

## ***O IMPACTO DO BANCO DE DADOS DE DNA NA ELUCIDAÇÃO DE CRIMES NO BRASIL – UMA REVISÃO DE LITERATURA***

Mayara Cristina Lemos <sup>1</sup>, Caroline Cardozo Gasparin <sup>1</sup>

### *Artigo de Revisão*

#### **RESUMO**

É notável que a genética forense tem ganhado cada vez mais reconhecimento na área científica por todo o mundo. As técnicas de Biologia molecular utilizadas na análise de vestígios criminais são extremamente sensíveis e permitem a obtenção de perfis genéticos dos indivíduos baseando-se na análise de polimorfismos do DNA (Ácido Desoxribonucleico). O presente trabalho teve por objetivo realizar um estudo atualizado sobre a importância do processo de identificação humana nas resoluções de casos criminais utilizando perfis genéticos cadastrados em Banco de Dados CODIS (Combined DNA Index System) e RIBPG (Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos). A pesquisa foi bibliográfica e documental, com variáveis quali e quantitativas encontradas em plataformas virtuais, sites e livros de grande renome na área. Os dados apresentados demonstram que a identificação por análise de microssatélites e SNPs (Single-Nucleotide Polymorphisms) na apuração criminal é sustentada por técnicas de última geração, como o isolamento do DNA, a PCR e a eletroforese capilar. Além disso, os bancos de perfis genéticos são uma valiosa ferramenta de investigação criminal e segurança pública no sistema de justiça brasileiro.

**Palavras-chave:** Banco de Dados de DNA, Ciências Forenses, Genética Forense, Microssatélites, Minissatélites.

## **THE IMPACT OF DNA DATABASE IN SOLVING CRIMES IN BRAZIL – A LITERATURE REVIEW**

### **ABSTRACT**

It is notable that forensic genetics is growing in the scientific field throughout the world. The molecular biology techniques used in the analysis of criminal traces are extremely sensitive and allow genetic profiles of individuals to be obtained based on the analysis of DNA (Deoxyribonucleic Acid) polymorphisms. The present work aimed to carry out an updated study on the importance of the human identification process in solving criminal cases using genetic profiles registered in the CODIS Database (Combined DNA Index System) and RIBPG (Integrated Network of Genetic Profile Banks). The research was bibliographic and documentary, with qualitative and quantitative variables found on virtual platforms, websites and highly reputed books in the area. The data presented demonstrate that identification by analysis of microsatellites and SNPs (Single-Nucleotide Polymorphisms) in criminal investigation is supported by Cutting-edge technology, such as DNA isolation, PCR and capillary electrophoresis. Furthermore, genetic profile banks are a valuable tool for criminal investigation and public security in the Brazilian justice system.

**Keywords:** DNA Database, Forensic Sciences, Forensic Genetics, Microsatellites, Minisatellites.

**Instituição afiliada** – <sup>1</sup>UniEnsino – Centro Universitário do Paraná

**Dados da publicação:** Artigo recebido em 30 de Novembro e publicado em 11 de Janeiro de 2024.

**DOI:** <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v6n1p805-828>

**Autorcorrespondente:** *Caroline Cardozo Gasparin* - [carolinecardozogasparin@gmail.com](mailto:carolinecardozogasparin@gmail.com)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





## INTRODUÇÃO

Baseando-se em conhecimentos provenientes da ciência, a área da perícia criminal tem ganhado cada vez mais destaque no Brasil. Vestígios de crimes quando corretamente identificados e analisados, originam valiosas provas materiais usadas no sistema judiciário e, assim, aumentam a chance da correta aplicação da lei. Desta forma, as *Ciências Forenses*, de forma simplista, podem ser compreendidas como ciências naturais que visam responder às demandas judiciais por meio da análise de vestígios que se fundamentam na ciência (VELHO et al, 2017).

De forma geral, as ciências forenses são constituídas por várias áreas de conhecimento, exigindo profissionais especializados e aptos para a realização dos exames periciais. Sob esta ótica, ressalta-se o impactante papel do perito criminal, profissional encarregado em coletar e avaliar vestígios encontrados na cena do crime. As evidências podem ser amostras biológicas, dentre as quais se destacam os fluidos corporais, cabelo, unha e pele (DOS SANTOS, 2018; VELHO et al, 2017). Conforme ressaltado por Santos (2018), nas últimas décadas as técnicas sustentadas na biologia molecular têm se destacado cada vez mais na área forense e sua ampla empregabilidade decorre principalmente do processo de aperfeiçoamento e sofisticação das metodologias vigentes (DOS SANTOS, 2018).

Entre as principais áreas utilizadas nas ciências forenses, destaca-se a entomologia forense usada como ferramenta auxiliar na averiguação de crimes a partir de dados obtidos pelas entomofaunas regionais. Nesse caso, são coletados insetos e outros artrópodes que ajudam na compreensão de fatos relativos a crimes de morte violenta (DOS SANTOS, 2018). A toxicologia forense também possui grande relevância, tendo como principal finalidade a identificação de substâncias que possam estar relacionadas a uma situação criminal, sendo também importante a avaliação da concentração de compostos lícitos e ilícitos em matrizes biológicas. Outra área que também merece destaque é a Botânica Forense, a qual tem auxiliado muito na elucidação de casos de homicídios ou mortes acidentais a partir da análise de vestígios de plantas obtidos no local do crime (DOS SANTOS, 2018). Para exemplificar sua aplicabilidade, é válido ressaltar o caso Nakashima, ocorrido em 2010, no Brasil, o qual

foi solucionado graças a análise de uma espécie de algas do gênero *Chaetophora*, nativa do local onde o corpo da vítima foi encontrado, e que também foi colhida do calçado do suspeito, auxiliando, desta forma, a confirmação da presença do réu no local (KLEBER, 2013).

Em adição às áreas anteriormente citadas, tem-se a Medicina Legal e a Criminalística, cuja denominação foi empregada no Brasil em 1947 durante o “I Congresso Nacional de Polícia Técnica”, em São Paulo (VELHO et al, 2017). Observa-se que partindo da ciência empírica e interdisciplinar, a criminalística se fundamenta em observação, opinião e experiência para chegar à causa do crime, já a medicina legal constitui uma especialidade médica respaldada no esclarecimento de fatos jurídicos, mas que, ao contrário da anterior, se baseia em conhecimentos técnicos-científicos a serviço da justiça. A antropologia forense, por sua vez, se enquadra dentro da medicina legal, responsabilizando-se pela identificação e pela característica físico-social do indivíduo. O processo discriminatório pode ser obtido via datiloscopia ou realizada através da odontologia legal (DEBORTOLI *et al.*, 2019).

