
História da Genética Forense

CLAUDEMIR RODRIGUES DIAS FILHO
MEIGA AUREA MENDES MENEZES
PABLO ABDON DA COSTA FRANCEZ

1. Introdução

Nos últimos anos, o conhecimento que circunda a biologia molecular tem sido mencionado nos mais diversos meios de comunicação. Sua relação com aspectos investigativos, sejam eles policiais ou não, é quase inevitável quando considerado o poder midiático que o termo “DNA” pode provocar. Parece sedutor a um veículo de comunicação que se empenha em reportar, explorar o que o conhecimento científico pode revelar no desdobramento de uma história. E a genética forense tem, de fato, permitido o acesso a uma inexorável fonte de informação para as investigações periciais, beneficiando as apurações com achados importantes em prol da sociedade.

Mas até que se conclua qualquer investigação, o procedimento de aquisição de informações deve seguir seu caminho. Esse procedimento, que os operadores do jornalismo gostam de relacionar ao que chamam de “lide”, visa permear tudo o que se relaciona a um acontecimento. Na prática policial, equivale a responder às sete perguntas do Heptâmetro de Quintiliano: O quê? Quando? Onde? Quem? Como? Por quê? Com que meios?

As respostas a essas perguntas muitas vezes dependem de uma análise pericial, especialmente quando a fonte potencial é de origem material, como um vestígio. Entendendo a perícia como a fonte da materialidade probatória, a legislação brasileira determina que o profissional da perícia (o perito) responda a perguntas normalmente formuladas por operadores do direito envolvidos na persecução penal¹. Invariavelmente, tais perguntas se relacionam direta ou indiretamente àquelas constantes no Heptâmetro de Quintiliano, já que visam elucidar a ocorrência. Sendo a perícia um

1 Código de Processo Penal, Art. 159. § 3º *Serão facultadas ao Ministério Público, ao assistente de acusação, ao ofendido, ao querelante e ao acusado a formulação de quesitos e indicação de assistente técnico.* Incluído pela Lei nº 11.690, de 09 de junho de 2008.

meio de prova com lastro técnico-científico, o modo pelo qual os peritos se debruçam sobre o material a ser analisado não pode ser outro senão o método científico.

Nessa abordagem, a genética forense se constitui no uso técnico-científico de conhecimentos e métodos genéticos validados como ferramenta de acesso a informações que, derivadas da materialidade, apresentam potencial relevância para a investigação que a questionou. Evidentemente, as conclusões decorrentes de uma análise genética podem beneficiar qualquer área do direito, como o termo “forense” sugere. A judicialização de causas relativas à determinação de paternidade é um exemplo de repercussão que tem motivado o adentrar da genética nos tribunais. Porém, não é apenas na área cível que a genética tem revolucionado a investigação judicial. A perícia criminal, com o advento dos conhecimentos de biologia molecular, tem apresentado informações mais que relevantes para as investigações policiais, contribuindo sobremaneira com a persecução criminal.

Se, aos olhos da lei, a perícia é indispensável quando a infração deixa vestígio², então a genética é imprescindível quando o vestígio biológico pode identificar quem o originou. No âmbito criminal, a denúncia deve ser minimamente pautada pela materialidade e por indícios mínimos de autoria, o que faz da resposta ao “quem?” uma das mais relevantes na fase inquisitorial do rito processual penal. Não por a caso, a genética tem se mostrado uma poderosa ferramenta pericial na busca da verdade.

Não é difícil associar a genética à pergunta “quem?”. A associação é direta para aqueles que conhecem seus fundamentos. Entretanto, a criminalística tem seus métodos próprios, especialmente atrelados a um procedimento pericial conhecido por “levantamento técnico-pericial” que, concatenado às análises genéticas de vestígios, permite responder outras perguntas do Heptâmetro de Quintiliano, como “onde?”. A matéria-prima da genética forense é o material genético extraído de vestígios de origem biológica. O local em que tais vestígios foram coletados aliado à identificação de sua origem são elementos de relevância para as conclusões periciais que, desassociadas, não teriam o mesmo valor probatório. É provável que avanços na genética forense lancem luz às respostas de outras perguntas importantes à elucidação criminal.

