



O USO DO DNA NA IDENTIFICAÇÃO HUMANA FORENSE

THE USE OF DNA IN FORENSIC HUMAN IDENTIFICATION

Kailane Barros da SILVA
Faculdade Guarai (IESC/FAG)
E-mail: Kailaneb.silva.16@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-0144-211X>

Ana Rute Leite de MORAIS
Faculdade Guarai (IESC/FAG)
E-mail: ana.ruthe281@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-1889-9373>

Drielly Lima SANTANA
Faculdade Guarai (IESC/FAG)
E-mail: kc.driellysantana@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7971-350X>

RESUMO

Introdução: A pesquisa sobre a relevância da genética em ocorrências criminais é crucial para o avanço da ciência forense, a elucidação de crimes é a garantia de um sistema judicial mais justo e preciso. A análise do DNA permite a identificação precisa de indivíduos, seja através de amostras biológicas deixadas na cena do crime ou de vestígios encontrados nas vítimas. **Objetivo geral:** Apresentar a importância da perícia forense e demonstrar como a aplicação do DNA é um recurso excepcional para identificação. **Metodologia:** pesquisa bibliográfica exploratória de caráter qualitativo, no qual foram utilizados artigos científicos publicados em Scielo, Lilac, Genética forense Bookplay, e Google acadêmico, durante o período de abril de 2023 a junho de 2024. **Conclusão:** Os resultados obtidos neste trabalho indicam que O DNA pode ser usado para excluir suspeitos inocentes, evitando investigações equivocadas e garantindo que a justiça seja feita de forma correta.

Palavras-chave: DNA forense. Perícia criminal. Investigação. Criminologia.

ABSTRACT

Introduction: Research on the relevance of genetics in criminal occurrences is crucial for the advancement of forensic science, the elucidation of crimes is the guarantee of a fairer

and more accurate judicial system. DNA analysis allows for the precise identification of individuals, either through biological samples left at the crime scene or traces found on the victims. **General objective:** To present the importance of forensics and demonstrate how the application of DNA is an exceptional resource for identification. **Methodology:** exploratory bibliographic research of a qualitative nature, in which scientific articles published in Scielo, Lilac, Forensic Genetics Bookplay, and Google Scholar were used, during the period from April 2023 to June 2024. **Conclusion:** The results obtained in this work indicate that DNA can be used to exclude innocent suspects, avoiding mistaken investigations and ensuring that justice is done correctly.

Keywords: Forensic DNA. Criminal expertise. Investigation. Criminology.

INTRODUÇÃO

O DNA forense é a ciência que se utiliza de conceitos, métodos e ferramentas da área de genética na investigação pericial. É empregado principalmente na identificação de indivíduos desaparecidos e na criminalística para avaliar vestígios biológicos presentes na cena do crime. A confirmação da autoria ou inocência de um suspeito mediante a análise genética de DNA é considerada uma das evidências mais relevantes em processos penais (Dias Filho et al., 2022).

O método de DNA Fingerprint, ou impressão digital de DNA, foi descrita inicialmente em 1985 por Alec Jeffreys, revolucionando o estudo do DNA no contexto do vínculo genético. Inicialmente, houve dúvidas sobre a aplicação dessa técnica no campo forense devido à falta de confiabilidade dos métodos. No entanto, em 1988, a técnica foi oficialmente utilizada para resolver o caso Leicester, consolidando a aplicação do DNA como principal ferramenta na resolução de ocorrências criminais e estudos de vínculo genético (Silva & Frangiosa, 2018).

Ao longo dos anos, as estratégias de avaliação de DNA têm evoluído conforme os avanços da biologia molecular sendo hoje, ferramentas indispensáveis na rotina forense para o estudo de casos criminais. Com elas, o DNA pode ser adquirido por meio da coleta de diversas fontes biológicas, como sangue, esfregaços bucais, saliva, ossos, dentes, tecidos e órgãos, fios de cabelo, sêmen e outros materiais. Essas amostras, são encontradas usualmente em cenas de crimes e analisadas em laboratório, através de

técnicas biomoleculares, colaborando com a identificação do suspeito (Dolinsky et al., 2007).

Convém ainda ressaltar que, os métodos de análise de DNA forense devem ser submetidos a um programa de validação para assegurar, a reprodutibilidade e robustez da técnica (Banco de dados de perfis genéticos, 2023). Além disso, passam por diversos processos e métodos utilizados durante as investigações e exames forenses: Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), Eletroforese em Gel e Sequenciamento de DNA. Esses métodos são fundamentais nas pesquisas pois permitem amplificar mesmo vestígios mínimos de DNA encontrados, permitindo a criação do perfil genético essencial para análises detalhadas e precisas (Lima, 2008)

Entretanto, os procedimentos para análise de DNA não estão isentos de limitações e desafios. Um dos principais pontos negativos é o alto custo associado aos testes genéticos, que pode restringir seu uso em investigações, especialmente em países com recursos financeiros limitados. Ademais, a complexidade dos procedimentos laboratoriais requer profissionais altamente qualificados e infraestrutura adequada, o que pode ser um obstáculo em regiões com menos investimento em tecnologia forense. Outro aspecto crítico é a probabilidade de contaminação das amostras, que pode comprometer os resultados e levar a erros na identificação (Carvalho et al., 2016).

