

UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS MOLECULARES EM TÉCNICAS FORENSES NA IDENTIFICAÇÃO DE CADÁVERES: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

USE OF MOLECULAR TECHNIQUES IN FORENSIC TECHNIQUES IN CORPSE IDENTIFICATION: A BIBLIOGRAPHICAL REVIEW

CAMARGO, Luana Cristina ¹,

GIUSTI, Emiliana ²

¹ Acadêmica do curso de Biomedicina – Unidade Central de Educação Faem
Faculdades – UCEFF\ Barracão, PR, Brasil

² Docente do curso de Biomedicina - Unidade Central de Educação Faem
Faculdades – UCEFF\ Barracão, PR, Brasil

RESUMO:

No decorrer dos anos, as ciências médicas vêm evoluindo e trazendo grandes mudanças em diversos âmbitos. A ciência forense, tem papel importantíssimo para a resolução de diversos casos como conflitos sociais, homicídios, estupros ou desastres em massa; através dela e de suas técnicas que se aprimoraram no decorrer dos anos que ficou possível a identificação de todo tipo de cadáver em todo caso policial ou ambiental. Considerando que ainda hoje existem algumas limitações como amostra escassa, contaminação cruzada ou o próprio cadáver em decomposição, ainda sim cada técnica se aplica a uma situação e amostra específica. Nesse artigo, foram listadas as principais técnicas de biologia molecular na detecção de cadáveres utilizadas atualmente, para isso, buscamos comparar quais métodos são melhores e com maior sensibilidade para determinados tipos de amostra, atualmente, buscamos comparar quais métodos são melhores e com maior sensibilidade para determinado tipo de amostra, citamos também quais vestígios biológicos podem ser encontrados em uma cena de crime, além de um breve histórico da perícia criminal no Brasil e no mundo no decorrer dos anos.

Palavras-Chave: Biologia molecular, Ciências forenses, Técnicas moleculares, Vestígios Biológicos, Ácido Desoxirribonucleico (DNA) e Restos corporais.

ABSTRACT

Over the years, medical sciences have evolved and brought major changes in different areas. Forensic science plays a very important role in resolving various cases such as social conflicts, homicides, rapes or mass disasters; Through it and its techniques that have improved over the years, it has become possible to identify all types of corpses in any police or environmental case. Considering that even today there are some limitations such as a scarce sample, cross-contamination or the decomposing corpse itself, each technique is still applicable to a specific situation and sample. In this article, the main molecular biology techniques currently used in the detection of corpses were listed. For this purpose, we seek to compare which methods are better and with greater sensitivity for certain types of samples. Currently, we seek to compare which methods are better and with greater sensitivity for certain type of sample, we also mention which biological traces can be found at a crime scene, in addition to a brief history of criminal forensics in Brazil and around the world over the years.

Keywords: Molecular biology, Forensic sciences, Molecular techniques, Biological traces, Deoxyribonucleic acid (DNA) and Body remains.

INTRODUÇÃO

A utilização de técnicas moleculares forenses na identificação de cadáveres, apesar de ser recente, representa papel significativo na ciência e no seu avanço pelo decorrer dos anos. ¹ A identificação de cadáveres é de suma importância em casos criminais, e pode ser utilizada para busca de pessoas desaparecidas em restos de cadáveres não identificados ou até mesmo em casos de desastre em massa e exumação. ¹ Contudo essas técnicas apresentam limitações como o alto custo do procedimento, má qualidade das amostras, a própria decomposição dos restos mortais ou qualquer erro pré-analítico decorrido no local da coleta. ² A análise de DNA fornece informações precisas sobre determinados indivíduos, e por isso se destaca, pois, ao identificar o material genético e sua estrutura no meio forense consegue-se informações precisas sobre a identidade do cadáver.³