Mas entender o método e suas limitações é tão importante quanto compreender seu potencial, especialmente quando consideramos as consequências judiciais das conclusões exaradas a partir de provas de DNA. O conhe-

2 Código de Processo Penal, Art. 158, *caput*. *Quando a infração deixar vestígios, será indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto, não podendo supri-lo a confissão do acusado.*

cimento, as tecnologias e os métodos aplicados à genética forense tem se acumulado em tão espantosa velocidade que torna indispensável ao interessado na área o conhecimento introdutório ao tema. E esta é uma das metas desta obra: apresentar de forma didática a genética forense, dos mais fundamentais conhecimentos até as técnicas mais modernas de sequenciamento, sem negligenciar importantes discussões relevantes ao mundo jurídico e ao futuro da genética forense.

2. Da genética à genética forense

Como em outras áreas, a genética forense emergiu e se desenvolveu de forma gradual ao longo do tempo. Após a descoberta dos grupos sanguíneos ABO por Landsteiner, em 1900, os tipos sanguíneos humanos foram usados para a identificação humana, e uma base científica sólida começou a fundamentar a genética forense. Em 1910, o criminologista francês Edmond Locard propôs o princípio de troca de Locard, sintetizado na frase “todo contato deixa vestígios”, e estabeleceu as bases para a moderna ciência forense. Dezesesseis anos depois, Thomas Hunt Morgan propôs a teoria cromossômica da herança, indicando as estruturas celulares responsáveis pela hereditariedade. Em 1953, a descoberta da estrutura helicoidal da dupla hélice do DNA permitiu o início da pesquisa genética em nível molecular. Outras descobertas, após a década de 1950, aprimoraram o conhecimento que hoje empregamos na genética forense. Ao longo do tempo, reconhece-se que a genética forense apresentou quatro fases, caracterizadas pelo uso de marcadores morfológicos, citológicos, bioquímicos e moleculares (CHENGTAO, 2018).

Existem diferentes tipos de polimorfismos ou marcadores genéticos que são utilizados para estudos de genética médica, identificação humana, análise forense e de genética de populações. Historicamente, não raras vezes a descoberta de um marcador em uma dessas áreas fomentou estudos em outra. Com isso, embora se acredite que a genética forense seja uma área recente da ciência e que somente a partir do advento da genética molecular os crimes passaram a ser investigados utilizando os polimorfismos genéticos, isto não é correto. Por muito tempo predominaram os estudos envolvendo polimorfismos proteicos, hoje também chamados de polimorfismos clássicos, como objetos de estudo sobre a variabilidade genética humana (MARTINS, 2007). Os mais difundidos foram os estudos de polimorfismos de grupos sanguíneos, de proteínas de complexo de histocompatibilidade (HLA), de imunoglobulinas e de outras proteínas plasmáticas ou presentes nas hemácias (RINCON, 2009). Alguns desses polimorfismos clássicos foram

amplamente utilizados tanto em investigações criminais, quanto em exames de exclusão de paternidade.

Entretanto, é consenso o fato de que, após os avanços da biologia molecular nos últimos 30 anos, a genética forense passou a ser ferramenta indispensável para investigações criminais e exames de vínculo de parentesco genético. O DNA pode ser encontrado em todos os fluidos e tecidos biológicos humanos (PENA, 2005), possui uma alta estabilidade química e está presente em todas as células nucleadas do organismo, o que facilita a sua obtenção (KOCH & ANDRADE, 2008). As regiões não codificantes do DNA, ou seja, as regiões em que o DNA não produz proteínas, são justamente as regiões que possibilitam a realização de análises de DNA para identificação humana, vínculo genético em casos criminais, testes de paternidade cíveis ou para estudos populacionais (NAOUM, 2009).

