



Exame de casos forenses na jurisprudência eletrônica do Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro: abordagem genética e molecular

Maria Vitória Fonseca de Camargo Castro¹0009-0003-7810-0079
Maria Júlia Cândida do Nascimento Duarte¹; 0000-0003-4771-5583
Rodrigo Rocha Barbosa¹; 0009-0000-4957-7482

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.
mariavitoria.fonseca@live.com

Resumo O presente estudo tem como objetivo relatar casos na biologia forense com enfoque genético e molecular, investigando a aplicação dessas técnicas forenses e destacando sua eficácia na identificação de suspeitos e comprovação de exame de vestígios biológicos em cenas de crime. Os documentos que relatam os casos foram buscados no site do Tribunal de Justiça do Rio de Janeiro. Sendo realizada uma revisão bibliográfica de artigos e livros centrados na utilização de técnicas de análise genética e molecular, como a PCR (Reação em Cadeia da Polimerase) e Eletroforese capilar para análise de perfis de DNA e a utilização do marcador molecular STR, atualmente mais utilizado, para resolver casos legais e fornecer evidências em disputas judiciais.

Palavras-chave: DNA. Genética forense. Identificação Humana.

INTRODUÇÃO

A história humana foi marcada pela busca em estabelecer a identidade de indivíduos e, na antiguidade, nas civilizações da Grécia e Roma Imperial, essa prática era utilizada como forma de punir criminosos. Utilizavam a marcação em brasa com ferrete, no qual indivíduos que transgrediam as leis eram marcados com a inicial do crime na face e nos ombros a fim de identificar visualmente e isolar o criminoso da sociedade (QUEIROZ, 2012).

A descoberta do DNA como uma ferramenta de identificação foi o que deu um caráter biológico às ciências criminais. Alec Jeffreys, em 1985 escreveu um artigo publicado na revista *Nature* sobre regiões de minissatélites do genoma humano, que são segmentos específicos de DNA que contêm sequências repetitivas altamente variáveis entre os indivíduos (QUEIROZ, 2012).

Segundo Ferreira e Grattapaglia (1998) os marcadores moleculares são todos os fenótipos advindos de um gene expresso ou de um segmento específico de DNA (correspondente a regiões expressas ou não do genoma). Uma vez que os



marcadores moleculares são partes de fragmentos específicos dos cromossomos, a tecnologia molecular permitiu a identificação de pontos de referências ao longo do DNA, que diferem um organismo do outro.

A ocorrência de diferentes variações em uma mesma região gênica entre indivíduos da mesma espécie é denominada polimorfismo. Na década de 80, foram desenvolvidos estudos científicos que introduziram uma técnica inovadora na área da genética molecular. A partir dessa descoberta, surgiu o RFLP (Polimorfismo no Comprimento de Fragmentos de Restrição), primeiro marcador molecular a ser desenvolvido, um método que se utiliza enzimas de restrição para promover a fragmentação do DNA em pontos específicos, visando identificar variações genéticas conhecidas como polimorfismos. (COUTINHO, 2009). Atualmente, esta técnica não é amplamente empregada na genética forense moderna, devido a sua natureza laboriosa, elevada complexidade técnica e alto custo, requerendo uma quantidade substancial de DNA (OLIVEIRA, 2018).

As repetições em tandem são padrões de sequências repetidas de bases nitrogenadas que ocorrem geralmente em regiões não codificantes do DNA, os números variáveis de repetições em tandem (VNTRs) ou minissatélites foram descobertos em 1985 e representam grupos de loci no DNA com alta taxa de mutação que gera alterações em seu comprimento (QUEIROZ, 2012). Cada VNTR consiste em repetições de sequências de DNA com cerca de 15 a 35 pares de bases de comprimento, sendo os loci especialmente úteis como marcadores para identificação humana, porque possuem muitos alelos diferentes. Portanto, é improvável que dois indivíduos não relacionados compartilhem o mesmo genótipo VNTR (KOCH e ANDRADE, 2008).

A análise de microssatélites do DNA, conhecida como STR (repetições curtas em tandem) envolvem de 1 a 6 pares de bases repetidos até cem vezes, amplamente utilizada por mais de duas décadas na perícia forense em casos de investigação de paternidade, maternidade, abusos sexuais e identificação de corpos em crimes ou acidentes em massa. (JOBIM et al., 2012). Para a identificação humana, os STRs importantes são os com numerosos alelos, de menor tamanho e com significativa frequência heterozigótica, utilizando-se a técnica de PCR é possível saber o sexo do





indivíduo que deixou algum vestígio de material biológico (JOBIM et al., 2012).

