

A Necropapiloscopia e o DNA como ferramentas de identificação humana post mortem: uma revisão integrativa

G.L. Vital ^a, L.H.N. Quezado ^b, C.M. Souza ^a

^a Curso de Biomedicina, Centro Universitário Christus (Unichristus), Fortaleza (CE), Brasil

^b Perícia Forense do Estado do Ceará (PEFOCE), Fortaleza (CE), Brasil

*Endereço de e-mail para correspondência: gabivile@hotmail.com. Tel.: +55-85-99641-0275.

Recebido em 01/12/2022; Revisado em 26/03/2023; Aceito em 11/04/2023

Resumo

A busca por técnicas confiáveis e seguras de identificação humana post mortem é de extrema importância, e os métodos primários são, cientificamente, mais eficazes; entre eles, a necropapiloscopia e a análise de DNA. O objetivo do presente estudo é promover o conhecimento sobre a necropapiloscopia e DNA aplicados nas atividades forenses, enfatizando suas técnicas e dificuldades para a identificação cadavérica. Trata-se de uma revisão bibliográfica integrativa, em que se realizou um levantamento bibliográfico nos bancos de dados *PubMed* e *Wiley Online Library*. Para a necropapiloscopia, utilizaram-se os seguintes descritores: “*fingerprint*” e “*postmortem identification*”; foram encontrados 245 artigos e 6 foram incluídos. Para a análise de DNA, foi utilizado o conjunto “*human identification*”, “*DNA*”, “*forensic genetics*” e “*post mortem*”; foram encontrados 41 e 6 foram incluídos, sendo selecionados mediante os critérios de inclusão e exclusão. Entre os métodos de identificação post mortem, a necropapiloscopia é a técnica em que se faz o primeiro processo de identificação de corpos, podendo passar por procedimentos que objetivam a recomposição da polpa digital, como o caso de mumificados e carbonizados. Representa uma técnica barata, simples e prática. Com relação à análise de DNA, foram realizadas análises de SNPs (Repetições Curtas in tandem) e de STRs (Polimorfismos de Nucleotídeo Simples), e amostras de matriz óssea e dentária apresentam resistência prolongada à degradação. Além disso, a probabilidade de se obter com sucesso um resultado de DNA depende, em grande parte da quantidade recuperada, do nível de dano e da presença de inibidores de amplificação. Portanto, embora a necropapiloscopia e a análise de DNA apresentem vantagens e limitações específicas, ambas dependem do aprimoramento das técnicas para que superem as limitações decorrentes dos fenômenos de conservação, permitindo, assim, o aprimoramento de técnicas forenses.

Palavras-Chave: Identificação Humana; Postmortem; Técnicas de identificação; Necropapiloscopia; DNA Forense.

Abstract

The search for reliable and secure postmortem human identification techniques is extremely important and the primary methods are scientifically more effective, including necropapiloscopia and DNA analysis. The objective of the present study is to promote knowledge about necropapiloscopia and DNA applied in forensic activities, emphasizing its techniques and difficulties for cadaveric identification. This is an integrative literature review, in which a bibliographic survey was carried out in the *PubMed* and *Wiley Online Library* databases. For necropapiloscopia, the following descriptors were used: “*fingerprint*” and “*postmortem identification*”; 245 articles were found and 6 were included; for DNA analysis, the set “*human identification*”, “*DNA*”, “*forensic genetics*” and “*postmortem*” was used; 41 were found and 6 were included, being selected according to the inclusion and exclusion criteria. Among the methods of postmortem identification, necropapiloscopia is the technique that makes the first process of identification of bodies, being able to go through procedures that aim at the recomposition of the digital pulp, as in the case of mummified and charred. It represents a cheap, simple and practical technique. Regarding DNA analysis, analyzes of SNPs (Single Nucleotide Polymorphism) and STRs (Short Tandem Repeat), were performed and samples of bone and dental matrix showed prolonged resistance to degradation. Furthermore, the probability of successfully obtaining a DNA result largely depends on the amount recovered, the level of damage, and the presence of amplification inhibitors. Therefore, although necropapiloscopia and DNA analysis have specific advantages and limitations, both depend on the improvement of techniques to overcome the limitations arising from conservation phenomena, thus allowing the improvement of forensic techniques.

Keywords: Human Identification; Postmortem; Identification techniques; Necropapiloscopia; Forensic DNA.

1. INTRODUÇÃO

A identificação é um dos processos mais antigos da sociedade para se obter a identidade tanto de pessoas quanto de objetos, e é imprescindível na Ciência Forense por razões legais e humanitárias. Frequentemente, inicia-se antes mesmo de se determinar a causa da morte. No caso de indivíduos vítimas de homicídio ou que se encontram desaparecidos, a investigação desses casos depende, primeiramente, da correta identificação [1]. A busca por métodos confiáveis de identificação é crucial em casos em que os corpos se encontram decompostos, esqueletizados, fragmentados, queimados ou mutilados; além disso, também é de extrema necessidade social, principalmente quando resultam em morte ou graves ferimentos em um elevado número de vítimas, como em casos de acidentes de trânsito, desastres naturais, explosões, guerras e desastres em massa [2].