As décadas de 1970 e 1980 foram cruciais para o desenvolvimento das principais técnicas moleculares que permitiram lançar as bases para o avanço da genética forense como ferramenta fundamental na identificação humana. Entre esses avanços destacam-se a análise de polimorfismos de minissatélites, por Alec Jeffreys, o aprimoramento da técnica da PCR – Reação em Cadeia da Polimerase, por Kery Mullis, e o sequenciamento de moléculas de DNA, por Frederick Sanger (DIAS FILHO & FRANCEZ, 2018).

Os anos da década de 1980 foram fundamentais para o avanço da biologia molecular e da genética forense. Foi nesse período que Alec Jeffreys, da Universidade de Leicester, desenvolveu a técnica que permitiu analisar os polimorfismos do tipo minissatélites – ou, como ele denominou, *simple tandem-repetitive regions of DNA*, ou VNTRs (*Variable Number of Tandem Repeats*) –, dispersos em grande número pelo genoma humano, como ferramenta de identificação humana. Na mesma década, Kery Mullis conseguiu aprimorar a técnica da Reação em Cadeia da Polimerase (*Polymerase Chain Reaction – PCR*). Essa técnica permitiu a duplicação *in vitro* de forma exponencial de determinadas regiões do DNA, possibilitando analisar amostras mesmo com reduzidas concentrações de material genético. A PCR significou uma revolução em várias áreas e, particularmente, na área forense, visto que a grande maioria dos vestígios apresentam reduzidas quantidades de amostras, muitas das vezes degradadas ou ricas em contaminantes.

A partir dos avanços deste período, a identidade genética pelo DNA passou a ser empregada para demonstrar a culpabilidade de criminosos, exonerar inocentes, identificar corpos e restos humanos em desastres aéreos e campos de batalha, determinar paternidade com alto grau de con-

fiabilidade, elucidar trocas de bebês em berçários e detectar substituições e erros de rotulação em laboratórios de patologia clínica (PENA, 2005).

3. Genética forense no Brasil

No Brasil, o desenvolvimento da genética forense teve início dentro das universidades, por meio dos trabalhos pioneiros de professores estudiosos da genética de populações, genética médica e genética humana. Inicialmente a partir dos estudos relacionados a polimorfismos moleculares humanos, pesquisadores passaram a padronizar métodos que permitiram iniciar serviços de extensão de exames de paternidade e outros vínculos de parentesco genético. Em seguida, com as demandas que apareciam na área criminal, aceitaram o desafio de realizar exames moleculares de identificação humana a partir de restos mortais e em casos de estupro. Dentre esses pioneiros, é importante destacar os trabalhos desenvolvidos pelos professores Elizeu Fagundes de Carvalho, da UERJ; Enrique Medina-Acosta, da UENF; Luiz Antônio Ferreira da Silva, da UFAL; Rodrigo de Moura Neto, da UFRJ; Sérgio Pena, da UFMG; Sidney Santos, da UFPA entre outros (VELHO, GEISER & ESPINDULA, 2017).

Já a história da genética forense como ferramenta utilizada para resolução de casos criminais dentro do sistema de segurança pública surgiu da iniciativa do Distrito Federal (DF) quando, em 1995, foi inaugurado o laboratório de DNA criminal da Polícia Civil do Distrito Federal. Esse laboratório realizou os primeiros treinamentos para peritos de diversos estados brasileiros. A partir desse primeiro intercâmbio, surgiram os laboratórios de genética forense, todos ligados à Segurança Pública local, dos estados do Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraíba.

