Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação — REASE

doi.org/10.51891/rease.v12i11.29561

PREDIÇÃO DE RESULTADOS ESTÉTICOS POR INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ODONTOLOGIA: REVISÃO DE LITERATURA

PREDICTION OF ESTHETIC OUTCOMES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DENTISTRY: A LITERATURE REVIEW

PREDICCIÓN DE RESULTADOS ESTÉTICOS MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ODONTOLOGÍA: REVISIÓN DE LA LITERATURA

Bruna Mabilly Dias[1]
Glaucia Alvarenga de Araújo[2]
Laiane Cristina Guis Dagostim[3]
Maria Eduarda de Almeida Princival[4]
Pedro Luiz Martini de Lorena Néia[5]
Vera Lúcia Mainard[6]

RESUMO: A Inteligência Artificial (IA) vem sendo incorporada à Odontologia Digital como recurso de apoio à análise de imagens, ao planejamento terapêutico e à tomada de decisão. Na Odontologia estética, sua aplicação inclui análise facial e dentária, desenho digital do sorriso, seleção de parâmetros morfológicos e cromáticos e geração de simulações pré-operatórias. Esta revisão narrativa teve como objetivo analisar as principais aplicações da IA na predição de resultados estéticos odontológicos, bem como seus benefícios, limitações, aspectos éticos e desafios para a utilização clínica. Foram consideradas publicações de 2021 a junho de 2026, localizadas nas bases PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, SciELO e Google Scholar, nos idiomas português, inglês e espanhol. A literatura demonstra potencial da IA para automatizar etapas do planejamento, reduzir o tempo de desenho digital, apoiar a comunicação com o paciente e auxiliar em tarefas como análise de proporções e seleção de cor. Entretanto, a evidência específica para desenho do sorriso ainda é limitada: uma revisão de escopo publicada em 2025 encontrou apenas quatro estudos elegíveis entre 2.653 registros inicialmente identificados. Estudos comparativos recentes também mostram que o desempenho estético de sistemas automatizados pode ser aceitável, mas não é uniforme e continua dependente da qualidade dos dados, do algoritmo, da tarefa clínica e da avaliação humana. Questões relacionadas à representatividade dos bancos de dados, validação externa, transparência, privacidade, vieses e responsabilidade profissional permanecem centrais. Conclui-se que a IA apresenta potencial relevante para ampliar a previsibilidade e a eficiência do planejamento estético, mas deve ser empregada como ferramenta complementar ao julgamento clínico, com validação adequada e observância dos princípios éticos e legais.

[1] Graduada em Odontologia pela Universidade Paranaense (UNIPAR).
[2] Especialista em Periodontia pela FaSerra.
[3] Graduada em Odontologia pela Universidade Paranaense.
[4] Graduanda em Odontologia pela UNIOESTE.
[5] Mestrando em Odontologia pela UNINGA.
[6] Graduada em Odontologia pela UNIVEL.

Palavras-chave: Inteligência artificial. Odontologia digital. Estética dentária. Planejamento digital. Desenho digital do sorriso. Reabilitação oral.

ABSTRACT: Artificial Intelligence (AI) is increasingly being incorporated into Digital Dentistry as a support tool for image analysis, treatment planning, and clinical decision-making. In esthetic dentistry, its applications include facial and dental analysis, digital smile design, selection of morphological and chromatic parameters, and generation of preoperative simulations. This narrative review aimed to analyze the main applications of AI in predicting esthetic dental outcomes, as well as its benefits, limitations, ethical aspects, and challenges for clinical use. Publications from 2021 to June 2026 were considered, retrieved from PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, SciELO, and Google Scholar, in Portuguese, English, and Spanish. The literature indicates that AI may automate planning steps, reduce digital design time, support patient communication, and assist in tasks such as proportion analysis and shade selection. However, specific evidence for AI-based smile design remains limited: a 2025 scoping review found only four eligible studies among 2,653 initially identified records. Recent comparative studies also show that the esthetic performance of automated systems may be acceptable, but is not uniform and remains dependent on data quality, algorithm, clinical task, and human assessment. Issues involving database representativeness, external validation, transparency, privacy, bias, and professional responsibility remain central. AI therefore has relevant potential to improve the predictability and efficiency of esthetic planning, but should be used as an adjunct to clinical judgment, with adequate validation and compliance with ethical and legal principles.