Métodos rotineiros de identificação incluem a identificação não conclusiva, como o reconhecimento visual de vestimentas, de objetos pessoais, por meio de antígenos sanguíneos do tipo ABO e fator Rh, marcas e tatuagens; ou conclusivas, tendo como exemplo as impressões digitais, plantares e palmares, as análises de DNA, assim como a investigação médica, esquelética, sorológica, análise de cabelos e dentes, incluindo impressões labiais e análises específicas de peculiaridades morfológicas da dentição [1,3].

Para que o método de identificação seja considerado aceitável, é necessário priorizar a análise de, pelo menos, 04 (quatro) particularidades indispensáveis, sendo elas a unicidade, a imutabilidade, a classificabilidade, a praticabilidade, que determinará segurança e redução dos erros [3]. Portanto, citamos como meios primários de identificação post mortem a análise de impressões digitais, a análise odontológica e a análise de DNA, que são, cientificamente, sólidos e confiáveis, além de possuírem a capacidade de ser executados dentro de um período de tempo razoável. Normalmente, é possível se obter uma identificação através de um único meio, mas, nos casos mais complexos, pode-se necessitar de uma abordagem multidisciplinar através de métodos correlacionados, complementando-se entre si.

Para Cattaneo *et al.* [4], a identificação pelos critérios confiáveis e seguros deve ser efetuada mesmo em casos de cadáveres bem preservados, não dependendo apenas da identificação pelos métodos secundários, pois eles, por si só, não são suficientes para certificar a identificação, mas, sim, para auxiliar o processo. Além disso, esse reconhecimento poderia ser invalidado pela condição emocional de parentes ou conhecidos, inclusive, por alterações iniciais consequentes de fenômenos transformativos.

Em relação à necropapiloscopia, Aguiar Filho [5] a conceitua como a ciência que estuda a identificação cadavérica por meio das cristas papilares, que são pequenas saliências de natureza neuro-vascular, situadas na parte superficial da derme, estando os seus ápices reproduzidos pelos relevos observáveis na epiderme. Entre os métodos de identificação post mortem, a necropapiloscopia é o primeiro processo de identificação de corpos, sendo reconhecido pela legislação brasileira. A identificação papiloscópica de um cadáver é chamada necropapiloscopia. Apesar de a efetividade da técnica depender do estado de conservação do corpo, pode ser empregada tanto para identificar cadáveres preservados, quanto cadáveres com rigidez cadavérica, início de decomposição, estado de putrefação, esqueletizados, mumificados, saponificados ou parcialmente carbonizados [5].

Os processos envolvendo a biologia molecular, principalmente o uso de marcadores moleculares na obtenção de perfis genéticos, tem grande relevância no processo de identificação humana. A amplificação do DNA por meio da técnica de PCR resultou em um grande aumento de sensibilidade, fazendo com que materiais biológicos degradados pudessem ser analisados com sucesso. Entre as técnicas moleculares utilizadas para comparação de perfil genético, encontram-se a análise dos polimorfismos STRs (Repetições Curtas in tandem) e dos SNPs (Polimorfismos de Nucleotídeo Simples). Os STRs, ou microssatélites, podem apresentar alelos diferentes com cada um possuindo um número específico de cópias da unidade de repetição; os SNPs podem ser definidos como polimorfismos criados por uma mutação de ponto, resultantes da substituição de um nucleotídeo por outro, proporcionando o surgimento de diferentes alelos. Essa categoria de marcador demonstra uma menor taxa de mutação se comparada ao STR. Esses polimorfismos estão presentes por todo o DNA nuclear e no DNA mitocondrial, sendo identificados mais de milhões de SNPs [6].

O DNA mitocondrial (DNAm) comporta-se como marcador genético uniparental, de origem materna, e é uma molécula circular de fita dupla que possui regiões hipervariáveis utilizadas para a análise de DNA degradado. A molécula de DNAm é mais resistente do que o DNA nuclear, sendo utilizada na identificação de casos complexos como desastres em massa, incêndios e explosões [7].

Outra técnica de biologia molecular eficiente é a análise dos STRs do cromossomo Y (Y-STR), de descendência paterna, que representam a informação de uma linhagem não recombinada que pode ser compartilhada por vários indivíduos. Na identificação humana, incluindo análises que evidenciam abuso sexual e condução de investigação de desaparecidos, é bastante útil quando as análises

autossômicas dos STRs falham em fornecer conclusões claras [8].

Com o presente estudo, pretende-se promover o conhecimento sobre os dois principais meios primários de identificação: a necropapiloscopia e a análise de DNA; sendo enfatizadas suas técnicas, dificuldades, apresentando suas vantagens, desvantagens e limitações, visando à aplicabilidade, à praticidade, à complexidade e à viabilidade, para que, fundamentada em conhecimento científico, possam ser direcionados à prática forense.

