

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ODONTOLOGIA FORENSE: AVANÇOS E APLICAÇÕES NA IDENTIFICAÇÃO

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FORENSIC DENTISTRY: ADVANCES AND APPLICATIONS IN IDENTIFICATION

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ODONTOLOGÍA FORENSE: AVANCES Y APLICACIONES EN LA IDENTIFICACIÓN

Lara Maria de Lira Pinho¹
Samuel Coutinho Lima de Oliveira²
João Victor Ferreira Viana³
Kaluanã Borges de Oliveira⁴
Augusto Machado de Siqueira⁵
Giselle Maria Ferreira Lima verde⁶

RESUMO: A odontologia forense exerce um papel crucial na identificação de indivíduos, especialmente em contextos como desastres em massa, corpos carbonizados ou situações em que há ausência de documentação oficial. Nos últimos anos, a inteligência artificial (IA) tem se consolidado como uma ferramenta promissora nesse campo, oferecendo avanços significativos em termos de precisão, rapidez e automatização de procedimentos complexos. Esta revisão sistemática avalia as principais aplicações da IA na odontologia forense. Os estudos analisados destacam o uso de algoritmos para interpretação de registros odontológicos, imagens radiográficas, análise de arcadas dentárias e técnicas de reconstrução facial. Os achados evidenciam que a IA tem o potencial de revolucionar a prática forense odontológica, otimizando o processo de identificação humana. No entanto, persistem desafios importantes, como a necessidade de padronização dos dados, a adequação ética no uso dessas tecnologias e a validação de seus resultados no âmbito jurídico.

3476

Palavras chave: Inteligência artificial. Odontologia forense. Identificação humana. Reconhecimento dentário. Tecnologias digitais.

ABSTRACT: Forensic dentistry plays a crucial role in the identification of individuals, especially in contexts such as mass disasters, charred bodies, or situations where official documentation is absent. In recent years, artificial intelligence (AI) has emerged as a promising tool in this field, offering significant advances in terms of accuracy, speed, and the automation of complex procedures. This systematic review evaluates the main applications of AI in forensic dentistry. The analyzed studies highlight the use of algorithms for interpreting dental records, radiographic images, dental arch analysis, and facial reconstruction techniques. The findings show that AI has the potential to revolutionize forensic dental practice, optimizing the human identification process. However, important challenges remain, such as the need for data standardization, ethical considerations in the use of these technologies, and the validation of their results in the legal context.

Keywords: Artificial intelligence. Forensic dentistry. Human identification. Dental recognition. Digital Technologies.

¹Acadêmica em odontologia- UNINOVAFAPI.

²Acadêmico em odontologia- UNINOVAFAPI.

³Acadêmico em odontologia- UNINOVAFAPI.

⁴Acadêmico em odontologia- UNINOVAFAPI.

⁵Acadêmico em odontologia- UNINOVAFAPI.

⁶Orientadora.

RESUMEN: La odontología forense desempeña un papel crucial en la identificación de individuos, especialmente en contextos como desastres masivos, cuerpos carbonizados o situaciones en las que falta documentación oficial. En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) se ha consolidado como una herramienta prometedora en este campo, ofreciendo avances significativos en términos de precisión, rapidez y automatización de procedimientos complejos. Esta revisión sistemática evalúa las principales aplicaciones de la IA en la odontología forense. Los estudios analizados destacan el uso de algoritmos para la interpretación de registros odontológicos, imágenes radiográficas, análisis de arcadas dentales y técnicas de reconstrucción facial. Los hallazgos evidencian que la IA tiene el potencial de revolucionar la práctica forense odontológica, optimizando el proceso de identificación humana. Sin embargo, persisten desafíos importantes, como la necesidad de estandarización de datos, la adecuación ética en el uso de estas tecnologías y la validación de sus resultados en el ámbito jurídico.

Palabras clave: Inteligencia artificial. Odontología forense. Identificación humana. Reconocimiento dental. Tecnologías digitales.