Keywords: Artificial intelligence. Digital dentistry. Esthetic dentistry. Digital treatment planning. Digital smile design. Oral rehabilitation.

RESUMEN: La Inteligencia Artificial (IA) se incorpora progresivamente a la Odontología Digital como herramienta de apoyo para el análisis de imágenes, la planificación terapéutica y la toma de decisiones clínicas. En Odontología estética, sus aplicaciones incluyen el análisis facial y dental, el diseño digital de la sonrisa, la selección de parámetros morfológicos y cromáticos y la generación de simulaciones preoperatorias. Esta revisión narrativa tuvo como objetivo analizar las principales aplicaciones de la IA en la predicción de resultados estéticos odontológicos, así como sus beneficios, limitaciones, aspectos éticos y desafíos para su utilización clínica. Se consideraron publicaciones de 2021 a junio de 2026, localizadas en PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, SciELO y Google Scholar, en portugués, inglés y español. La literatura demuestra potencial de la IA para automatizar etapas de planificación, reducir el tiempo de diseño digital, apoyar la comunicación con el paciente y auxiliar en tareas como el análisis de proporciones y la selección del color dental. Sin embargo, la evidencia específica para el diseño de la sonrisa todavía es limitada y los resultados comparativos muestran que el desempeño estético de los sistemas automatizados no es uniforme. La representatividad de las bases de datos, la validación externa, la transparencia, la privacidad, los sesgos y la responsabilidad profesional siguen siendo cuestiones centrales. Se concluye que la IA presenta potencial para mejorar la previsibilidad y eficiencia de la planificación estética, pero debe utilizarse como herramienta complementaria al juicio clínico, con validación adecuada y respeto de los principios éticos y legales.

Palabras clave: Inteligencia artificial. Odontología digital. Odontología estética. Planificación digital. Diseño digital de la sonrisa. Rehabilitación oral.

1 INTRODUÇÃO

A busca por resultados estéticos previsíveis tem acompanhado a expansão do fluxo digital na Odontologia. Fotografia digital, escaneamento intraoral, sistemas CAD/CAM e desenho digital do sorriso permitem integrar informações faciais e intraorais e visualizar diferentes possibilidades terapêuticas antes da execução clínica. Nesse cenário, a Inteligência Artificial passou a ocupar espaço crescente como recurso para reconhecimento de padrões, análise automatizada de imagens e apoio a decisões clínicas

Na Odontologia estética, o interesse pela IA concentra-se especialmente na análise facial, na identificação de referências do sorriso, na sugestão de formas e proporções dentárias e na construção de desenhos digitais. Uma revisão de escopo específica sobre IA em desenho do sorriso, publicada em 2025, identificou somente quatro estudos elegíveis entre 2.653 registros inicialmente recuperados, indicando que, embora a área esteja em expansão, a base de evidências ainda é pequena.

A predição estética é particularmente complexa porque envolve características anatômicas, funcionais, biológicas e perceptuais. A aparência final de uma reabilitação depende não apenas da forma dos dentes, mas também da relação entre dentes, tecidos gengivais, lábios, face, dinâmica do sorriso, materiais restauradores, iluminação e preferências individuais. Por isso, uma simulação digital deve ser entendida como representação preditiva e não como garantia do resultado clínico.

Estudos comparativos recentes reforçam essa cautela. Em 2025, Kaushik, Sales e Rodrigues compararam desenhos produzidos por profissionais e por IA e observaram aceitação dos desenhos automatizados, mas preferência global pelos desenhos manuais em parte dos casos, sugerindo que fatores subjetivos e a interpretação humana continuam relevantes.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar as principais aplicações da IA na predição de resultados estéticos em Odontologia, discutindo sua utilização no planejamento, os benefícios clínicos, a qualidade das evidências, as limitações metodológicas, os aspectos éticos e os desafios regulatórios.