Uma das primeiras técnicas moleculares a ser desenvolvida foi a Southern Blotting, por Edwin M. Southern em 1975, e revolucionou a biologia molecular, permitindo a identificação e o mapeamento de fragmentos de DNA específicos em uma amostra. A técnica utiliza a hibridização de sondas de DNA complementares com o DNA alvo presente em uma membrana de nitrocelulose, previamente separado por eletroforese em gel. (KOCH e ANDRADE, 2008). Embora seja uma técnica valiosa para mapeamento genético e identificação de rearranjos cromossômicos, ela é mais demorada e complexa em comparação com a PCR e a eletroforese, por esse motivo, atualmente, não tem sido preferencialmente usada em casos forenses. (ZAHA et al., 2003)

A Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) é uma técnica revolucionária na genética molecular, que possibilitou avanços significativos na clonagem e análise do DNA. A PCR, desenvolvida em 1983 por Kary Mullis, é um método *in vitro*, ou seja, ocorre fora do ambiente natural, e permite a rápida e versátil amplificação de sequências-alvo específicas de DNA. Sua finalidade é amplificar o segmento do DNA alvo, e a partir daí produzir milhares de cópias, permitindo que o fragmento seja analisado com maior facilidade e sensibilidade (KOCH e ANDRADE, 2008).

O processo da PCR envolve ciclos de reação controlados termicamente, permitindo que uma pequena quantidade de DNA alvo seja multiplicada exponencialmente, alcançando milhões de cópias em questão de horas. O sucesso da PCR baseia-se em três principais etapas: desnaturação, anelamento e extensão. Na etapa de desnaturação, a amostra de DNA é aquecida a uma temperatura elevada, cerca de 90°C a 98°C, separando as duas fitas complementares de DNA. Na etapa de anelamento, a temperatura é reduzida e primers específicos se ligam às regiões alvo nas fitas de DNA. Na etapa de extensão, a temperatura é elevada novamente, permitindo que a enzima DNA polimerase sintetize novas fitas de DNA complementares, usando os primers como ponto de partida (MULLIS, 1990).

A PCR por ser uma ferramenta com elevado potencial de amplificação e versátil, ela permite a detecção e análise de sequências de DNA de forma rápida e precisa. A utilização desta técnica em estudos forenses, em que pequenas





quantidades de DNA de cenas de crime são amplificadas e analisadas, possibilita identificar suspeitos ou confirmar relações de parentesco.

A eletroforese capilar, um outro modelo da técnica com o mesmo princípio, é amplamente utilizado atualmente e se difere da eletroforese convencional por apresentar capilares com diâmetro interno entre 20 e 100 μm para realizar a separação dos fragmentos do DNA e pela representação de seus resultados a partir de gráficos, que passou a ser possível com o surgimento de máquinas de análise genética automatizadas, que veio a ser chamado de eletroferograma (VOET; VOET; PRATT, 2014). A vantagem está no reduzido volume de amostras utilizadas, em cerca de nanolitros, e na capacidade de automatização, permitindo a análise de grandes números de amostras. (SOUZA, 2012).

O objetivo deste trabalho é fazer uma breve revisão sobre técnicas moleculares aplicadas à genética forense e compilar casos criminais reais obtidos através de jurisprudências na base de dados do Tribunal de Justiça do Rio de Janeiro.

MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica, baseada em artigos científicos armazenados em bancos de dados online, como Google acadêmico e Pub Med, além de livros didáticos. Para localizar os artigos relevantes, foram utilizadas palavras-chave como genética forense, marcadores moleculares, técnicas moleculares, polimorfismo, STR, VNTR e biologia forense, pesquisa que durou de março a agosto de 2023.

Adicionalmente, foi realizada busca na jurisprudência do tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro utilizando-se as palavras chaves “dna forense, genética, criminal”. Os dados obtidos foram buscados no site do Tribunal de Justiça do Rio de Janeiro pelo domínio (www.tjrj.jus.br) em março de 2023, onde foram relacionadas apenas as apelações criminais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a pesquisa foram obtidos um total de 8 artigos relevantes para realização deste trabalho, além de 5 livros didáticos envolvendo a temática de DNA e



identificação humana. Tendo como fonte de busca 6 artigos do google acadêmico e 2 do Pub Med.

