidação de crimes através da análise de vestígios biológicos como sangue, saliva, sêmen, unhas, cabelo etc. Isso acontece graças a marcadores genéticos presentes na molécula de DNA que permitem identificar com precisão o perfil genético do indivíduo e assim, auxiliar, na materialização e elucidação do crime, sendo possível sua aplicação de diversas maneiras. Pode-se usar na identificação de cadáveres, suspeitos em caso de violência sexual (estupros), pessoas desaparecidas, suspeitos de delitos, investigação de paternidade, e outros (DOLINSKY; PEREIRA, 2007).

O presente trabalho apresenta uma revisão da literatura sobre a importância da genética e do perfil genético para confirmação de crimes.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica em banco de dados como o Scielo, Google Acadêmico e PubMed. Foram selecionados artigos científicos, dissertações e teses relacionados com o tema e principalmente dos últimos 20 anos.

3. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO



3.1. DNA e Perfil Genético

Os cientistas Francis Crick e James Watson, em 1953, descreveram a estrutura tridimensional do DNA como uma macromolécula formada por encadeamento de subunidades individuais denominadas de nucleotídeos. O nucleotídeo é composto de três componentes básicos: um grupamento fosfato, um açúcar (pentose) e uma base nitrogenada, sendo estas de quatro tipos diferentes: Adenina (A), Guanina (G), Citosina (C) e Timina (T). O DNA tem uma estrutura de dupla cadeia de nucleotídeos enroladas de forma helicoidal, unidas transversalmente pelas bases nitrogenadas através de ligações químicas conhecidas como Ligações de Hidrogênio. As bases pareiam-se de forma muito específicas em que a Adenina se liga à Timina por duas ligações de hidrogênio, enquanto que a Guanina se liga com a Citosina através de três ligações de hidrogênio (BEZERRA, 2004, SILVA; PASSOS, 2006, CARVALHO, 2009).

O DNA diferencia-se de acordo com a sequência dispostas das bases nitrogenadas no genoma de cada pessoa, pois a estrutura química é igual para todos. No genoma humano existem mais de três bilhões de nucleotídeos e cerca de 99,9% das regiões do DNA possuem a mesma sequência de bases nitrogenadas e apenas 0,1% das regiões da molécula apresentam variações na sequência de nucleotídeos, que são chamados de polimorfismos do DNA. As técnicas de identificação humana se apoiam na análise dessas regiões variáveis. O estudo da variabilidade destas regiões tem levado à conclusão de que não existem duas pessoas que apresentem a mesma sequência de DNA, com exceção dos gêmeos univitelinos (SILVA; PASSOS, 2006).

Grandes vantagens podem ser citadas sobre a molécula de DNA para a tipagem molecular, como a alta estabilidade química mesmo após um longo período de tempo que resiste a muitas condições que são degradantes para a maioria das outras moléculas biológicas, característica adaptativa moldada ao longo da história evolutiva dos seres vivos (KOCH; ANDRADE, 2008). Diferente dos determinantes proteicos, lipídicos e carboidratos, que serviam como base para a identificação anteriormente, o DNA é relativamente resistente aos ácidos, álcalis e detergentes (BARALDI, 2008). O DNA está presente em todas as células nucleadas do organismo humano, o que facilita a sua obtenção, e para a identificação de um indivíduo é necessário apenas uma pequena quantidade de células nucleadas em uma amostra (KOCH; ANDRADE, 2008). Além disso, o DNA possui características que o qualificam dentro dos critérios necessários para



ser usado como um método seguro e confiável de identificação. Silva e Passos (2006) enumeram tais postulados: perenidade, imutabilidade, variabilidade e classificabilidade.

3.2. Análise do DNA

Atualmente a técnica de identificação por DNA é baseada na extração, purificação, amplificação, sequenciamento e visualização. Com a reunião desses dados genéticos permitiu-se a criação de banco de dados de perfis genéticos de criminosos possibilitando a comparação do material genético obtidos nas cenas de crimes ou das pessoas envolvidas nos mesmos e o cruzamento dessas informações entre bancos genéticos em localidades diferentes gerando muito mais resultados (ARAUJO, 2017).

Esta técnica utilizada pela ciência forense, denominada de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), foi descrita em 1985 por Kary Mullis, e baseia-se na amplificação enzimática *in vitro* de um fragmento de DNA de interesse que é flanqueado por 2 primers os quais hibridam com as extremidades 3' da dupla cadeia. Ciclos repetidos originam, a cada ciclo, a duplicação da sequência inicial, correspondendo a um crescimento exponencial da referida sequência e cada um dos referidos ciclos inclui as seguintes fases (PINHEIRO, 2003/2004): Desnaturação da sequência de DNA que se pretende estudar, Anelamento dos primers e a extração dos primers, graças à polimerase e aos nucleotídeos trifosfatados, e extensão que é as novas fitas de DNA formadas.

