

O BIOMÉDICO NA PERÍCIA CRIMINAL: CONTRIBUIÇÕES DA APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE BIOLOGIA MOLECULAR

THE BIOMEDICAL SCIENTIST IN FORENSIC SCIENCE: CONTRIBUTIONS OF MOLECULAR BIOLOGY TECHNIQUES APPLICATION

EL CIENTÍFICO BIOMÉDICO EN LA CIENCIA FORENSE: CONTRIBUCIONES DE LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE BIOLOGÍA MOLECULAR

Jeannia Nataly Lima Pinheiro¹
Gabriela Ramos Cerqueira²

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo geral analisar de que modo a utilização de técnicas de biologia molecular pode ampliar a contribuição do biomédico na prática pericial criminal. Para tanto, buscou-se identificar as principais técnicas moleculares empregadas na perícia, as competências técnicas e científicas do biomédico e a relevância de sua atuação para o fortalecimento da confiabilidade das provas criminais. O estudo foi caracterizado como uma revisão bibliográfica integrativa, realizada nas bases SciELO, LILACS, PubMed, Periódicos CAPES e Google Scholar. Os resultados evidenciaram que métodos como a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), o sequenciamento genético e a análise de marcadores STR representam avanços significativos na precisão das análises forenses, permitindo a individualização de perfis genéticos a partir de amostras mínimas ou degradadas. Constatou-se ainda que o biomédico, por sua formação multidisciplinar e domínio das técnicas laboratoriais, é essencial em todas as etapas do processo pericial, assegurando a integridade das amostras, a reprodutibilidade dos resultados e a credibilidade dos laudos técnicos. Conclui-se que a integração entre biologia molecular e biomedicina fortalece o caráter científico da perícia criminal, contribuindo para a promoção da justiça e a consolidação de um sistema investigativo mais ético, preciso e confiável.

4957

Palavras-chave: Biologia molecular. Biomedicina. Genética forense. Provas criminais. Justiça.

ABSTRACT: The present study aimed to analyze how the use of molecular biology techniques can enhance the contribution of biomedical scientists in forensic practice. To this end, it sought to identify the main molecular techniques employed in forensic investigations, the technical and scientific competencies of biomedical professionals, and the relevance of their role in strengthening the reliability of criminal evidence. The study was characterized as an integrative literature review, conducted using databases such as SciELO, LILACS, PubMed, CAPES Journals, and Google Scholar. The results showed that methods such as the Polymerase Chain Reaction (PCR), genetic sequencing, and STR marker analysis represent significant advances in the accuracy of forensic examinations, allowing the individualization of genetic profiles from minimal or degraded samples. It was also found that the biomedical scientist, due to their multidisciplinary background and mastery of laboratory techniques, is essential at all stages of the forensic process, ensuring sample integrity, result reproducibility, and the credibility of technical reports. It is concluded that the integration between molecular biology and biomedicine strengthens the scientific foundation of forensic science, contributing to the promotion of justice and the establishment of a more ethical, precise, and reliable investigative system.

Keywords: Molecular biology. Forensic genetics. Biomedicine. Criminal evidence. Justice.

¹Graduanda em Biomedicina, Universidade Nilton Lins.

²Doutora em Ciência Biológicas (botânica). Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, INPA, Brasil. Orientadora do curso em Biomedicina, Universidade Nilton Lins.

RESUMEN: El presente estudio tuvo como objetivo general analizar de qué manera la utilización de técnicas de biología molecular puede ampliar la contribución del biomédico en la práctica pericial criminal. Para ello, se buscó identificar las principales técnicas moleculares empleadas en la pericia, las competencias técnicas y científicas del biomédico y la relevancia de su actuación para el fortalecimiento de la confiabilidad de las pruebas criminales. El estudio se caracterizó como una revisión bibliográfica integradora, realizada en las bases SciELO, LILACS, PubMed, Periódicos CAPES y Google Scholar. Los resultados evidenciaron que métodos como la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), la secuenciación genética y el análisis de marcadores STR representan avances significativos en la precisión de los análisis forenses, permitiendo la individualización de perfiles genéticos a partir de muestras mínimas o degradadas. Asimismo, se constató que el biomédico, por su formación multidisciplinaria y dominio de las técnicas de laboratorio, es esencial en todas las etapas del proceso pericial, garantizando la integridad de las muestras, la reproducibilidad de los resultados y la credibilidad de los informes técnicos. Se concluye que la integración entre la biología molecular y la biomedicina fortalece el carácter científico de la pericia criminal, contribuyendo a la promoción de la justicia y a la consolidación de un sistema investigativo más ético, preciso y confiable.

Palabras clave: Biología molecular. Biomedicina. Genética forense. Pruebas criminales. Justicia.

INTRODUÇÃO

A biologia molecular é responsável por investigar os mecanismos de funcionamento das células em nível molecular, com foco no Ácido Desoxirribonucleico (DNA), Ácido Ribonucleico (RNA) e proteínas. Desde a sua consolidação, a partir da década de 1950, com a descoberta da estrutura do DNA por Watson e Crick, essa ciência passou a ser importante no desenvolvimento de métodos diagnósticos, terapêuticos e investigativos em diferentes campos do conhecimento (Alberts *et al.*, 2017).