Atualmente, com a evolução contínua das tecnologias de exame de DNA em investigações criminais ao conectar suspeitos aos locais dos crimes, identificar crimes em série, inocentar suspeitos ou confirmar sua culpa em delitos e identificar corpos de pessoas desaparecidas, torna-se crucial avaliar a eficácia, confiabilidade e as implicações éticas dessas técnicas na prática. No entanto, a padronização das técnicas e a melhoria constante das práticas são necessárias para assegurar a confiabilidade e a validade dos resultados. Diante disso surge a seguinte questão norteadora: A aplicação da análise do DNA é uma técnica completamente confiável e eficiente para elucidar casos criminais?

Desse modo, esta pesquisa tem como objetivo demonstrar a real potencialidade da análise de DNA como ferramenta para fins de identificação, abordando a eficácia do estudo do DNA na área forense, relatando sobre casos nos quais a genética e biotecnologia contribuíram para solucionar investigações através de uma revisão bibliográfica exploratória.

METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma pesquisa bibliográfica exploratória de caráter qualitativo, no qual foram analisados artigos científicos publicados através de bases de dados: Scielo, Lilac, Genética forense-Bookplay, e Google acadêmico, durante o período de abril de 2023 a junho de 2024, sendo empregados descritores elencados no DeCs (Descritor em Ciências da Saúde) e pesquisa booleana utilizando os operadores “and” e “or”, sendo estes: DNA forense, Perícia criminal, investigação, Criminologia.

Foram utilizados como critérios de inclusão artigos que apresentavam temáticas importantes relacionadas ao uso de DNA ou genética na área forense, artigos publicados em português e inglês, sendo excluídos artigos que não condiziam com o tema abordado ou de baixa qualidade descritiva. Inicialmente selecionaram-se 46 artigos dos quais 27 foram escolhidos para compor o estudo de acordo com os critérios de inclusão e exclusão pré-definidos.

Segundo Pizzani et al. (2012, p. 54), a pesquisa bibliográfica se refere à revisão da literatura que aborda as principais teorias que fundamentam a produção científica. O levantamento de dados bibliográficos pode ser feito a partir de diversas fontes, como livros, periódicos, artigos de jornais e sites da internet, entre outros. Por outro lado, Creswell (2007) afirma que, na análise de dados qualitativos, as interpretações pessoais são inevitáveis, uma vez que o pesquisador sempre filtra as informações coletadas mediante a uma perspectiva individual, influenciada por um contexto sociopolítico e histórico específico.

REVISÃO DE LITERATURA:

Histórico do DNA na Área Forense

Antes do uso do DNA para reconhecimento humano, os genes e estruturas foram estudados para outras finalidades, como: (1856-1863) *Gregor Mendel* estabeleceu as regras da genética; (1900-1933) *Thomas Hunt Morgan* descobriu a herança cromossômica e a recombinação genética, na qual ocorre a troca de fragmentos cromossômicos antes da divisão celular. (1944) *Avery, MacLeod e McCarty*: Atribuíram ao DNA a herança genética; (1953) *James Watson e Francis Crick*: Descoberta da estrutura do DNA; (1985) *Alec Jeffreys*:

Revolucionou a análise do DNA visando a caracterização de vínculo genético (Portal Educação, 2013).

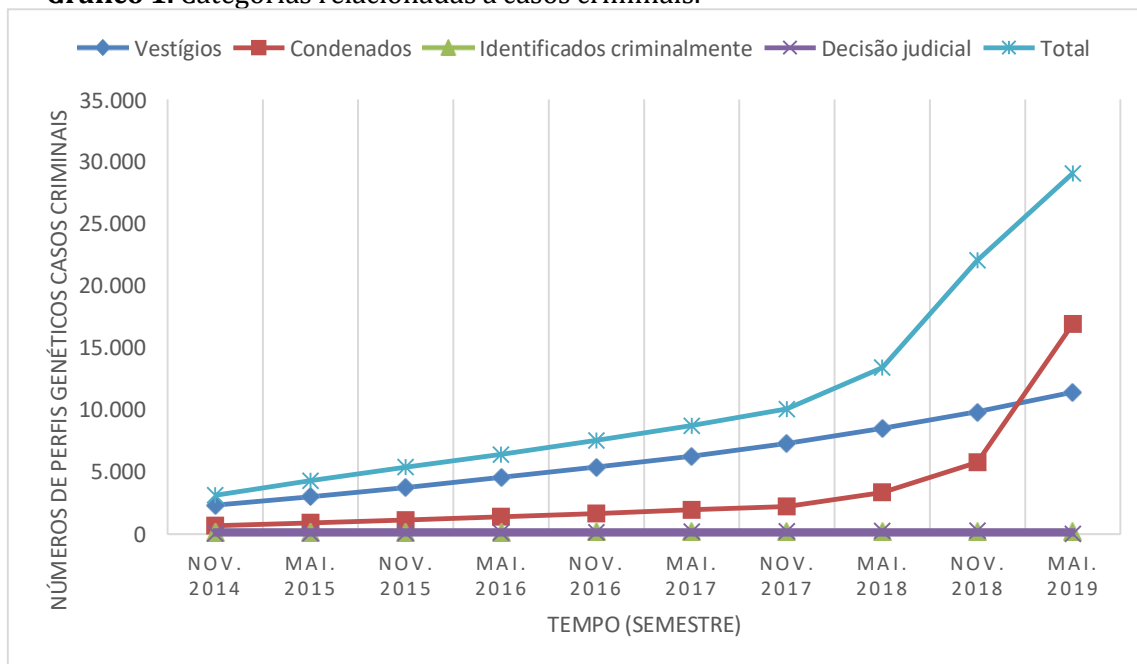
O primeiro caso em que a utilização do teste de DNA contribuiu para a identificação humana na área criminal aconteceu na Inglaterra, na década de 80. Alec Jeffreys, e pesquisadores da Universidade de Leicester, solucionaram dois casos de estupro seguidos de morte por meio da aplicação da metodologia da genética forense como forma de indicar a autoria dos delitos, (Câmara, 2013). Desde então, a comunidade científica ligada à polícia começou a adotar essa tecnologia em seus laboratórios forenses.