INTRODUÇÃO

A utilização de evidências odontológicas na identificação pessoal destaca-se por exemplo, os dentes, por apresentarem características anatômicas únicas, sofrerem alterações previsíveis ao longo da vida e resistirem à decomposição pós-morte, a odontologia forense também constituem fontes valiosas de informação e alguns dados incluem prontuários odontológicos, registros radiográficos e fotografias da cavidade oral, os quais são comparados a documentos ante-mortem quando disponíveis (Tiwari *et al.*, 2023).

Além das estruturas dentárias propriamente ditas, outros aspectos anatômicos da região bucomaxilofacial, como o tamanho e a morfologia mandibular, oferecem informações importantes para a estimativa do sexo, uma vez que apresentam diferenças morfométricas consistentes entre homens e mulheres (Eto *et al.*, 2022). Ademais métodos baseados em padrões anatômicos de tecidos moles, como a palatoscopia (análise das rugas palatinas) e a queilosscopia (análise das impressões labiais), têm ganhado destaque. Tais padrões, considerados únicos ao longo da vida, revelam grande potencial como marcadores de identidade. A facilidade de obtenção dessas impressões, mesmo em contextos variáveis, como cenas de crime ou desastres em massa, e seu baixo custo tornam essas técnicas ainda mais atrativas. Impressões labiais, por exemplo, podem ser coletadas em objetos comuns como copos, cigarros, possibilidades de coleta de provas (Vila-Blanco *et al.*, 2023).

Entretanto, é inegável que os métodos convencionais demandam tempo e dependem de profissionais altamente capacitados, o que pode atrasar os processos de identificação, especialmente em situações emergenciais. Nesse cenário, os avanços da inteligência artificial (IA) têm promovido uma verdadeira transformação na prática odontológica e forense

(Khanagar *et al.*, 2021). Modelos computacionais inspirados no cérebro humano, como algoritmos de aprendizado de máquina e redes neurais profundas, vêm sendo aplicados com êxito na automatização de tarefas complexas. Tais modelos são capazes de reconhecer padrões em imagens dentárias, classificar tipos de restaurações, estimar idade cronológica e até mesmo inferir características faciais a partir de estruturas ósseas remanescentes (Vila-Blanco *et al.*, 2023).

Essas inovações tecnológicas representam não apenas uma ampliação da odontologia forense, mas também um avanço significativo na precisão e celeridade dos processos de identificação humana. Estudos recentes têm demonstrado que a IA pode ser uma aliada poderosa na predição de idade e sexo com base em restos dentários, consolidando-se como ferramenta promissora para aplicação em cenários que exigem respostas rápidas e precisas, como acidentes em larga escala ou investigações criminais (Khanagar *et al.*, 2021).

REVISÃO DE LITERATURA

A inteligência artificial (IA) tem se consolidado como uma aliada estratégica em diversas áreas da saúde, e na odontologia forense não tem sido diferente. Com o avanço da tecnologia e o crescimento do volume de dados digitais, a aplicação da IA no contexto forense tem proporcionado inovações relevantes nos métodos de identificação humana, especialmente em situações que exigem precisão e agilidade, como desastres em massa, acidentes e casos criminais (Eto *et al.*, 2022). A capacidade desses sistemas de processar grandes quantidades de informações em pouco tempo tem ampliado significativamente as possibilidades de atuação dos profissionais da área (Gao *et al.*, 2022).

Diversos estudos têm demonstrado que ferramentas baseadas em IA, como o aprendizado de máquina (machine learning) e as redes neurais artificiais, são capazes de analisar imagens odontológicas, detectar padrões dentários e comparar registros com alta acurácia (Kim *et al.*, 2022). Isso representa um avanço importante, principalmente quando se considera que métodos tradicionais, como a análise manual de radiografias e arcadas dentárias, podem ser demorados e suscetíveis a erros humanos (Kilic *et al.*, 2021). Com o suporte dessas tecnologias, os processos de identificação tornam-se mais rápidos, padronizados e confiáveis (Khanagar *et al.*, 2021).

Além da análise automatizada de imagens, outro ponto relevante é o uso de softwares inteligentes que integram dados de diferentes fontes, como prontuários eletrônicos, bancos de

dados forenses e registros odontológicos anteriores (Verkhovskiy *et al.*, 2024). Essa integração facilita a comparação entre informações e agiliza a emissão de laudos técnicos (Mohammad *et al.*, 2022). Alguns sistemas já permitem até mesmo a reconstrução facial digital com base em estruturas ósseas e dentárias, ampliando ainda mais as aplicações da IA em contextos investigativos e periciais (Hiyari *et al.*, 2024).