Desta maneira, ao possibilitar a análise dos processos celulares, a biologia molecular tornou-se ferramenta para a compreensão da hereditariedade, da variabilidade genética e das doenças humanas (Nelson; Cox, 2018). Assim, o DNA, por sua singularidade em cada indivíduo, tornou-se um marcador biológico de alta confiabilidade, capaz de identificar pessoas mesmo a partir de vestígios mínimos encontrados em cenas de crime, como fios de cabelo, saliva ou sangue (Oliveira; Moraes Filho, 2018).

Inicialmente concentrada em pesquisas acadêmicas, a biologia molecular passou a impactar diretamente a medicina, a biotecnologia, a agricultura e a indústria farmacêutica. Por meio de metodologias como a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), o sequenciamento genético e a análise de marcadores moleculares, tornou-se possível diagnosticar doenças,

desenvolver organismos geneticamente modificados e até reconstruir relações evolutivas entre espécies (Nascimento, 2022).

No âmbito da investigação criminal, a biologia molecular encontrou espaço privilegiado, em que a introdução de técnicas como a PCR e o DNA fingerprinting permitiu que vestígios biológicos, muitas vezes imperceptíveis a olho nu, se tornassem provas fundamentais para a elucidação de crimes. Além disso, tais métodos possibilitaram a criação de bancos de perfis genéticos, fundamentais para a identificação de suspeitos e a resolução de crimes complexos (Santiago *et al.*, 2020).

Logo, têm-se a seguinte indagação: De que forma o uso de métodos da biologia molecular pode fortalecer a atuação do biomédico no contexto da perícia criminal?

No contexto brasileiro, a incorporação da biologia molecular nas ciências forenses veio da Lei nº 12.654/2012, que autorizou a coleta e inserção de perfis genéticos de condenados por crimes graves em bancos de dados nacionais, que fortaleceu o processo investigativo e ampliou a utilização de recursos tecnológicos em prol da justiça, permitindo a elucidação de milhares de casos e a interligação entre investigações estaduais e nacionais (Brasil, 2012; Santiago *et al.*, 2020).

Nesse cenário, destaca-se a atuação do biomédico, profissional com formação voltada para análises laboratoriais e domínio das técnicas de biologia molecular. Sua inserção na perícia criminal contribui para a obtenção de laudos mais precisos, para a interpretação técnica de resultados e para a integração entre ciência e sistema jurídico. Assim, investigar a participação do biomédico na perícia criminal, por meio da aplicação de técnicas de biologia molecular, mostra-se relevante não apenas para o fortalecimento da profissão, mas também para o aprimoramento da justiça criminal no Brasil (Cardoso *et al.*, 2021).

A crescente complexidade dos crimes exige investigações mais qualificadas, nas quais métodos como PCR, sequenciamento genético e análise de DNA se destacam como ferramentas essenciais. Assim, analisar a contribuição dessas técnicas para a atuação do biomédico justifica-se pela necessidade de compreender seu papel na produção de provas científicas que sustentem decisões mais seguras no sistema de justiça criminal.

Do ponto de vista social, a pesquisa colabora para consolidar práticas periciais mais confiáveis, fortalecendo a credibilidade das provas utilizadas em processos criminais. A precisão das técnicas de biologia molecular garante maior rapidez e segurança na identificação de suspeitos e vítimas, reduzindo a impunidade e promovendo justiça. Nesse cenário, o

biomédico assume protagonismo como agente de transformação social e protetor dos direitos fundamentais.

Na esfera acadêmica, o estudo é relevante por aprofundar o debate sobre a interface entre biomedicina e criminalística, área em constante atualização tecnológica. Além de fomentar novas pesquisas, a investigação contribui para a formação de futuros biomédicos com competências específicas para o campo pericial. Desse modo, fortalece a base científica e pedagógica que sustenta a valorização profissional e a inserção do biomédico na justiça criminal.

O presente estudo tem como objetivo geral analisar de que modo a utilização de técnicas de biologia molecular pode ampliar a contribuição do biomédico na prática pericial criminal. E são objetivos específicos: identificar as técnicas de biologia molecular mais utilizadas no âmbito da perícia criminal; identificar as competências técnicas e científicas do biomédico que favorecem sua inserção e atuação na perícia criminal; e discutir sobre a relevância da atuação do biomédico no fortalecimento da confiabilidade das provas criminais e na promoção da justiça.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

PERÍCIA CRIMINAL

4960

A perícia criminal pode ser definida como um conjunto de procedimentos técnicos e científicos destinados à análise de vestígios deixados em locais de crime, com a finalidade de produzir provas que auxiliem a Justiça na elucidação de delitos. Assim, ela constitui uma rede de serviços interorganizacionais que incrementa o sistema de justiça criminal ao vincular o autor à cena do crime e fornecer subsídios materiais ao processo judicial (Colavite *et al.*, 2021).

De acordo com Colavite *et al.* (2021), a perícia criminal é caracterizada como uma ciência multidisciplinar, pois envolve a integração de áreas como biologia, química, física, toxicologia, balística e genética forense, entre outras, de modo a oferecer suporte às investigações criminais. Sendo que a perícia não se limita à coleta de evidências, mas compreende também a interpretação técnica e a elaboração de laudos periciais que influenciam diretamente as decisões judiciais.