Por fim, a Genética Forense, também conhecida como DNA (Ácido Desoxirribonucleico) Forense, refere-se à área que utiliza-se dos conhecimentos e técnicas de genética e de biologia molecular para auxiliar a justiça. Este seguimento possibilita a identificação de pessoas para diferentes finalidades, tais como os testes de paternidade e a vinculação de indivíduos em cenas de crime. O processo se dá por meio da coleta de materiais biológicos no local do crime e a análise de marcadores polimórficos do DNA em laboratório, além disso, é válido ressaltar que as técnicas usadas na área têm ganhado uma extrema relevância e auxiliado na resolução de muitos crimes (DOS SANTOS, 2018; MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010).

É notável que os avanços nas técnicas de análise e identificação do DNA, a partir da década de 1980, contribuíram para que as variantes genéticas constituíssem uma valiosa ferramenta para a identificação humana, principalmente na investigação criminal (DOS SANTOS, 2018). Para prosseguir com a identificação de criminosos, realiza-se a comparação entre perfis genéticos obtidos de suspeitos e àqueles armazenados em um banco de dados, o qual é alimentado por amostras de pessoas já registradas a partir de outros crimes, por exemplo (DOS SANTOS, 2018). Já tendo sido estabelecido em cinquenta e oito países, de início o sistema foi implementado no



Reino Unido e nos Estados Unidos da América (EUA) a partir do programa “DNA Index System” (NDIS), mas foi alterado anos depois pelo atual sistema denominado CODIS (Combined DNA Index System). Este último é composto por 13 marcadores genéticos polimórficos exclusivos, os quais são analisados conjuntamente por técnicas automatizadas e que resultaram em mais de 20 milhões de perfis genéticos armazenadas no sistema, o que levou ao êxito de mais de 545 mil investigações desde sua implantação nos EUA (ASSESSORIA DE IMPRENSA NACIONAL DO FBI, 2021; GRAZINOLI GARRIDO *et al.*, 2015; MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010).

O sistema CODIS introduziu-se em nosso país após a consolidação de um acordo entre os EUA e a Polícia Federal Brasileira, fato ocorrido por volta de 2010 (GRAZINOLI GARRIDO *et al.*, 2015; MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010). Neste contexto o presente trabalho tem por objetivo apresentar a genética forense e suas aplicações e destacar o uso do banco de dados de DNA na investigação forense no Brasil, assim como entender a importância de sua utilização na resolução de crimes.

## **METODOLOGIA**

O presente trabalho é uma pesquisa qualitativa, de modalidade teórica com base bibliográfica formal, discursiva e concludente. O método de abordagem escolhido foi a revisão do acervo de documentos bibliográficos de artigos científicos, revistas e regulamentos disponíveis nas bases de dados em bibliotecas virtuais, Scielo, Pubmed, Google acadêmicos e livros de acervo pessoal. A busca online foi realizada nos idiomas português e inglês, onde foram selecionados 25 materiais através dos descritores relacionadas com o trabalho em questão como, “banco de dados de DNA”, “perícia criminal”, “ciências forenses”, “genética forense”, “DNA”, “evolução das ciências forenses”, “PCR”, “gene”, “banco de dados no Brasil”, “CODIS”. Para revisão, foram selecionados documentos publicados de 2003 a 2023 e que tinham relação com o tema central da pesquisa “Banco de dados de DNA e sua contribuição para a resolução de crimes”.

## RESULTADOS

A seguir serão discutidos temas necessários ao correto entendimento acerca da importância do estudo do DNA para auxiliar na elucidação de crimes. Para tanto, faz-se necessário realizar uma breve introdução sobre a estrutura desta molécula, aprofundar-se em genética forense, bem como os marcadores moleculares utilizados na área, e, por fim, discorrer sobre os bancos de dados de DNA e sua aplicabilidade.

### DNA (ÁCIDO DESOXIRRIBUNOLEICO)

O DNA é uma macromolécula orgânica de extrema relevância, pois coordena o desenvolvimento e funcionamento da maioria dos organismos vivos. Além de sua função fisiológica e devido ao seu alto grau de polimorfismo vem se afirmando cada vez mais como uma ferramenta muito útil no processo de identificação humana (COELHO *et al.*, 2013; LOPES; COSTA; BARCELOS, 2013). Foi na década de 1980, a partir dos trabalhos de Alec Jeffreys, que a técnica de análise de DNA se desenvolveu para essa finalidade (LOPES; COSTA; BARCELOS, 2013). Tal molécula possui muitas funções e armazena uma ampla quantidade de informações que dirigem as características funcionais dos seres vivos (MAIA *et al.*, 2015).

Observa-se que, em 2023, sete décadas se passaram da descoberta da estrutura de dupla hélice do DNA. As unidades básicas que o compõem recebem o nome de nucleotídeos, que por sua vez, são constituídos por um grupo fosfato, uma pentose (desoxirribose) e uma base nitrogenada (MAIA *et al.*, 2015; PANNEERCHELVAM; NORAZMI, 2003; MAIA *et al.*, 2015). As bases são representadas pela Citocina, Timina, Guanina e Adenina, as quais são abreviadas como C, T, G e A, respectivamente. A cada 3 bases nitrogenadas têm-se um códon, o qual pode codificar um aminoácido (monômeros das proteínas) ou sinalizar a “parada” do processo de tradução (MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010; PANNEERCHELVAM; NORAZMI, 2003; MAIA *et al.*, 2015). As interações de hidrogênio que ocorrem entre os nucleotídeos contribuem para a forma tridimensional de dupla hélice, sendo o pareamento mais forte constituído por três interações entre G - C e o pareamento mais fraco formado por duas pontes entre A - T (MAIA *et al.*, 2015).

O DNA contido no núcleo das células encontra-se nos cromossomos

homólogos, os quais são compostos por regiões codificantes (cerca de 1,5% do genoma humano) e por sítios não-codificantes (responsável por mais de 98% do genoma humano). As regiões codificantes, por exemplo, são representadas por sequências que codificam proteínas, enquanto as regiões não-codificantes são responsáveis por outras funções como regulação ou atividade epigenética (ANDREASSA *et al.*, 2016; MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010). É na região não-codificante que se encontram muitos polimorfismos capazes de diferenciar os indivíduos (MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010).