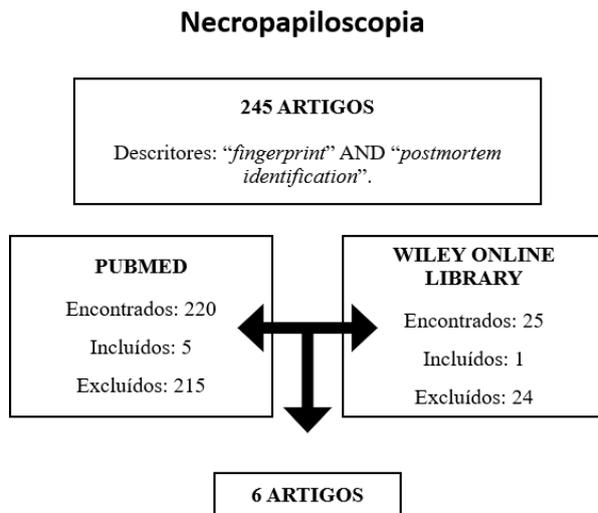
2. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão de literatura integrativa que foi elaborado por meio de levantamento bibliográfico na base de dados *PubMed* e *Wiley Online Library*. Para a necropapiloscopia, foram selecionados para compor o estudo artigos que se enquadram nos seguintes critérios de inclusão: escritos em língua portuguesa e inglesa, publicados de 2007 a 2022, abrangendo estudos de revisão de literatura, estudos experimentais e notas técnicas, por meio dos descritores relacionados como “*fingerprint*” e “*postmortem identification*”. Na base *Wiley Online Library*, também foi utilizado o filtro para artigos publicados no *Journal of Forensic Science*, que possui produções relacionadas ao tema. Além disso, com o objetivo de otimizar a pesquisa, foram analisadas as referências dos artigos selecionados. Para a análise de DNA, foi utilizado o conjunto de descritores “*human identification*”, “*DNA*”, “*forensic genetics*” e “*post mortem*” no banco de dados *PubMed*, sendo selecionados artigos escritos em língua portuguesa e inglesa e publicados de 2012 a 2022. O recorte temporal escolhido para ambos foi em função da maior disponibilidade de bibliografia e o crescente avanço que a investigação forense tem alcançado. Os critérios de exclusão adotados para ambos foram artigos que não condiziam com a proposta central apresentada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a busca inicial nas bases de dados foram selecionados para a necropapiloscopia 245 artigos e para a análise de DNA foram encontrados 41. A etapa seguinte consistiu na leitura dos resumos e da seleção de acordo com os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos. Dessa forma, foram incluídos 6 artigos sobre a necropapiloscopia e 6 sobre a análise de DNA conforme a [Figura 1](#).

a)



b)

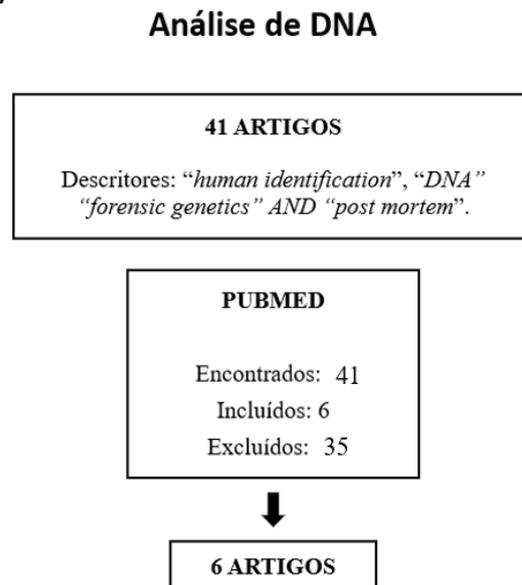


Figura 1. Resultados da busca bibliográfica para necropapiloscopia e DNA.

3.1. Necropapiloscopia

A necropapiloscopia consiste na coleta de impressões digitais cadavéricas e é uma prática rotineira de exames post mortem, sendo essenciais para a identificação de cadáveres que não são visualmente identificáveis. Entretanto, destaca-se a falta de padronização nos procedimentos de liberação de corpos nos Institutos de Medicina Legal (IML) do país, pois em sua grande maioria, são amparados por uma legislação antiga, art. 166 do Código de Processo Penal Brasileiro (CPP), que dispõe na liberação do corpo por um auto de reconhecimento, ou seja, se o mesmo for visualmente identificável. Assim, sem emprego de técnica científica, corpos são reconhecidos e liberados sem a devida identificação [5].

Tabela 1: Resultados obtidos para técnicas de tratamento da pele espessa.