A aplicação da PCR é a mais utilizada para o estudo do DNA, pois aumenta muito as possibilidades de análise da molécula, que permite determinar o perfil molecular de um indivíduo (PINHEIRO, 2003/2004, CARVALHO, 2009).

As primeiras técnicas forenses de identificação humana antigamente eram convenientes apenas para análise de DNA de evidências biológicas que contivessem células nucleadas. Hoje em dia, com a implementação do sequenciamento do DNA mitocondrial, essa limitação tem sido superada (KOCH; ANDRADE, 2008). Aliás, qualquer tipo de tecido ou fluido biológico do corpo pode ser utilizado como fonte de DNA, pois estes são formados por células (BEZERRA, 2004). Podemos encontrar o DNA em pequenas amostras de sangue, ossos, sêmen, cabelo, dentes, unhas, pelos, fio de cabelo, saliva, suor, urina, células epiteliais da mucosa oral, tecidos derivados de biópsias e cirurgias, tecidos mumificados e congelados, líquido amniótico, células deixadas por impressão digital, entre outras (KOCH; ANDRADE, 2008). As amostras biológicas mais



comumente encontradas em locais de crime são: sangue, sêmen, cabelo e saliva (BEZERRA, 2004).

No estudo do DNA para traçar o perfil genético, apenas algumas regiões da molécula são escolhidas para serem analisadas e comparadas. São as regiões que possuem maior variabilidade individual, e denominadas tecnicamente de marcadores genéticos (BEZERRA, 2004, SILVA; PASSOS, 2006).

Os marcadores genéticos (ou *locus* marcador), são regiões específicas do genoma humano caracterizados por variações nucleotídicas de localização conhecida presentes em um cromossomo que permitem caracterizar e diferenciar o indivíduo. São propriedades observáveis (fenotípicas expressas) e herdáveis, e são denominadas de polimorfismos se estiverem presentes em mais de 1% da população (NETO, 2021).

Os polimorfismos podem ser classificados em polimorfismos de comprimento, que são nucleotídeos repetidos sequencialmente, entre eles os STRs (*Short Tandem Repeats*- repetições curtas em Tandem) e os VNTRs; e polimorfismos de sequência, que são compostos por alterações em nucleotídeos em determinado sítio do genoma, entre eles os SNPs (*Single Nucleotide Polymorphism* – polimorfismos de base única) e *Indels* (inserção, ou deleção de bases). Sua análise pode ser feita de duas maneiras: utilizando sequenciamento de DNA, que permite a visualização completa dos pares de bases nucleotídicos; ou por Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) podendo utilizar ou não enzimas de restrição que identificam sítios de interesse (NETO, 2021).

3.3. Banco de dados genômico

O Bancos de dados de DNA, ou genômico, são sistemas nos quais são armazenados perfis de DNA referentes a um conjunto de marcadores moleculares (GÓIS, 2006). As informações genéticas são armazenadas para fins de identificação de um indivíduo por comparação com o padrão armazenado. Os dados podem existir só por si, sendo as amostras descartadas uma vez obtidos os perfis de DNA, ou estarem associadas à biobancos, onde as amostras biológicas originais serão armazenadas. O tempo de conservação das amostras e dos perfis é, também, nesse caso, muito variável (CARVALHO, 2009).

Esse banco de dados pode evitar que haja novos crimes, pela identificação e detenção do criminoso antes que faça novas vítimas, justificando os investimentos na sua



criação e manutenção, que traz grandes benefícios para a vítima, sua família e para sociedade. (MICHELIN et al., 2008).

Em 1985 o geneticista Britânico Alec Jeffreys, da Universidade de Leicester no Reino Unido, concebeu a ideia de DNA *Fingerprinting* ou “impressões digitais do DNA”, um sistema de identificação de indivíduos, por meio da análise do DNA. Jeffrey utilizou os marcadores do tipo VNTR (*Variable Number of Tandem Repeats* – número variável de repetições consecutivas), que ele chamou de minissatélites, a técnica empregada foi de *Southern Blot* que usa enzimas de restrição para cortar o DNA em determinada região específica que tem como finalidade definir se um fragmento encontra-se ou não na amostra (NETO, 2021). O Primeiro caso solucionado graças a técnica ocorreu em 1985 na cidade de Narborough, Reino Unido, no condado de Leicester, justamente onde vivia o médico geneticista Alec Jeffrey; duas garotas foram assassinadas e estupradas em ocasiões diferentes e amostras de sêmen foram coletadas nos respectivos casos, então a polícia forjou uma campanha de doação de sangue, e posteriormente foram comparadas os vestígios encontrados nos corpos das vítimas e do sangue dos doadores da cidade, e o estuprador foi identificado. Em 1986, a primeira utilização do DNA como prova pericial aconteceu numa coorte nos Estados Unidos para análise da identificação de um suspeito de 20 invasões a residência seguida de estupro, o caso ficou conhecido como Florida X Andrews (BARBOSA; ROMANO, 2018).