Segundo uma publicação do Conselho Regional de Farmacologia de São Paulo (2015), que aborda o uso do exame de DNA na resolução de crimes, no Brasil, essa técnica foi introduzida pela primeira vez em 1994 no Distrito Federal, onde foi estabelecido o primeiro laboratório de DNA forense do país. No estado do Paraná, os primeiros exames forenses de DNA ocorreram em 1998, resultando na solução de um caso de estupro de incapaz no litoral, que levou à identificação do autor através do filho gerado pela vítima durante o crime.

A publicação de Pereira e Carneiro, na Revista Brasileira de ciências policiais (2020), mostra que a primeira base de dados com perfis genéticos de criminosos foi criada na Inglaterra, em 1994, chamado UK National Database. Mas o mais importante foi o CODIS, criado pelo FBI nos Estados Unidos. A iniciativa começou como um projeto piloto, em 1990, e ganhou impulso com o *DNA Identification Act*, de 1994, que deu ao FBI a autoridade de estabelecer um banco de dados em nível nacional para fins de investigação criminal.

Os registros no Banco de DNA sobre perfis genéticos de pessoas que foram cadastradas por motivos criminais abrangem o intervalo de novembro de 2014 a maio de 2019. Esses dados são organizados em diferentes categorias, incluindo: Vestígios, Condenados, Identificados Criminalmente e Decisão Judicial. Até o presente momento, o total de amostras armazenadas no banco de dados é de 27.184, conforme mostrado no gráfico 1 (Brito & Pontes, 2020).

Gráfico 1. Categorias relacionadas a casos criminais.



Fonte: Brito & Pontes, 2020. *Adaptado*

Bancos de Dados Genéticos no Brasil

Para o Governo Brasileiro o banco de dados genéticos representa um grande avanço no combate à criminalidade uma vez que proporciona um número maior de elucidação dos crimes, em especial dos crimes sexuais e contra a vida. Qualquer crime que o infrator deixar material biológico é possível de elucidação usando as informações armazenadas no banco. Criando no Brasil entre os anos de 2011 a 2013, o banco de dados genéticos, coordenado pelo Ministério da Justiça e Segurança Pública, é um importante aliado na elucidação de crimes (Governo Brasileiro,2022).

No Brasil, desde 2010, foi estabelecida uma rede de colaboração entre laboratórios gerenciam perfis genéticos, conhecida como Rede Integrada de Bancos de Perfis genéticos, rede que utiliza o software codis, desenvolvido pelo FBI. Porém, as amostras indiretas, aquelas que extraídas em laboratórios particulares, de origem clínica ou provenientes de doações de sangue ou esperma, por exemplo, não podem servir como fonte primária de comparação a amostra genética em uma investigação criminal, e, assim não podem integrar banco de dados genéticos constituídos para fins de identificação criminal (Silva Junior & Ribeiro, 2022).

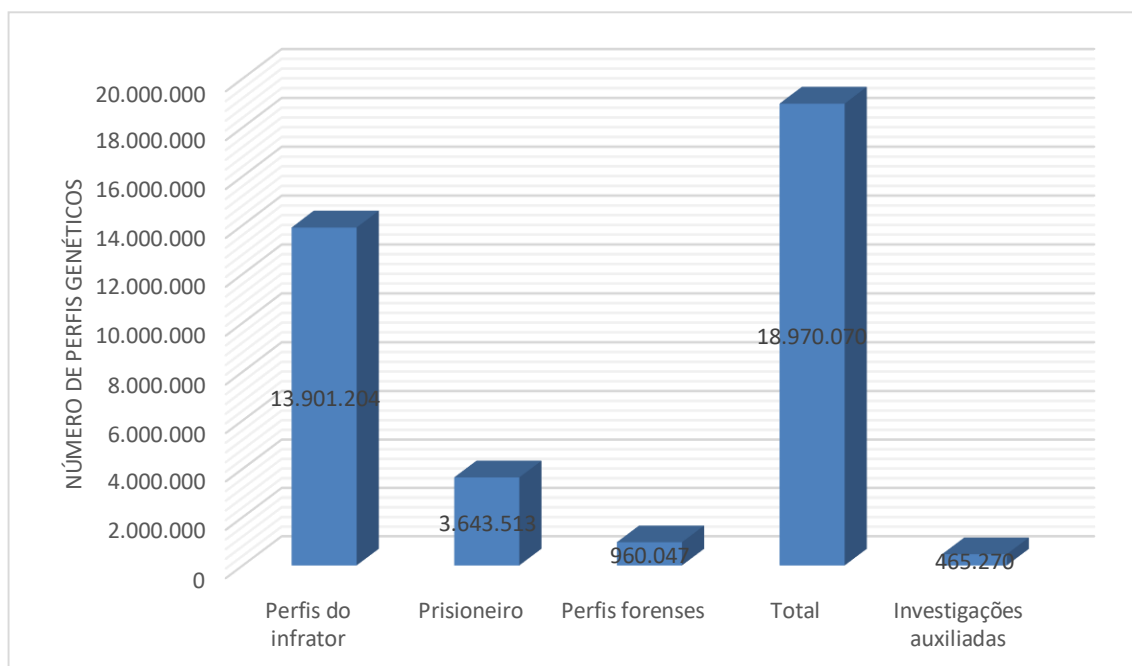
Com a aprovação da Lei nº 12.654/2012, tornou-se obrigatória a identificação do perfil genético de condenados por crimes violentos de natureza grave, como homicídio,