2 METODOLOGIA

Trata-se de revisão narrativa da literatura, desenvolvida para reunir e discutir criticamente evidências sobre a aplicação da IA na predição de resultados estéticos em

Odontologia. A estratégia descrita no manuscrito original foi mantida, com buscas nas bases PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, SciELO e Google Scholar.

Foram utilizados, em português e inglês, os descritores "Inteligência Artificial", "Artificial Intelligence", "Odontologia", "Dentistry", "Odontologia Estética", "Esthetic Dentistry", "Dental Esthetics", "Digital Smile Design", "Smile Design", "Machine Learning", "Deep Learning", "Digital Dentistry", "Reabilitação Oral" e "Oral Rehabilitation", combinados pelos operadores booleanos AND e OR.

Foram considerados artigos publicados entre janeiro de 2021 e junho de 2026, disponíveis na íntegra, nos idiomas português, inglês e espanhol, relacionados à IA aplicada ao planejamento estético, ao desenho digital do sorriso, à reabilitação oral ou à predição de resultados clínicos. Foram excluídos editoriais, cartas ao editor, resumos de congressos, duplicatas, trabalhos sem texto completo e publicações sem relação direta com o objetivo.

Após a seleção, os estudos foram analisados quanto às aplicações da IA, benefícios, limitações metodológicas, evidências de desempenho, aspectos éticos e perspectivas futuras. Por se tratar de revisão narrativa, os resultados são apresentados de forma descritiva e crítica, sem metanálise.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Evolução da inteligência artificial na odontologia

A literatura recente mostra expansão das aplicações de IA em diferentes especialidades odontológicas, sobretudo em tarefas baseadas em imagens e reconhecimento de padrões. Revisões de escopo e sistemáticas apontam aplicações em diagnóstico, planejamento, odontologia restauradora, implantodontia e outras áreas, mas também ressaltam que muitos modelos permanecem em fase de desenvolvimento e exigem validação clínica antes da adoção rotineira.

Esse cenário é importante para a estética porque a maior parte das tarefas de desenho digital depende de dados visuais e geométricos. Assim, modelos de aprendizado de máquina e aprendizado profundo podem auxiliar na identificação de estruturas, na extração de referências e na geração de propostas. Entretanto, precisão computacional em uma tarefa específica não equivale automaticamente a superioridade clínica ou estética.

3.2 Aplicações da inteligência artificial no planejamento estético

No planejamento estético, a IA pode atuar na análise de fotografias faciais e intraorais, identificação de referências do sorriso, avaliação de proporções dentárias e geração de alternativas de desenho. A integração com escaneamento intraoral e CAD/CAM permite que as informações sejam utilizadas em um fluxo digital, favorecendo a comunicação entre clínica e laboratório. A literatura específica sobre desenho do sorriso sugere que modelos tridimensionais oferecem vantagens em relação a análises bidimensionais quando o objetivo é representar relações espaciais mais complexas

A evidência, contudo, não sustenta a ideia de que a IA sempre produz um desenho superior ao realizado por um profissional. A revisão de Baaj e Alangari (2025) identificou apenas quatro estudos elegíveis e concluiu que os desenhos gerados por IA não apresentaram diferenças significativas de percepção estética em relação aos desenhos manuais, ao mesmo tempo em que destacou a escassez de estudos na área. Em estudo transversal com 320 avaliadores, desenhos manuais foram globalmente preferidos, embora alguns desenhos gerados por IA tenham alcançado níveis de aceitação relevantes.

Dessa forma, a principal contribuição atual da IA parece estar na ampliação das possibilidades de planejamento e na automatização de tarefas, e não na substituição da avaliação profissional. O resultado depende da qualidade dos dados de entrada, das referências utilizadas pelo algoritmo, dos critérios de treinamento e da capacidade do profissional de interpretar criticamente a proposta.