É válido ressaltar que embora o genoma humano seja formado por aproximadamente 3 bilhões de pares de bases, uma grande quantidade destas não varia entre as pessoas, ficando destinado somente a uma pequena parte do genoma a existência de grande variabilidade. Nesses locais polimórficos, são encontradas sequências de nucleotídeos específicas e repetitivas passíveis de caracterizar e individualizar cada ser humano. Dessa forma, os polimorfismos genéticos cada vez mais se reafirmam como tendo uma extrema relevância na área forense para a identificação humana (ANDREASSA *et al.*, 2016; INTEGRADA; GEN, 2023; MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010; PANNEERCHELVAM; NORAZMI, 2003; MAIA *et al.*, 2015)

## **GENÉTICA FORENSE E MARCADORES MOLECULARES**

A obtenção de um perfil genético através da análise de variações específicas contidas no genoma constituem uma valiosa ferramenta para auxiliar na identificação de criminosos em crimes sexuais e de outra natureza, testes de paternidade, identificação de cadáveres, relação entre instrumento lesivo e vítima, dentre outros. Além da evolução nas técnicas hoje empregadas, é notável que o DNA pode ser obtido a partir de uma ampla gama de materiais encontrados na cena do crime, como fluídos e tecidos corporais humanos. Acrescido a isto, é essencial destacar que o DNA é uma molécula robusta dotada de pequena reatividade química e com alta resistência à degradação, características estas que lhe conferem uma excelente aplicabilidade para o processo de identificação humana. Dessa forma, a análise de seus polimorfismos possibilitam à ciência elaborar um perfil genético indivíduo-específico (ANDREASSA *et al.*, 2016; FRANCISCHINI; SUMITA; WHITTLE, 2013; DOS SANTOS, 2018; PENA, 2004; ;

MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010).

O ano de 1984 representa um importante marco para a história da Genética como um todo, pois neste período Alec Jeffreys implementou a análise de variações associadas a minissatélites na genética forense, revolucionando o sistema que até o momento utilizava fragilmente o grupo sanguíneo ABO, descoberto por Karl Landsteiner. É notável que, dado a pequena quantidade de alelos e fenótipos relativos a este sistema, a aplicabilidade forense do grupo sanguíneo era bastante limitada, pois este apresentava somente um poder excludente de suspeitos. É pertinente, portanto, ressaltar que, em caso de compatibilidade de tipo sanguíneo entre a fonte de material biológico obtido na cena do crime e o suspeito, não é possível afirmar com exatidão que os materiais se referem à mesma pessoa (MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010).

O sistema denominado VNTRs (*Variable Number of Tandem Repeats – “Número Variável de Sequências de Repetição em Tandem”*), também conhecido por minissatélites, consistia em sequências de 10 a 100 bases que se repetiam consecutivamente (*in tandem*) ao longo do genoma. Trata-se do primeiro método de utilização de análise de DNA para identificar indivíduos e que inicialmente enfrentou muita descrença quanto a sua credibilidade, mas com o passar do tempo as variantes genéticas afirmaram-se como ferramentas cruciais para a identificação humana (ANDREASSA *et al.*, 2016; MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010; PANNEERCHELVAM; NORAZMI, 2003). Os VNTRs eram analisados através da metodologia de *Southern Blotting*, que consistia em sondas especiais passíveis de reconhecer alelos de marcadores diferentes de forma simultânea (sondas multilocais) e gerando padrões complexos e específicos de bandas para cada indivíduo, os quais eram chamados de “Impressões Digitais de DNA”. De início, observa-se que as sondas multilocais, capazes de diferenciar as pessoas desde que não fossem gêmeos monozigóticos, eram bastante usadas, porém passaram a ser substituídas por sondas unilocais (identificavam o par de alelos de um único minissatélite) (ANDREASSA *et al.*, 2016; MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010; PENA, 2004).

Embora tenha tido uma ampla empregabilidade, a análise dos VNTRs, dado o tamanho de suas repetições e distribuição não homogênia no genoma, exigia uma quantidade abundante de amostra biológica e com baixo grau de degradação, o que tornaria inviável sua utilização em muitos casos. Em 1980, com o advento da técnica

de PCR (*Polymerase Chain Reaction*) por Kery Mullis, houve a possibilidade de que materiais biológicos degradados encontrados em pequenas quantidades em cenas de crimes pudessem ser expressivamente amplificados. Dessa forma, é evidente que a nova metodologia culminou em um aumento de sensibilidade na identificação humana (MELO; MASULLO; CARVALHO, 2021; ANDREASSA *et al.*, 2016; MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010; PANNEERCHELVAM; NORAZMI, 2003).

Atualmente, os VNTRs deixaram de ser empregados, utilizando-se os STRs (*Short Tandem Repeats - “Repetição Curta em Tandem”*). Estas variantes, também conhecidas como microssatélites, referem-se a sequências de 2 a 6 pares de bases que se repetem consecutivamente ao longo do genoma. O tamanho da unidade repetida é menor em comparação aos VNTRs, sendo que esta diferença acrescida da técnica de PCR, levou a maior aplicabilidade forense destes polimorfismos. A grande variedade de alelos que podem ser observadas em STRs, ou seja, número diferentes de repetições de um dado fragmento, os torna extremamente informativos, levando-os a demonstrarem um elevado poder de discriminação e baixa probabilidade de match, sendo pequeníssima a chance de um único indivíduo escolhido randomicamente na população ter um perfil genético idêntico a outro (ANDREASSA *et al.*, 2016; MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010; PANNEERCHELVAM; NORAZMI, 2003).

Com a evolução tecnológica, estão sendo desenvolvidas e aprimoradas desde os anos 60 um amplo leque de técnicas e equipamentos para processos automatizados na análise dos STRs. Tais análises, de maneira simplista, seguem uma sequência lógica: 1- inicialmente o DNA é extraído utilizando-se do protocolo mais adequado à amostra biológica em questão; 2- posteriormente, o material genético é quantificado; 3- Depois, as regiões polimórficas do DNA são amplificadas e isoladas através da PCR; 4- por fim, são utilizados métodos de detecção para avaliação dos polimorfismos genéticos, destacando-se a eletroforese em gel e a eletroforese capilar (ANDREASSA *et al.*, 2016).

É notável que além de marcadores biparentais, a genética forense emprega ainda a análise de marcadores de linhagem uniparentais, isto é, aqueles que são transmitidos por apenas um dos pais. Este é o caso das variantes localizadas no cromossomo Y humano e conhecidos por Y- STRs transmitidas do pai para indivíduos do sexo masculino. De forma mais genérica, tais marcadores são muito empregados

para a resolução de testes de paternidade de filhos e crimes envolvendo abusos sexuais. Neste cenário, é válido ressaltar sua aplicabilidade nos casos de estupro em que se observam misturas de secreção vaginal com sêmen (ANDREASSA *et al.*, 2016; PANNEERCHELVAM; NORAZMI, 2003).