Montezano *et al.* (2024) discorre que o processo de perícia criminal faz utilização de ferramentas digitais, softwares de análise, exames laboratoriais e metodologias automatizadas que contribuem para maior celeridade nos processos e para a precisão dos laudos.

A atividade pericial criminal possui fundamento jurídico no Código de Processo Penal Brasileiro (Decreto-Lei nº 3.689/1941), o qual, em seu artigo 158, determina a obrigatoriedade da realização do exame de corpo de delito sempre que a infração deixar vestígios, vedando que tal diligência seja suprida até mesmo pela confissão do acusado (Brasil, 1941).

Todavia, Silva (2022) destacam que a perícia criminal no Brasil ainda enfrenta desafios de padronização e autonomia institucional, estando muitas vezes vinculada às polícias civis ou à Polícia Federal, o que gera debates sobre sua independência. Assim, deve ser compreendida não apenas como prática técnico-científica, mas também como função estratégica no sistema de justiça, fundamentada em marcos legais e em constante processo de aprimoramento científico e institucional.

BIOLOGIA MOLECULAR

A biologia molecular é o ramo da biologia que estuda os processos vitais em nível molecular, concentrando-se nas interações entre os componentes celulares como DNA, RNA e proteínas. Ela busca compreender como as informações genéticas contidas no DNA são transcritas, traduzidas e expressas para controlar as funções e o comportamento das células. Em outras palavras, a biologia molecular investiga os mecanismos que regem a vida a partir da estrutura e do funcionamento das moléculas que compõem os organismos vivos, explicando como a hereditariedade, o metabolismo e a diferenciação celular ocorrem de forma integrada (Cecatto, 2015).

Uma das principais características da biologia molecular é que combina conhecimentos da genética, da bioquímica e da biotecnologia, que permite compreender os fenômenos biológicos com maior profundidade, desde o funcionamento dos genes até a regulação de sistemas complexos, uma vez que fornece ferramentas para manipulação genética, diagnóstico molecular e desenvolvimento de terapias direcionadas (Cecatto, 2015).

A biologia molecular explica como o DNA se duplica, garantindo a continuidade da informação genética; como o RNA é produzido e processado; e como as proteínas são sintetizadas e modificadas para desempenhar funções específicas dentro da célula. Logo, os processos constituem o chamado “dogma central da biologia molecular”, que descreve o fluxo unidirecional de informação genética, do DNA para o RNA e, deste, para a proteína (Ribeiro, 2014).

Além disso, a biologia molecular se caracteriza pelo uso de tecnologias avançadas para estudar e manipular moléculas biológicas. Técnicas como a reação em cadeia da polimerase (PCR), o sequenciamento genético, a clonagem molecular e a edição gênica com CRISPR-Cas9 revolucionaram a capacidade dos cientistas de investigar e modificar o material genético de forma precisa. Ou seja, essas inovações possibilitam não apenas compreender doenças genéticas, mas também desenvolver novas terapias e vacinas, ampliando o alcance da biologia molecular para a saúde pública e a biotecnologia (Ribeiro, 2014).

A PCR é uma técnica laboratorial desenvolvida na década de 1980 por Kary Mullis, que permite amplificar, ou seja, copiar inúmeras vezes, um fragmento específico de DNA, mesmo quando a quantidade inicial é mínima. O processo ocorre por meio de ciclos repetidos de aquecimento e resfriamento em que a enzima DNA polimerase sintetiza novas fitas de DNA a partir de um molde original, utilizando primers (iniciadores) e nucleotídeos (Ramos *et al.*, 2021).

A PCR em tempo real (qPCR) é uma variação avançada da Reação em Cadeia da Polimerase tradicional, que permite monitorar e quantificar a amplificação do DNA em tempo real, durante o próprio processo de replicação. Diferentemente da PCR convencional, na qual a detecção do produto ocorre apenas ao final das reações, a qPCR utiliza sondas fluorescentes ou corantes intercalantes que emitem sinal proporcional à quantidade de DNA amplificado, possibilitando assim a quantificação precisa do material genético presente na amostra (Gomes; Coelho, 2023).

O sequenciamento genético é uma técnica da biologia molecular que tem como objetivo determinar a ordem exata dos nucleotídeos (adenina, timina, citosina e guanina) que compõem uma molécula de DNA. Esse processo possibilita identificar com precisão a estrutura genética de um organismo, revelando variações, mutações e características hereditárias específicas (Bobato; Sloboda, 2025).

A clonagem molecular é uma técnica da biologia molecular que consiste em isolar e inserir um fragmento específico de DNA em um vetor, geralmente um plasmídeo, para que esse material genético possa ser replicado e expressado em um organismo hospedeiro, como bactérias. Assim, o processo permite a multiplicação controlada de genes ou sequências de interesse, viabilizando estudos sobre suas funções, mutações e aplicações biotecnológicas (Santos, 2024).

Ainda de acordo com Santos (2024), além de seu uso em pesquisas genéticas e na produção de proteínas recombinantes, a clonagem molecular também tem relevância na identificação de variantes genéticas, no desenvolvimento de terapias gênicas e na análise forense, pois possibilita a reprodução e a investigação de material genético com alta precisão e confiabilidade científica.