latrocínio, sequestro e estupro, ou em casos determinados pelo juiz, instituindo assim um banco de dados de DNA de criminosos. Com os avanços da ciência da computação, é possível hoje armazenar, analisar, interpretar e compartilhar essas informações genéticas, acelerando o processo de investigação e diligência, conforme estabelecido pela Lei nº 12.654/2012, que cria um banco de DNA de criminosos.

No país, inicialmente 15 estados, além da Polícia Federal, terão bases de dados de perfis de DNA em laboratórios especializados na área forense, tais como Amapá, Amazonas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. O Instituto Nacional de Criminalística, em Brasília, abrigará os dados oriundos da demanda federal, além do servidor central do Banco Nacional de Perfis Genéticos, o qual compilará informações em âmbito federal e estadual, permitindo o reconhecimento de delinquentes que possam agir em vários estados. Após essa fase, os estados que ainda não estabeleceram os laboratórios oficiais poderão ter acesso à metodologia e farão parte do banco de dados nacional (Revista Brasileira de Policiais, 2021).

Apesar disso, o banco de DNA no Brasil ainda possui um número de amostras bastante inferior em relação ao banco dos Estados Unidos. Embora os Dados Armazenados no Banco de DNA Norte-Americano (NDIS) tenham sido estabelecidos antes, as tecnologias e métodos de coleta de DNA utilizados são equivalentes. Nos Estados Unidos, a implementação da Lei de Impressão Digital do DNA em 2005 resultou em um aumento significativo no número de perfis registrados no NDIS, conforme demonstrado no gráfico 2. (Brito & Pontes, 2020).

Gráfico 2. Dados Armazenados no Banco de DNA Norte Americano (NDIS) até julho de 2019.



Fonte: Brito & Pontes, 2020. Adaptado.

Implementação de um banco de dados de DNA

Segundo o Relatório da Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos dos Estados Unidos, a implementação de um banco de dados de DNA envolve basicamente as seguintes partes:

Coleta de Amostras de Condenados ou Suspeitos de Acordo Com o Definido em Lei

A coleta de amostras de DNA de condenados ou suspeitos, conforme definido pela Lei nº 12.654/2012, é realizada por meio de procedimentos padronizados, que garantem a segurança e integridade das amostras. O material biológico, geralmente saliva, é coletado utilizando swabs (cotonetes estéreis) que são esfregados na parte interna da bochecha do indivíduo. Em alguns casos, pode ser necessária a coleta de sangue. A coleta é feita por autoridades competentes, como peritos criminais ou servidores capacitados, seguindo protocolos rigorosos de identificação, armazenamento e preservação das amostras, para garantir a cadeia de custódia e evitar contaminação. Após a coleta, o perfil genético é extraído e inserido no banco de dados de DNA, onde será utilizado para cruzar

informações em investigações criminais ou identificação de reincidências, conforme previsto pela legislação.

Processamento e Análise das Amostras e Inserção dos Perfis Obtidos em Uma Base de Dados Computacional

O processamento e análise das amostras de DNA são etapas essenciais na criação de um banco de dados de DNA. Inicialmente, amostras biológicas, como sangue ou saliva, são coletadas e submetidas à extração de DNA, garantindo a qualidade do material genético. Em seguida, técnicas como PCR são utilizadas para amplificar regiões específicas do DNA. Os perfis genéticos resultantes são analisados por equipamentos de sequenciamento ou eletroforese e, posteriormente, inseridos em uma base de dados computacional. Essa base permite a organização, armazenamento seguro e comparação eficiente dos perfis, facilitando investigações criminais e a identificação de indivíduos (SILVA, 2023).