Busca-se, através da literatura, elencar o teste com maior vantagem na identificação dentre as técnicas moleculares, como rapidez, sensibilidade, especificidade e facilidade de execução em laboratório. Os objetivos envolveram explorar as melhores e diferentes técnicas, análises de DNA e RNA além das proteínas utilizadas na genética forense e as limitações associadas a essa prática, tais como degradação do material biológico, contaminação cruzada e amostra com qualidade insuficiente. Trata-se de uma revisão bibliográfica descritiva, de caráter qualitativo, onde foram selecionados artigos nas bases de dados PubMed (Public Medical Literature Analysis and Retrieval System Online), Scielo (Scientific Eletronic Library Online), Lilacs (Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), Bireme e Medline (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online), com base no tema em questão. Os descritores utilizados na pesquisa foram “Biologia molecular”, “Ciências forenses”, “DNA” “Técnicas moleculares”, “Vestígios Biológicos” e “Restos corporais”.

O período de pesquisa foi entre os anos 2010 à 2023, podendo ser artigos completos, tanto na língua portuguesa quanto inglesa. A escolha de desenvolver um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) sobre técnicas de

biologia molecular na identificação de cadáveres é altamente relevante e pode ser justificada por diversos motivos como: importância forense já que as técnicas de biologia molecular desempenham um papel crucial na área forense, precisão na Identificação, evolução tecnológica e contribuição para a ciência.

BREVE HISTÓRICO

Ao longo do século XVII, quando parteiras eram intimadas a dar seu parecer sobre questões como estupro, virgindade ou gravidez, começava a propagação das ciências médico-legais interligadas com as ciências de enfermagem.² Por volta da década de 80, novos estudos apresentaram então o Ácido desoxirribonucleico (DNA) e Ácido Ribonucleico (RNA) de forma mais detalhada.¹ Na Inglaterra (1986) um caso criminal de um pequeno vilarejo foi desvendado utilizando amostras de sangue confrontadas com vestígios de sêmen encontrados nos corpos das vítimas utilizando uma técnica denominada tipagem molecular, que se baseava na análise do polimorfismo genético.⁷ A partir disso, diversas técnicas foram desenvolvidas no meio forense para identificação de corpos, utilizando material genético.¹

Evolução da perícia criminal ao longo da História: Na Grécia antiga, o filósofo Sócrates Na Grécia Antiga, o filósofo Sócrates fez uso de métodos de investigação para resolver crimes.¹ O imperador chinês Song Ci escreveu um tratado chamado "O Regulamento da Inspeção Póstuma dos Cadáveres" no século XIII, que descrevia métodos de autópsia.¹⁰

Séculos XVII a XIX: No século XVII, o médico italiano Fortunato Fidelis publicou uma obra pioneira sobre a identificação de venenos em autópsias. 11 O químico francês Mathieu Orfila é frequentemente considerado o pai da toxicologia forense por suas contribuições para a análise de venenos.²

Século XIX: O uso da impressão digital como meio de identificação começou a ser explorado no início do século XIX, com Sir William Herschel na Índia e Sir Francis Galton na Inglaterra. 7 O médico legista francês Alexandre Lacassagne fez contribuições significativas para a criminologia e a identificação de armas de fogo.¹

Século XX: O uso de microscópios e análises de microscopia foi amplamente adotado na perícia criminal para estudar fibras, cabelos e outras evidências.² O desenvolvimento da análise de DNA na década de 1980 revolucionou a perícia criminal, permitindo identificações precisas e conclusivas.² O uso de tecnologias avançadas, como a análise de impressões digitais, análise de balística, análise de substâncias químicas e reconhecimento facial, também se tornou comum.¹ Por volta de 1960 grandes mudanças na área da Tanatologia, trazidas pelos trabalhos de Kübler-Ross e Saunders que revolucionaram o trabalho com pacientes em estágio terminal da doença e trouxeram o tema da morte para discussão pública.¹⁰

Século XXI: A tecnologia digital desempenhou um papel fundamental na coleta e análise de evidências, incluindo imagens de vigilância, análise de dispositivos eletrônicos e cyber perícia.⁸ A crescente preocupação com a integridade das evidências e a melhoria dos padrões de qualidade na perícia criminal resultaram em regulamentações mais rígidas e normas de conduta ética.