A edição gênica com CRISPR-Cas9 permite alterar o material genético de um organismo. O sistema baseia-se em um mecanismo natural de defesa bacteriana, no qual a enzima Cas9 atua como uma tesoura molecular guiada por um RNA específico (RNA-guia) que reconhece a sequência-alvo do DNA. Quando a Cas9 corta o DNA, é possível remover, inserir ou modificar genes, de acordo com o objetivo experimental. No contexto forense, o CRISPR-Cas9 pode contribuir para o aperfeiçoamento de técnicas de identificação genética e detecção de mutações raras, reforçando a precisão das análises de DNA (Espolador *et al.*, 2025).

MÉTODOS

O presente estudo foi caracterizado como uma revisão bibliográfica integrativa, que buscará reunir, avaliar e sintetizar resultados de pesquisas previamente publicadas sobre um determinado assunto. Essa modalidade metodológica possibilita uma visão sobre o tema, permitindo identificar contribuições, avanços, lacunas e perspectivas de aplicação das técnicas de biologia molecular no contexto forense (Hassunuma *et al.*, 2024a).

Foram os artigos publicados no período de 2020 a 2025; em português, inglês ou espanhol; pesquisas que abordem a biologia molecular e suas aplicações nas ciências forenses, com destaque para a atuação do biomédico; estudos originais e produções que apresentem resultados relacionados à eficácia e aplicabilidade de técnicas como PCR, Repetições Curtas em Tandem (STRs), Número Variável de Repetições em Tandem (VNTRs) e Polimorfismos de Nucleotídeo Único (SNPs) na elucidação de crimes.

Foram excluídos os trabalhos duplicados; editoriais; cartas ao editor; e publicações que não possuam relação direta com a temática proposta.

A busca bibliográfica foi realizada em bases de dados como SciELO, LILACS, PubMed, Periódicos CAPES e Google Scholar, utilizando descritores combinados por operadores booleanos (AND e OR). Os descritores incluíram: “biologia molecular”, “genética forense” e “biomédico”. Após a seleção inicial, foi feita a leitura dos títulos, resumos e, posteriormente,

dos textos completos, a fim de verificar o atendimento aos critérios de elegibilidade estabelecidos.

Os dados extraídos dos artigos selecionados foram organizados em uma planilha. A análise será realizada de forma descritiva e comparativa, buscando identificar convergências e divergências entre os estudos, bem como lacunas relacionados à atuação do biomédico na perícia criminal. As informações serão sintetizadas de forma a permitir uma discussão sobre a relevância, aplicabilidade e perspectivas futuras da utilização da biologia molecular nas ciências forenses.

RESULTADOS

Foram identificados e analisados 42 artigos relacionados à aplicação da biologia molecular na perícia criminal e à atuação do biomédico nesse contexto, contudo, utilizou-se apenas 12 artigos. Os resultados foram sistematizados em um quadro síntese, contendo informações essenciais sobre cada estudo, incluindo autor, ano de publicação, objetivo, resultados e conclusões.

Quadro 1 - Estudos inclusos na revisão

N	Autor (Ano)	Objetivo do Estudo	Resultados / Conclusões
1	Albuquerque et al. (2022)	Descrever as principais técnicas moleculares padronizadas para identificação de agentes biológicos em casos de violência sexual.	Concluiu-se que as técnicas de PCR e eletroforese são fundamentais na detecção de pequenas quantidades de DNA, permitindo maior precisão e exatidão na identificação biológica em perícias criminais.
2	Gonçalves et al. (2022)	Avaliar a eficácia da genética forense na resolução de crimes, especialmente sexuais.	A genética forense mostrou-se eficaz na elucidação de crimes, destacando a PCR como técnica central pela sensibilidade e baixo custo. Ressaltou-se sua importância em casos de estupro e identificação de suspeitos.
3	Silva (2022)	Demonstrar a importância da biologia forense na resolução de crimes e o papel do DNA na identificação criminal.	A biologia forense é essencial para a justiça, pois as técnicas de DNA possibilitam a identificação de indivíduos e a comprovação científica de autoria criminal. Destacou-se a necessidade de preservação da cadeia de custódia.
4	Cavalheiro (2024)	Realizar um resgate histórico da biologia molecular e suas aplicações na área forense.	A biologia molecular acompanhou o avanço tecnológico, consolidando-se como ferramenta de destaque nas investigações criminais. Mostrou-se essencial para identificação humana e comprovação de autoria.
5	Franco et al. (2022)	Comprovar a importância da técnica de PCR na perícia criminal e sua eficácia na análise de vestígios biológicos.	A PCR é uma das técnicas mais eficazes para amplificação e análise de DNA em vestígios mínimos, sendo amplamente aplicada na perícia para identificação humana e elucidação de crimes.
6	Frotta et al. (2024)	Analisar a importância da biologia molecular e das técnicas genéticas aplicadas à perícia	O estudo destacou que a biologia molecular é fundamental para a perícia criminal, permitindo a individualização precisa por meio do DNA e a