3.4. Perícia Criminal

Perícia Criminal é uma rede multidisciplinar de função do estado, legalmente prevista no sistema judiciário que auxilia na Justiça Criminal, produz provas para a materialização de um crime, vinculando o autor à cena, contribuindo para a elucidação de um delito (COUTINHO, 2021). Dentro da polícia é a área encarregada da parte jurídica que envolve a análise com exames de vestígios obtidos nos locais de crime, e tem como atribuição os corpos de delito, desde a avaliação dos materiais até a contribuição para a elucidação da dinâmica criminoso (ARAUJO E ARAÚJO, 2021). Os peritos de locais de crime são responsáveis pela análise da cena, identificar, registrar, coletar, interpretar e armazenar os vestígios (DE AGUIAR; ROVERSI, 2017).

A prestação desses serviços é realizada por graduados de diversas áreas do conhecimento, e os cargos de confiança pública, que provê aos peritos e trabalhadores da área todo o suporte para a execução dos trabalhos a serem realizado (COUTINHO, 2021).



Sobre criminalística, a ciência relacionada a perícia criminal, podemos afirmar que:

(...) sendo esta, uma ciência aplicada que utiliza conceitos de outras áreas do conhecimento, como a matemática, física, biologia, química, notadamente àquelas relacionadas com as ciências naturais e tecnológicas. A Criminalística possui métodos e leis próprias que são embasadas em normas específicas constantes na legislação de cada país; no Brasil os Códigos de Processo Penal e Processo Penal Militar são os principais dispositivos legais que embasam a atividade pericial. (GIOVANELLI; GARRIDO, 2011).

A perícia criminal no Brasil ainda está bastante focada na coleta e análise de vestígios e/ou evidências, salientando-se que a carência e a inobservância do exame pericial afetam a integridade dos locais podendo acarretar na alteração dos resultados, prejudicando as condições para oferecer as técnicas aceitáveis para os resultados conclusivos (SALA, 2018).

Sendo a atuação dos órgãos periciais essenciais para a decisão judicial, visto que no meio jurídico é do conhecimento de todos que toda prova necessita de respaldo científico para que lhes deem a autenticidade necessária para a decisão do juiz, sendo esta última, a máxima instância decisória no processo judicial. Isso demonstra a importância do funcionamento adequado tanto do profissional atuante na cena como todos os envolvidos nos exames e técnicas a serem realizados, como garantia de resultados legítimos para atuar em defesa dos direitos e garantias fundamentais dos cidadãos e evitar o aumento da impunidade que gera mais violência (GIOVANELLI; GARRIDO, 2011).

Na ciência forense que, proporciona os princípios e técnicas que facilitam a investigação destacam-se, a genética e a biologia forense, por ser uma das ciências que mais tem avançado, e suas atividades são extremamente importantes para casos de filiação, criminalística biológica e identificação individual (BARBOSA; ROMANO, 2018).

As perícias envolvendo investigações genéticas se desenrolam em duas fases, sendo a análise laboratorial e a valorização bioestatística dos resultados. As diferentes fases têm características em comuns para distintos tipos de perícias, pois em qualquer dos casos a prova é baseada na comparação de perfis genéticos (BARBOSA; ROMANO, 2018).

3.5. Local de Crime e a Coleta de Vestígios Biológicos

A utilização do DNA e das técnicas moleculares é a chave para a identificação humana por meio da comparação de perfis genéticos obtidos nas amostras biológicas



presentes nos locais de crimes ou corpo de delito. Daí a importância da correta metodologia de coleta, armazenamento, transporte, preservação e análise de vestígios (SOUSA; QUEIROZ, 2012).

A palavra vestígio, apresenta origem latina “vestigium” que pode significar: rastro, pista, pegada, sinal. Observando esta definição pode-se definir como resultado da ação do agente provocador, que após estudado e analisado poderá vir a se tornar uma prova. No Código de Processo Penal Brasileiro, a respeito dos vestígios, o artigo 158: “Quando a infração deixar vestígios, será indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto, não podendo supri-lo a confissão do acusado”. Caso não seja possível sua realização, o Artigo 167: “Não sendo possível o exame de corpo de delito, por haverem desaparecido os vestígios, a prova testemunhal poderá suprir-lhe a falta”. Os instrumentos e a cena do crime, assim como os corpos tanto de vítimas como suspeitos são as fontes primárias de obtenção de material biológico (RIBEIRO, 2003).