134

Comparação dos Perfis das Amostras Questionadas Obtidas dos Vestígios Com as Amostras Referência Presentes no Banco

Na implementação de um banco de dados de DNA, a comparação dos perfis das amostras questionadas, obtidas de vestígios coletados em cenas de crime, com as amostras de referência armazenadas no banco é um processo crucial. Este procedimento envolve a análise de sequências de DNA, onde os perfis moleculares das amostras questionadas são isolados e caracterizados por meio de técnicas como a PCR (Reação em Cadeia da Polimerase). Em seguida, esses perfis são comparados com os registros do banco de dados, que contém informações de amostras coletadas de indivíduos previamente identificados. A identificação de correspondências entre os perfis pode fornecer evidências significativas para vincular suspeitos a crimes ou excluir pessoas de investigações. Essa técnica não apenas aumenta a eficiência das investigações policiais, mas também contribui para a solução de casos antigos, proporcionando uma ferramenta valiosa na luta contra a criminalidade (Butler, 2005).

O uso de bases de dados de DNA para exposição de crimes é satisfatório devido ao fato de a maioria dos crimes serem cometidos pelos mesmos agressores. Pesquisas apontam que mais de 60% dos indivíduos presos por crimes violentos, após liberados da

prisão, voltam a ser presos por crimes semelhantes em menos de 3 anos. Sua efetividade aumenta à medida que mais amostras são inseridas na base de dados (Butler, 2009).

Técnicas Biomoleculares para detecção do DNA

A Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) é uma técnica amplamente utilizada nas unidades de análise forense para amplificar regiões específicas do DNA, permitindo a avaliação de amostras muito pequenas. Ela consiste em várias etapas de aquecimento e resfriamento para replicar o DNA de forma exponencial, tornando possível a detecção de sequências específicas (Câmara, 2020).

A eletroforese em gel é uma técnica que separa sequências de DNA com base em seu tamanho e carga elétrica. Após a replicação do DNA pela PCR, os fragmentos são introduzidos em um gel e submetidos a uma corrente elétrica. Os fragmentos se movem através do gel, separando-se de acordo com seu tamanho. Isso permite visualizar e comparar os fragmentos de diferentes amostras (Splabor, 2024).

Já o sequenciamento de DNA é um processo que determina a ordem exata das bases nitrogenadas no DNA. Existem várias técnicas de sequenciamento disponíveis, como o método Sanger, que utiliza terminadores de cadeia fluorescentes para identificar as bases à medida que são incorporadas na fita de DNA em crescimento. O sequenciamento de DNA é essencial para a identificação precisa de indivíduos e para comparar amostras de evidências em inquéritos policiais (Bruce et al., 2010).

Outra técnica corresponde ao Polimorfismo RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism): este método envolve o DNA tratado com enzimas de restrição, que fragmentam o DNA em pontos determinados. Os fragmentos resultantes são separados por eletroforese em gel, permitindo a visualização de variações no comprimento dos fragmentos. O RFLP é útil para identificar polimorfismos no DNA e tem sido aplicado em estudos de paternidade e identificação forense. No entanto, essa técnica é menos sensível em comparação com métodos mais modernos e requer uma proporção maior de DNA, (Lima & Serafim, 2006).

PCR multiplex: A Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) multiplex é uma técnica que permite a amplificação simultânea de múltiplas regiões do DNA em uma única reação. Isso é feito utilizando diferentes primers específicos para os alvos desejados. A PCR multiplex é extremamente eficiente e economiza tempo e recursos, além de aumentar a quantidade de informações obtidas com base em uma amostra limitada. É amplamente

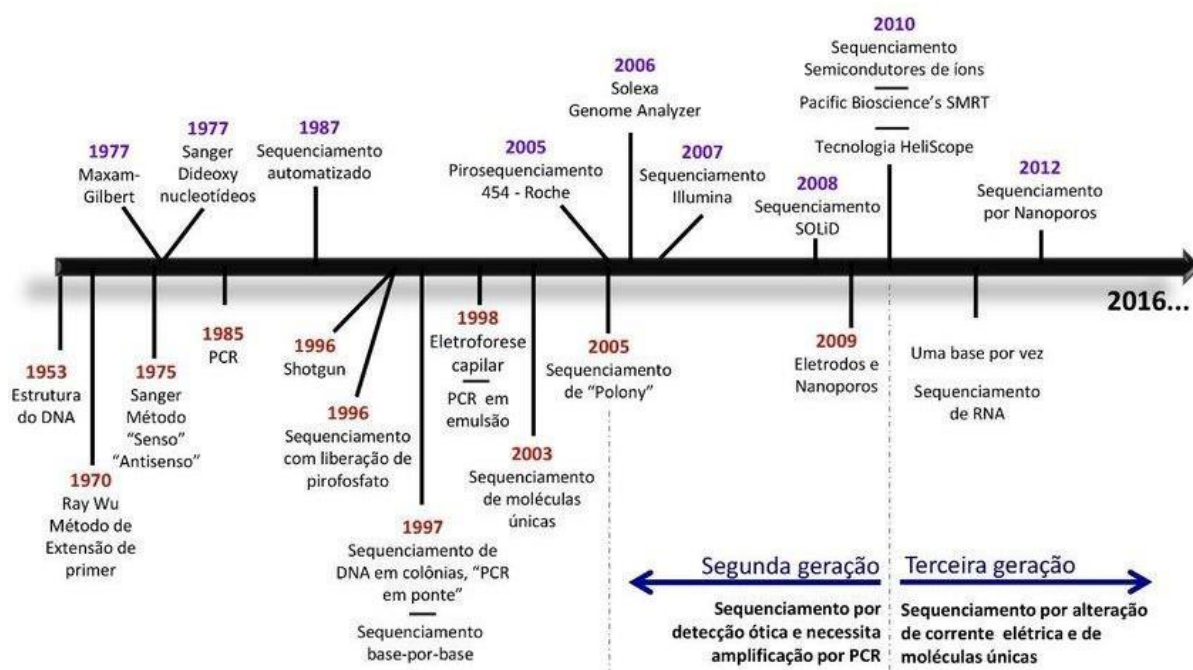
utilizada no estudo forense para detectar vários loci de STR ao mesmo tempo (Poroca., et al, 2009).