		forense, com foco na identificação humana e elucidação de crimes.	reconstituição de eventos criminais. Concluiu que o uso de marcadores genéticos e bancos de dados genéticos fortalece a credibilidade científica das investigações.
7	Oliveira et al. (2023)	Discutir o papel do biomédico na perícia criminal, com ênfase nas práticas laboratoriais e nos avanços tecnológicos que envolvem a biologia molecular.	Concluíram que o biomédico possui papel essencial na perícia, sendo capacitado para atuar com análises genéticas e toxicológicas, auxiliando na produção de provas científicas e contribuindo com o sistema judicial através do domínio de técnicas como PCR e sequenciamento genético.
8	Hassunuma et al. (2024b)	Analisar o jogo <i>MicroMacro: Crime City</i> como ferramenta didática para o ensino de conceitos de Biomedicina Forense.	O estudo concluiu que o jogo é um recurso pedagógico eficaz para o ensino de criminalística e biomedicina forense, favorecendo o aprendizado ativo e o raciocínio investigativo dos alunos. Destacou vantagens como acessibilidade, linguagem em português e aplicabilidade em ambientes virtuais e presenciais.
9	Santos Pacheco (2023)	Relatar a relevância do biomédico na área da toxicologia forense e sua contribuição para equipes multidisciplinares na investigação de crimes e mortes suspeitas.	O artigo concluiu que o biomédico é apto a atuar como perito criminal por dominar técnicas de toxicologia forense, como imunoensaios e cromatografia, que permitem identificar e quantificar substâncias tóxicas. Enfatizou que sua atuação é essencial para garantir a justiça e a precisão científica nos laudos periciais.
10	Colavite et al. (2021)	Apresentar as diversas áreas de atuação do profissional biomédico dentro da ciência forense e na investigação criminal, destacando o papel da biomedicina nas perícias.	O estudo evidenciou que a biomedicina é uma ciência interdisciplinar e essencial para a perícia criminal, abrangendo áreas como genética forense, toxicologia, entomologia e balística. Concluiu que o avanço tecnológico tem ampliado o campo de atuação do biomédico e a precisão das análises criminais.
11	Araújo (2023)	Descrever o impacto do quimerismo genético nas análises periciais de DNA e os desafios que essa condição representa para a perícia criminal.	Os autores concluíram que o quimerismo pode comprometer a precisão dos testes de DNA, levando a resultados incorretos e interpretações equivocadas. O estudo reforça a necessidade de protocolos atualizados e de maior capacitação dos profissionais de genética forense para reconhecer casos de quimerismo e evitar erros judiciais.
12	Dias et al. (2024)	Investigar a aplicação das técnicas de biologia molecular e genética forense na perícia criminal, destacando a importância da atuação do biomédico.	Concluiu-se que as técnicas moleculares, especialmente a PCR e a análise de STRs, são fundamentais para a identificação humana e resolução de crimes. O trabalho destacou a relevância do biomédico como profissional qualificado para operar metodologias avançadas, contribuindo para a eficiência e credibilidade da perícia criminal.

Fonte: Elaborado pelas Autoas (2025).

DISCUSSÃO

A discussão foi estruturada em três eixos temáticos que refletem os principais achados da revisão: (a) as técnicas de biologia molecular mais empregadas em investigações periciais,

com destaque para PCR e sequenciamento genético; (b) as competências técnicas e científicas do biomédico, que asseguram sua qualificação para atuar na perícia criminal; e (c) a importância da atuação desse profissional para o fortalecimento da confiabilidade das provas e para a promoção da justiça, evidenciando a integração entre ciência e responsabilidade ética no contexto forense.

AS PRINCIPAIS TÉCNICAS DE BIOLOGIA MOLECULAR APLICADAS EM CONTEXTOS PERICIAIS

As técnicas de biologia molecular proporcionam métodos de identificação e análise de vestígios biológicos com elevado grau de precisão. A biologia molecular aplicada à perícia evoluiu de procedimentos rudimentares para métodos sofisticados capazes de individualizar perfis genéticos. Essa evolução permitiu o uso de amostras mínimas, como fios de cabelo, saliva ou sangue seco, ampliando o alcance e a eficácia das investigações criminais (Cavalheiro, 2024).

Segundo Franco *et al.* (2022), a PCR revolucionou a biologia molecular forense ao possibilitar a identificação genética a partir de amostras muito pequenas ou degradadas, como fios de cabelo, sangue seco ou células epiteliais. Sua alta sensibilidade e precisão garantem resultados reprodutíveis, tornando-a essencial em investigações criminais, testes de paternidade e diagnósticos genéticos. Em síntese, a PCR é uma ferramenta para a análise de material genético, pois transforma traços mínimos de DNA em quantidades detectáveis e analisáveis.

4966

Conforme Albuquerque *et al.* (2022), a qPCR tem ampla aplicação na biologia molecular forense, sendo empregada para identificação de indivíduos, estabelecimento de vínculos entre suspeitos e locais de crime, além de permitir a diferenciação entre amostras humanas e não humanas, aspecto categórico em investigações complexas. Sua alta sensibilidade e especificidade garantem resultados confiáveis e juridicamente válidos, consolidando-a como uma ferramenta para a análise molecular em contextos periciais.