Referência	Técnica	Resultados
B. Gahr. et al. [12]	A tanatopraxia consiste na aplicação de uma injeção com produtos químicos no tecido mole.	Cria-se uma superfície seca, reconstruindo o volume e a tensão das polpas digitais e extraindo os fluidos dos tecidos na região da mão. Esse procedimento dura, aproximadamente, 12 horas, após a injeção, até que a fixação e a redução do tecido sejam concluídas, e as polpas digitais estejam firmes.
C. C. Chen. et al. [13]	A técnica da maceração química tem o objetivo de recompor a polpa digital por meio da imersão em reagentes químicos de restauração.	Foram investigados o hidróxido de amônio, o hidróxido de potássio, o carbonato de sódio, o etanol, a ureia e a água morna como soluções de reidratação para o processamento de dedos mumificados. O estudo teve como resultado que, para uma melhor qualidade das impressões digitais, a solução de carbonato de sódio era a melhor e a mais eficaz para a restauração de minúcias, seguido de tratamento com hidróxido de amônio.

Dependendo do estado de conservação do corpo, podem existir obstáculos que dificultem sua coleta de impressões digitais. Cadáveres em início de decomposição, estado de putrefação, esqueletizados, mumificados, saponificados ou parcialmente carbonizados podem causar grande dificuldade na obtenção de impressões digitais adequadas [9,10].

A coleta de impressões digitais em cadáveres, que se encontram bem preservados ou quando ainda é possível realizar a obtenção com qualidade da impressão de cadáveres em condições especiais, dá-se pelo método tradicional de tinta e papel [10]. No entanto, os cadáveres que não apresentarem condições adequadas para a coleta tradicional deverão passar por procedimentos especiais categorizados em técnicas que visam ao tratamento da pele espessa e técnicas de reprodução das impressões digitais.

3.1.1. Técnicas de tratamento da pele espessa

Dentre os 6 artigos selecionados, 3 citaram técnicas de tratamento da pele espessa. A qualidade da impressão das digitais pode estar diretamente relacionada à condição do cadáver, que, por sua vez, pode-se encontrar em avançado estado de decomposição, especificamente em casos de mumificação, carbonização, maceração e putrefação avançada. Diferentes abordagens de reidratação e restauração têm sido usadas para enfrentar esses desafios, mas as mais comuns envolvem aplicação de injetáveis ou solução de imersão [11]. A Tabela 1 apresenta os principais resultados obtidos.

A tanatopraxia é uma técnica antiga muito utilizada em casas funerárias com produtos de embalsamento, que consiste na aplicação de uma injeção com produtos químicos no tecido mole, que visa criar uma superfície seca, reconstruindo o volume e a tensão das polpas digitais e extraindo os fluidos dos tecidos na região da mão. Esse procedimento dura, aproximadamente, 12 horas, após a

injeção, até que a fixação e a redução do tecido sejam concluídas, e as polpas digitais estejam firmes. Após o tratamento, é utilizada uma técnica de reprodução dessas impressões, como a técnica do pó, para o levantamento das impressões digitais. A técnica possui vantagens como excelente qualidade de impressão, método não tão invasivo, aplicabilidade fácil, rapidez e baixo custo [12].

Em casos de cadáveres mumificados ou carbonizados, é aplicada a técnica da maceração química com o objetivo de recompor a polpa digital por meio de reagentes químicos de restauração. Chen et al. [13] investigaram o hidróxido de amônio, o hidróxido de potássio, o carbonato de sódio, o etanol, a ureia e a água morna como soluções de reidratação para o processamento de dedos mumificados de um cadáver não identificado. As falanges de cinco dedos foram tratadas por imersão em cada solução por, no mínimo, 48 horas, e as mudanças foram observadas e registradas a cada 12 horas. Quando as cristas papilares puderam ser visíveis a olho nu, os dedos foram transferidos para outro recipiente contendo etanol e imersos por 5 minutos, a fim de remover a solução de reidratação. Após, eles secaram em temperatura ambiente, e as impressões foram coletadas por entintamento fotografia e técnica do pó. O estudo demonstrou que, para uma melhor qualidade das impressões digitais, a solução de carbonato de sódio era a melhor e a mais eficaz para a restauração de minúcias, seguido de tratamento com hidróxido de amônio [13].

3.1.2. Técnicas de reprodução

Dentre os 6 artigos, foram selecionados 3 que evidenciam técnicas de reprodução das impressões digitais, como a técnica da moldagem, técnica do pó e fotografia direta. Essas técnicas, apresentadas na Tabela 2, objetivam o registro das impressões digitais post mortem para que possam ser utilizadas como padrão de confronto com os dados ante mortem ou submetidos à pesquisa em banco de

dados. Em casos de cadáveres em situações especiais, essas técnicas são aplicadas após o tratamento da pele espessa [9,10,14].