Os principais vestígios encontrados em locais de crimes são impressões papilares, terra e sujidades, estojos, armas de fogo, peças de roupas, fragmentos de pintura e o material biológico (sangue, sêmen, saliva, urina, material fecal, pelos, ossos) (SOUSA; QUEIROZ, 2012).

O sangue é o mais comumente encontrado, portanto o mais examinado. Atualmente existem vários métodos disponíveis para detectar sangue e o ensaio luminol foi definido como a técnica mais adequada para identificar vestígios de sangue ou manchas suspeitas. A origem do sangue é uma informação crucial para a investigação, como sendo de origem humana ou não. A habilidade do perito em identificar os fluidos corpóreos antes da realização dos exames laboratoriais também é de caráter meritório para o êxito da investigação criminal; isso facilita a escolha do método correto de coleta e o exame a ser realizado, sobretudo quando o material é escasso. Para isso, é preciso que o perito conheça os procedimentos e situações em que cada um deve ser utilizado, seja no local de crime ou laboratório de análise (DE AZEVEDO, 2009).

De acordo com o Procedimento Operacional Padrão (POP) da Perícia Criminal (2013) as ações preliminares do perito ao chegar em um local de crime consiste primeiramente no reconhecimento, para localizar os pontos prováveis que contenham material biológico pertinentes para a investigação, identificar a dinâmica do evento, e se possível tomar providências para a preservação dos vestígios; antes da coleta recomenda-se a fotografia na posição em que se encontraram os mesmos; e a respeito da preservação,



o perito deve adotar medidas que impeçam pessoas estranhas à equipe pericial de manipular a cena do crime e quaisquer informações relevantes à investigação são solicitadas às testemunhas ou policiais presentes (FIGUEIREDO; BRITO; GODOY, 2013).

No que diz respeito aos procedimentos de coleta em local de crime o POP da Perícia Criminal (2013) dispõe que antes de adentrar ao local, o perito deve se atentar a vestimenta adequada tanto para sua proteção como da cena, assim como a utilização de luvas descartáveis e sua troca antes da manipulação de cada novo vestígio, sempre considerando que todo material biológico encontrado é potencialmente infectante. Devem ser registrados em formulários todos os vestígios coletados e a embalagem do vestígio deve conter a mesma identificação relacionada ao formulário. Sobre manchas latentes ou de difícil identificação, a utilização de quimioluminescentes ou calorimétricos, assim como fonte de luz forense podem ser utilizados para facilitar sua visualização (FIGUEIREDO; BRITO; GODOY, 2013).

A coleta de material biológico em suportes móveis sempre que possível, o objeto é coletado em sua totalidade, mas de modo a não prejudicar outras análises como papiloscópicas e balísticas; suportes móveis são aqueles que podem ser embalados e transportados para o laboratório, como facas, copos, armas, vestes e outros. Já no caso de suportes imóveis com superfície não absorvente, a coleta é feita através do *swab* estéril umedecido com água destilada estéril, ou no caso de fluídos biológicos úmidos a coleta poderá ser realizada com *swab* estéril seco, sempre adicionado de maneira a evitar contaminações entre os espécimes, preferencialmente em embalagens individuais. Manchas produzidas em superfícies absorventes como por exemplo sofás, cortinas, estofados e outros, são recortados; no caso de superfícies absorventes que não podem ser recortados como paredes e portas, é feita a raspagem com lâmina estéril ou uso do *swab* estéril umedecido com água destilada estéril (FIGUEIREDO; BRITO; GODOY, 2013).

Cabelos e pêlos que são de origem aparentemente incomum são recolhidos com o auxílio de uma pinça e embalados separadamente, sempre trocando de pinça a cada nova coleta. Ossos, dentes e tecidos biológicos são apanhados em sua totalidade e sempre utilizando instrumentos novos descartáveis ou descontaminados (FIGUEIREDO; BRITO; GODOY, 2013).

Os métodos utilizados em laboratório são muito sensíveis, de modo que contaminações mínimas podem prejudicar o resultado dos exames, deste modo todo



cuidado é direcionado para evitar a contaminação da cena do crime anteriormente a chegada do perito responsável, e também do mesmo a fim de evitar deposição acidental de seu próprio material biológico, não devendo manipular os materiais sem luvas e sem máscara. Todos os vestígios encontrados devem possuir identificação nas respectivas embalagens e formulários, assim como possíveis contribuidores como policiais ou testemunhas que tenham deixado material biológico no local (FIGUEIREDO; BRITO; GODOY, 2013).