CIÊNCIA FORENSE NA ATUALIDADE

O perfil genético de um ser humano traz informações como etnia, sexo e anomalias patológicas.³ Atualmente, a ciência forense não se limita apenas ao local de um crime, ela se expande em diversas áreas de atuação, sendo as mais utilizadas a toxicologia, tanatologia, antropologia, cronatogenese patologia, odontologia, criminalística, e análise de DNA. ⁴ A perícia criminal é uma área em constante evolução, à medida que a ciência e a tecnologia avançam.⁴ Ela desempenha um papel vital na investigação e na justiça, contribuindo para a resolução de crimes e a condenação de criminosos, bem como para a proteção dos direitos dos inocentes.⁴

No Brasil, o Código Penal disposto no Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940, fala sobre a importância da ciência forense no desenvolvimento das diversas ações judiciais.⁴ Entretanto, no próximo ano, por meio do Código de Processo Penal (Decreto-Lei nº 3.689), foram detalhadas as

etapas de condução da perícia, especificando toas os deveres do profissional no rastreamento dos vestígios, também denominado de cadeia de custódia que compreende: reconhecimento, isolamento, fixação, coleta, acondicionamento, transporte, recebimento, processamento, armazenamento e descarte.⁵

Os peritos utilizam dos chamados de laboratórios de DNA analisar o perfil genético das amostras recebidas, podendo ser aquelas coletadas em um local de crime as levadas ao próprio laboratório, para que assim o laudo possa ser concluído. Para isso, o tempo de conclusão do laudo vai depender de cada caso e também do tipo de amostra recebida ou colhida pelo laboratório.¹⁴ Em situações como de vítimas de abuso sexual, a amostra é recolhida no Instituto Médico-Legal (IML) e encaminhada ao Laboratório de Genética Molecular, onde o trabalho de elaboração do laudo demora algumas semanas.²⁰ Análises que levam um período maior para conclusão são aquelas de identificação de cadáver, corpos decompostos ou carbonizados, nos quais a obtenção de DNA é mais minuciosa.¹⁴

Bancos de Perfis genéticos estabelecidos como uma nova ferramenta de investigação vem sendo estabelecidos a alguns anos em países como Reino Unido e Estados Unidos e são hoje em dia utilizados por cerca de sessenta países.¹⁷ No Brasil, a partir da Lei no 12.654/2012 foi exigida a coleta e armazenamento de dados em bancos de perfis genéticos para identificação criminal.¹⁷ A implementação de banco de dados envolve basicamente tres fases: coleta de amostras de condenados ou suspeitos de acordo com a lei, processamento de análises das amostras e inserção dos perfis numa base de dados computacionais e comparação dos perfis das amostras questionadas em um local de crime com as presentes no banco.

Nos cadáveres, além do diagnóstico da causa da morte, o perito tem de descobrir seu tempo aproximado, a identificação do cadáver, diagnosticar a presença de veneno ou não em suas vísceras, fazer a retirada de projéteis, ou realizar qualquer outro procedimento necessário.¹ Para a comprovação, é necessária a realização da tanatologia, necropsia ou autópsia. Sendo um conjunto de procedimentos que tem como objetivo evidenciar a causa mortis seja sob o ponto de vista médico ou jurídico.¹

A Antropologia foi reconhecida como ciência há poucas décadas e trata das mensurações do homem fóssil e do homem vivo, a partir disso, implantou novos métodos de análise para que as vítimas fossem otimizar os trabalhos e a liberação dos corpos.¹⁰ Um exemplo disso, pode-se aplicar a observação antes ignorada dos dentes rosáceos podem ser observados em cadáveres em que a causa de morte foi decorrente de enforcamento, sufocação ou afogamento (Figura 1).¹⁵ O fato da coloração vermelha nos dentes após a morte ocorre devido à hemólise e exsudação da hemoglobina e seus derivados no interior dos canais dentários, mostrando que a pigmentação dos dentes.

