

O PAPEL DO BIOMÉDICO NA GESTÃO E ANÁLISE DE BANCOS DE DADOS DE DNA FORENSE

Raphael Santos de Paula Omena¹
Gustavo Reis Branco de Souza²

RESUMO: A genética forense consolidou-se como ferramenta central na elucidação de crimes, tendo nos bancos de dados de DNA, como o Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG), um instrumento tecnológico fundamental para a identificação de indivíduos. O objetivo deste trabalho foi analisar o papel do biomédico na gestão e análise desses sistemas, evidenciando sua contribuição técnica e ética para a investigação criminal. Para tanto, realizou-se uma revisão integrativa de literatura nas bases PubMed, SciELO e BVS, com recorte temporal entre 2013 e 2025. Os resultados demonstram que o biomédico atua em todas as fases do processo, desde o processamento laboratorial de vestígios biológicos até a interpretação de dados complexos em plataformas digitais. Garantindo a padronização e a confiabilidade dos cruzamentos genéticos (matches), conferindo robustez científica às provas judiciais. Contudo, o estudo aponta que desafios estruturais, como disparidades regionais de infraestrutura e limitações orçamentárias, somados a dilemas bioéticos sobre a privacidade de dados, limitam a efetividade do sistema no Brasil. Conclui-se que o biomédico é um profissional importante para a viabilização de um sistema pericial seguro e eficiente, sendo necessária a superação de gargalos logísticos e regulatórios para o fortalecimento da perícia técnico-científica nacional.

Palavras-chave: Genética forense. Bancos de dados de DNA. Biomédico. Brasil.

1

1. INTRODUÇÃO

A genética forense tem se consolidado como uma ferramenta indispensável na elucidação de crimes e na identificação de indivíduos. Seu uso tem se tornado especialmente relevante na reconstituição de identidades em casos de pessoas desaparecidas, na comparação de perfis genéticos obtidos em cenas de crime e no cruzamento com dados armazenados em bancos genéticos. Segundo Liecheski et al. (2022), “a genética forense é uma ciência de grande importância no cenário criminal, sendo útil tanto para identificar suspeitos quanto para inocentar indivíduos injustamente acusados”. No Brasil, apesar dos avanços, ainda se observam desafios relacionados à padronização, cobertura nacional e ampliação dos bancos de perfis genéticos, embora sua importância para a segurança pública seja inegável.

Nesse contexto, os bancos de dados de DNA forense surgem como ferramentas tecnológicas fundamentais para a investigação criminal, possibilitando a ligação entre vestígios biológicos e indivíduos registrados. A efetividade desses sistemas depende diretamente da

¹Graduando em biomedicina, Centro universitário CESMAC.

²Mestre, Orientador: Centro universitário CESMAC.

qualidade e da confiabilidade dos dados inseridos, o que torna essencial a presença de profissionais capacitados em genética e biologia molecular. Como destacado por Liecheski, et al., (2022), “o rigor técnico durante as etapas de extração, amplificação e interpretação dos dados genéticos é indispensável para garantir a confiabilidade dos resultados”. Assim, os bancos de perfis genéticos se tornam aliados do sistema judiciário, desde que operados com precisão e ética.

É nesse cenário que o biomédico ganha protagonismo, sendo um profissional capacitado para atuar nas diversas fases do processamento de amostras biológicas desde a coleta e extração do material genético até a análise e inserção dos dados em sistemas forenses. A formação em biomedicina proporciona uma base sólida em genética molecular, microbiologia e bioinformática, qualificando esse profissional a interpretar os resultados com responsabilidade científica. Batista et al. (2024) reforçam essa ideia ao afirmar que “os biomédicos desempenham um papel essencial, realizando a coleta, análise e interpretação de amostras biológicas, como sangue, saliva, cabelo e outros tecidos”. Além disso, sua atuação contribui para o fortalecimento da perícia técnico-científica no Brasil, onde a demanda por profissionais qualificados nessa área ainda é crescente.

O Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG), instituído no Brasil, tem como objetivo

integrar dados genéticos coletados em investigações criminais em todo o território nacional. A plataforma é gerenciada pela Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos, sob coordenação da Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP). Embora a estrutura do BNPG represente um avanço, sua efetividade depende da qualidade técnica dos profissionais envolvidos. O biomédico pode colaborar de forma direta nesse processo, atuando na extração e análise do DNA, garantindo a correta inserção dos dados e assegurando que os protocolos técnicos e éticos sejam seguidos (AMARAL et al., 2023).