3.3 Predição dos resultados estéticos

A predição estética por IA consiste, em geral, na geração de uma representação ou proposta de resultado a partir de dados clínicos e parâmetros aprendidos. Esses dados podem incluir fotografias, escaneamentos, características faciais, posição dentária, exposição gengival, forma e proporções dos dentes e informações cromáticas. A finalidade clínica é permitir a comparação de alternativas antes da intervenção, favorecendo planejamento e comunicação.

Entretanto, é necessário distinguir simulação visual de predição clínica validada. Uma imagem esteticamente plausível não significa que o resultado restaurador real será idêntico. Alterações de tecidos, limitações biológicas, execução laboratorial, propriedades dos materiais, oclusão, dinâmica labial e condições clínicas podem modificar o resultado final. Assim, a

expressão “predição” deve ser utilizada com cautela, principalmente quando os estudos não apresentam validação prospectiva em pacientes.

Estudos recentes começam a comparar diretamente sistemas automatizados e desenhos convencionais. Um estudo de 2025 avaliou desenhos de sorriso produzidos por IA e por método convencional e demonstrou que a aceitação e a precisão podem ser mensuráveis por índices objetivos e avaliações humanas; outro estudo prospectivo publicado em 2026 encontrou resultados favoráveis para um sistema automatizado em 33 pacientes, mas esses achados ainda precisam ser reproduzidos por diferentes grupos e plataformas.

3.4 Benefícios clínicos da inteligência artificial

A literatura permite organizar os benefícios potenciais da IA em sete dimensões. A primeira é a maior precisão e reprodutibilidade de determinadas tarefas de planejamento, especialmente aquelas baseadas em medidas digitais e reconhecimento de padrões. A segunda é a redução de parte da subjetividade associada à identificação de referências anatômicas, embora a avaliação estética permaneça parcialmente dependente da percepção humana.

A terceira dimensão é a padronização. Sistemas automatizados podem aplicar os mesmos critérios de análise a diferentes casos, facilitando comparações e documentação. A quarta é a otimização do tempo, já que a automação pode reduzir etapas repetitivas. Em estudo prospectivo recente, o fluxo automatizado de desenho do sorriso apresentou tempo de planejamento significativamente menor que o fluxo realizado por especialista, embora esse resultado seja específico da plataforma e do protocolo avaliados.

A quinta dimensão é a comunicação com o paciente. A visualização de alternativas pode facilitar a compreensão do tratamento e apoiar o processo de consentimento, desde que a simulação seja apresentada como possibilidade e não como promessa. A sexta é a previsibilidade do planejamento restaurador, que depende da integração adequada entre dados faciais, intraorais e laboratoriais. A sétima envolve a seleção de parâmetros, incluindo cor dental. Revisão sistemática sobre correspondência de cor identificou múltiplos algoritmos e relatou desempenhos elevados em alguns estudos, mas também demonstrou influência de iluminação, dispositivo, modelo de espaço de cor e algoritmo sobre a acurácia.

Portanto, os benefícios não devem ser interpretados como propriedades universais da IA. Eles dependem do tipo de tarefa, da qualidade dos dados, do equipamento, do algoritmo, do

treinamento e da validação clínica. Essa distinção é essencial para evitar generalizações que excedam as evidências disponíveis.

3.5 Limitações encontradas na literatura

Uma limitação central é o tamanho e a composição dos bancos de dados utilizados no treinamento. Modelos desenvolvidos a partir de populações, aparelhos fotográficos, condições de iluminação ou padrões faciais específicos podem apresentar desempenho inferior quando aplicados a grupos diferentes. A representatividade dos dados é particularmente importante em estética, porque características faciais e preferências estéticas variam entre populações.

Outra limitação é a heterogeneidade metodológica. Estudos podem empregar algoritmos diferentes, imagens 2D ou 3D, critérios distintos de avaliação e diferentes grupos de avaliadores. A revisão de escopo sobre desenho do sorriso evidenciou justamente a pequena quantidade de estudos comparáveis, dificultando conclusões amplas sobre superioridade de uma técnica.