Em 2004, com esforços iniciados no âmbito do Ministério da Justiça (MJ) através da Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP), ocorreu o que pode ser denominada como uma segunda etapa no desenvolvimento da genética forense no Brasil. Visando o aprimoramento técnico-científico e a qualificação da perícia criminal, a SENASP financiou a implantação e adequação de laboratórios de genética forense no Brasil como estratégia de combate à violência instalada (Plano Nacional de Segurança Pública)³.

Além do apoio para a instalação de mais laboratórios no âmbito da Segurança Pública, a SENASP, em convênio com o então Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), liberou recursos para que dois laboratórios localizados em instituições de ensino e pesquisa, a partir de 2005, trabalhassem no desenvolvimento tecnológico e treinamentos básicos para peritos e outros profissionais de todo o Brasil.

3 Disponível em: <http://www.dhnet.org.br/redebrasil/executivo/nacional/anexos/pnsp.pdf>.

4. Bancos de perfis genéticos criminais

As primeiras nações a armazenarem dados em bancos de perfis genéticos forenses foram o Reino Unido e os Estados Unidos da América. A criação do banco no Reino Unido teve seu início em 1994, quando foi publicada a *Criminal Justice and Public Order Act*, que trouxe uma importante interpretação sobre a coleta de amostras. A partir dessa norma, a coleta de células da mucosa bucal de um indivíduo foi considerada “não invasiva”. Em abril de 1995, o *National DNA Database*, do Reino Unido, foi estabelecido⁴.

Nos Estados Unidos da América, o *DNA Identification Act* do ano de 1994 autorizou o *Federal Bureau of Investigation* (FBI) a estabelecer o *National DNA Index System* (NDIS) e, em 1998, o programa *CODIS* (*Combined DNA Index System*) foi lançado e permitiu a comparação dos perfis genéticos de todos os estados participantes. Ainda em 1998, as comparações alcançaram os 50 estados dos Estados Unidos, permitindo identificar rapidamente criminosos reincidentes (BUTLER, 2005). O *Nacional DNA Index System*, diferentemente do modelo adotado no Brasil, apresenta três níveis hierárquicos: o nacional, o estadual e o local.

Atualmente, o NDIS contém mais de 13.708.486 perfis genéticos de condenados, 3.467.238 perfis genéticos de suspeitos e 922.673 perfis genéticos de vestígios. Até fevereiro de 2019, o sistema *CODIS americano* produziu mais de 455.532 *bits* auxiliando mais de 444.279 investigações. Segundo o último relatório bianual realizado pela Interpol, *Global DNA Profiling Survey Results*, os bancos de dados de DNA são utilizados em 69 países em diferentes continentes.

5. Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos e CODIS no Brasil

A implantação dos bancos de perfis genéticos no Brasil também foi resultado de um processo iniciado em 2004 e conduzido pela SENASP/MJ com o apoio de um grupo de peritos criminais e profissionais ligados à genética forense, batizado informalmente de Rede de Genética Forense⁵ (Figura 1), quando seus participantes decidiram que esforços institucionais para aquisição do *software CODIS* junto ao FBI (*Federal Bureau of Investigation*) deveriam ser iniciados. Fez-se necessário então o início de novas políticas e acordos para fortalecimento de uma rede de laboratórios

4 Vide <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1994/33/contents>.

5 Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/529713/pg-24-secao-2-diario-oficial-da-uniao-dou-de-06-04-2006>.

oficiais de perícia, efetiva em seu propósito de servir como instrumento de prova na investigação criminal, desde que asseguradas as condições técnicas e científicas para a produção da informação e estabelecidos os parâmetros legais.



Figura 1. Reunião da Rede Nacional de Genética Forense, ocorrida em Brasília(DF) entre 11 e 14 de junho de 2007.

Após a assinatura do Termo de Compromisso com o FBI para a cessão do sistema CODIS, entre o FBI e o Departamento de Polícia Federal, peritos criminais, federais e estaduais, foram treinados nos Estados Unidos e no Brasil entre 2009 e 2010 (Figura 3). À época, também foi iniciada a implantação da Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIBPG) nas unidades da Federação interessadas, com Bancos Estaduais de Perfis Genéticos conectados a um Banco Nacional de Perfis Genéticos, por meio do programa CODIS.