Por fim, os SNPs (*Single Nucleotide Polymorphisms* - “Polimorfismos de Nucleotídeo Único”) também têm sua relevância no âmbito forense. Eles representam polimorfismos por mutação de ponto, ou seja, modificações em pares de bases em um local específico na sequência do DNA que leva a substituição de um nucleotídeo por outro. Esta, por sua vez, pode ou não influenciar no funcionamento ou na expressão de proteínas e, desta forma, modificar características de uma pessoa, incluindo sua aparência física (ANDREASSA *et al.*, 2016; MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010). Na atualidade, têm-se verificado que essas regiões são muito informativas em questões relacionadas a ancestralidade biogeográfica dos indivíduos (cor da pele, espessura e tom dos fios de cabelos, coloração dos olhos, altura e formas da face) (MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010). Sob esta perspectiva, o departamento de defesa dos EUA elaborou um kit que visa prever, através de análise do DNA de amostras biológicas, uma série de características físicas e ancestralidades. Isto ocorreria através de um software que modelaria digitalmente a face do indivíduo fornecedor da amostra (ANDREASSA *et al.*, 2016). Em síntese, espera-se que a avaliação dos SNPs constituam uma ferramenta auxiliar para a elaboração de um retrato falado através da análise molecular de vestígios de uma amostra coletada em cena de crime e, assim, também contribuir para a justiça (MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010).

## **BANCO DE DADOS DE DNA**

Bancos de dados de DNA representam sistemas que armazenam perfis genéticos de indivíduos, os quais podem ser consultados para o confronto de uma amostra desconhecida. O Reino Unido denominou seu sistema de UK National DNA Database (NDNAD), enquanto nos Estados Unidos da América o “Federal DNA Identification Act” autorizava a Agência Federal de Investigação (FBI) a estabelecer o “National DNA Index System” (NDIS) que veio a ser substituído pelo programa CODIS (Combined DNA Index System), em 1998. Este, por sua vez, fazia uso de um software de computador para pesquisar automaticamente esses índices em busca de perfis de



DNA correspondentes (ANDREASSA *et al.*, 2016; GRAZINOLI GARRIDO *et al.*, 2015; LOPES; COSTA; BARCELOS, 2013; PANNEERCHELVAM; NORAZMI, 2003).

O CODIS foi projetado para que os laboratórios forenses tenham controle sobre seus próprios dados, permitindo que os perfis genéticos armazenados no sistema relacionem os suspeitos já cadastrados no Banco de Dados locais ou de evidências biológicas recuperadas nas cenas de crimes. O sistema interliga todos os 50 estados norte-americanos, com mais de 8 milhões de perfis de DNA de criminosos e agressores e 311 mil perfis de DNA de amostras forenses encontradas em cenas de crimes armazenadas no sistema. Após uma série de estudos realizados pelo FBI relacionados à variabilidade dos STRs, foi selecionado um conjunto de 13 marcadores genéticos polimórficos exclusivos que passaram a compor o sistema CODIS apresentando uma probabilidade de match de aproximadamente  $1,7 \times 10^{-15}$ , podendo ser analisados simultaneamente em um procedimento laboratorial automatizado, facilitando sua aplicação forense. O CODIS também oferece suporte a um arquivo de população, tendo como uma de suas utilizações primordiais a identificação de pessoas desaparecidas (ANDREASSA *et al.*, 2016; *et al.*, 2023; MARANO; SIMÕES; OLIVEIRA, 2010; PANNEERCHELVAM; NORAZMI, 2003).

Os Bancos de Dados de DNA, atualmente, são utilizados em mais de 60 países, armazenando perfis genéticos que são confrontados em busca de coincidências que permitam relacionar suspeitos a locais de crime ou diferentes locais de crime entre si. De maneira conjunta, uma organização intragovernamental composta por 195 países membros, chamada de INTERPOL (Organização Internacional de Polícia Criminal), possibilita o compartilhamento e o acesso de dados sobre crimes e criminosos, bem como oferece diversos suportes técnicos e operacionais incluindo dados genéticos forenses entre os perfis locais e internacionais. Observa-se uma autonomia entre os Estados, pois cada um dos países retém a propriedade de seus dados de perfil e controla sua entrada, exclusão e acesso por outros países (ANDREASSA *et al.*, 2016; *et al.*, 2023).

## **NO BRASIL**

A genética forense iniciou-se no Brasil por volta dos anos 1980, através de pesquisas pioneiras nas áreas de genética e biologia molecular realizadas em



instituições de ensino superior que trabalhavam basicamente com testes de paternidade, prestavam serviços de genética médica e atuavam em pequenos casos criminais (ANDREASSA *et al.*, 2016). O Laboratório do Instituto de Criminalística do Distrito Federal, criado em 1994, constitui o primeiro laboratório oficial de genética forense. Por meio da Lei nº 803 da Câmara Legislativa do Distrito Federal, foi criada a divisão de pesquisa de DNA Forense, órgão subordinado ao Departamento da Polícia Técnica do Distrito Federal e que originou, em 2004, um projeto do governo federal que visava impulsionar um maior número de laboratórios oficiais de genética forense no Brasil (ANDREASSA *et al.*, 2016; WORLD HEALTH ORGANIZATION, WORLD BANK GROUP *et al.*, 2014).

Visando o apoio técnico entre os laboratórios oficiais dos estados brasileiros para manter, compartilhar e comparar os perfis genéticos e uniformizar os protocolos e POPs de genética Forense, o Ministério da Justiça, a Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP), a Polícia Federal (PF) e as Secretárias de Segurança Pública Estaduais, originaram a Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIBPG), instituída pelo Decreto nº 7.950/2013. O RIBPG objetivava, principalmente, manter e comparar perfis genéticos para que fossem usados como ferramenta auxiliar da justiça, participando da apuração criminal, instrução processual e identificação de pessoas desaparecidas. Na atualidade o sistema é suportado por 22 laboratórios de genética forense que estruturam o sistema interno, além de perfis encaminhados por demais países através da INTERPOL, demonstrando assim o caráter cooperativo e internacional sob o qual vem sendo construído (ANDREASSA *et al.*, 2016; BRITO; PONTES, 2020; *et al.*, 2023).