3.6. Exames Realizados pela Biologia Forense

Os vestígios encontrados nas cenas dos crimes são de naturezas diversas, por isso é preciso à interação dos mais diferentes profissionais para que se consiga estabelecer a identidade do autor do crime. A ciência criminalística é a que estuda esses vestígios que nos casos mais favoráveis consegue identificar o criminoso e determinar a forma como o delito ocorreu.

Os peritos oficiais possuem conhecimento dos aspectos forenses e também são especialistas em um determinado assunto, em regra deve agir com ética objetividade e imparcialidade. Eles usam suas habilidades e técnica para rapidez e eficácia da coleta dos vestígios no local do crime para resultados concretos nas elucidações de crimes. Por isso, o laudo pericial deve ser baseado em técnicas científicas sólidas e a interpretação dos fatos deve ser aceita pela maioria da comunidade. Os exames devem ser realizados com a utilização de métodos científicos aceitos e os laudos devem ser escritos em linguagem ética e juridicamente perfeita, e o avanço das ciências tem exigido que o conhecimento dos peritos acompanhe o desenvolvimento tecnológico (DOREA; STUMVOLL; QUINTELA, 2005),

No laboratório de criminalística, a biologia molecular é aplicada, pela técnica de identificação chamada de perfil de DNA, que baseia-se que nenhuma pessoa possui o mesmo genoma exceto os gêmeos univitelinos. Assim, os materiais biológicos deixados na cena do crime são identificados através do teste em DNA (KOCH; ANDRADE, 2006).

As técnicas usadas com mais frequência pelos peritos para identificar sangue é o luminol e os testes de cristal; a confirmação da presença de sêmen tem sido feita pela visualização de espermatozoides em microscópio. Porém, há outros testes de orientação que identificam o grupo heme no sangue; a fosfatase ácida no sêmen, e amilase na saliva.



E novos métodos que detectam ácido ribonucléico mensageiro (RNAm) estão sendo testados para identificar os mais diversos fluidos (VIRKLER; LEDNEV, 2009).

Os exames de orientação ou presuntivo para sangue indicam a presença de sangue, mas seguidos por teste de certeza. Esses testes têm uma importância considerável para o trabalho dos peritos criminais. Algumas reações apresentam oxidação que pode ser detectada pela mudança de cor ou luminescência, teste feito através da iluminação da área suspeita com uma luz de comprimento de onda controlável. Essas reações apresentam baixa especificidade, por isso podem apresentar resultado falso-positivo quando colocados em contato com algumas substâncias. No entanto, quando a reação apresenta resultado negativo, o resultado é excludente (COSTA et al., 2005; WEBB; CREAMER; QUICKENDEN, 2006).

Reagente de Kastle-Meyer é um método catalítico e presuntivo, muito popular que utiliza a fenolftaleína, sendo também conhecido como teste de Kastle-Meyer. A fenolftaleína que é uma solução alcalina muda para a cor de rosa quando em contato com sangue devido à oxidação pelo peróxido. Este reagente é constituído por uma mistura, por exemplo, de: 0,1g de fenolftaleína, 2,0g de hidróxido de sódio (na forma de pellet), 2,0g de pó de zinco metálico e 10 mL de água destilada. Para realização do procedimento, macera-se a mancha com 1 mL de água destilada ou hidróxido de amônio concentrado. Selecionam-se duas gotas do macerado colocando-as em um tubo de ensaio com duas gotas do reagente preparado. Acrescentam-se duas gotas de peróxido de hidrogênio a 5%. O produto de interesse é o hidrogênio nascente, que garantirá a forma incolor da fenolftaleína. Se a amostra for de sangue, terá necessariamente hemoglobina, que decompõe o peróxido de oxigênio (comportamento de peroxidase) em água e oxigênio nascente. O oxigênio promove a forma colorida da fenolftaleína, deixando claro que na amostra há presença de sangue. (VIRKLER; LEDNEV, 2009).