Dessa forma, compreender a dinâmica entre a qualificação do biomédico e a gestão desses bancos de dados é fundamental para a valorização da genética forense no país. A atuação desse profissional não apenas fortalece o uso científico da prova biológica, mas viabiliza a padronização e a segurança necessárias para que ferramentas como o BNPG operem em sua capacidade plena. Portanto, a integração entre a expertise técnica e a infraestrutura tecnológica dos bancos de perfis genéticos representa um avanço estratégico para a consolidação de um sistema pericial mais eficiente e seguro no contexto criminal brasileiro.

O presente estudo tem como propósito central analisar o papel do biomédico na gestão

e análise de bancos de dados de DNA forense, com foco em evidenciar sua contribuição técnica e ética para a eficácia da investigação criminal e para a manutenção da confiabilidade das informações genéticas. Para fundamentar essa análise principal, o trabalho propõe-se a compreender o funcionamento sistêmico dos bancos de dados de DNA e sua aplicação prática na elucidação de delitos. Adicionalmente, busca-se discutir as competências específicas do profissional biomédico no manejo de informações moleculares, bem como avaliar os desafios estruturais e regulatórios que permeiam o cenário da genética forense no contexto brasileiro.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1 Tipo de estudo

Este trabalho configura-se como uma revisão de literatura de caráter integrativo, cujo objetivo é reunir, analisar e sintetizar o conhecimento disponível acerca do papel do biomédico na gestão e análise de bancos de dados de DNA forense. Optou-se pelo formato integrativo devido à sua capacidade de não apenas mapear e descrever o panorama atual das publicações, mas também de identificar lacunas existentes, discutir as diversas metodologias empregadas e propor diretrizes para futuras investigações e práticas laboratoriais.

2.2 Local da pesquisa

A pesquisa bibliográfica será realizada em bases de dados eletrônicas (PubMed, SciELO, BVS), repositórios institucionais (CESMAC e outras universidades), biblioteca física do CESMAC e documentos oficiais online (Conselho Federal de Biomedicina, SENASP).

2.3 Procedimentos

Esta revisão integrativa iniciou-se com a formulação da questão: “como o biomédico contribui para a qualidade e eficiência do Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG) no Brasil?”. Para a identificação das evidências, a estratégia de busca utilizou descritores indexados no DeCS/Mesh, sendo eles, ‘Forensic Genetics’, ‘DNA Databases’, ‘Biomedical Professional’ e ‘Brazil’, articulados por operadores booleanos e refinados por filtros de idioma (português e inglês) e de recorte temporal entre 2013 e 2025. O levantamento bibliográfico foi conduzido nas bases de dados PubMed, SciELO e BVS, seguindo-se a triagem de títulos e resumos para a aplicação rigorosa dos critérios de elegibilidade.

Foram incluídos estudos focados na gestão e análise de bancos de dados de DNA forense

no Brasil, enquanto relatos de caso, resumos de eventos e artigos sem revisão por pares foram excluídos para assegurar a qualidade científica da amostra. Após a obtenção dos textos completos, realizou-se a extração e organização de dados (autor, ano, método, resultados e limitações), permitindo uma análise crítica mediante categorização temática e comparação metodológica. Por fim, os achados foram consolidados em um relatório síntese, discutindo as contribuições práticas do biomédico e apresentando recomendações para o fortalecimento do sistema pericial nacional.

3. RESULTADOS

Os estudos selecionados nesta revisão integrativa demonstram que os bancos de dados de DNA forense desempenham papel fundamental na investigação criminal, contribuindo diretamente para a identificação de indivíduos e a resolução de crimes. Observou-se que a utilização de perfis genéticos permite a comparação entre vestígios coletados em cenas de crime e dados previamente armazenados, aumentando a eficiência das análises periciais.

Foi identificado que o Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG) constitui um importante avanço no contexto brasileiro, promovendo a integração de dados genéticos entre diferentes unidades federativas. Entretanto, os estudos apontam limitações relacionadas à cobertura ainda reduzida do banco e à necessidade de maior padronização dos procedimentos laboratoriais.