A pesquisa na Jurisprudência do Tribunal de Justiça do Rio de Janeiro, na qual foram analisados casos criminais que envolviam o exame de DNA como prova que auxiliasse a identificação de suspeitos e/ou inocentes nos casos, dentre eles:

Em Acórdão publicado em 2009, referente à apelação criminal nº. 2007.050.01853 tratou-se de caso no qual o laudo de exame de DNA que constatava que o sangue presente na veste do acusado na noite de sua prisão não era da vítima.

Em Acórdão publicado em 2012, referente à apelação criminal nº. 0031973-90.2009.8.19.0021 tratou-se de caso no qual existiu a comprovação de um crime doloso contra a vida comprovado através de auto de exame cadavérico e laudo de exame de DNA.

Em Acórdão publicado em 2020, referente à apelação criminal nº. 0439252-78.2016.8.19.0001 tratou-se de caso no qual diz sobre crime contra a dignidade sexual, que por impedimento do confronto de DNA do espermatozoide encontrado na vítima, por desistência da Defesa do acusado, não foi possível a rápida comprovação do crime.

Em Acórdão publicado em 2021, referente à apelação criminal nº. 0143757-98.2010.8.19.000 tratou-se de caso no qual diz sobre atentado ao pudor, que tanto a autoridade policial quanto o Ministério Público poderiam ter solicitado a realização de exame de DNA dos espermatozoides no esperma encontrado nas roupas da vítima, mas que se encontravam inertes.

Em Acórdão publicado em 2021, referente à apelação criminal nº. ° 0125088-50.2017.8.19.0001 tratou-se de caso de estupro e materiais biológicos, como sangue e DNA, foram encontrados na vítima e utilizados para exame de DNA.

Em Acórdão publicado em 2023, referente à apelação criminal nº. 0003928-08.2021.8.19.0037 tratou-se de caso no qual exame de DNA realizado no filho da vítima, junto a outras provas descritas, confirma que o apelante é o pai da criança, comprovando o abuso sexual praticado.

Foram analisadas apenas as apelações criminais, sendo 5 crimes envolvendo atentado ao pudor/estupro e 2 envolvendo homicídio, nos quais as amostras



analisadas foram fluidos corporais que apresentam um valor significativo de material genético para análise, sendo eles sêmen (150.000-300.000 ng/ml) e sangue (20.000-40.000 ng/ml), nos respectivos crimes, valores maiores que os encontrados nas demais amostras que podem ser utilizadas para análise forense (DUARTE et al. 2001).

Apesar de os documentos não fornecerem informações detalhadas sobre a realização do exame de DNA, definindo quais marcadores e técnicas moleculares utilizadas nos laboratórios forenses, a partir da revisão foi possível compreender o mecanismo dos procedimentos e materiais, e considerar o uso das técnicas e dos marcadores para a realização do exame de DNA, nos referidos casos. A aplicação criteriosa dessas técnicas garantirá avanços significativos na resolução de crimes e na justiça criminal como um todo.

Em todos os casos citados, há grande probabilidade de uso do PCR, pois é uma técnica que se destaca pela versatilidade em amplificar regiões específicas do DNA, tornando-a essencial para a obtenção de quantidades adequadas de material genético. Sua velocidade e sensibilidade a tornam uma escolha preferencial em casos em que a amplificação direcionada é necessária, tornando-se a técnica principal utilizada em estudos forenses, substituindo técnicas que demandam mais tempo e são mais caras (OLIVEIRA, 2018).

Para o sequenciamento e verificação dos perfis genéticos obtidos nas amostras, a eletroforese capilar, com o decorrer do tempo, substituiu a eletroforese convencional apesar de apresentarem o mesmo princípio pela sua praticidade e velocidade na hora dos resultados. É uma técnica que desempenha um papel fundamental na análise de perfis de DNA, permitindo a separação de fragmentos com base no tamanho. Ela consiste na separação das moléculas de forma mais rápida, por possuir um estabelecimento de campos elétricos mais elevados que a eletroforese convencional, a alta resistência elétrica do capilar permite o resultando em separações de alta eficiência, por ser capaz de dissipar o calor mais rapidamente, permitindo assim o uso de campos elétricos mais elevados, logo, o tempo de análise torna-se mais curto. (VOET et al., 2014).