O sistema CODIS foi introduzido em nosso país em 2008 após um evento realizado no estado da Bahia. A reunião contou com dirigentes da polícia científica dos estados, secretários de segurança pública estaduais, peritos dos laboratórios de perícia criminal e os representantes do governo brasileiro e americano que assinaram um termo de cooperação técnica entre os países (ANDREASSA *et al.*, 2016; GIOVANELLI; GARRIDO, 2011). Seu primeiro uso se deu em 2009 através da força tarefa de peritos que atuaram durante a identificação de vítimas do acidente aéreo do voo AF 447 (Rio-Paris) da Air France. No ocorrido, os restos mortais de 50 passageiros foram identificados utilizando o software para comparação entre os corpos e amostras de



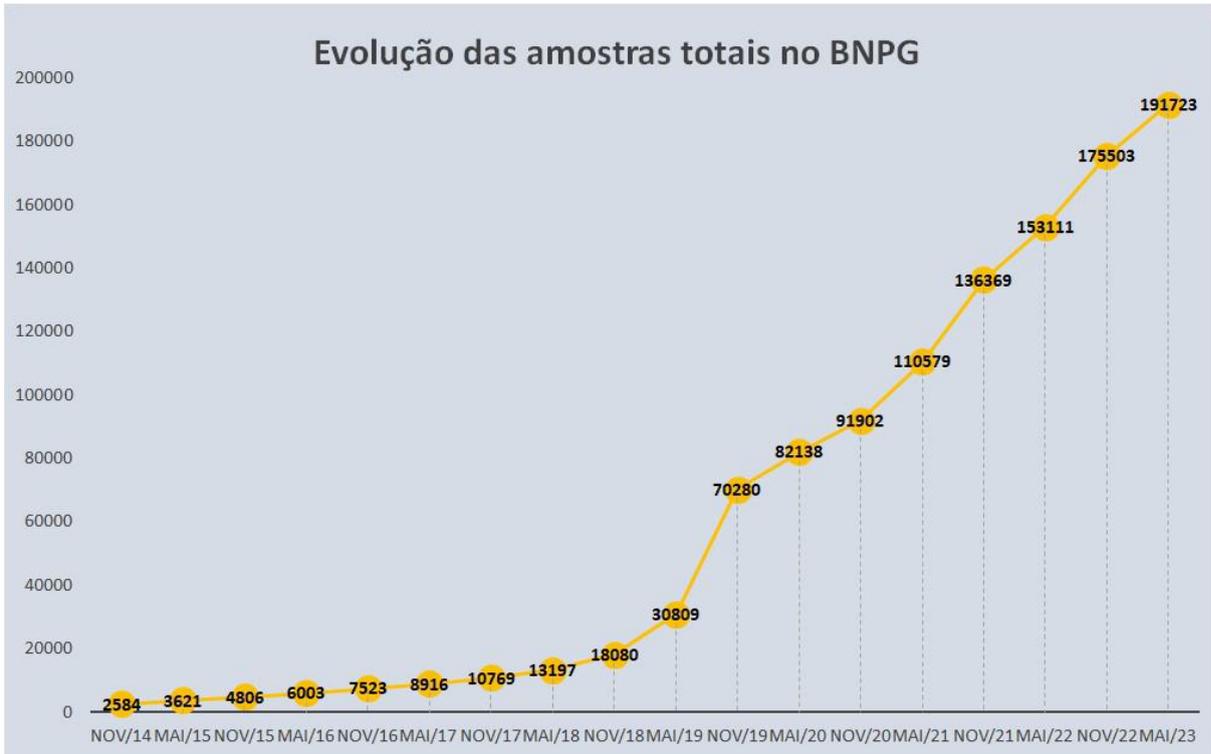
familiares (ANDREASSA *et al.*, 2016; GIOVANELLI; GARRIDO, 2011). O ano de 2010 também representa um importante marco na genética forense brasileira, pois o primeiro curso de capacitação para a utilização do CODIS 5.0 e CODIS 6.0 foi realizado neste período. Na sequência, entre 2010 e 2012, passaram a alimentar o sistema perfis genéticos de cadáveres desconhecidos, familiares de pessoas desaparecidas, bem como vestígios (amostras questionadas) relacionadas a violência sexual. Assim, os laboratórios que constituem a Rede Integrada de Banco de Dados de Perfis Genéticos (RIBPG) são regularmente confrontados buscando coincidências que permitam relacionar suspeitos a locais de crime, identificar pessoas desaparecidas e, dessa forma, contribuir para efetivação da justiça no Brasil (ANDREASSA *et al.*, 2016; BRITO; PONTES, 2020).

Diante deste contexto, é essencial ressaltar a importância da Lei nº 12.654. Observa-se que com sua regulamentação em 2012, o Brasil aderiu a recomendação da Interpol, modificando as leis de Execução Penal (7.210/1984) e de Identificação Criminal (12.037/2009), possibilitando que material biológico do acusado fosse coletado para análise de seu perfil genético de forma obrigatória mesmo que os mesmos apresentassem documentação de identidade. Assim, uma quantidade maior de amostras passou a integrar o banco de dados e se tornaram passíveis de serem confrontadas em casos criminais com suspeitos desconhecidos. Além disso, o decreto determinou a formação de um comitê gestor para a RIBPG constituído por cinco representantes do Ministério da Justiça e dos Estados ou do Distrito Federal (um de cada região gráfica) e um representante da Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (PLANALTO, 2012; ANDREASSA *et al.*, 2016; BRITO; PONTES, 2020; COELHO *et al.*, 2013; *et al.*, 2023; LOPES; COSTA; BARCELOS, 2013).

Através de um estudo de 2013 conduzido pelo Instituto de Pesquisas Forenses de DNA da Polícia Civil do Distrito Federal, em Brasília, já foi possível observar a relevância do uso desse banco de dados de DNA para solucionar crimes em investigações criminais. Neste período, 56% dos casos do instituto eram representados por as agressões sexuais e estupros em abertos, sem suspeitos. No entanto, após a caracterização molecular constatou-se vinculação em 50% das evidências biológicas entre os perfis, ressaltando a relevância da base de dados de DNA para a solução de crimes (FERREIRA *et al.*, 2013).

Até 2023, perfis genéticos são compartilhados no sistema da RIBPG por 20 laboratórios estaduais, 1 laboratório distrital e 1 laboratório da Polícia Federal, dentre os quais: Alagoas, Amazonas, Amapá, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraíba, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro, Rondônia, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. Assim, verifica-se a conexão interestadual, havendo representantes de todas as regiões do país, uma das razões pelas quais o Brasil representa o mais forte adepto desta tecnologia junto com os EUA (BRITO; PONTES, 2020; JUNIOR *et al.*, 2023). É evidente que entre novembro de 2014 a maio de 2023 observou-se um constante crescimento dos bancos de dados brasileiros, no entanto a pandemia do COVID-19 em 2020 influenciou na taxa de crescimento do programa. Mesmo assim, o programa voltou a acelerar entre 2021 e 2022, atingindo seu ápice no primeiro semestre de 2023, como é possível observar no Gráfico 01 (JUNIOR *et al.*, 2023).

**Gráfico 01** - Crescimento do número total de perfis genéticos no Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG) entre novembro de 2014 a 28 de maio de 2023



FONTE: *et al.*, 2023.