De acordo com Gonçalves *et al.* (2022), o sequenciamento constitui uma das principais ferramentas moleculares utilizadas na genética forense, pois permite a análise de regiões específicas do DNA, conhecidas como marcadores genéticos, as quais fornecem informações sobre ancestralidade, características fenotípicas e identidade individual. Assim, o sequenciamento amplia o potencial investigativo da biologia molecular, tornando-se essencial

na individualização de suspeitos e na elucidação de crimes complexos, nos quais outras técnicas apresentam limitações.

Silva (2022) acrescenta que as técnicas moleculares não se limitam ao DNA nuclear, incluindo também o DNA mitocondrial, útil em amostras degradadas ou escassas. Essa abordagem permite rastrear linhagens maternas e é indispensável na identificação de restos mortais e vítimas de desastres em massa. Assim, a biologia molecular fortalece a confiabilidade da prova pericial, integrando rigor científico, padronização metodológica e precisão técnica em benefício da justiça criminal.

Lopes (2024) observa que o uso de ferramentas de biologia molecular fortalece a confiabilidade da prova pericial ao integrar rigor científico e metodologias padronizadas. Para a autora, o correto manejo do material biológico, aliado à aplicação de técnicas avançadas, contribui diretamente para o laudo pericial e assegura maior transparência nas investigações.

Por fim, Franco *et al.* (2022) enfatiza que a incorporação das técnicas de biologia molecular à rotina pericial fortalece a justiça criminal, uma vez que reduz a margem de erros e aumenta a confiabilidade das provas apresentadas em tribunal. A capacidade de identificar indivíduos com base em material genético mínimo representa um avanço da ciência forense contemporânea, demonstrando como a biologia molecular se consolidou como ferramenta para a persecução penal.

4967

AS COMPETÊNCIAS TÉCNICAS E CIENTÍFICAS DO BIOMÉDICO QUE CONTRIBUEM PARA SUA INSERÇÃO E ATUAÇÃO NA PERÍCIA CRIMINAL

A atuação do biomédico na perícia criminal associa o domínio técnico das ciências biológicas com a necessidade de produzir provas confiáveis para o sistema de justiça. Deste modo, o biomédico forense contribui não apenas na análise de fluidos corporais tradicionais como sangue e saliva, mas também em amostras como o humor vítreo, que pode ser utilizado em análises toxicológicas e genéticas em situações de carbonização ou putrefação (Frotta *et al.*, 2024).

Oliveira *et al.* (2023) destacam que, em casos de abuso sexual, o profissional biomédico é responsável pela coleta sistematizada de vestígios biológicos, como sêmen, células epiteliais e fluidos corporais, além de atuar na detecção de substâncias tóxicas utilizadas para dopar as vítimas. A aplicação de técnicas de biologia molecular e toxicologia permite a identificação

inequívoca de suspeitos, fortalecendo o processo investigativo e promovendo a proteção às vítimas

Hassunuma *et al.* (2024) discutem que, embora a biomedicina forense ainda não seja uma habilitação oficial do Conselho Federal de Biomedicina, há uma demanda crescente entre estudantes e profissionais. O ensino de conceitos ligados à perícia criminal favorece a compreensão de noções essenciais como cena do crime, vestígio, indício e prova, que fazem parte do cotidiano da atuação biomédica na perícia.

De acordo com Santos e Pacheco (2023), o profissional é capaz de detectar e quantificar substâncias tóxicas em amostras biológicas, auxiliando na determinação de causas de morte e na identificação de crimes relacionados a envenenamento, uso de drogas ilícitas ou intoxicações acidentais. Logo, se exige não apenas conhecimento laboratorial, mas também a integração com equipes multidisciplinares da perícia criminal, permitindo que os laudos emitidos tenham valor científico e jurídico reconhecido.

A inserção do biomédico na perícia criminal é um avanço para a produção de evidências técnicas no Brasil, em que sua atuação se estende desde a coleta e preservação de amostras até a interpretação de resultados de alta complexidade, assegurando maior precisão na construção de laudos periciais, fundamentada em biologia molecular, genética, toxicologia e patologia, promovendo maior confiabilidade nos processos investigativos (Frotta; Lima Filho; Moraes Filho, 2024).

4968

A RELEVÂNCIA DA ATUAÇÃO DO BIOMÉDICO PARA O FORTALECIMENTO DA CONFIABILIDADE DAS PROVAS CRIMINAIS E PARA A PROMOÇÃO DA JUSTIÇA

Conforme Colavite *et al.* (2021), a biomedicina forense atua como elo entre a ciência e o direito, assegurando que a produção de evidências biológicas ocorra com rigor técnico e respaldo metodológico. O domínio de áreas como biologia molecular, genética, toxicologia e microbiologia permite ao biomédico identificar, interpretar e validar vestígios com precisão, o que reduz as margens de erro em análises laboratoriais e proporciona maior segurança jurídica às decisões judiciais.

O biomédico visa assegurar a autenticidade das evidências criminais, pois sua formação técnica permite aplicar metodologias como a PCR e a análise de marcadores genéticos STR. Em que, possibilitam a identificação humana e a elucidação de crimes a partir de amostras mínimas ou degradadas. Os resultados obtidos apresentam alto nível de confiabilidade e

precisão, o que fortalece o papel do biomédico como agente de validação científica (Dias *et al.*, 2024).