No entanto, apesar dos benefícios, é importante considerar os desafios que ainda cercam essa tecnologia. Questões como a necessidade de validação científica dos algoritmos, a padronização dos bancos de dados e o preparo técnico dos profissionais que operam essas ferramentas ainda são obstáculos para a aplicação plena da IA na odontologia forense (Murray *et al.*, 2024). Além disso, a ética no uso de dados sensíveis e a segurança da informação também exigem atenção, especialmente em se tratando de informações pessoais e confidenciais (Thurzo *et al.*, 2022).

De forma geral, os avanços promovidos pela inteligência artificial na odontologia forense sinalizam uma transformação importante nos métodos de identificação humana (Silva *et al.*, 2024). Embora ainda esteja em processo de consolidação, essa tecnologia já demonstra grande potencial para complementar e aprimorar as práticas forenses tradicionais (Tiwari *et al.*, 2023). A tendência é que, com o amadurecimento das pesquisas e o desenvolvimento de protocolos mais robustos, a IA se torne uma ferramenta indispensável na atuação de profissionais da área, contribuindo para a modernização e maior precisão das análises periciais (Singh *et al.*, 2024).

3479

Um ponto que vem ganhando destaque é o papel da inteligência artificial na triagem de casos forenses. Com o crescimento do número de desaparecidos e a complexidade dos desastres em massa, os sistemas de IA são utilizados para selecionar, de forma mais objetiva, quais registros odontológicos apresentam maior compatibilidade com os dados obtidos nos exames (Kavousinejad *et al.*, 2024). Isso reduz o tempo necessário para cruzar informações e prioriza os casos com maior probabilidade de correspondência, otimizando o trabalho das equipes forenses e diminuindo a margem de erro nas etapas iniciais da identificação (Vila-Blanco *et al.*, 2023).

Outro aspecto interessante é a personalização dos algoritmos de acordo com características populacionais específicas. A literatura destaca que alguns modelos de IA têm sido ajustados com base em dados locais ou regionais, o que aumenta significativamente a precisão dos resultados (Tiwari *et al.*, 2023). Isso ocorre porque estruturas dentárias, padrões de desgaste e hábitos alimentares variam entre diferentes populações, e quanto mais

contextualizados forem os dados de treinamento dos sistemas, mais eficazes serão suas análises (Gao *et al.*, 2022). Essa adaptação torna a inteligência artificial uma ferramenta ainda mais poderosa no campo da odontologia forense, principalmente em países com grande diversidade populacional como o Brasil (Khanagar *et al.*, 2021).

Além disso, observa-se uma tendência crescente de colaboração interdisciplinar entre profissionais da odontologia, ciência da computação, engenharia biomédica e direito forense (Kim *et al.*, 2022). Essa integração de saberes tem contribuído para o desenvolvimento de plataformas mais completas e acessíveis, capazes de atender não só às demandas técnicas, mas também às exigências legais dos processos judiciais (Singh *et al.*, 2024). A presença da IA nesse cenário não elimina o papel do cirurgião-dentista forense, mas amplia sua capacidade de análise, tornando-o um profissional mais estratégico dentro das investigações (Verkhovskiy *et al.*, 2024).

Cabe destacar também o impacto da IA na formação acadêmica dos novos profissionais. Algumas universidades já estão inserindo conteúdos sobre inteligência artificial aplicada à odontologia forense em suas grades curriculares, o que é essencial para preparar os estudantes para lidar com essas novas tecnologias (Eto *et al.*, 2022). A familiarização precoce com esses recursos permite que os futuros profissionais desenvolvam um olhar mais crítico, ético e técnico em relação ao uso da IA, além de promover uma formação mais alinhada às exigências do mercado e da realidade forense atual (Silva *et al.*, 2024).