Diante do evidente crescimento no número de amostras que compõem o



Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG), é válido ressaltar que dentre os motivos que o propiciou destacam-se as ações de projetos estabelecidos pelo Comitê Gestor da RIBPG entre os anos de 2018 a 2020. É notável que, além de impulsionar a análise de vestígios de crimes, as ações tendem a aumentar a quantidade de perfis genéticos no sistema. O “Projeto de Coleta de Amostra de Condenados”, foi o primeiro a ser estabelecido e determinava que condenados por crimes dispostos no Art. 9º-A da Lei nº 7.210/1984 deveriam, obrigatoriamente, ter seu perfil molecular estabelecido para fins de identificação criminal, o que levou a mais de 143 mil perfis genéticos de condenados cadastrados subordinando-se a legislação em vigor (JUNIOR *et al.*, 2023; MINERVINO *et al.*, 2019). Também de forma estratégica para o RIBPG, deve-se destacar o “Projeto de Processamento de Backlog de Vestígios de Crimes Sexuais”, proposto e organizado entre 2018 e 2019. Este tinha por objetivo o processamento passivo de mais de 150 mil amostras biológicas de crimes sexuais que estavam a espera de análise nas perícias do país. Como parte do projeto, no ano de 2020 criou-se o Centro Multiusuário de Processamento Automatizado de Vestígios Sexuais (CeMPAVS), que permitiu a avaliação de 3.000 amostras de vestígios de crimes sexuais provenientes de Unidades diferentes da Federação até 2022, colaborando para a análise e resolução de crimes deste perfil em todo o país (JUNIOR *et al.*, 2023; JUNIOR *et al.*, 2020).

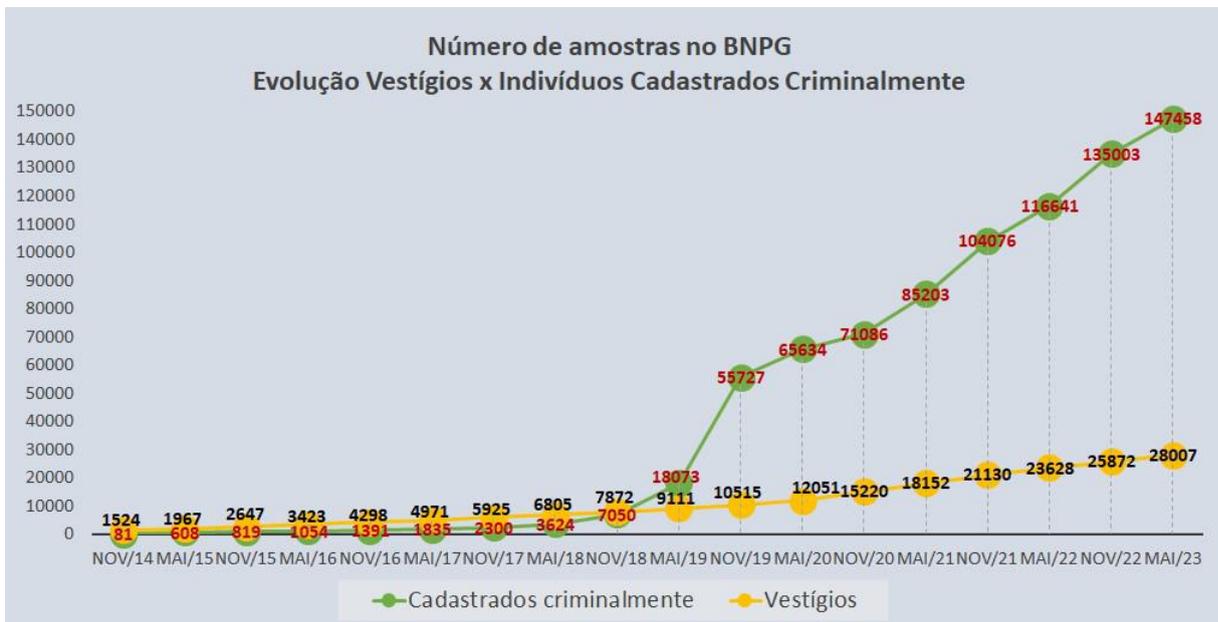
A identificação de pessoas desaparecidas também ressalta a relevância dos bancos de perfil genético. Vale destacar o “Grupo de Trabalho (GT) de Identificação Genética de Pessoas Desaparecidas” do Comitê Gestor da RIBPG, o qual é crucial na “Política Nacional de Busca de Pessoas Desaparecidas” estabelecida na Lei nº 13.812/2019. Uma de suas ações mais relevantes foi a execução da “Campanha Nacional de Coleta de DNA de Familiares de Pessoas Desaparecidas” que obteve mais de 1.600 amostras de familiares de pessoas desaparecidas em 2021. Por meio dela, foi possível solucionar dezenas de desaparecimentos no Brasil. No mês de março de 2022 também foi lançada a “Campanha Nacional de Coleta de DNA de Pessoas Vivas Sem Identificação”, cujo objetivo era a coleta de amostras biológicas de indivíduos vivos sem identificação internados em hospitais, clínicas ou abrigos brasileiros. Após o recolhimento do material pretende-se traçar seus perfis genéticos, proceder com a comparação com perfis que formentam os bancos de dados e verificar se há ou não

vinculação com algum deles e, dessa forma, mais uma vez auxiliar na identificação humana (BRITO; PONTES, 2020; *et al.*, 2023; JUNIOR *et al.*, 2020).

Diante do contexto, é essencial destacar que várias são as categorias de matérias cadastradas no Banco de DNA do BNPG, dentre as quais podemos ressaltar: condenados, vestígios de crimes, restos mortais identificados, restos mortais não identificados, familiares de pessoas desaparecidas, pessoa de identidade desconhecida e referência direta de pessoa desaparecida (JUNIOR *et al.*, 2023).

Desta forma, observa-se o crescimento na quantidade de categorias o que, em adição ao aumento do número de perfis de referências criminais inexistente em 2018, torna o banco mais organizado e incrementa ainda mais as chances de se observar vinculações entre perfis genéticos (JUNIOR *et al.*, 2023; MINERVINO *et al.*, 2018). A seguir, o Gráfico 02 demonstra a evolução do número de perfis genéticos originados de vestígios e indivíduos cadastrados criminalmente no BNPG.

**Gráfico 02** - Análise da evolução da quantidade de perfis genéticos provenientes de vestígios e indivíduos cadastrados criminalmente no BNPG. Dentre os indivíduos cadastrados criminalmente estão: condenados, identificados criminalmente, restos mortais identificados e indivíduos cadastrados por decisões judiciais.



FONTE: JUNIOR *et al.*, 2023.