Análise de DNA Mitocondrial: Esse método fundamenta-se na avaliação do DNA presente nas mitocôndrias, que é herdado exclusivamente pela linha materna. A análise do DNA mitocondrial é particularmente eficaz em situações em que o DNA nuclear não está disponível ou quando as amostras são degradadas, como em restos mortais antigos ou queimados. No entanto, como o DNA mitocondrial é menos variável que o nuclear, ele pode oferecer menos discriminação entre indivíduos (Fermentec, 2020).

STR (Short Tandem Repeats): O estudo de STRs envolve a amplificação e análise de sequências curtas de repetição no DNA que diferem entre indivíduos. Esses marcadores são altamente polimórficos e permitem uma identificação precisa e confiável. A técnica é rápida e requer pequenas quantidades de DNA, tornando-se ideal para aplicações forenses. A aplicação de painéis de STRs padronizados tem se tornado um padrão ouro na identificação forense, especialmente na construção de perfis genéticos (Castro, 2014).

Esses métodos são fundamentais nos laboratórios de perícia criminal, pois permitem a análise precisa e confiável do DNA presente nas amostras coletadas nos locais dos crimes e foram evoluindo com o passar dos anos, assim como evidencia Dinis (2015) em seu trabalho no qual realizou um estudo comparativo entre uma metodologia de quantificação direta de DNA e a metodologia padronizada na rotina laboratorial forense, demonstrando a evolução das tecnologias de sequenciamento de DNA conforme revela a figura 1.

Figura 1. Evolução das tecnologias de sequenciamento de DNA e suas contribuições das metodologias moleculares para o desenvolvimento dos sequenciadores.



Fonte: DINIS, Vanessa Alexandra Alves (2015). *Adaptado.*

Elucidação de crimes através da análise de DNA

Segundo uma publicação do Jornal G1, 2022 de Pernambuco, após um longo período de seis anos, um mês e um dia, a Polícia Científica finalmente anunciou a identificação do responsável pelo assassinato de Beatriz Angélica Mota, uma menina de 7 anos, que ocorreu em um colégio particular em Petrolina. O elemento crucial para a elucidação do crime foi o DNA coletado na faca utilizada no homicídio, ocorrido em 2015. Foi apenas em 2022 que os peritos conseguiram aprimorar as amostras genéticas encontradas na arma e realizar a comparação com os dados disponíveis no banco de DNA do estado.

A resolução do caso de Yara Gambirasio foi marcada pela utilização de tecnologia avançada de DNA forense, que se tornou fundamental para identificar o autor do crime. Após meses de investigação e a descoberta do corpo da adolescente em fevereiro de 2011, as autoridades coletaram amostras de DNA nas roupas da vítima, que foram submetidas a análises detalhadas. Em 2014, após coletarem material genético de cerca de 22 mil moradores o DNA encontrado foi comparado com o de Massimo Bossetti, um trabalhador da construção civil que já havia sido considerado um suspeito. A coincidência das

amostras levou à sua prisão e, em 2016, Bossetti foi condenado pelo assassinato de Yara, resultando em uma sentença de prisão perpétua (Freitas et al., 2024).

Em 2007, a morte da menina Isabella Nardoni chocou o Brasil. A investigação encontrou vestígios de DNA que ajudaram a incriminar o pai, Alexandre Nardoni, e a madrasta, Anna Carolina Jatobá. A análise forense revelou que o DNA encontrado no corpo da criança correspondia ao dos acusados, levando à condenação deles por homicídio (G1, 2009).

Em 2022, 30 anos após desaparecimento de Leandro, o governo do Paraná confirmou morte do menino a partir de nova análise de ossada. Criança desapareceu em Guaratuba, dois meses antes de Evandro Caetano Ramos, caso nacionalmente conhecido. Durante 29 anos, a família sentiu o vazio de não saber onde estava a criança. Só após todos esses anos, veio a notícia: com base em uma amostra óssea antiga, um exame de DNA confirmou que Leandro está morto. O material estava no Instituto Médico-Legal (IML), em Curitiba (Zimmerman, 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa sobre a importância da genética em casos criminais é crucial para o avanço da ciência forense, a resolução de crimes e a garantia de um sistema judicial mais justo e preciso. A análise do DNA permite a identificação precisa de indivíduos, seja através de amostras biológicas deixadas no local do crime ou de vestígios encontrados nas vítimas. Isso ajuda a estabelecer conexões entre suspeitos, vítimas e cenas do crime, além de ser crucial para resolver casos antigos e não resolvidos, fornecendo novas pistas e evidências que podem levar à resolução do crime.