EXTRAÇÃO DE DNA FORENSE

Existem diversas técnicas para obtenção de DNA, uma delas é a extração orgânica com filtro concentrador, com fenol-clorofórmio, que tem por objetivo solubilizar os ácidos nucleicos, processo realizado com a desintegração dos tecidos, onde, por fim, é separado o extrato do material insolúvel por meio de uma série de centrifugações: a extração com resina Chelex, e método inorgânico por Fosfotometria na Temperatura Ambiente (FTA) papel quimicamente tratado usado na coleta e armazenamento de ácidos nucleicos.²¹ Para extração de DNA de alta massa molecular é mais recomendado a utilização da técnica orgânica com fenol-clorofórmio, que pode ser utilizada em sangue líquido, manchas de fluidos corpóreos, esperma e células da vagina.²²

A extração com filtro concentrador pode ser utilizada em manchas de sangue, saliva, sêmen e swabs vaginais.²¹ Extração orgânica tradicional pode ser utilizada em tecidos moles, cabelos, ossos e dentes.² O método inorgânico é usado na extração de DNA de sangue total e a resina Chelex, em sangue total, manchas de sangue e sêmen, saliva em swabs, papel, objetos e cabelos.²²

Cada técnica possui indicações, vantagens e desvantagens. Como por exemplo, se é necessário a extração de DNA de alta massa molecular utiliza-se a extração orgânica com fenol-clorofórmio, é mais complexo e demorado, caso

a extração não seja de DNA de alta massa molecular usa-se a técnica de Chelex que é mais rápida, fácil e eficiente.²

VESTÍGIOS BIOLÓGICOS

Uma série de fenômenos ocorre com o corpo logo que um indivíduo morre, pois, a morte é um processo gradativo, que evolui com o decorrer do tempo, podendo levar minutos ou horas como levando ao resfriamento do corpo e a desidratação ou dias causando a rigidez cadavérica.¹⁹ É de suma importância que profissional perito, juntamente com o papiloscopista, realize primeiramente a coleta de impressões digitais, pensando na identificação por técnicas mais simples como a dissecação da pele das polpas digitais – técnica do dedo de luva; A técnica da luva cadavérica é muito comum e eficiente. O procedimento se dá pela retirada da epiderme das falanges, o papiloscopista então, veste esta pele em suas mãos e realiza o procedimento de coleta das digitais, em sua ficha datiloscópica principalmente em corpos que permanecem imersos em meio líquido por um longo período.¹⁸ (Figura 2)

A cadeia de custódia refere-se a documentação com a identificação de todas as pessoas responsáveis pela coleta, preservação e guarda da amostra, para que haja controle da integridade física do vestígio biológico.²

O sangue é um vestígio comum nas cenas de crime e pode ser encontrado na forma líquida, coagulada, úmida ou seca, é de suma importância levar-se em consideração o melhor método e forma da amostra.²³ Na forma líquida, pode ser coletado por seringa ou pipeta, usando tubos com anticoagulante. Sangue seco pode ser acondicionado em frascos ou sacos plásticos e coletado com swab. Na forma úmida, geralmente nas roupas, deve ser recolhida a peça e embalada em saco plástico.³

No caso da presença sêmen, saliva ou urina no local do crime, geralmente ligados a atos como estupro e atentado violento ao pudor, sendo muito importante para realizar a identificação do agressor.³ Geralmente a coleta de amostra pode ser feita em roupas, lençóis, estofados, tapetes.²³ Os ossos e dentes são os vestígios mais utilizados em casos como de acidentes

aéreos, ou qualquer desastre em massa onde a identificação humana por métodos inicialmente utilizados, como a papiloscopia, antropologia e odontologia forense se tornam inutilizáveis pelo estado de conservação dos corpos.³