Observa-se um aumento de 11% na identificação de pessoas desaparecidas por



meio da RIBPG quando comparam-se os dados atuais e os verificados em novembro de 2022 (BRITO; PONTES, 2020; JUNIOR *et al.*, 2023). Além disso, verificou-se um incremento de 13,5% no número de perfis constituintes da categoria Restos Mortais Não Identificados, além de um aumento de 8,7% na quantidade de perfis da categoria Familiares de Pessoas Desaparecidas quando se compara dados de novembro de 2014 e 28 de maio de 2023. Através da elaboração da genealogia foi possível a vinculação genética entre familiares e 272 pessoas desaparecidas. É importante ressaltar o importante papel que a Política Nacional de Busca de Pessoas Desaparecidas e da 1ª Campanha Nacional de Coleta de DNA de Familiares de Pessoas Desaparecidas exerceram sobre o evidente aumento da quantidade de identificações de pessoas desaparecidas por meio da RIBPG (JUNIOR *et al.*, 2023).

O controle de qualidade também faz parte do RIBPG, pois similar a Bancos de DNA internacionais, o nosso aplica alguns indicadores visando compreender melhor o impacto dos resultados provenientes de bancos genéticos para ajudar as investigações criminais. Assim, avalia-se a quantidade de vinculações confirmadas, vestígio, indivíduo identificado criminalmente e número de investigações auxiliadas (BRITO; PONTES, 2020; JUNIOR *et al.*, 2023).

Dados da Rede Integrada de Bancos de Perfis de 2023 demonstram um aumento de 12% no número de investigações auxiliadas pelo RIBPG no último semestre. Verifica-se que até maio de 2023, o sistema apresentou ao poder público 6.807 vinculações confirmadas. Desta forma, é evidente a eficiência da RIBPG na apresentação de resultados visando promover a justiça e a segurança no Brasil (JUNIOR *et al.*, 2023).

## **CRIMES EM QUE A UTILIZAÇÃO DA GENÉTICA FORENSE FOI UM DOS FATORES CRUCIAIS PARA A ELUCIDAÇÃO DOS CASOS NO BRASIL**

O uso da genética forense tem se destacado muito nas investigações criminais no Brasil, sendo que a RIBPG, após cerca de 15 anos de sua criação, se tornou um dos maiores Bancos de Perfis Genéticos do mundo. É válido destacar ainda a existência da premiação internacional “DNA Hit of the Year”, a qual contribui para a valorização dos bancos de dados de DNA, bem como o incansável trabalho dos peritos (JUNIOR *et al.*,



2023; WORLD HEALTH ORGANIZATION, WORLD BANK GROUP *et al.*, 2014; BRITO; PONTES, 2020; JUNIOR *et al.*, 2020). Durante dois anos consecutivos, casos solucionados usando o sistema RIBPG estiveram entre os finalistas do programa, ganhando o 3º lugar na edição de 2019 e 1º lugar na premiação de 2020 (JUNIOR *et al.*, 2021). A seguir, são destacados alguns casos de grande impacto solucionados com a análise de DNA.

### **CASO 1**

Um caso de grande destaque e premiado na edição de 2019 do “DNA Hit of the Year” refere-se a identificação de um estuprador em série, o qual vitimou mais de 50 pessoas no Amazonas, Mato Grosso, Rondônia e Goiás. Conforme ressaltado pelos peritos Daniela Koshikene, Mariana Mota, Ana Cristina Romio, Ronaldo Carneiro e Aline Minervino, este é um dos primeiros casos no Brasil em que um autor de crimes sexuais em série foi identificado através da análise de DNA, utilizando-se do Banco Nacional de Perfis Genéticos (JUNIOR *et al.*, 2023). O criminoso, Célio Roberto Rodrigues, tinha 35 anos e também usava o nome de Herley Nascimento Santos, agindo sempre de forma similar: Após abordar as pessoas com a solicitação de uma informação ou um copo de água, atacava as vítimas. Além disso, o homem constantemente se mudava de cidade, vitimando novas mulheres em locais com cerca de 2.000 Km de distância. Esse caso, em particular, ilustra bem a relevância de que os dados genéticos estejam integrados em âmbito nacional. No ano de 2015, após roubar e cometer um estupro, o criminoso foi preso em Rondônia. Seu material biológico foi coletado e analisado, sendo seu perfil genético integrado ao Banco Nacional. Atualmente, 13 vítimas, de quatro estados brasileiros, demonstraram conter material biológico com perfis genéticos coincidentes com o de Célio Roberto Rodrigues (MINERVINO *et al.*, 2019).

### **CASO 2**

Outra situação que explicita a imensa relevância dos bancos de dado foi o caso premiado na edição DNA Hit of the Year 2020, o qual teve, inclusive, repercussão internacional. O caso, conforme ressaltado pela Perita Criminal Federal Ana Paula



Vieira de Castro (PF), refere-se ao assalto ocorrido em abril de 2017 à filial da empresa Prosegur na Ciudad del Este/Paraguai. O fato que ficou conhecido como “O Roubo do Século” levou ao desvio de aproximadamente US\$ 11,7 milhões e contou com muitos assaltantes dotados, inclusive, de explosivos. Desta situação, relatou-se que 457 vestígios foram coletados e analisados no laboratório de genética forense do Instituto Nacional de Criminalística da Polícia Federal, em Brasília/DF. No total, graças à análise e comparação do perfil genético, foram associados a este assalto 16 indivíduos, demonstrando mais uma vez a importância em se alimentar cada vez mais esses bancos e propiciar a vinculação e identificação de criminosos (JUNIOR *et al.*, 2020).

### **CASO 3**

Outro caso muito importante para o Banco de Dados de DNA, foi o caso da vítima Rachel Maria Lobo Oliveira Genofre, que, conforme ressaltado pela Perita Criminal Cláudia Becker, desapareceu em novembro de 2008, no trajeto entre a escola e sua residência na cidade de Curitiba. O corpo da menina de somente 9 anos de idade foi encontrado 2 dias após seu desaparecimento dentro de uma mala abandonada na rodoferroviária de Curitiba. Devido às suas particularidades e violência, o crime comoveu profundamente a sociedade e teve grande repercussão na mídia. Ao ser encaminhado ao IML de Curitiba, observou-se a ocorrência de violência sexual. Em 2014, quando o Banco Estadual de Perfis Genéticos do PR começou a ser operado, as características genéticas do assassino constituíram o primeiro perfil de vestígio a alimentar essa base, porém não coincidiu com nenhuma amostra suspeita. As investigações seguiram muitas direções e, por longos e pesados 11 anos, o caso ainda não havia sido solucionado, arrastando a sensação de impunidade no decorrer do tempo. Neste período, porém, houve muito trabalho e aproximadamente 170 confrontos genéticos com possíveis suspeitos foram solicitados, mas sem êxito. Felizmente, a situação mudou em 25/06/2019, data em que foi coletada amostra biológica do apenado C.E.S (condenado em 27/09/2016) na Penitenciária PI de Sorocaba, SP. Seu DNA foi extraído e o perfil genético foi inserido no BNPG em 03/09/2019. Em setembro de 2019, através do sistema BNPG, constatou-se a coincidência molecular com o obtido da amostra coletada do corpo de Rachel. O assassino contava com uma ficha criminal extensa associada a crimes como estupro e

estelionato. O apenado afirmou que havia observado os hábitos da menina, e atraiu a vítima prometendo-lhe agenciamento para um programa infantil (JUNIOR *et al.*, 2019).