A técnica da moldagem é aplicada em cadáveres que apresentam as falanges ressecadas e duras, dentre outras causas, por consequência da perda de líquidos, como o caso de mumificados e carbonizados. O método consiste na reprodução dos desenhos papilares de forma tridimensional por meio de uma substância líquida na qual se obtém um molde negativo da impressão digital. No caso do látex líquido, há uma mudança de posição das cristas e dos sulcos no molde negativo, então é fundamental que se faça a inversão colorimétrica da fotografia em editores de imagem. Além dos processos já citados, antigas literaturas

sugerem materiais menos onerosos e fáceis de encontrar como argila, massa de modelar comum e compostos à base de cera. No entanto, essas substâncias não podem ser diretamente entintadas e necessitam do uso de varreduras ópticas para adquirir os padrões das minúcias do molde, tendo um custo e tempo maior para sua praticabilidade. Com isso, para a utilização da técnica, é necessário que o papiloscopista conheça as particularidades de cada substância e escolha a mais adequada para a aplicação do método. A única restrição imposta pela técnica com látex é que a ponta do dedo não deve ser tratada previamente com hidróxido de sódio, pois evita a vulcanização da borracha. No geral, trata-se de uma metodologia barata, rápida e fácil de aplicar [14].

Tabela 2: Resultados obtidos para técnicas de reprodução.

Referência	Técnica	Resultados
D. Porta. <i>et al.</i> [14]	A técnica da moldagem consiste na reprodução dos desenhos papilares de forma tridimensional por meio de uma substância líquida na qual se obtém um molde negativo da impressão digital.	Alguns moldes de materiais menos onerosos não podem ser diretamente entintados e necessitam do uso de varreduras ópticas. No caso do látex líquido, ele gera uma cópia negativa perfeita e duradoura dos padrões das impressões.
L. O. Morgan. <i>et al.</i> [10]	A técnica do pó consiste na reprodução das impressões por meio de pós, pincéis e papel ou fita aderente.	Foi proposto um método alternativo com a utilização de etiquetas adesivas de endereço, reduzindo manchas de impressão em comparação às técnicas mais tradicionais. Além disso, possibilita a facilidade de arquivamento. No entanto, uma dificuldade potencial com esse método é encontrada ao tentar produzir impressões em superfícies úmidas, pois a umidade pode resultar em distorção.
L. O. Morgan. <i>et al.</i> [9]	A fotografia direta é utilizada comumente na rotina pericial, sendo considerada o método mais prático e comum de ilustração de forma instantânea.	A técnica do pó e da transiluminação são recomendadas para otimizar a fotografia direta. A combinação com o a técnica do pó é a mais utilizada por ser rápida, fácil de executar e barata. Já com a transiluminação é complexa e demorada.

A técnica do pó ou micro adesão, consiste na reprodução das impressões por meio de pós, pincéis e papel ou fita aderente. O pó revelador é aplicado com o pincel de pelo de camelo e, logo após, é feito o decalque do desenho digital da falange com fita aderente. Morgan et al. [10] propuseram um método alternativo com a utilização de etiquetas adesivas de endereço, que se adaptam facilmente ao dedo, reduzindo manchas de impressão em comparação às técnicas mais tradicionais, como o método da tinta. A técnica consiste em aplicar seu lado adesivo junto ao dedo, removendo suavemente. Logo após, o decalque da impressão desenvolvida em pó é colado em uma folha

transparente, preservando a impressão revelada. Uma dificuldade potencial com esse

método é encontrada ao tentar produzir impressões em superfícies úmidas, pois a umidade pode resultar em distorção das impressões. A técnica foi considerada econômica, rápida e fácil de executar. Além disso, possibilita a facilidade de arquivamento, seja por meio do armazenamento da folha ou digitalização [10].

A fotografia direta é utilizada comumente na rotina pericial, sendo considerada o método mais prático e comum de ilustração de forma instantânea. Morgan et al. [9] recomendaram métodos para otimizar a técnica da

fotografia direta usando talco para bebês e transiluminação. A combinação com a técnica do pó é a

mais utilizada por ser extremamente rápida, fácil de executar e barata, além de permitir uma melhor mais utilizada por ser extremamente rápida, fácil de executar e barata, além de permitir uma melhor visualização dos detalhes das impressões digitais. A transiluminação é mais complexa e demorada, ela consiste na remoção, com cuidado, da polpa digital de dedos mumificados, seguido pela colocação de uma fonte de luz brilhante por baixo do tecido epitelial, de forma que o padrão da crista seja iluminado [9].

Dos artigos levantados nesta revisão, compreendeu-se que as técnicas de reprodução das impressões digitais incluem procedimentos manuais relativamente simples, podendo ser efetuadas com sucesso dependendo do estado de conservação do cadáver, podendo passar por procedimentos que objetivam a recomposição da polpa digital, como o caso de mumificados e carbonizados. Entre os métodos de identificação post mortem, a necropapiloscopia é a técnica em que se faz o primeiro processo de identificação de corpos, e, entre os meios primários, é considerado o mais célere, de baixo custo e que possui mais praticidade. Além disso, podem ser utilizados de modo isolado ou em conjunto.