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que o DNA pode ser utilizado para excluir suspeitos inocentes, evitando investigações equivocadas e assegurando que a justiça seja feita de maneira correta. Isso ajuda a reduzir erros judiciais e garante que as provas apresentadas em um julgamento sejam sólidas e confiáveis. Além disso, a pesquisa contínua na área da genética forense contribui para o desenvolvimento de novas técnicas e métodos mais eficazes na análise do DNA, promovendo a busca pela verdade e pela justiça em casos criminais.

O uso do DNA na perícia criminal representa um avanço significativo na busca por justiça e verdade. A capacidade de identificar indivíduos de forma precisa e confiável através da análise genética não só fortalece os processos investigativos, mas também

proporciona segurança ao sistema judicial. Ao permitir a exclusão de suspeitos inocentes e a confirmação de vínculos entre vítimas e criminosos, a genética forense se torna uma ferramenta indispensável na resolução de crimes. Além disso, a evolução contínua das técnicas de análise de DNA promete aprimorar ainda mais sua aplicabilidade em casos complexos e antigos, contribuindo para a redução da impunidade. Portanto, investir em pesquisa e desenvolvimento nesta área é essencial para garantir que a ciência continue a servir como um pilar fundamental na justiça criminal, promovendo um futuro mais seguro e equitativo para a sociedade.

REFERÊNCIAS

DNA FORENSE -BOOKPLAY, 2008; SANTOS, VANESSA SARDINHA, 2020). 121, Revista do Farmacêutico. O exame de DNA na solução de crimes. **CRFSP**, São Paulo: MAIO, ed. 121, ano 2015, p. 1-3, 16 mai. 2015.

PORTAL EDUCAÇÃO, SAÚDE E MEDICINA, DNA FORENSE. **DNA Forense**: não possui. 1 ed. Campo Grande MS: portal educação, v. 2, 2013.

ALBERTS, Bruce et al. Biologia molecular da célula. Artmed Editora, 2010.

ALVES, Hemerson Bertassoni. O exame de DNA na solução de Crimes. Revista do Farmacêutico, São Paulo: Abril, ed. 121, ano 2015, p. 1-10, 12 abr. 2015. Anual.

ANA LÚCIA ANVERSA SEGATTO. Researchgate. 2-Tecnologias de sequenciamento de DNA ao longo dos anos e as principais contribuições de metodologias moleculares para o desenvolvimento dos sequenciadores de DNA. EUA: Researchgate, 2018. https://www.researchgate.net/figure/Figura-22-Tecnologias-de-sequenciamento-de-DNA-ao-longo-dos-anos-e-as-principais_fig1_325650708. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-22-Tecnologias-de-sequenciamento-de-DNA-ao-longo-dos-anos-e-as-principais_fig1_325650708. Acesso em: 14 jun. 2018.

ANA ZIMMERMAN. **g1.globo.com|pr|paraná**. Caso Leandro Bossi: meu irmão estava em um saco preto no IML, e o meu pai ficou 29 anos procurando. Curitiba PR: G1, 2023. Disponível em: g1.globo.com|pr|paraná. Acesso em: 13 nov. 2023.

BRITO, A.F.S.; PONTES, A.N. Identificação humana por DNA através do banco nacional de perfis genéticos e a quantificação de amostras armazenadas: não possui. Revista brasileira de Criminalística, Pará: maio, ed. 9, ano 2020, p. 76-84, 7 mai. 2020. Anual.

BRITO, Ana Paula Gonçalves; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; SILVA, Brunna Alves da. A importância da pesquisa bibliográfica no desenvolvimento de pesquisas qualitativas na área de educação. **Fucamp**, Uberlândia : MAIO, ed. 20, ano 2021, p. 1-15, 20 mai. 2021. Anual.

O USO DO DNA NA IDENTIFICAÇÃO HUMANA FORENSE. Kailane Barros da SILVA; Ana Rute Leite de MORAIS; Drielly Lima SANTANA. *JNT Facit Business and Technology Journal*. QUALIS B1. ISSN: 2526-4281 - FLUXO CONTÍNUO. 2024 - MÊS DE SETEMBRO - Ed. 54. VOL. 01. Págs. 126-141. <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.

BUTLER, John M. **Fundamentals of Forensic DNA Typing**. 1 ed. EUA: Anual. National Institute of Standards and Technology Gaithersburg, v.1,2009.

BUTLER, J. M. **Forensic DNA typing: biology, technology, and genetics of STR markers**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2005.

CÂMARA, Brunno. Primeiro caso de identificação criminal através do DNA. *In*: Brunno Câmara. **Biomedicina Padrão**. Goiás, 25 jan. 2013. Disponível em: biomedicinapadrão.com.br. Acesso em: 25 jan. 2013.

CÂMARA, Brunno. Reação em cadeia da polimerase PCR. *In*: Brunno Câmara. **Biomedicina Padrão**. Goiás, 10 jun. 2020. Disponível em: biomedicinapadrão.com.br. Acesso em: 14 jun. 2020.

CARVALHO, S.K. *et al.* vantagens e limitações na identificação de corpos em decomposição x dna. **Sim Tec**, Campinas SP: Setembro, ano 2016, p. 229-229, 12 set. 2016. Anual.