A resolução do caso, graças à RIBPG, pode reafirmar o impacto destes bancos de dados como uma ferramenta usada na elucidação de crimes e representou um importante marco para os peritos criminais do Laboratório de Genética Molecular Forense da Polícia Científica do PR. Os profissionais, em reconhecimento a seu árduo e consistente trabalho, chegaram a receber a condecoração na Câmara dos Vereadores e na Assembleia Legislativa do Paraná (JUNIOR *et al.*, 2019).

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Dado o exposto na presente revisão, pode-se afirmar que a genética forense constitui uma ferramenta fundamental para a resolução de crimes, o que se deve principalmente aos avanços tecnológicos na biologia molecular. Observa-se que a genética como prova biológica ganhou destaque nas varas familiares e criminais, deixando de ser mera peça de procedimentos administrativos para se tornar o fundamento das decisões dos magistrados. Os dados coletados durante a pesquisa demonstram conclusivamente o aumento da funcionalidade dos bancos de perfis genéticos, como valiosa ferramenta de investigação criminal e segurança pública. As coincidências entre amostras suspeitas e perfis registrados refletem o imprescindível papel dos bancos de dados de DNA na elucidação de crimes interestaduais, bem como sua contribuição para a redução da criminalidade em todo o território nacional. Além disso, com a continuidade das ações da Política Nacional de Busca de Pessoas Desaparecidas espera-se aumentar o quantitativo de perfis genéticos relacionados a esta finalidade, consolidando os bancos de perfis genéticos da RIBPG como uma ferramenta eficaz na busca de desaparecidos no Brasil.



## REFERÊNCIAS

ANDREASSA, A. *et al.* **Introdução à Biologia Forense**. Millenium ed. Campinas - São Paulo: 01/09/2016, 2016.

ASSESSORIA DE IMPRENSA NACIONAL DO FBI. **O Sistema Combinado de Índice de DNA (CODIS) do FBI atinge um marco importante**. Disponível em: <<https://www.fbi.gov/news/press-releases/the-fbis-combined-dna-index-system-codis-hits-major-milestone>>. Acesso em: 25 out. 2023.

BRITO, A. F.; PONTES, A. N. Estudo Sobre Identificação Humana Por Dna, Banco Nacional De Perfis Genéticos E a Obrigatoriedade Da Lei 12654/2012. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 9, n. 2, p. 75–84, 2020.

COELHO, R. A. *et al.* Uma Perspectiva Bioética sobre a Criação de Banco de Dados de Perfis Genéticos para Investigações Criminais no Brasil. **Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics**, v. 2, n. 3, p. 317–325, 2013.

DEBORTOLI, E. *et al.* Odontologia Legal: Reconhecimento E Identificação Humana. p. 13–22, 2019.

DOS SANTOS, A. E. As principais linhas da biologia forense e como auxiliam na resolução de crimes. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 7, n. 3, p. 12–20, 2018.

FRANCISCHINI, C. W; SUMITA, D. R.; WHITTLE, M. R. Development and use of triplex real-time PCR assay for human DNA quantification in forensic samples. **Saúde, Ética E Justiça**. v. 18, p. 72-78, 2013

FERREIRA, S. T. G. *et al.* A study of the first DNA database of biological evidence from sexual assaults and rapes in Brazil. **Forensic Science International: Genetics Supplement Series**, v. 4, n. 1, p. 368–369, 2013.



GIOVANELLI, A.; GARRIDO, R. G. a Perícia Criminal No Brasil Como Instância Legitimadora De Práticas Policiais Inquisitoriais. **Revista LEVS**, n. 7, p. 5–24, 2011.

GRAZINOLI GARRIDO, R. *et al.* The Brazilian Genetic Profile Database Three Years after Law No. 12,654. **Revista de Bioética y Derecho**, v. 35, p. 94–107, 2015.

JUNIOR, R. C. S. *et al.* XVIII Relatório da Rede Integrada de Bancos de Peris Genéticos (RIBPG). Maio 2023.

JUNIOR, R. C. S. *et al.* XV Relatório da Rede Integrada de Bancos de Peris Genéticos (RIBPG). Nov. 2021.

JUNIOR, R. C. S. *et al.* XIII Relatório da Rede Integrada de Bancos de Peris Genéticos (RIBPG). Nov. 2020.

KLEBER, T. **Biólogo diz que alga indica presença de Mizaél em represa**. Disponível em: <<https://glo.bo/ZEfUOB>>. Acesso em: 25 out. 2023.

LOPES, E. C. V.; COSTA, V. D.; BARCELOS, R. S. S. Banco de Dados de DNA na Área Forense – Uma Realidade Brasileira. **Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics**, v. 2, n. 4, p. 353–364, 2013.

MAIA, Maria de Mascena Diniz *et al.* **Genética geral para universitários**. Recife: EDUFRPE, 2015.

MARANO LA, SIMÕES AL, OLIVEIRA SF, M.-J. C. Polimorfismos genéticos e identificação humana: o DNA como prova forense. **Genética na Escola**, v. 5, p. 53–56, 2010.

MELO, Silas Nogueira; MASSULO, Yata Anderson Gonzaga; CARVALHO, Dionatan Silva (organizadores). **Crime e Território: Estudos e Experiências em Políticas de Segurança Pública**. São Luís: IMESC, 2021.



MINERVINO, A. C. *et al.* **XI Relatório da Rede Integrada de Bancos de Peris Genéticos (RIBPG)**. Dez. 2019.

MINERVINO, A. C. *et al.* **IX Relatório da Rede Integrada de Bancos de Peris Genéticos (RIBPG)**. Dez. 2018.

PANNEERCHELVAM, S.; NORAZMI, M. N. Forensic DNA profiling and database. **Malaysian Journal of Medical Sciences**, v. 10, n. 2, p. 20–26, 2003.

PENA, S. D. J. Segurança pública : determinação de identidade genética pelo DNA. 2004.

PLANALTO - **LEI Nº 12.654, DE 28 DE MAIO DE 2012**. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12654.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12654.htm)>. Acesso em: 01 Dez. 2023.

VELHO, Jesus Antonio *et al.* **Ciências Forenses - Uma introdução às principais áreas de da Criminalística Moderna**. 3 ed. Campinas: Editora Millenium. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, WORLD BANK GROUP, O. *et al.* Banco de Perfis GEnéticos Para Fins de Investigação Criminal. **World Health Organization, World Bank Group, OECD**, n. July, p. 1–100, 2014.