Os resultados sugerem a necessidade de aprimoramento de estudos científicos visando à melhoria nos resultados que envolvam a identificação cadavérica em diferentes estágios de decomposição.

3.2. Análise de DNA

Entre os 41 artigos encontrados, 6 foram selecionados adotando os critérios de inclusão e exclusão. A **Tabela 3** apresenta os principais resultados obtidos.

A técnica de análise de DNA é frequentemente utilizada para identificação de pessoas desaparecidas e vítimas de acidentes, como desastres em massa. Alguns corpos não podem ser identificados por meios rotineiros; portanto, nessas situações, o perfil de DNA de cadáveres em estado de putrefação ou esqueletizados podem ser os únicos meios de identificação [15,16]. A matriz extracelular mineralizada do osso e do dente garante resistência prolongada a fatores exógenos de degradação do DNA; então, a probabilidade de se obter com sucesso um resultado de DNA por meio de uma amostra óssea, mesmo em casos em que o corpo se encontra severamente comprometido, depende, em grande parte, da quantidade recuperada, do nível de dano e da presença de inibidores de amplificação [16,17].

Além de amostras ósseas, amostras de sangue preservadas em cartões FTA também oferecem uma boa viabilidade para a pesquisa genética. Os cartões FTA são baseados em uma matriz tratada quimicamente, na qual se

rompem as células de uma variedade de tecidos. Após a lise, o DNA liberado é ligado ao material de suporte e os produtos químicos contidos preservam o DNA, reduzindo a sua degradação [20].

Dos 6 artigos selecionados, em 1 foi utilizado tecido dentário [17], em 1 amostra sanguínea [20], enquanto os demais [15,16,18,19] utilizaram amostras ósseas. Em relação aos marcadores moleculares, dos 6 artigos, 5 obtiveram perfis STRs [15-18,20]; além do STR, Calacal *et al.* [15] também obtiveram um marcador uniparental, o STR do cromossomo Y (Y-STR), e o estudo de Chierito *et al.* [17] permitiu a genotipagem múltipla incluindo DNAm e polimorfismos InDels. Kukla-Bastoszek *et al.* [18] obtiveram perfis SNP a partir da tecnologia de Sequenciamento Massivo em Paralelo (MPS), também chamado de Sequenciamento de Nova Geração (*Next-Generation Sequencing*).

Quando o corpo se apresenta em estado de decomposição e/ou esqueletizado, geralmente, a única matriz valiosa é o osso. No entanto, nem sempre é fácil extrair o DNA de uma amostra óssea, uma vez que o DNA nuclear apresenta uma menor quantidade de cópias do que o DNA mitocondrial. Consequentemente, essa degradação torna-se um desafio mais sério para a fenotipagem de DNA. Estudos supõem que a tipagem SNP é mais resistente à degradação do que o STR, pois, geralmente, requer fragmentos mais curtos para amplificar [18,19]. O DNA nuclear amplificável pode ser recuperado consistentemente de amostras de fêmur e medula óssea. No entanto, como fonte alternativa para tipagem STR, pode-se obter perfis de DNA em amostras ósseas menores, consideradas fontes pobres de DNA, como patela e metatarso [15]. Mundorff e Davoren [16] chegaram à conclusão de que, com o aumento de intervalo post mortem (PMI), a maioria dos elementos produziu DNA menos completos; e reforçando o estudo de Calacal *et al.* [15], eles relataram que, com o aumento de PMI, os ossos curtos tiveram um maior rendimento de recuperação, pois continuaram a produzir mais DNA e loci STR do que os ossos longos. No entanto, não é descartada a possibilidade de as condições de armazenamento dos esqueletos utilizados terem preservado os ossos e o DNA. O tecido dentário apical também pode apresentar uma valiosa fonte de DNA em concentrações adequadas com análise forense de STRs, mtDNA e InDels, tendo como principal desvantagem a necessidade de descalcificação prolongada [17].

Amostras de sangue preservadas em cartões FTA podem oferecer uma boa viabilidade para a pesquisa genética, pois o DNA recuperado desses cartões deve permanecer estável por longos períodos de tempo, fazendo que haja uma quantidade de DNA suficiente para fins de identificação humana. No entanto, estudos genômicos que

requerem grandes quantidades bem preservadas podem não ser possíveis [20].

Diante dos resultados obtidos, percebe-se que muitos métodos de extração e amplificação de DNA possuem

dificuldades, fazendo que a identificação por meio da análise de DNA nem sempre seja um sucesso, mas que se busque aprimorar os estudos para superar tais limitações

Tabela 3: Resultados dos artigos incluídos na composição do estudo.