Já os pelos e cabelos que são constituídos por duas partes: a haste e a raiz.²³ O estado da raiz permite identificar se ocorreu tratamento químico, se o cabelo foi arrancado, esmagado, cortado ou se caiu naturalmente.³ Geralmente é encontrado em quase todo local de crime como homicídio, estupro, sequestros, lesão corporal, entre outros. As amostras podem ser coletadas em escovas de cabelo, pente, roupas, cama, móveis, interior do veículo, piso, e nas mãos dos envolvidos.²³

BIOLOGIA MOLECULAR

A Biologia Molecular é a ciência que estuda a estrutura e função do material genético, tendo como foco as proteínas, que são seus produtos de expressão, investigando todas as alterações que acontecem na mesma, além do DNA, e a reprodução do RNA.⁹

O decorrer do século XX apresenta três marcos relevantes: o descobrimento da estrutura de DNA (1953), das técnicas de RNA recombinante (1970) e de novas técnicas e equipamentos (1995) que automatizaram o processo de sequenciamento do genoma de organismos vivos.³ A técnica Southern blotting, desenvolvida por Edwin Southern, utiliza a capacidade de a nitrocelulose ligar-se fortemente ao DNA fita simples, mas não à fita dupla para identificar o DNA com uma sequência de bases específicas.¹¹

A reação em cadeia da DNA-polimerase (PCR) revolucionou a genética molecular por permitir a rápida clonagem e a análise do DNA.⁹ Consistindo em um método in vitro rápido e versátil para a amplificação de sequências-alvo de DNA definidas, presentes em uma preparação de DNA.¹ Esta é uma reação em cadeia porque as fitas de DNA, recentemente sintetizadas, irão atuar como moldes para mais uma síntese de DNA nos ciclos subsequentes.⁹ Após cerca de 25 ciclos de síntese de DNA, os produtos da PCR irão incluir, além do DNA

que iniciou a reação, cerca de 105 cópias da sequência-alvo específica, uma quantidade que é facilmente visualizada como uma banda distinta de tamanho específico quando submetida à eletroforese em gel de agarose.¹¹

A PCR quantitativa em tempo real (qPCR) é um método que permite a quantificação dos produtos de amplificação gênica em todas as fases de uma reação de PCR; durante a qPCR, o acúmulo de amplificações é detectado em "tempo real", para cada ciclo da reação, por meio da excitação de fluorocromos que marcam sondas sequência- específicas ou primers usados na reação.¹³

O Polimorfismo no Comprimento do Fragmento de Restrição (RFLP), é uma técnica bastante utilizada para o estudo do genoma, utilizando enzimas de restrição que cortam o DNA em sítios específicos, gerando fragmentos de diferentes tamanhos que são separados e visualizados em forma de bandas após a eletroforese.¹¹ Cada indivíduo apresentará o seu padrão de fragmentos, chamado „perfil de digestão“, detectado pelo número e tamanho dos fragmentos gerados.¹

Atualmente, a eletroforese capilar é amplamente utilizada e possui o mesmo princípio de que a eletroforese em gel, analisados por laser, com a diferença de que possui capilares para a separação eletroforética dos fragmentos de DNA.¹ Os fragmentos de DNA amplificados por PCR são identificados após a eletroforese em gel de poliacrilamida, seguido da coloração com prata, ou pela detecção de sinal fluorescente, na qual os iniciadores utilizados no PCR são marcados com fluorocromos, possibilitando a análise por sequenciador automático.²

DISCUSSÃO

Várias vantagens do DNA sobre a sorologia tradicional foram descritas no decorrer dos anos, mas a primeira e principal delas reside na possibilidade de sua aplicação sobre toda e qualquer fonte de material biológico. Com estudos de DNA, uma pequena quantidade de qualquer material biológico, incluindo sangue, cabelos, saliva, sêmen, tecido, urina ou qualquer outro fluido biológico, pode ser analisada para associar um suspeito ao crime. 9