Também existe limitação relacionada à validação externa. Muitos estudos de IA em Odontologia ainda são retrospectivos, laboratoriais ou baseados em conjuntos de dados restritos. Revisões na área restauradora indicam resultados promissores, mas reforçam que os modelos permanecem em desenvolvimento e precisam de estudos que confirmem seu desempenho em condições clínicas reais.

A interpretabilidade constitui outro desafio. Modelos complexos podem apresentar resultados sem permitir que o profissional compreenda integralmente como cada variável contribuiu para a saída. Essa característica, frequentemente associada ao conceito de black box, exige que a decisão final permaneça sob responsabilidade do profissional e seja baseada na integração entre evidências, exame clínico e contexto individual.

3.6 Aspectos éticos e desafios regulatórios

A utilização de IA em estética odontológica envolve processamento de fotografias faciais, escaneamentos intraorais, radiografias e outros dados potencialmente identificáveis. No contexto brasileiro, a proteção desses dados deve observar a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), além das normas profissionais e institucionais aplicáveis. O consentimento para uso clínico e, quando pertinente, para pesquisa, deve ser informado e específico quanto à finalidade do tratamento dos dados.

A literatura recente sobre IA e desenho do sorriso identifica como princípios relevantes o bem-estar, respeito à autonomia, privacidade, equidade, diversidade, prudência, responsabilidade, sustentabilidade, governança e transparência. Um consenso internacional por e-Delphi publicado em 2024 reforçou que esses princípios devem orientar o desenvolvimento e a utilização de IA em desenho do sorriso.

Também devem ser considerados vieses algorítmicos. Se um sistema for treinado predominantemente com determinados padrões faciais ou critérios estéticos, suas sugestões podem reproduzir essas características como se fossem universais. Além disso, a responsabilidade profissional não pode ser transferida para o software: o cirurgião-dentista deve avaliar a indicação, verificar a plausibilidade do resultado e decidir se a proposta é biologicamente, funcionalmente e esteticamente adequada.

Nesse sentido, transparência sobre a ferramenta utilizada, limitações conhecidas, origem dos dados, condições de validação e finalidade do algoritmo é desejável. A adoção clínica responsável exige também segurança da informação, controle de acesso aos dados, rastreabilidade e atualização dos protocolos conforme a tecnologia evolui.

3.7 Perspectivas futuras

As perspectivas futuras incluem maior integração entre IA, escaneamento intraoral, fotografia, CAD/CAM, impressão tridimensional e ambientes de realidade aumentada. A tendência é de fluxos cada vez mais integrados, nos quais dados faciais e intraorais possam ser combinados para gerar propostas restauradoras mais individualizadas.

Também existe potencial para modelos que auxiliem na estimativa de parâmetros além da aparência imediata, como risco de falhas e necessidade de manutenção. Contudo, essas aplicações devem ser diferenciadas de resultados já clinicamente validados. A literatura atual sustenta potencial tecnológico, mas ainda apresenta lacunas importantes quanto à validação prospectiva, multicêntrica e longitudinal.

A evolução da área deverá ser acompanhada pela criação de bases de dados mais representativas, protocolos padronizados de aquisição de imagens, critérios objetivos para avaliação estética e estudos comparativos independentes entre diferentes plataformas. A produção científica também deve seguir recomendações específicas para transparência e qualidade metodológica em estudos de IA.

4 CONCLUSÃO

A presente revisão evidencia que a Inteligência Artificial possui potencial relevante para apoiar o planejamento estético odontológico, especialmente em análise de imagens, desenho digital do sorriso, integração de dados e seleção de parâmetros restauradores. Os estudos disponíveis sugerem ganhos potenciais em eficiência, padronização, comunicação e apoio à tomada de decisão, mas não permitem afirmar que a IA seja universalmente superior aos métodos convencionais.