Referência	Técnica	Resultados
G. C. Calacal <i>et al.</i> [15]	Foi realizado um método de extração de DNA nuclear utilizando uma etapa de lavagem com detergente, seguida de um procedimento orgânico. O rendimento de DNA foi medido e a presença ou ausência de inibidores dos extratos de DNA foi avaliada. As amplificações de STR autossômico (aSTR) e STR cromossômico Y (YSTR) foram realizadas em reação de PCR.	Foram gerados perfis de DNA completos a partir do fêmur, medula óssea do fêmur, metatarso e patela e, se disponíveis, amostras de medula óssea e fluido vítreo podem ser usadas para genotipagem, pois são mais vantajosas para casos de desastres em massa.
A. Mundorff; J.M. Davoren [16]	Na preparação, foi recuperado aproximadamente 0,2g de pó de osso. Esta amostra foi extraída com protocolo de desmineralização. Na etapa de amplificação, várias amostras mostraram sinais de inibição nos resultados de STR e precisou ser feita uma segunda rodada de amplificação. A amplificação com mais loci foi utilizada para fins de comparação.	Na Fase 1, foram obtidas proporções variáveis de perfis completos de STR – incluindo 5 que não tinham perfis completos e 16 perfis completos de STR para todos os indivíduos em 36/55 tipos de elementos diferentes. Na fase 2, foram testados 120 ossos a partir de 12 esqueletos adicionais, variando de 3 a 21 anos de intervalo post mortem (PMI), 62 obtiveram perfis completos. Com o aumento do PMI, os pequenos ossos esponjosos continuaram a produzir mais DNA e loci STR do que os ossos corticais.
E. Chierito <i>et al.</i> [17]	Foi feita uma descalcificação do fragmento da raiz, seguida de extração. Os extratos de DNA nuclear obtidos do crânio e do fêmur foram amplificados para os loci STR autossômicos em reações duplicatas. Foram realizadas análises adicionais de marcadores inserção/deleção (InDel) e sequenciamento das regiões hipervariáveis HV1 e HV2 do DNA mitocondrial (DNAMit).	A quantidade e a qualidade do DNA isolado do tecido dentário permitiram a genotipagem múltipla, incluindo um perfil STR feminino relatável, análise de DNAMit e polimorfismos InDels de ancestralidade.
M. Kukla-Bastoszek <i>et al.</i> [18]	Foi realizada a extração de DNA dos pós ósseos. Para cada extração, controles positivos e negativos foram incluídos para avaliar a eficiência e pureza da etapa. Após a quantificação, os extratos foram submetidos à análise de STR, que não foram avaliados extensivamente para fins de análise de SNP e tecnologia MPS. As amostras foram genotipadas e as previsões de cor dos olhos, cabelo e pele foram realizadas usando os modelos HIRISplex-S.	26 amostras obtiveram perfis STR completos, 31 amostras com perfis parciais e uma amostra apresentou um alto número de loci homocigotos. As 5 amostras restantes não produziram perfis de STR. Todas as 63 amostras foram submetidas a MPS e obtiveram DNA completo de 35 amostras, 5 amostras não foram geradas perfis, e as 23 restantes produziram perfis parciais e mostraram um desempenho inferior de 3 SNPs HIRISplex-S. 5 amostras para as quais a análise HIRISplex-S falhou, falharam consistentemente na análise STR padrão.
D. Quincey <i>et al.</i> [19]	3 procedimentos foram aplicados a 49 amostras de 39 indivíduos em vários estados de alteração <i>post mortem</i> . Em seguida, foi feita extração e purificação de DNA das amostras para os três procedimentos. No procedimento 1, foi realizada a amplificação de PCR única; no procedimento 2 e 3, foi realizada a amplificação de PCR dupla.	Os principais resultados foram os seguintes: nenhum DNA pôde ser extraído de três crânios, do osso compacto de uma costela e da diáfise de um fêmur; houve contaminação em três crânios; a banda Y teve uma fraca amplificação, o que levou a uma resposta de sexo incorreta.
A. L. Rahikainen <i>et al.</i> [20]	4 amostras entre 1998 e 2013 foram coletadas e extraídas em triplicata. Após a quantificação, as amostras em triplicata foram agrupadas e re-quantificadas. O efeito de degradação do DNA foi avaliado por meio de amostras normalizadas tanto com marcadores forenses, quanto farmacogenéticos.	Nenhuma inibição foi observada com o método utilizado. Embora perfis completos de STR tenham sido obtidos para todas as amostras, houve evidência de degradação nos fragmentos relativamente longos. Os fragmentos mais curtos amplificaram melhor.