Para cada tipo de material biológico com potencial uso forense, exige-se um tipo diferente de coleta.¹¹ Quando se trata de fluidos (sangue, esperma, saliva e outros), e este estiver em estado líquido e em pequenas quantidades, deverá ser coletado através de swab estéril.³ No caso de as amostras serem compostas de tecidos (osso, pele, sangue, unhas, etc), órgãos, pelos com bulbo capilar (raiz), estes devem ser documentados pela descrição ou fotografia, o material de coleta deve ser estéril e cada item deve ser acondicionado separadamente, selado e identificado.⁵

As amostras de saliva, urina e outros fluidos corporais líquidos devem ser envasadas em recipientes neutros e estéreis.² Todo procedimento de coleta de material biológico para análise deve considerar preceitos de biossegurança padronizados pela legislação e pelos programas de acreditação laboratorial, visando a proteção pessoal do perito e evitando o que se denomina de erro humano.⁶ Após a coleta e acondicionamento apropriado dos materiais, estes devem ser encaminhados ao laboratório credenciado e preparado para análise.⁵

No caso de amostras insuficientes, o profissional forense pode optar pelo pedido de uma nova amostra de material cadavérico durante a autópsia ou até mesmo na cena do crime caso ainda esteja disponível.⁵ A Reação em cadeia da Polimerase (PCR) é considerada melhor técnica para detecção de cadáveres já que amplifica sequências específicas de DNA a partir de amostras escassas ou degradadas o que viabiliza o confronto genético entre os perfis genéticos da amostra questionada e de referência, por sua especificidade, sensibilidade, facilidade de realização em laboratório e baixo custo.¹⁵ O processo é relativamente simples e fácil de realizar em laboratório de análises forenses. Os resultados podem ser obtidos em um espaço curto de tempo, frequentemente em menos do que 24 horas, sendo muito vantajoso em comparação com uma análise do genoma total com Southern, que exige até mesmo semanas.¹⁵

As limitações da técnica se devem pela existência de diversas substâncias que atuam inibindo a reação da PCR, que podem estar presentes na própria amostra como hematina do sangue, melanina presente no cabelo,

ácido húmico do solo e alguns corantes de roupa.¹³ A desvantagem da PCR é o aparecimento de manchas ou rastros, que pode ter como causa amostras de DNA de má qualidade, ou seja, amostras contaminadas ou fragmentadas.⁵ Fatores como contaminação cruzada, que ocorre quando a cena do crime ou material biológico entra em contato com outro material e sofre alteração ou até mesmo material insuficiente podem causar falsos resultados nessa prática.¹⁵

A técnica de Southern Blotting pode ser utilizada na identificação de polimorfismos que determinam a alteração do padrão de clivagem obtidos através de uma determinada região do DNA.¹⁵ Embora, seja uma técnica inicialmente muito utilizada na perícia, com advento e aperfeiçoamento das técnicas de PCR, e Southern blotting está deixando de ser utilizado devido ao uso de sondas radioativas, custo da técnica e tempo demandado para sua execução. ¹⁵ Os padrões Polimorfismo no Comprimento do Fragmento de Restrição (RFLP) obtidos com uma sonda são usualmente utilizados na diferenciação de indivíduos através das impressões digitais.⁶ Mas, devido à necessidade de uma grande quantidade de DNA não-degradado, a tecnologia RFLP não é mais o protocolo de escolha dos laboratórios que realizam testes de DNA forense.

Os polimorfismos de um único nucleotídeo (SNPs), variações de um único nucleotídeo, e a variação genética mais comum em uma determinada posição da sequência de DNA.⁶ Justamente por serem marcadores é que possuem muitas vantagens, pois conseguem produtos de amplificação muito curtos na identificação.¹⁵ A principal desvantagem consiste no fato do marcador possuir apenas dois alelos, tornando muito maior a possibilidade de dois indivíduos terem o mesmo genotipo.