Além disso, verificou-se que a atuação do biomédico está presente em diversas etapas do processo, incluindo a coleta, o processamento e a análise das amostras biológicas. A presença desse profissional contribui para a qualidade e confiabilidade dos dados inseridos nos bancos genéticos.

Por fim, os estudos evidenciam a existência de desafios relacionados à infraestrutura, à capacitação profissional e às questões éticas envolvendo o armazenamento e uso de dados genéticos.

4. DISCUSSÃO

A consolidação da genética forense como ferramenta central na investigação criminal está diretamente associada ao desenvolvimento e à implementação de bancos de dados de DNA, os quais permitem o armazenamento e a comparação sistemática de perfis genéticos obtidos a partir de vestígios biológicos. Esses sistemas têm demonstrado grande eficácia na identificação de indivíduos e na elucidação de crimes, especialmente quando não há suspeitos

previamente definidos (BUTLER, 2015). No contexto brasileiro, o Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG) representa um marco importante ao integrar informações genéticas em nível nacional, ampliando a capacidade investigativa e promovendo maior eficiência na atuação pericial (AMARAL et al., 2023).

Entretanto, a eficácia desses bancos está diretamente relacionada à qualidade dos dados inseridos e à padronização dos procedimentos laboratoriais. Sob essa ótica, a literatura científica aponta que a obtenção de perfis genéticos confiáveis depende da aplicação rigorosa de técnicas de biologia molecular, como a reação em cadeia da polimerase (PCR) e a análise de marcadores STR (Short Tandem Repeats), amplamente utilizados na identificação humana (BUTLER, 2015). Nesse contexto, o biomédico possui formação adequada para executar essas metodologias, além de interpretar os resultados com base em princípios estatísticos e genéticos, reduzindo a probabilidade de erros e garantindo maior precisão nas análises. Estudos demonstram que falhas em etapas laboratoriais podem comprometer investigações inteiras, evidenciando a importância da qualificação profissional (LIECHESKI; et al., 2022).

Além da atuação técnica, o biomédico exerce papel relevante na gestão dos sistemas de informação genética. Essa atribuição envolve a curadoria, validação e inserção estratégica de perfis, garantindo a integridade dos dados desde a etapa analítica até o armazenamento definitivo. A gestão adequada desse fluxo é fundamental para assegurar a confiabilidade das comparações e viabilizar o uso dos resultados como evidência judicial (PINHEIRO; et al., 2025). Conforme destaca Amaral, et al., (2023), a eficácia do Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG) é indissociável da padronização rigorosa dos procedimentos de inserção; este fator é determinante para que os cruzamentos de dados (*matches*) possuam robustez jurídica e auxiliem efetivamente na resolução de crimes sem suspeitos conhecidos.

Outro aspecto importante refere-se ao controle de qualidade nos laboratórios forenses. Nesse âmbito, o biomédico atua diretamente na implementação de protocolos operacionais padrão (POPs), na validação de métodos analíticos e na garantia da rastreabilidade absoluta das amostras biológicas. Tais processos são fundamentais para mitigar riscos de contaminação cruzada, trocas de material ou interpretações equivocadas, fatores que poderiam comprometer a credibilidade das análises periciais e a consequente admissibilidade da prova no processo penal (BUTLER, 2015). Assim, a expertise do biomédico na gestão da qualidade contribui para a reprodutibilidade dos resultados e assegura que a informação genética seja científica e juridicamente inquestionável (SILVA; et al., 2024).

Adicionalmente, a evolução tecnológica na área da genética forense tem ampliado significativamente as possibilidades analíticas. Técnicas mais recentes, como o sequenciamento de nova geração (Next Generation Sequencing – NGS), permitem a análise de um número maior de marcadores genéticos com maior sensibilidade e especificidade, inclusive em amostras degradadas ou com baixa quantidade de DNA (BØRSTING; et al., 2015). Nesse cenário, o biomédico pode assumir papel estratégico não apenas na execução técnica, mas também na interpretação de dados complexos, que demandam conhecimento em bioinformática e análise estatística avançada. Dessa forma, sua atuação torna-se importante para a correta aplicação dessas tecnologias no contexto forense.