Além da dimensão técnica, o biomédico exerce um papel ético e social crucial no contexto da perícia criminal. Segundo Araújo (2023), a interpretação incorreta de resultados genéticos pode gerar graves distorções judiciais, especialmente em casos de quimerismo genético. Essa condição, caracterizada pela presença de duas linhagens de DNA em um mesmo indivíduo, pode levar a conclusões equivocadas sem preparo técnico adequado.

Ainda de acordo com Araújo (2023), ao dominar as limitações e variabilidades das técnicas moleculares, o biomédico é capaz de reconhecer inconsistências e evitar erros de interpretação, garantindo que as provas sejam analisadas com responsabilidade científica e justiça. Ademais, a atuação do biomédico na preservação da cadeia de custódia e no cumprimento das normas éticas em todo o processo pericial.

Uma vez que, o controle intransigente desde a coleta até a emissão do laudo é indispensável para a integridade das provas, o biomédico deve atuar com imparcialidade, transparência e compromisso com a veracidade científica. De modo que, tal conduta assegura que os resultados laboratoriais correspondam fielmente ao material coletado, fortalecendo a credibilidade da perícia e a confiança do sistema judicial na ciência biomédica (Colavite *et al.*, 2021).

4969

Nesse sentido, a atuação do biomédico trata-se de um avanço no processo de modernização da justiça criminal, ao aliar rigor técnico, ética e inovação. Sua capacidade de integrar conhecimentos como genética, toxicologia e microbiologia, o torna indispensável em investigações complexas. O biomédico contribui não apenas para a resolução de crimes, mas também para o aprimoramento das práticas periciais, tornando-as mais seguras e padronizadas (Hassunuma *et al.*, 2024b).

Conforme demonstram Colavite *et al.* (2021), Araújo e Queiroz (2023) e Dias *et al.* (2024), a presença do biomédico nas equipes periciais assegura que a ciência seja utilizada de forma ética e fundamentada. Sua atuação contribui para reduzir erros judiciais e garantir decisões mais justas e embasadas. Ao aplicar metodologias reprodutíveis e reconhecidas internacionalmente, o biomédico fortalece o vínculo entre a verdade científica e a verdade jurídica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu compreender que a utilização das técnicas de biologia molecular representa um marco no aprimoramento das práticas periciais e na ampliação da atuação do biomédico no campo da perícia criminal. O objetivo geral foi alcançado ao evidenciar que, por meio de métodos como a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), o sequenciamento genético e a análise de marcadores STR, é possível obter resultados altamente precisos e reprodutíveis, fortalecendo a credibilidade das provas criminais. O que possibilitam a identificação humana em amostras mínimas ou degradadas, conferindo à biomedicina um papel importante na resolução de casos complexos e na busca pela verdade científica.

Quanto ao primeiro objetivo específico, verificou-se que as técnicas de biologia molecular mais empregadas na perícia criminal, especialmente a PCR, a qPCR e o sequenciamento de DNA, sendo decisivas para a individualização de perfis genéticos, o estabelecimento de vínculos entre suspeitos e cenas de crime, e a diferenciação entre materiais biológicos humanos e não humanos. Tais metodologias garantem rapidez, sensibilidade e precisão, tornando-se indispensáveis para a produção de provas científicas confiáveis e juridicamente válidas.

4970

Em relação ao segundo objetivo, observou-se que as competências técnicas e científicas do biomédico, fundamentadas em sólida formação laboratorial e domínio das metodologias moleculares, são determinantes para sua inserção e reconhecimento na perícia criminal. O profissional biomédico é capacitado para atuar em todas as etapas do processo pericial, desde a coleta e conservação das amostras até a interpretação dos resultados, assegurando o cumprimento de padrões éticos e técnicos que garantem a integridade das evidências e a veracidade dos laudos.

Por fim, ao atender ao terceiro objetivo, verificou-se que a atuação do biomédico contribui significativamente para o fortalecimento da confiabilidade das provas criminais e para a promoção da justiça. Seu papel é essencial na validação científica das evidências, na redução de erros periciais e na consolidação de uma prática investigativa pautada em rigor técnico e ética profissional. Assim, conclui-se que o avanço das técnicas de biologia molecular, aliado à qualificação do biomédico, constitui um fator decisivo para o aprimoramento da perícia criminal e para a consolidação de um sistema judiciário mais justo, preciso e fundamentado em bases científicas.

REFERÊNCIAS

ALBERTS B, *et al.* Biologia molecular da célula [recurso eletrônico]. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

ALBUQUERQUE EGS, *et al.* Técnicas moleculares padronizadas para identificação de agentes biológicos em violência sexual. *Research, Society and Development*, 2022; 11(16): 1-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i16.38712>

ARAÚJO MV. Quimerismo genético: desafios e implicações na perícia criminal. Brasília: Centro Universitário de Brasília; 2023.

BOBATO DA, SLOBODA DA. Impacto do sequenciamento genético na orientação de terapias-alvo no câncer de pulmão: uma revisão narrativa. *Ciências da Saúde: Abordagens Interdisciplinares e Inovações Científicas*, 2025; 2: 113-128.

BRASIL. Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941. Código de Processo Penal. Diário Oficial da União: Seção 1, Rio de Janeiro, RJ, 13 out. 1941.