Figura 2. Cerimônia de lançamento do primeiro treinamento CODIS no Brasil.



Figura 3. Primeiro treinamento CODIS no Brasil, em 2010 (CODIS 5 e 6).

Em 2011, já com o sistema CODIS instalado nos laboratórios que aderiram à RIBPG, foram iniciados os testes de comunicação e, no fim desse ano, a operação dos Bancos Estaduais e da Polícia Federal, restando ainda regulamentação para o início das atividades do Banco Nacional.

Em maio de 2012 foi sancionada a Lei Federal nº 12.654, que permitiu a inserção dos perfis genéticos de condenados e identificados criminalmente em Bancos de Perfis Genéticos brasileiros. Sua regulamentação ocorreu por meio do Decreto nº 7.950/2013, que também inseriu o Banco Nacional de Perfis Genéticos e a Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos no sistema jurídico nacional.



Figura 4. Segundo treinamento CODIS no Brasil, em 2014 (CODIS 7).

Em janeiro de 2017 foi lançado um novo Plano Nacional de Segurança Pública pelo Ministério da Justiça, o qual incluía a expansão da RIBPG. Desde então vêm sendo fortalecidos a modernização dos laboratórios de genética forense, a implantação de novos, além de forte apoio para o pleno cumprimento da Lei nº 12.654/12 nos presídios de todo país (FAGUNDES, 2007; MENEZES, 2015).



Figura 6. Reunião do Comitê Gestor da Rede Integrada de Banco de Perfis Genéticos, juntamente com os dirigentes da Secretaria Nacional de Segurança Pública – SENASP-MJ e do Departamento Penitenciário – DEPEN, em 2017, após o lançamento do Plano Nacional de Segurança Pública no mesmo ano.

Com planejamento em 2016 e recursos financeiros destinados em 2017, o ano de 2018 marcou o início das auditorias externas nos laboratórios que fazem parte da Rede Integrada de Banco de Perfis Genéticos. Nesse ano, todos os laboratórios da RIBPG passaram por auditorias previstas no Decreto nº 7.950/13, procedimento indispensável para garantir a qualidade e confiabilidade dos perfis genéticos gerados e incluídos nos Bancos Estaduais, Distrital e Nacional de Perfis Genéticos. Ainda em 2018 os Laboratórios da RIBPG tiveram investimentos importantes para a modernização e a automação dos exames, por meio da aquisição, pelo governo federal, de diferentes equipamentos. Também foram feitos investimentos importantes em insumos que possibilitaram um avanço no efetivo cumprimento da Lei nº 12.654/12, que prevê a coleta e inclusão de perfis genéticos em banco de perfis genéticos de condenados por crimes dolosos violentos e hediondos.

Em dezembro de 2018, um grupo de sete peritos criminais brasileiros, incluindo cinco peritos estaduais (um de cada região do Brasil) e dois peritos da Polícia Federal, foram designados a participar da *CODIS CONFERENCE* (Figura 7). Na ocasião, os peritos criminais conheceram a nova versão do *software* de banco de dados o CODIS 8.0. Em março de 2019, esses sete peritos que participaram do treinamento no EUA ministraram o terceiro curso de capacitação no *software* CODIS no Brasil (versão CODIS 8.0), no qual foram capacitados 44 peritos de todas os laboratórios de genética forense que integravam a RIBPG naquela data. Foi o maior número de peritos capacitados em um treinamento até então. Este foi o terceiro treinamento CODIS no Brasil e o primeiro ministrado por peritos brasileiros (Figuras 8 e 9).



Figura 7. Participação de equipe de peritos criminais do Brasil no *CODIS CONFERENCE* 2018, em Norman, Oklahoma, EUA.