Atualmente, o STR é o marcador molecular mais utilizado para identificações





humanas, sendo bastante empregado em casos de catástrofes, como deslizamentos, enchentes, desastres aéreos ou guerras, devido ao seu alto teor de polimorfismo e praticidade. Essa técnica foi usada para identificar as pessoas desaparecidas durante a guerra na Croácia (1991-1995) (QUEIROZ, 2012). O STR-Y se destaca na identificação de violência sexual, pois permite obter o DNA masculino a partir de células epiteliais transferidas dos dedos ou do pênis do autor, em casos que não há presença do espermatozoide ou que as análises autossômicas são dificultadas (NOGUEIRA et al., 2020).

CONCLUSÕES

A partir dos dados coletados na pesquisa, pode-se afirmar o papel fundamental da genética e da biologia molecular para a perícia forense na resolução de casos criminais e questões judiciais. Com a sensibilidade e poder de discriminação notáveis do DNA, métodos baseados na PCR oferecem identificação precisa de alelos individuais com rapidez e eficiência, especialmente os que usam STRs e, para que seja efetivo o seu uso em exames de análise no âmbito da criminalística, é de extrema importância a cautela ao longo do processo.

Apesar de ser uma área em crescimento no campo da perícia criminal, essa abordagem é fundamental uma vez que tais resultados não apenas buscam evitar a condenação injusta de inocentes, mas também a estabelecer a culpabilidade de um potencial culpado, sempre tendo como objetivo a busca pela verdade dos acontecimentos e a promoção da justiça.

Espera-se que a biologia molecular e genética continue a evoluir, resultando em métodos de análise ainda melhores, garantindo desfechos confiáveis para investigações forenses civis e criminais nos tribunais.

REFERÊNCIAS

- **HENRIQUE DOUGLAS MELO COUTINHO**

COUTINHO, Henrique Douglas Melo et al. Técnicas com Marcadores Moleculares Usadas nas Ciências da Saúde. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 177–188, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br>. Acesso em: 22



agosto 2023.

SOARES, Francisco de Moura. **A avaliação do DNA como Prova Forense**. Ribeirão Preto: FUNPEC. 2001. 221p. ISBN: 978-85-7826-343-0

FERREIRA, Marcelo Ernesto. & GATTAPAGLIA, Dario. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3ª ed. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1998. pp. 220. (EMBRAPA-CENARGEN Documento 20) ISBN: 977-95-7234-323-0

JOBIM, Luiz Fernando et al. **Identificação humana**. Volume II. São Paulo: Millennium Editora, 2012.

KOCH, Analara & ANDRADE, Fabiana Michelsen. A utilização de técnicas de biologia molecular na genética forense: uma revisão. **Revista brasileira análises clínicas**, v. 40, n. 1, p. 17–23, 1 jan. 2008. Disponível em: moodle.ufsc.br. Acesso em: 20 agosto 2023.

MULLIS, Kary Banks. **The unusual origin of the polymerase chain reaction**. Scientific American, 262(4), 56-65. 1990.

NOGUEIRA, Beatriz Paiva et al. Y-str como ferramenta na responsabilização do autor de crimes sexuais. **Episteme Transversalis**, [S.l.], v. 11, n. 1. 2020. ISSN 2236-2649.

OLIVEIRA Taise Souza & FILHO, Claudemir Rodrigues Dias. Técnicas de biologia molecular utilizadas para desvendar crimes. **Saúde & Ciência em Ação – Revista Acadêmica do Instituto de Ciências da Saúde**. v.4, n.01: Jan-Julho. 2018.

QUEIROZ, Paulo Roberto Martins. **Conceitos de DNA forense aplicados à identificação humana**. 1ª ed. Curitiba: APPRIS, v. 1, 175 p. 2012

SOUZA, Aroldo Marcondes et al. **Eletroforese capilar: fundamentos e aplicações em análises clínicas e farmacêuticas**. São Carlos: Cubo Multimídia, 2012. ISBN 978-85-63411-01-9.

VOET, Donald & PRATT, Charlot Williams. **Fundamentos de bioquímica: a vida em nível molecular**. 4.ed., Porto Alegre: Artmed, 2014.

ZAHA, Arnaldo. et al. **Biologia molecular básica**. 3.ed., Porto Alegre: Mercado Aberto, 2003. ISBN-13, 978-8582710579.