CASTRO, Sarah Gurgel de. Estudo de Frequência Alélicas de 15rs autossomos na população paraibana. **PGBCM**, João Pessoa PB: 26|02|2014, ed. 1, ano 2014, p. 1-91, 26 fev. 2014. Anual.

DIAS FILHO, claudemir Rodrigues; MENEZES, meiga Aurea mendes; FRANCEZ, Pablo Abdon da costa. **História da genética forense**. 1 ed. Campina SP: ministério público, v.3, 2022.

DOLINSKY, Luciana Cresta, and L. M. C. V. Pereira. "DNA forense." Saúde e ambiente em Revista 2.2 (2007): 11-22.).

FERMENTEC, webmeeting. Análise de DNA mitocondrial e seus porquês. **FERMENTEC**, São Paulo: Julho, ed. 1, ano 2020, p. 1-5, 30 jul. 2020. Anual.

FREITAS, Cinthia Obladen de Almendra; SOARES JUNIOR, Rafael; MILANEZI, Raissa de Cavassi. O caso Yara Gambirasio e a (im)possibilidade da coleta de material genético em massa da população brasileira. **Revista Brasileira de Direito Processual Penal**, Curitiba PR: Julho, ed. 2, ano 2024, p. 1-530, 29 jul. 2024. Anual.

G1 . [g1.globo.com|pe|pernambuco](http://g1.globo.com/pe/pernambuco) . Caso Beatriz: entenda por que evolução técnica de exame de DNA permitiu identificação de autor do crime seis anos depois . Pernambuco: G1, 2022. Disponível em: [g1.globo.com|pe|pernambuco](http://g1.globo.com/pe/pernambuco) . Acesso em: 12 jan. 2022.

G1. <https://g1.globo.com/Sites/Especiais/Noticias/0,,MUL1368372-15528,00-JUSTICA+DETERMINA+COLETA+DE+MATERIAL+GENETICO+DO+CASAL+NARDONI>. Justiça determina coleta de material genético do casal Nardoni. São Paulo: G1, 2009. Disponível em: <https://g1.globo.com/Sites/Especiais/Noticias/0,,MUL1368372-15528,00-JUSTICA+DETERMINA+COLETA+DE+MATERIAL+GENETICO+DO+CASAL+NARDONI>. Acesso em: 5 nov. 2009.

O USO DO DNA NA IDENTIFICAÇÃO HUMANA FORENSE. Kailane Barros da SILVA; Ana Rute Leite de MORAIS; Drielly Lima SANTANA. *JNT Facit Business and Technology Journal*. QUALIS B1. ISSN: 2526-4281 - FLUXO CONTÍNUO. 2024 - MÊS DE SETEMBRO - Ed. 54. VOL. 01. Págs. 126-141. <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.

GOV.BR. **gov.br**. Banco Nacional de Perfis Genéticos já auxiliou em mais de 3 mil investigações criminais. Brasília: Rede Integrada de Banco de Perfis Genéticos, 2022. Disponível em: gov.br. Acesso em: 31 out. 2022.

LIMA, Jacqueline Miranda de *et al.* Estudo do Polimorfismo Genético no gene p53(codón 72) em câncer colorretal. **SCIELO**, 2006: março, ed. 43, ano 2006, p. 1-6, 1 mar. 2006. Anual.

LIMA, Liziane Maria de. **Conceitos Básicos de Técnicas em Biologia Molecular**: não possui. 1 ed. Campina Grande PB: Embrapa, v. 1, 2008.

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E SEGURANÇA PÚBLICA COMITÊ GESTOR DA REDE INTEGRADA DE BANCOS DE PERFIS GENÉTICOS. Comitê Gestor da RIBPG. manual de procedimentos operacionais da rede integrada de bancos de perfis genéticos nº 18, 04 de outubro de 2023. **Ministério da justiça e Segurança Pública**, Brasília, ano 2023, n. 18, p. 47, 4 out. 2023.

POROCA, Diogo da Rocha *et al.* Lílian Maria Lapa Montenegro. **Diferenciação de Micobactérias por PCR**, Recife Pernambuco: SCIELO, ed. 1, ano 2009, p. 1-10, 6 dez. 2009. Anual.

RIBEIRO, Mariana Pereira; SILVA JUNIOR, Ronaldo Carneiro da. O emprego do Banco de Perfis Genéticos em casos Envolvendo Indivíduos Identificados Criminalmente no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Policiais**, Brasília: Agosto, ed. 14, ano 2022, p. 363-386, 6 ago. 2022. Anual.

SILVA, João. Processamento e análise de amostras de DNA em bancos de dados. *Revista de Genética Forense*, v. 15, n. 2, p. 125-138, 2023.

SILVA, Tiago Aparecido; FRANGIOSA, Paulo César. A aplicação de técnicas moleculares de DNA na investigação forense. **UMC**, Mogi das Cruzes: setembro, ed. 3, ano 2018, p. 1-15, 30 jul. 2018. Anual.

SPLABOR. **Splabor.com.br|blog eletroforese**. o que é eletroforese em gel conheça essa técnica. São Paulo: SPLABOR, 2024. Disponível em: Splabor.com.br|blog eletroforese. Acesso em: 24 mai. 2024.