3480

Por fim, é importante ressaltar que a inteligência artificial não deve ser vista como uma substituta da expertise humana, mas como um suporte complementar (Hiyari *et al.*, 2024). Os sistemas inteligentes são capazes de processar informações em escala e velocidade muito superiores à capacidade humana, mas ainda dependem de validações, interpretações e decisões feitas por profissionais capacitados (Murray *et al.*, 2024). O equilíbrio entre tecnologia e conhecimento clínico é o que assegura a confiabilidade dos laudos e a responsabilidade ética das identificações, mantendo o rigor científico que a odontologia forense exige (Thurzo *et al.*, 2022).

OBJETIVO

Diante do exposto, objetivou-se realizar uma revisão da literatura reunindo informações científicas e atualizadas sobre o uso da inteligência artificial (IA) na odontologia forense, com ênfase em seus avanços tecnológicos e nas contribuições para os processos de identificação

humana. A pesquisa foi conduzida por meio de uma prospecção científica criteriosa, visando compreender como as ferramentas de IA vêm sendo aplicadas na análise de dados odontológicos, avaliando sua eficácia, limitações e as diferentes abordagens utilizadas em contextos forenses. Além disso, pretende-se facilitar a disseminação desse conhecimento tanto para a comunidade acadêmica quanto para profissionais da área e para a população em geral, destacando o papel da IA como uma aliada estratégica e inovadora na precisão dos métodos de identificação. A incorporação dessas tecnologias representa um avanço significativo para a modernização, agilidade e confiabilidade dos processos periciais em diversos cenários sociais, legais e antropológicos.

MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida com o objetivo de identificar artigos relevantes sobre a aplicação da inteligência artificial (IA) na odontologia forense, com foco nos avanços tecnológicos e nas contribuições dessa abordagem para os processos de identificação humana. Para isso, seguiu-se um protocolo estruturado que incluiu a seleção criteriosa das bases de dados, definição dos critérios de inclusão e exclusão, além da aplicação de estratégias de busca refinadas e específicas para o tema proposto.

3481

A busca foi realizada nas bases Scielo, PubMed e Biblioteca Virtual da Saúde (LILACS, MEDLINE), totalizando 14 artigos dentro do período estipulado entre 2020 e 2025. Foram utilizados os descritores “Inteligência Artificial”, “Odontologia Forense”, “Identificação Humana” e “Tecnologia na Odontologia”, bem como suas respectivas combinações. Empregou-se o conector “AND” nas buscas em inglês e “e” nas buscas em português, com o objetivo de refinar os resultados e obter estudos diretamente relacionados ao escopo da pesquisa.

Os critérios de inclusão foram estabelecidos para garantir a atualidade, relevância e qualidade metodológica dos estudos. Foram selecionados artigos publicados entre 2020 e 2025, redigidos em português ou inglês, que abordassem de forma direta a aplicação de sistemas de inteligência artificial na odontologia forense voltada à identificação humana, e que estivessem disponíveis em acesso aberto ou acessíveis via bases institucionais. Foram excluídos artigos sem aplicação direta à temática, revisões sem metodologia clara, duplicatas, resumos de eventos, dissertações, teses e textos opinativos sem embasamento científico.

A seleção dos artigos foi realizada em etapas. Primeiramente, foram analisados os títulos e resumos para verificar a compatibilidade com os objetivos do estudo. Em seguida, os textos completos dos artigos elegíveis foram lidos integralmente e avaliados segundo os critérios estabelecidos. Dois revisores independentes conduziram a análise para assegurar imparcialidade e consistência na seleção. Por fim, os dados extraídos foram organizados em planilhas e analisados conforme a metodologia proposta, assegurando uma síntese objetiva, clara e fundamentada na literatura científica contemporânea sobre a aplicação da inteligência artificial na odontologia forense.

RESULTADOS

A busca realizada nas bases de dados SciELO, PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (LILACS, MEDLINE), utilizando os descritores “Inteligência Artificial”, “Odontologia Forense”, “Identificação Humana” e “Tecnologia na Odontologia”, revelou um número significativo de publicações no período de 2020 a 2025. A maioria dos estudos encontrados destacou a crescente aplicação de ferramentas de inteligência artificial como recursos inovadores no processo de identificação forense, demonstrando seu potencial para ampliar a precisão e a eficiência das análises odontológicas.