CONCLUSÃO

A ciência forense aplicada em toda investigação criminal é de suma importância para esclarecer a dinâmica dos fatos relacionados ao crime e os indivíduos envolvidos, fornecendo elementos que ajudaram na investigação policial e no julgamento nos tribunais.

A sensibilidade do DNA o transforma em uma importante ferramenta utilizada para pesquisa criminal, outra vantagem é que pode ser extraído de diferentes fluidos e tecidos biológicos encontrados na cena do crime. Existem muitas técnicas moleculares que utilizam o DNA como base de estudos, como as mais utilizadas sendo a PCR, qPCR, sequenciamento de DNA, que auxiliarão na formação de um perfil genético específico levando a resolução dos casos, identificação dos indivíduos envolvidos e do vínculo entre os suspeitos e os locais do crime.

Vale ressaltar que a utilização dos bancos de perfis genéticos como meio de se obter informação a partir do uso de material biológico representa um grande avanço nas ciências forenses, através deles é possível correlacionar ligações entre ocorrências que aparentemente não são conectadas, um crime cometido pelo mesmo individuo em diferentes anos ou localidades pode ser relacionado a outro facilmente.

Por isso, a aplicação das técnicas moleculares para a análise do DNA é essencial na investigação criminal, como também a realização correta de todos os processos desde a coleta da amostra até o processamento em laboratório, visando uma análise eficaz em relação a custo e tempo que gere resultados fidedignos e seguros.

REFERÊNCIAS

- ¹. A descoberta do DNA e o projeto genoma. Revista da Associação Médica Brasileira. 2005 Feb 1;51(1):1–1. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-42302005000100001
- ². Anhanguera U, Mendes Sousa B, Martins Queiroz J, Roberto P. Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde. 2012;16(3):99–115. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/260/26029237009.pdf>

- ³. Baldin M, Almeida SM de, Delwig F, Tinoco RLR. Identificação de vítima de afogamento por meio de documentação ortodôntica: relato de caso. Rev Bras Odontol Leg RBOL. 2019. Disponível em:
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1050920>
- ⁴. BRASIL. Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Código Penal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 1940. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decretolei/del2848.htm. Acesso em: 10 nov. 2023
- ⁵. BRASIL. Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941. Código de Processo Penal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 1941. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689.htm. Acesso em: 10 nov. 2023.
- ⁶. Corteccioni Nuñez C, Prado D. VESTÍGIOS BIOLÓGICOS E TÉCNICAS MOLECULARES APLICADAS NA INVESTIGAÇÃO CRIMINAL. Disponível em: <https://dspace.mj.gov.br/bitstream/.pdf>
- ⁷. Cunha E. Devolvendo a identidade: a antropologia forense no Brasil. Ciência e Cultura. 2019 Apr. Disponível em:
http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252019000200011
- ⁸. de K, Rafael Scorsatto Ortiz, Marco Flôres Ferrão. Hyperspectral imaging in forensic science: An overview of major application areas. Science & Justice. 2023 May 1;63(3):387–95. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37169464/>
- ⁹. Ferrari MG, Galeano D. Polícia, antropometria e datiloscopia: história transnacional dos sistemas de identificação, do rio da Prata ao Brasil. História, Ciências, Saúde-Manguinhos. 2016 Dec. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/hcsm/a/hLZmDLNdqDMMtLsSQPx6gVq/>
- ¹⁰. Iwamura ESM, Soares-Vieira JA, Muñoz DR. Human identification and analysis of DNA in bones. Rev Hosp Clin Fac Med Univ São Paulo [Internet]. 2004 [cited 2023 Nov 16];383–. Disponível em:
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil->