Reagente de Adler-Ascarelli ou benzidina, teste é catalítico e presuntivo e de orientação, também conhecido como Adler-Ascarelli, identifica o sangue devido à ação da peroxidases com grupo heme, que usam a benzidina. O resultado é positivo quando a reação se aparenta verde azulada, caso o resultado seja negativo a mancha não é de sangue; se o resultado for positivo significa que o material pode ser sangue. A principal desvantagem é que a benzidina é carcinogênica, mas é aceito pela justiça como teste de presunção (DOREA; STUMVOLL; QUINTELA, 2005; WEBB; CREAMER; QUICKENDEN, 2006; VIRKLER; LEDNEV, 2009). Este reagente pode ser produzido



com 0,16g de benzidina, 4 mL de ácido acético cristalizado e 4 mL de peróxido de hidrogênio de 3 a 5%. Para realização do procedimento, macera-se a mancha com 1 ml de água destilada ou ácido acético. Selecionam-se duas gotas do macerado colocando-as em um tubo de ensaio com duas gotas do reagente preparado. Esta reação baseia-se na catálise da decomposição do peróxido de hidrogênio em água e oxigênio pela hemoglobina presente no sangue. O oxigênio formado oxidará a benzidina alterando sua estrutura. Este fenômeno é perceptível, pois a solução torna-se verde azulada para o resultado positivo (CHEMELLO, 2007).

Teste da leucobase malaquita, esse teste é presuntivo usado para sangue nas ciências forenses. É realizado em meio ácido e apresenta uma reação heme-catalisada que ao reagir apresenta cor verde para o resultado positivo. Semelhante a fenolftaleína, tem a sensibilidade de 1:10.000, no entanto, não é espécie-específica, ou seja, não indica que o sangue analisado é humano (DOREA; STUMVOLL; QUINTELA, 2005; VIRKLER; LEDNEV, 2009).

O luminol é um importante teste presuntivo, que emite luz após a reação das moléculas de sangue que são excitadas quimicamente pelo contato com o fluorocromos provocando uma oxidação com o grupo heme presente no sangue, que produz uma quimioluminescência (COSTA et al.,2005). O teste do luminol continua a ser um dos mais utilizados pelos peritos devidos seu bom desempenho quando comparado com outros testes de seleção, além do baixo custo e facilidade de aplicação em grandes áreas, o que compensa pequenos inconvenientes com o fato de necessitar de escuridão para sua realização de forma eficaz e, por ser um aerossol deve ser usado com os devidos cuidado (WEBB; CREAMER; QUICKENDEN, 2006; VIRKLER; LEDNEV, 2009).

Luz ultravioleta é mais usado pelos peritos na cena do crime para detectar resíduos de sangue que não são claramente visíveis é uma fonte alternativa de luz (ALS, do inglês Alternate Light Source), como a luz ultravioleta. Esse método só é adequado quando a mancha se encontra em um suporte escuro e também não apresenta alta sensibilidade. A luz ALS torna visível a mancha latente, mas, indica que precisa de testes confirmatórios para se ter certeza sobre quais fluidos corpóreos estão ali. A luz ALS é versátil e seus comprimentos de onda podem revelar manchas que foram cobertas por pinturas. Essa luz deve ser usada com cuidado, pois alguns comprimentos da luz ultravioleta podem danificar a estrutura do DNA contido na amostra (VIRKLER; LEDNEV, 2009)



Os testes de cristal são confirmativos, usados frequentemente no sangue, os mais populares são os de Teichman e de Takayama. Os cristais de Teichman baseiam-se na formação de cristais de cor marrom-café que surgem da reação do sangue com o ácido acético aquecidos na presença de sal (GAENSSLEN, 1983; COSTA et al.,2005). Já o teste de Takayama baseia-se na formação de cristais hemocromógenos, que surge quando o sangue é aquecido na presença de piridina e de glicose em um meio alcalino, também podem ser realizado em meios ácidos. E apresentam forma de bastões. Esse teste é menos sensível ao calor e mais facilmente realizado (COSTA et al.,2005; VIRKLER; LEDNEV, 2009).

Imunocromatografia os métodos cromatográficos são usados para confirmar se o material biológico é sangue, distinguir a que espécie pertence e se há reações transversais, esse teste devido a sua grande sensibilidade determina se há hemoglobina e se o sangue é realmente humano. O exame é realizado em uma membrana cromatográfica que contém anticorpos que se movimentam por ação capilar. A reação que ocorre entre a hemoglobina e o conjugado forma uma linha azul (COSTA et al.,2005). Esse método tem sido usado para diferenciar o sangue humano das mais diversas espécies de sangue. A análise enzimática é outra técnica que confirma a presença de sangue comparando os diferentes padrões da enzima de desidrogenase láctica (LDH) dos diferentes fluidos. O método enzimático ELISA (do inglês Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) também é usado para identificar sangue e os tipos sanguíneos dependendo dos diferentes anticorpos utilizados. O teste imunocromatográfico é qualitativo e o Instant-View Fecal Occult Blood tem por finalidade detectar sangue oculto nas fezes, sua especificidade é maior para hemoglobina humana. O teste contém membranas filtrantes, pré-cobertas com anticorpos monoclonais que identificam seletivamente hemoglobinas e reagentes coloidais de ouro corado marcado com anticorpos monoclonais de hemoglobina. Na membrana há duas regiões, a região teste (T) e a região controle (C). A linha T se formará rapidamente se a hemoglobina humana (hHb) estiver presente na amostra, apresenta cor vermelho-violeta e surgirá na região teste da membrana. Na ausência de hHb, nenhuma linha deve aparecer na zona teste. A linha C deve sempre aparecer na cor vermelho-violeta, indiferente da presença de hemoglobina humana, pois serve como um controle qualitativo do sistema teste.