3482

Os estudos analisados evidenciaram que a IA tem sido amplamente utilizada em diversas etapas da identificação humana, incluindo a análise automatizada de imagens odontológicas, reconhecimento de padrões dentários, cruzamento de dados com bancos de informações e reconstruções faciais assistidas por algoritmos. Essas aplicações têm se mostrado especialmente relevantes em situações como identificação de vítimas de desastres, casos de desaparecimento e investigações criminais.

Entre as tecnologias mais citadas, destacam-se os sistemas de aprendizado de máquina (machine learning), redes neurais artificiais e softwares de reconhecimento automatizado, que vêm sendo treinados para identificar estruturas dentárias com alto grau de precisão. Os resultados apontam que essas soluções tecnológicas são capazes de reduzir o tempo de análise, minimizar erros humanos e padronizar laudos forenses, promovendo maior confiabilidade nos processos.

Além disso, observou-se um aumento nas pesquisas voltadas à integração da IA com métodos já consolidados na odontologia forense, como a análise radiográfica e a odontometria, possibilitando o aprimoramento contínuo das práticas forenses. Alguns estudos também

discutiram os desafios dessa integração, como a necessidade de bancos de dados robustos, a validação dos algoritmos e a formação adequada dos profissionais para uso dessas ferramentas.

Ainda assim, a literatura reforça que a incorporação da inteligência artificial representa um avanço significativo para a odontologia forense, oferecendo suporte técnico valioso para a identificação humana em diferentes contextos legais, sociais e humanitários, além de impulsionar a modernização da prática forense no cenário atual.

Tabela 1 –Quantidade de artigos por bases.

Palavras	SCIELO	MEDLINE	PUBMED
inteligência artificial	32	426	135
odontologia forense	47	770	138
identificação forense	67	3.219	0
tecnologia forense	67	1.085	5
Perícia odontológica	434	12.484	2

Fonte: Autoria própria, 2025.

DISCUSSÃO

No contexto atual, as tecnologias de inteligência artificial (IA) emergem como uma solução altamente promissora, com a capacidade de minimizar erros e gerar previsões rápidas e precisas (Singh *et al.*, 2024).

A cavidade oral, e especificamente os dentes, têm sido reconhecidos como elementos fundamentais para a estimativa da idade cronológica devido à sua forte correlação com os padrões de desenvolvimento humano (Mohammad *et al.*, 2022. No século XIX, foram desenvolvidos métodos para organizar informações, como atlas dentários e técnicas que se baseavam em estágios de desenvolvimento. No entanto, muitos desses métodos tradicionais têm limitações significativas, como a tendência de avaliar a idade de forma exagerada ou

insuficiente, além de serem aplicáveis apenas a certas faixas etárias ou grupos populacionais específicos. (Kilic et al., 2021). (Kilic *et al.*, 2021).

A digitalização das imagens de radiografias e o avanço das ferramentas de computação trouxeram uma verdadeira transformação para essa área. Agora, é possível realizar análises de forma mais rápida, automatizada e com menos subjetividade. Pesquisas recentes mostram que técnicas de aprendizado profundo (deep learning) conseguem estimar a idade de jovens com uma margem de erro inferior a um ano e também classificam corretamente se uma pessoa é maior ou menor de idade, apresentando altos índices de sensibilidade e especificidade. Isso destaca o potencial da inteligência artificial como um recurso importante tanto na prática clínica quanto na área forense (Khanagar *et al.*, 2021).

Embora tenha havido progressos, a validação desses métodos automatizados continua restrita. Numerosos modelos foram analisados apenas em bases de dados específicas, sem conseguirem ser generalizados para diferentes populações, dispositivos de coleta e contextos clínicos. Assim, para a incorporação efetiva da Inteligência Artificial na prática forense, é crucial a execução de pesquisas multicêntricas com várias bases de dados, juntamente com a utilização de métodos de adaptação de domínio, como o aprendizado de transferência, que possibilitam a afinação dos modelos de acordo com novas populações-alvo. (Hiyari *et al.*, 2024).