4. CONCLUSÕES

Foi apresentada uma visão geral de dois dos principais métodos de identificação humana: necropapiloscopia e análise de DNA, que possuem uma elevada relevância na investigação criminal. Em relação ao DNA, as tecnologias aplicadas e os métodos relacionados progrediram a ponto de não colocar em dúvida a qualidade dos dados. No entanto, faz-se importante a constante atualização das técnicas e metodologias de biologia molecular, visando à expansão de análises sensíveis para amostras de baixa quantidade e qualidade de DNA, além da redução de custos e praticidade operacional. Quanto à necropapiloscopia, conclui-se que possui vantagens em relação à análise de DNA por ser célere, barata, simples e prática. É um dos meios mais importantes na atualidade e desempenha um papel muito relevante quando utilizado em conjunto com dispositivos eletrônicos, como scanners agregados a softwares. Em contrapartida, apesar deste tipo de tecnologia estar presente na rotina de coleta no Brasil, ainda é escasso na literatura científica nacional. É destacada a importância da busca de melhorias das técnicas para uma praticabilidade ainda maior da coleta das impressões após um tempo longo de morte. Ademais, com o avanço das técnicas, é esperado que as limitações decorrentes dos fenômenos de conservação sejam superadas para ambos os métodos.

5. REFERÊNCIAS

- [1] J. Gruber, M.M. Kameyama. O papel da Radiologia em Odontologia Legal. *Pesqui Odontol Bras* **15**, 263-268, 2001.
- [2] T. Dhanardhono. et al. DNA profiling of disaster victim identification in Trenggalek shipwreck case. *FSI, Genetics Supplement Series* **4**, e5-e6, 2013.
- [3] R.B. Freitas. Sistemas de Identificação Humana no Âmbito Criminal. Trabalho de Conclusão de Curso, Pós-Graduação em Nível de Especialização em Segurança Pública, Universidade Estadual da Paraíba, 2013.
- [4] Cattaneo, et al. Personal Identification of Cadavers and Human Remains. *Forensic Anthropology and Medicine* **1**, 359-379, 2006.
- [5] A.M. Aguiar Filho. A eficiência da perícia necropapiloscópica na identificação de vítimas em desastre de massa, em casos de repercussão e na identificação de cadáveres ignorados. Trabalho de Conclusão de Curso, Especialização em Perícia Criminal, Universidade Paulista (UNIP), Goiânia, 2011.
- [6] A. P. Machado, A. Ehrhardt. Análise Comparativa Entre Marcadores Microssatélites STR e Polimorfismo de Nucleotídeo Único SNP Usados na Área Forense, Revisão De Literatura. *Saúde e Desenvolvimento Humano* **6**, 49-56, 2018.
- [7] L.B. Pinto, I.G.C. Caputo, M. M. I. Pereira. Importância do DNA em Investigações Forenses, Análise de DNA Mitocondrial. *Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics* **6**, 84-107, 2016.
- [8] J.O. Campos. A utilização de marcadores moleculares aplicados na identificação humana. Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharelado em Biomedicina, Centro Universitário de Brasília, 2015.
- [9] L.O. Morgan. et al. Two novel methods for enhancing postmortem fingerprint recovery from mummified remains. *Journal of Forensic Sciences* **64**, 602-606, 2018.
- [10] L.O. Morgan. et al. Autopsy fingerprint technique using fingerprint powder. *Journal of Forensic Sciences* **63**, 262-265, 2017.
- [11] A.A. Marais, A.H. van den Dool. Rehydration and restoration of fingerprint ridge detail in mummified post-mortem tissue, Literature review and investigation of a simplified formulation. *Journal of Forensic Sciences* **66**, 2252-2260, 2021.
- [12] B. Gahr. et al. Quality improvement of fingerprints of decayed corpses by local thanatopractical processing (Thanatoprint). *GMS Interdisciplinary plastic and reconstructive surgery DGPW* **2**, 2-5, 2013.
- [13] C.C. Chen. et al. Comparison of rehydration techniques for fingerprinting the deceased after mummification. *Journal of Forensic Sciences* **62**, 205-208, 2016.
- [14] D. Porta. et al. A new method of reproduction of fingerprints from corpses in a bad state of preservation using latex. *Journal of Forensic Sciences* **52**, 1319-1321, 2007.
- [15] G.C. Calacal et al. Comparing different post-mortem human samples as DNA sources for downstream genotyping and identification. *Forensic Science International, Genetics* **19**, 212-220, 2015.
- [16] A. Mundorff, J.M. Davoren. Examination of DNA yield rates for different skeletal elements at increasing post mortem intervals. *Forensic Science International, Genetics* **8**, 55-63, 2014.
- [17] E. Chierito et al. Sweet tooth, DNA profiling of a cranium from an isolated retained root fragment. *Journal of Forensic Sciences* **66**, 1973-1979, 2021.
- [18] M. Kukla-Bastoszek et al. The challenge of predicting human pigmentation traits in degraded bone samples with the MPS-based HirisPlex-S system. *Forensic Science International, Genetics* **47**, 102301, 2020.
- [19] D. Quincey et al. Difficulties of sex determination from forensic bone degraded DNA, A comparison of three methods. *Science & Justice* **53**, 253-260, 2013.
- [20] A.L. Rahikainen et al. DNA quality and quantity from up to 16 years old post-mortem blood stored on FTA cards. *Forensic Science International* **261**, 148-153, 2016.