BRASIL. Lei nº 12.654, de 28 de maio de 2012. Altera a Lei nº 12.037, de 1º de outubro de 2009, e a Lei nº 7.210, de 11 de julho de 1984 – Lei de Execução Penal, para prever a coleta de perfil genético como forma de identificação criminal, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, 29 maio 2012.

CARDOSO TC, *et al.* Biologia Molecular e Forense no Ensino Médio. *Research, Society and Development*, 2021; 10(8): 1-19. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17624>

4971

CAVALHEIRO AP. Biologia molecular aplicada à área forense: um resgate no tempo. *Journal of Interdisciplinary Debates*, 2024; 5(1): 30-44.

CECCATO VM. Biologia molecular. 2. ed. Fortaleza: EdUECE, 2015.

COLAVITE NL *et al.* A Biomedicina e a perícia criminal. In: X JORNACITEC - Jornada Científica e Tecnológica, 2021.

DIAS SVG *et al.* Atuação do biomédico na identificação de sangue humano em local de crime. *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, 2024; 10(1).

ESPOLADOR RC, CORRÊA DM, TREVISAN LM. Breves considerações acerca da responsabilidade civil proveniente do dano genético decorrente da utilização do CRISPR-Cas9. *Revista IBERC*, 2025; 8(1): 114-135. DOI: <https://doi.org/10.37963/iberc.v8i1.334>

FRANCO JVV, *et al.* A influência da PCR na perícia criminal: revisão sistemática de literatura. *Revista Amazônia Science & Health*, 2022; 10(2): 1-15.

GOMES AO, COELHO RT. A importância do PCR em tempo real (qPCR) no monitoramento de doença residual mínima em leucemia mieloide crônica. *Revista Matogrossense de Saúde*, 2023; 1(1): 5-15.

GONÇALVES DP, *et al.* A genética forense como meio de solução dos casos de estupro contra mulher. Centro Universitário UNIVAG, 2022.

HASSUNUMA RM, *et al.* Revisão integrativa e redação de artigo científico: uma proposta metodológica em 10 passos. Revista Multidisciplinar em Educação e Meio Ambiente, 2024a; 5(3): 1-12. DOI: <https://doi.org/10.51161/integrar/remas/4275>

HASSUNUMA RM, *et al.* Como utilizar o jogo Micromacro: Crime City no ensino de conceitos de biomedicina forense?. Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente, 2024b; 5(1): 19-33. DOI: [10.51189/integrar/rema/4208](https://doi.org/10.51189/integrar/rema/4208).

LIMA FILHO SL, *et al.* A utilização de humor vítreo para estudos forenses: desafios e possibilidades a partir da biomedicina forense. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, 2024; 10(10): 376-392. DOI: [10.51891/rease.v10i10.15853](https://doi.org/10.51891/rease.v10i10.15853).

LOPES RD. A perícia forense segundo os vestígios da graduação em Ciências Biológicas: uma revisão literária do Brasil, o país megadiverso. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2024.

MONTEZANO L, *et al.* Modelo de avaliação de inovações tecnológicas em áreas da perícia criminal. Future Studies Research Journal, 2024; 16(1): 1-22. DOI: [10.24023/FutureJournal/2175-5825/2024.v16i1.846](https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2024.v16i1.846).

NASCIMENTO ER, *et al.* Manual de técnicas em biologia molecular. Niterói: Eduff, 2022.

NELSON DL, COX MM. Princípios de Bioquímica de Lehninger. Porto Alegre: Artmed, 2018.

4972

OLIVEIRA TS, MORAES FILHO AV. Técnicas de biologia molecular utilizadas para desvendar crimes. Saúde & Ciência em Ação – Revista Acadêmica do Instituto de Ciências da Saúde, 2018; 4(1): 89-97.

OLIVEIRA VCSS, *et al.* A importância da biomedicina forense na elucidação do crime de abuso sexual na cidade de Imperatriz-MA. Revista Foco, 2023; 16(11): 1-15. DOI: [10.54751/revistafoco.v16n11-158](https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n11-158).

RAMOS TMV, *et al.* Leptospirose: características da enfermidade em humanos e principais técnicas de diagnóstico laboratorial. RBAC (Online), 2021; p. 211-218. DOI: [10.21877/2448-3877.202102110](https://doi.org/10.21877/2448-3877.202102110).

RIBEIRO MCM. Genética Molecular. 1. ed., 2. reimp. Florianópolis: BIOLOGIA/EAD/UFSC, 2014.

SANTIAGO MC, *et al.* Uso e benefício da biologia molecular nas ciências forenses e sua aplicação no banco de perfis genéticos. Revista Brasileira de Criminalística, 2020; 9(2): 95-104. DOI: <http://dx.doi.org/10.15260/rbc.v9i2.342>

SANTOS AAB, PACHECO CSV. Atuação do biomédico na toxicologia forense. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, 2023; 9(10): 3940-3952. DOI: [10.51891/rease.v9i10.11875](https://doi.org/10.51891/rease.v9i10.11875).

SANTOS JB. Avanços em métodos de clonagem molecular para a engenharia genética e biologia sintética. Foz do Iguaçu: Universidade Federal da Integração Latino-Americana; 2024.

SILVA BC. A importância da biologia forense na resolução de crimes. Monte Carmelo: Centro Universitário Mário Palmério (UNIFUCAMP); 2022.