3484

Resumidamente, a combinação de informações radiográficas, particularmente maxilofaciais, com ferramentas de inteligência artificial é uma inovação significativa na área de estimativa de idade e sexo. No entanto, sua eficácia depende da qualidade dos dados empregados, da validação cruzada entre populações e da atualização contínua dos algoritmos, fundamentada em sólidas evidências científicas (Kim et al., 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inteligência artificial tem se revelado um instrumento inovador na odontologia forense, proporcionando respostas eficientes para a identificação de pessoas em situações complexas. A automação de procedimentos, a avaliação de imagens e a conexão com grandes bases de dados têm o potencial de acelerar e melhorar os resultados forenses. Contudo, para que a Inteligência Artificial seja amplamente implementada de maneira segura e eficiente, é preciso vencer obstáculos como a normalização de dados, a capacitação de modelos com uma variedade de amostras e a regulamentação ética e legal. O futuro da odontologia forense está fortemente

associado à tecnologia, com a Inteligência Artificial desempenhando um papel crucial no progresso deste campo crucial da ciência forense.

REFERENCIAS

ETO, Nozomi et al. Development of an artificial intelligence-based algorithm to classify images acquired with an intraoral scanner of individual molar teeth into three categories. *PLoS One*, v. 17, n. 1, p. e0261870, 2022.

GAO, Shen et al. Transformer based tooth classification from cone-beam computed tomography for dental charting. *Computers in Biology and Medicine*, v. 148, p. 105880, 2022.

HIYARI, Madzida Hundur; PASIC, Mirza; ZUKIC, Selma. Application of Convolutional Neural Networks for Determining Gender and Age in Forensic Dentistry. *Cureus*, v. 16, n. 11, 2024.

KAVOUSINEJAD, Shahab et al. A Novel Algorithm for Forensic Identification Using Geometric Cranial Patterns in Digital Lateral Cephalometric Radiographs in Forensic Dentistry. *Diagnostics*, v. 14, n. 17, p. 1840, 2024.

KHANAGAR, Sanjeev B. et al. Application and performance of artificial intelligence technology in forensic odontology–A systematic review. *Legal Medicine*, v. 48, p. 101826, 2021.

KILIC, Münevver Coruh et al. Artificial intelligence system for automatic deciduous tooth detection and numbering in panoramic radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, v. 50, n. 6, p. 20200172, 2021.

KIM, Young Hyun et al. A fully automated method of human identification based on dental panoramic radiographs using a convolutional neural network. *Dentomaxillofacial Radiology*, v. 51, n. 4, p. 20210383, 2022.

MOHAMMAD, Norhasmira et al. Applications of contemporary artificial intelligence technology in forensic odontology as primary forensic identifier: A scoping review. *Frontiers in Artificial Intelligence*, v. 5, p. 1049584, 2022.

MURRAY, J. et al. Applying artificial intelligence to determination of legal age of majority from radiographic data. *Morphologie*, v. 108, n. 360, p. 100723, 2024.

SILVA, Thaísa Pinheiro et al. Assessment of accuracy and reproducibility of cephalometric identification performed by 2 artificial intelligence-driven tracing applications and human examiners. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, v. 137, n. 4, p. 431-440, 2024.

SINGH, Sraddha; SINGHA, Bhoopendra; KUMAR, Shanu. Artificial intelligence in age and sex determination using maxillofacial radiographs: A systematic review. *The Journal of Forensic Odonto-stomatology*, v. 42, n. 1, p. 30, 2024.

THURZO, Andrej et al. Human remains identification using micro-CT, chemometric and AI methods in forensic experimental reconstruction of dental patterns after concentrated sulphuric acid significant impact. *Molecules*, v. 27, n. 13, p. 4035, 2022.

TIWARI, Anushree et al. Artificial intelligence's use in the diagnosis of mouth ulcers: A systematic review. *Cureus*, v. 15, n. 9, 2023.

VERKHOVSKIY, A. E.; APRESYAN, S. V.; STEPANOV, A. G. A review of modern digital personal identification methods using artificial intelligence technology in forensic dentistry. *Stomatologiya*, v. 103, n. 6, p. 79-82, 2024.

VILA-BLANCO, Nicolas et al. A systematic overview of dental methods for age assessment in living individuals: from traditional to artificial intelligence-based approaches. *International Journal of Legal Medicine*, v. 137, n. 4, p. 1117-1146, 2023.