3.7. Banco de Dados de Perfil Genético no Brasil



O primeiro banco de dados de criminosos foi utilizado na Inglaterra. Porém o mais conhecido atualmente é o CODIS (Combined DNA Index System) que significa Sistema Combinado de Índices de DNA criado pelo FBI (Federal Bureau of Investigation) em 1990, e em nível nacional, a partir de 1994 o NDIS (National DNA Index System- Banco Nacional de Índices de DNA), nos Estados Unidos (SOUSA; QUEIROZ, 2012).

O banco de dados de perfil genético, no Brasil, iniciou-se a partir da Lei nº12.654/2012 a qual tornou possível a coleta e armazenamento do DNA de indivíduos responsáveis por crimes hediondos, ou de natureza grave para fins de identificação criminal prevenindo crimes futuros através do cruzamento de dados (ARAÚJO E ARAÚJO, 2021).

No Brasil, foi criado o Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG) e a Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIBPG) pelo decreto nº 7950/2013, assinado pela atual presidente da época Dilma Roussef (ARAÚJO, 2017).

Atualmente todos os 27 Estados do Brasil contribuem com o banco de perfis genéticos nacional e contam com laboratórios de genética oficiais em suas instalações de perícia e 22 instalações contribuem com a rede integrada. Uma vez contribuindo a RIBPG, as corporações fazem o cruzamento das informações (GOV.BR, 2022).

De acordo com matéria publicada no site oficial do Governo Brasileiro até 30 de março de 2023, o BNPG possuía mais de 175.500 mil perfis cadastrados (GOV.BR, 2023). Este banco de dados, auxiliou mais de 4.510 mil investigações criminais no Brasil, e a respeito de identificação, solucionou 282 casos, 47 sobre identificações diretas e 235 vínculos genéticos com familiares (GOV.BR,2022)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Faz pouco tempo que o Brasil utiliza perfis genéticos como provas em crimes e é notável que há muito o que se melhorar no Banco Nacional de Perfis Genéticos. A análise genética de um indivíduo é uma das provas mais relevantes em alguns processos criminais, o que mostra a importância de todo o processo de coleta, análise e interpretação de resultados de materiais biológicos e genéticos. Com isso, vale ressaltar que pessoas qualificadas, capacitadas, com tecnologia atual são imprescindíveis para uma boa análise dos perfis genéticos em perícia criminal.



REFERÊNCIAS

ARAÚJO E ARAÚJO, Jucélia. Aplicações da genética forense no contexto da perícia criminal: uma revisão da literatura. 2021. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/21366/1/TCC2.%20Artigo%20Cient%20ADfco.pdf>>. Acesso em: 22. Ago. 2023

ARAÚJO, Samantha Kalil de. Estudo das aplicações forenses do DNA na obtenção da identificação humana. 2017. 27 f. Monografia (Graduação) - Faculdade de Ciências da Educação e Saúde, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017.

BARALDI, Andreia Moribe. Utilização da técnica de identificação genética: panorama da realidade dos serviços oficiais de identificação brasileiros e a importância da atuação do cirurgião-dentista na equipe forense. 2008. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BARBOSA, R. P; ROMANO, L. H. História e Importância da Genética da Área Forense. Revista Saúde em Foco, ed. 10, p. 300-307, 2018.

BEZERRA, Carlos César. Exame de DNA: coleta de amostras biológicas em local de crime. Revista Perícia Federal, Brasília, v. 18, p. 06-14, jul/2004 a out/2004.

CARVALHO, Suzana Papile Maciel. Avaliação da qualidade do DNA obtido de saliva humana armazenada e sua aplicabilidade na identificação forense em Odontologia Legal. 2009. 189f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia da USP, São Paulo, 2009.

CHEMELLO, E. Identificação de manchas de sangue; Química Virtual, p.5-10, jan. 2007. Código de Processo Penal. decreto lei nº 3.689, de 03 de outubro de 1941. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Decreto-Lei/Del3689.htm>>. Acesso em: 23. Ago. 2023

COSTA, J. O; MASSARANDUBA, R. C.; MORADILLO, H. C.; GOMES, A. S. Biologia Forense. In. TOCCHETTO, Domingos; ESPINDULA, Alberi. Criminalística: procedimentos e metodologias; Porto Alegre: Cleuza dos Santos Novak, 2005. cap. XV, p. 298-336.