Figuras 8 e 9. Terceiro treinamento CODIS no Brasil em 2019 (CODIS 8).

Os investimentos aportados nos últimos anos nos laboratórios integrantes da RIBPG, particularmente relacionados ao projeto que trata da coleta de perfis genéticos de condenados e da resolução do *Backlog* de vestígios de crimes sexuais, possibilitaram um incremento substancial no número total de perfis genéticos registrados BNPG (Banco Nacional de Perfis Genéticos). O X Relatório da RIBPG, apresentado em junho de 2019, apontava para um crescimento inédito de mais de 58% no número de perfis genéticos registrados no BNPG, passando de pouco mais de 18 mil perfis no IX Relatório para mais de 30 mil perfis no X Relatório. Embora ainda seja um número muito modesto para o Brasil, essa evolução deve ser comemorada.

Há cerca de sete anos o Brasil faz parte oficialmente de um grupo de países que utilizam o banco de dados de DNA como ferramenta de segurança pública. A RIBPG/MJSP integra hoje 20 laboratórios e, sob a ótica internacional, é uma das maiores redes de laboratórios de perícia oficial integrados que compartilham perfis genéticos para fins criminais e busca de pessoas desaparecidas. Segundo o último relatório, há cerca de 20 mil perfis genéticos inseridos no Banco Nacional – número ainda tímido frente à população

carcerária e a violência instalada. Entretanto, uma vez superados e dirimidos os desafios, certamente esse importante projeto da perícia no cenário da segurança pública nacional trará significativa melhora aos processos investigativos, além de maior eficiência do sistema de justiça criminal brasileiro, materializada na redução da impunidade e de condenações equivocadas.

6. Referências bibliográficas

- BUTLER, J. M. *Forensic DNA typing: biology, technology, and genetics of STR markers*. Academic Press, 2005.
- CHENGTAO, Li. Forensic genetics, *Forensic Sciences Research*, 3(2), p. 103-104, 2018, DOI: 10.1080/20961790.2018.1489445.
- DIAS FILHO, C. R.; FRANCEZ, P. A. C. *Introdução à biologia forense*. 2. ed. Campinas: Millennium Editora, 2018.
- FAGUNDES, P. R. *Aspectos estratégicos para implantação de um banco de dados de DNA criminal no Brasil*. ENAP, 2007.
- GRAZINOLI, G. R.; LEAL, R. E. O banco de perfis genéticos brasileiro três anos após a Lei nº 12.654. *Revista de bioética y derecho*, 35, p. 94-107, 2015.
- KOCH, A.; ANDRADE, F. M. A. Utilização de técnicas de biologia molecular na genética forense: uma revisão. *RBAC* 40 (1), p. 17-23, 2008.
- MARTINS, A. M. Análise genético-histórica de haplótipos do cromossomo Y humano no nordeste brasileiro. Tese de Mestrado em Genética. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 190 p, 2007.
- MENEZES, M. A. M. et al. La expansion de la Base Nacional de Perfiles Geneticos en Brasil – sus conquistas y desafios. *Revista AICEF*, ano 5, número 1, 2015.
- NAOUM, P. C. *Como se analisa o DNA*. Academia de Ciência e Tecnologia de Ribeirão Preto, São Paulo, 2009.
- PENA, S. D. Reasons for banishing the concept of race from Brazilian medicine. *Hist Cienc Saude Manguinhos*, 12(2), p. 321-346, 2005.
- RINCON, D. *Estudos de DNA mitocondrial em populações remanescentes de quilombos do Vale do Ribeira*. Dissertação de Mestrado em Ciências na área de Biologia/Genética. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- VELHO, J.; GEISER, G. C.; ESPINDULA, A. *Ciências Forenses – Uma introdução às principais áreas da criminalística moderna*. 3. ed. Campinas: Millennium Editora, 2017.
-