A integração entre bancos de dados genéticos e sistemas de informação representa um dos pilares para a efetividade das investigações criminais. O sucesso dessa integração depende diretamente da qualidade da alimentação dos sistemas, da padronização dos perfis e da interoperabilidade entre diferentes instituições. Nesse contexto, o biomédico atua como um agente fundamental na interface entre a produção do dado laboratorial e sua inserção em plataformas digitais, garantindo que as informações sejam registradas de forma precisa e padronizada (AMARAL; et al., 2023). A ausência de rigor nesse processo pode comprometer a geração de correspondências genéticas, reduzindo drasticamente a eficiência dos bancos de dados.

6

Apesar dos avanços observados na implementação de bancos de dados de DNA forense no Brasil, diversos desafios estruturais ainda limitam sua efetividade plena. A eficiência desses sistemas está diretamente relacionada à abrangência populacional da rede; quanto maior o número de perfis disponíveis, maiores são as chances de identificação em casos sem suspeitos previamente definidos. No cenário nacional, embora o BNPG represente um marco, sua cobertura regional ainda é precária. Quando comparada a países com sistemas periciais mais consolidados, essa limitação evidencia a necessidade urgente de investimentos na coleta, armazenamento e processamento de amostras e inserção de dados (SANTOS; et al., 2017).

Somado a isso, a descentralização dos serviços periciais no Brasil dificulta a padronização de protocolos, o que pode comprometer a comparabilidade dos perfis em nível interestadual. Essa barreira é agravada por questões de infraestrutura laboratorial e escassez de recursos financeiros, visto que a genética forense exige equipamentos de alto custo e insumos de última geração. Nesse contexto de limitações, a expertise do biomédico torna-se ainda mais estratégica, pois cabe a este profissional otimizar processos e garantir o rigor analítico mesmo

diante de cenários orçamentários restritos (SANTOS; et al., 2017).

Para além dos obstáculos técnicos, as implicações éticas e legais quanto ao uso de bancos de DNA constituem um dos pontos mais sensíveis da literatura científica. O armazenamento de perfis genéticos envolve dados que revelam não apenas a identidade, mas vínculos ancestrais e características biológicas latentes. Conforme adverte Almeida (2019), o uso dessas informações sem mecanismos robustos de controle gera riscos significativos à privacidade e às liberdades individuais. No Brasil, a Lei nº 12.654/2012 buscou balizar essa prática, estabelecendo diretrizes para a coleta de material genético para fins criminais, a proteção contra o vazamento de dados e o uso indevido dessas informações permanece central para a bioética forense.

Diante desse cenário, torna-se pertinente destacar que a efetividade dos bancos de dados de DNA forense não depende exclusivamente da tecnologia empregada ou da quantidade de perfis armazenados, mas também da qualidade da interpretação dos resultados gerados. A análise estatística dos perfis genéticos, especialmente na determinação de probabilidades de coincidência, exige conhecimento aprofundado em genética populacional e bioestatística (BUCKLETON; et al, 2016), áreas nas quais o biomédico possui formação essencial. A correta interpretação desses dados é fundamental para evitar conclusões equivocadas que possam comprometer decisões judiciais, reforçando o papel desse profissional na confiabilidade das evidências.

Outro ponto relevante refere-se à necessidade de validação contínua dos métodos utilizados nos laboratórios forenses. A introdução de novas tecnologias, como o sequenciamento de nova geração (NGS), demandando não apenas capacitação técnica, mas também rigorosos processos de validação e padronização antes de sua aplicação em casos reais (HADDRILL, 2021). Nesse contexto, o biomédico pode atuar diretamente na avaliação da sensibilidade, especificidade e reprodutibilidade dos métodos, assegurando que os resultados obtidos sejam cientificamente robustos e juridicamente aceitáveis.

Além disso, a interpretação de perfis genéticos em situações complexas, como misturas de DNA ou amostras degradadas, representa um desafio significativo na prática forense. Esses casos exigem maior nível técnico e capacidade analítica (Bieber, 2016), assim, a atuação do biomédico torna-se ainda mais relevante, aplicando critérios científicos rigorosos e evitar interpretações subjetivas que possam comprometer a análise.