COUTINHO, Jáder Henrique. Perícia criminal: uma abordagem de gestão laboral. Trabalho de Conclusão, Pontifícia Universidade Católica de Goiás 2021. Disponível em: <<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/2213>>. Acesso em: 22. Ago. 2023

DA SILVA, JOANA D.'ARC RODRIGUES. O DNA como Ferramenta na Investigação Criminal. Trabalho de conclusão de Curso (Especialização em Perícia Criminal) – Faculdade Câmara Cascudo, Natal, 2009.

DE AZEVEDO, Ilmara Lima. A aplicação da biologia forense na perícia criminal. 2009. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/pmrn_de/DOC/DOC000000000181131.PDF>. Acesso em: 23. Ago. 2023.



DOLINSKY, Luciana C; PEREIRA, Lissiane M. C. V. DNA Forense Artigo de Revisão. Saúde & Ambiente em Revista, Duque de Caxias- RJ, v.2, n.2, p.11-22, jul-dez 2007.

DOREA, Luiz Eduardo Carvalho; STUMVOLL, Victor Paulo; QUINTELA, Victor. Tratado de Perícias Criminalística. 3. ed. Campinas, SP: Millenium Editora, 2005.

FIGUEIREDO, Isabel Seixas de; BRITO, Caroline Cássia da Silva; GODOY, Maria de Fátima Pires de Campos. Procedimento operacional padrão: perícia criminal. 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/sua-seguranca/seguranca-publica/analise-e-pesquisa/download/pop/procedimento_operacional_padrao-pericia_criminal.pdf>. Acesso em: 23. Ago. 2023

GAENSSLEN, R.E. Sourcebook in Forensic, Immunology, and Biochemistry, U.S. Department of Justice, Washington, DC, 1983.

GIOVANELLI, Alexandre; GARRIDO, Rodrigo Grazinoli. A perícia criminal no Brasil como instância legitimadora de práticas policiais inquisitoriais. Revista LEVS, n. 7, 2011.

GÓIS, Carolina Costa. Estudo de frequências alélicas de 12 microssatélites do cromossomo Y na população brasileira de Araraquara e da região da Grande São Paulo. 2006. 84f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia da USP, São Paulo, 2006.

KOCH, A.; ANDRADE, Fabiana Michelsen de. A utilização de técnicas de biologia molecular na genética forense: uma revisão; RBAC, v. 40(1), p. 17-23, 2008.

MICHELIN, Kátia et al. Banco de Dados de Perfis Genéticos no combate aos crimes sexuais. Revista Perícia Federal, Brasília, v. 26, p.13-16, jun/2007 a mar/2008. Disponível em: Acesso em: 25 ago. 2009.

NETO, Américo Moraes. Teste de DNA: o que são marcadores moleculares?. VARSOMICS, 2021. Disponível em: <<https://blog.varsomics.com/do-teste-de-dna-ao-exame-de-paternidade-o-que-sao-marcadores-moleculares/>>. Acesso em: 1. Abr. 2023

PINHEIRO, M. F. Noções gerais sobre outras ciências forenses. Medicina Legal, 2003/2004.

RIBEIRO, T. Manual de recolha e envio de vestígios biológicos para identificação genética. Delegação do INML de Lisboa, Lisboa, 2003.

SALA, Davi. A perícia criminal: evidências, profissional perito e nulidade pericial—uma revisão literária. Revista Brasileira de Criminalística, v. 7, n. 3, p. 28-31, 2018.

SILVA, Luiz Antônio Ferreira da; PASSOS, Nicholas Soares. DNA forense: coleta de amostras biológicas em locais de crime para estudo do DNA. 2 ed. Maceió: Edufal, 2006. p.86



SOUSA, Janaína Mendes; QUEIROZ, Paulo Roberto Martins. Coleta e preservação de vestígios biológicos para análises criminais por DNA. *Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*, v. 16, n. 3, 2012.

VIRKLER, Kelly; LEDNEV, Igor K.. Analysis of body fluids for forensic purposes: From laboratory testing to non-destructive rapid confirmatory identification at a crime scene. *Forensic Science International*, Washington, n. 188, p.1-17, 2009.

WEBB, Joanne L.; CREAMER, Jonathan I. ; QUICKENDEN, Terence I. A comparison of the presumptive luminol test for blood with four non-chemiluminescent forensic techniques; *Luminescence*, Published online, 27, p. 214-220, abr. 2006.