11. Koch A, Michelsen De Andrade F. A utilização de técnicas de biologia molecular na genética forense: uma revisão* The use of molecular biology techniques in forensic genetics: a review. 2008;40(1):17–23. Disponível em: https://moodle.ufsc.br/file.php/19765/topico_vii/genetica_forense-1.pdf
12. Koch A, Andrade FM de. A utilização de técnicas de biologia molecular na genética forense: uma revisão. Rev bras anal clin [Internet]. 2008 [cited 2023 Nov 16];17–23. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/porta/resource/pt/lil-510670>
13. Kovács MJ. Desenvolvimento da Tanatologia: estudos sobre a morte e o morrer. Paidéia (Ribeirão Preto). 2008 Dec. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/paideia/a/jQrBZXqtr35w7Y8pqCFcTJH/>
14. Laboratório de DNA da Polícia Científica conta com equipe e tecnologia de ponta para análises periciais. Polícia Científica do Paraná. 2023. Disponível em: <https://www.policiacientifica.pr.gov.br/Noticia/Laboratorio-de-DNA-da-Policia-Cientifica-conta-com-equipe-e-tecnologia-de-ponta-para>
15. Leite V da S, Batista MI de HM, Soriano EP, Carvalho MVD de, Sobral APV. Uso das técnicas de biologia molecular na genética forense. Derecho y Cambio Social [Internet]. 2013;10(34):21. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5475842>
16. Lopez L, Ventura RM, Borda CC. ANÁLISE E IDENTIFICAÇÃO DE CORPOS CARBONIZADOS ATRAVÉS DE TÉCNICAS FORENSES.Vol 6. 2019. Disponível em: https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/FACIS/article/download/1370/1424/6872&usg=AOvVaw2z6V17nSWxAXP7_U9Ghf8G&opi=89978449
17. Menon LML, Fernandes MM, Paranhos LR, Silva RHA da. Tanatologia forense e odontologia legal: interface e importância na rotina pericial. Odonto (São Bernardo do Campo) 2011. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/porta/resource/pt/lil-789946>
18. Oliveira TS de, Filho AV de M. TÉCNICAS DE BIOLOGIA MOLECULAR UTILIZADAS PARA DESVENDAR CRIMES. SAÚDE & CIÊNCIA EM AÇÃO

[Internet]. 2018;4(1):89–102. Disponível

em:<https://revistas.unifan.edu.br/index.php/RevistaICS/article/view/399>

¹⁹. Padilha R, Theóphilo A, Andaló FA, Vega-Oliveros DA, Cardenuto JP, Bertocco G, et al. A Inteligência Artificial e os desafios da Ciência Forense Digital no século XXI. Estudos Avançados [Internet]. 2021 Apr;35(101):113–38. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v35n101/1806-9592-ea-35-101-113.pdf>

²⁰. Salazar LA, Hirata MH, Cavalli SA, Machado MO, Hirata RD. Optimized procedure for DNA isolation from fresh and cryopreserved blood useful in clinical molecular testing. 2000. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9702967/>

²¹. Sebastiany AP, Pizzato MC, Del Pino JC, Salgado TDM. A utilização da Ciência Forense e da Investigação Criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. Educación química. 2013 Jan 1;24(1):49– 56. Disponível em:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-

²². Sousa J, Martins P. COLETA E PRESERVAÇÃO DE VESTÍGIOS IOLÓGICOS PARA ANÁLISES CRIMINAIS POR DNA Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde, vol. 16, núm. 3, -, 2012, pp. 99-115 Universidade Anhanguera Campo Grande, Brasil. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/260/26029237009.pdf>

²³. Villavicencio-Queijeiro A, Loyzance C, García-Castillo Z, Suzuri-Hernández J, Castillo Alanís A, López-Olvera P, et al. Development of an instrument for assessing the quality of forensic evidence and expert testimony from three feature-comparison methods: DNA, voice, and fingerprint analysis. Journal of Forensic Sciences. 2021 Oct; Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34596244/>

ANEXO FIGURAS

Figura 1: Observação de dentes rosáceos em arcada dentária



Fonte: Tanatologia forense, 2017.

Figura 2: Técnica de luva cadavérica



Fonte: Moreli, 2021.