Em última análise, a atuação do biomédico na gestão de bancos de dados genéticos fortalece a interface entre a ciência laboratorial e o sistema de justiça brasileiro. Ao garantir o

rigor técnico desde a validação de métodos até a interpretação de perfis complexos, esse profissional contribui para que a genética forense seja um instrumento robusto de auxílio às investigações. Portanto, a integração das competências biomédicas a uma estrutura pericial multidisciplinar e bem equipada é um passo estratégico para que o país minimize seus gargalos estruturais e avance em direção a um sistema de identificação criminal mais preciso e ético.

5. CONCLUSÃO

O estudo evidenciou que o biomédico desempenha uma função estratégica na genética forense brasileira, sendo um profissional que pode ser responsável pela viabilidade técnica e ética do Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG). Sua formação permite converter vestígios biológicos em evidências jurídicas de alta confiabilidade, garantindo o rigor analítico necessário para a elucidação de crimes e a identificação de pessoas. Contudo, a plena eficácia desse sistema ainda é cerceada por gargalos estruturais, como a cobertura regional desigual e a carência de investimentos laboratoriais. Conclui-se que o fortalecimento da justiça baseada em evidências no Brasil depende diretamente da superação dessas barreiras logísticas, integrando expertise tecnológica à segurança jurídica e bioética.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. O. **A problemática trazida pelos bancos de perfis genéticos criminais no Brasil**. 2019. 128 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Direito) – Faculdade de Ciências Jurídicas e Sociais, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2019.
- AMARAL, T. M.; MARQUES, L. N.; ROCHA, L. S.; FRANCEZ, P. A. C. **Importância do Banco Nacional de Perfis Genéticos para a resolução de crimes sem suspeitos**. *Revista Brasileira de Criminalística*, v. 12, n. 5, p. 123–128, 2023.
- BATISTA, F. S.; SILVA, L. M. S.; BATISTA, R. S.; SOUZA, N. R. **O papel do biomédico na perícia criminal através da análise forense de amostras biológicas**. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 10, n. 10, p. 1628–1644, 2024.
- Bieber, F. R., Buckleton, J. S., Budowle, B., Butler, J. M., & Coble, M. D. **Evaluation of forensic DNA mixture evidence: protocol for evaluation, interpretation, and statistical calculations using the combined probability of inclusion**. *BMC genetics*, 17(1), 125. 2016
- BØRSTING, C.; MORLING, N. **Next generation sequencing and its applications in forensic genetics**. *Forensic Science International: Genetics*, v. 18, p. 175-189, 2015.

BUCKLETON, J. S.; BRIGHT, J. A.; TAYLOR, D. **Forensic DNA Evidence**

Interpretation. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016

BUTLER, J. M. **Advanced Topics in Forensic DNA Typing: Interpretation**: Elsevier/Academic Press, 2015.

CONSELHO REGIONAL DE BIOMEDICINA 3ª REGIÃO. **Perícia Criminal é área promissora para biomédico**. Goiânia: CRBM3, 2025.

Haddrill, P. R. “**Developments in forensic DNA analysis.**” *Emerging topics in life sciences* vol. 5,3 (2021): 381-393. doi:10.1042/ETLS20200304

LIECHESKI, C.; FEDATTO, P. F.; FREITAS, F. A. **Genética forense: fundamentos e aplicações**. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 5, n. 2, p. 6722-6742, 2022.

PINHEIRO, J. N. L.; CERQUEIRA, G. R. **O biomédico na perícia criminal: contribuições da aplicação de técnicas de biologia molecular**. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 11, n. 10, p. 4957-4973, 2025.

SANTOS, F.; COSTA, S.; RICHTER, V. **O Banco de Dados Genéticos no Brasil: os desafios operacionais e legais de um processo de modernização**. In: FONSECA, C.; MARICATO, G.; DUARTE, L. C.; BESEN, L. (orgs.). *Ciência,*

Medicina e Perícia nas Tecnologias de Governo. Porto Alegre: CEGOV, 2017. p. 130-150.

SILVA, A. M. F.; REIS, L. G.; FREIRE, R. K. **A atuação do biomédico na perícia criminal: a ciência aplicada na elucidação de casos criminais**. 2024. Monografia (Graduação em Biomedicina) – Centro Universitário, São Bernardo do Campo, 2024.