A evidência específica sobre predição de resultados estéticos ainda é limitada pela pequena quantidade de estudos, pela heterogeneidade dos algoritmos e pela diversidade dos métodos de avaliação. Limitações relacionadas à representatividade dos bancos de dados, validação externa, vieses, transparência e segurança dos dados precisam ser enfrentadas antes que a tecnologia seja considerada plenamente estabelecida na rotina clínica.

Conclui-se, portanto, que a IA deve ser compreendida como ferramenta complementar ao conhecimento científico e ao julgamento do cirurgião-dentista. Seu uso responsável depende de validação clínica adequada, proteção dos dados dos pacientes, transparência dos sistemas e respeito aos princípios éticos e legais. Estudos prospectivos, multicêntricos e de longo prazo são necessários para determinar com maior segurança o real impacto da IA na previsibilidade dos tratamentos estéticos.

REFERÊNCIAS

ARSIWALA-SCHEPPACH, L. T.; CHAURASIA, A.; MÜLLER, A.; KROIS, J.; SCHWENDICKE, F. Machine learning in dentistry: a scoping review. Journal of Clinical Medicine, v. 12, n. 3, p. 937, 2023. DOI: 10.3390/jcm12030937.

BAAJ, R. E.; ALANGARI, T. A. Artificial intelligence applications in smile design dentistry: a scoping review. Journal of Prosthodontics, v. 34, n. 4, p. 341-349, 2025. DOI: 10.1111/jopr.14000.

CEYLAN, G.; ÖZEL, G. S.; MEMİŞOGLU, G.; EMİR, F.; ŞEN, S. Evaluating the facial esthetic outcomes of digital smile designs generated by artificial intelligence and dental professionals. Applied Sciences, v. 13, n. 15, p. 9001, 2023. DOI: 10.3390/app13159001.

DING, H.; WU, J.; ZHAO, W.; MATINLINNA, J. P.; BURROW, M. F.; TSOI, J. K. H. Artificial intelligence in dentistry—A review. Frontiers in Dental Medicine, v. 4, 1085251, 2023. DOI: 10.3389/fdmed.2023.1085251.

KAUSHIK, K.; SALES, A.; RODRIGUES, S. J. Comparative analysis of facial aesthetics in AI generated versus conventionally crafted digital smile designs—a cross-sectional study. BDJ Open, v. 11, n. 1, p. 79, 2025. DOI: 10.1038/s41405-025-00367-z.

KOSE JR., C.; OLIVEIRA, D.; PEREIRA, P. N. R.; ROCHA, M. G. Using artificial intelligence to predict the final color of leucite-reinforced ceramic restorations. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, v. 35, n. 1, p. 105-115, 2023. DOI: 10.1111/jerd.13007.

MONTEIRO, A. J. M.; PINTO, B. M.; LIMA, C. M.; SOGLIA, J. M. M.; SOARES, A. F.; VIEIRA, I. M. The use of artificial intelligence in planning dental aesthetic treatment today. Research, Society and Development, v. 14, n. 6, e70146149010, 2025. DOI: 10.33448/rsd-v14i6.49010.

REVILLA-LEÓN, M.; GÓMEZ-POLO, M.; VYAS, S.; BARMAK, A. B.; ÖZCAN, M.; ATT, W.; KRISHNAMURTHY, V. R. Artificial intelligence applications in restorative dentistry: a systematic review. Journal of Prosthetic Dentistry, v. 128, n. 5, p. 867-875, 2022. DOI: 10.1016/j.prosdent.2021.02.010.

ROKHSHAD, R.; KARTEVA, T.; CHAURASIA, A.; RICHERT, R.; MÖRCH, C.-M.; TAMIMI, F.; DUCRET, M. Artificial intelligence and smile design: an e-Delphi consensus statement of ethical challenges. Journal of Prosthodontics, v. 33, n. 8, p. 730-735, 2024. DOI: 10.1111/jopr.13858.

SCHWENDICKE, F.; BÜTTNER, M. Artificial intelligence: advances and pitfalls. British Dental Journal, v. 234, p. 749-750, 2023. DOI: 10.1038/s41415-023-5855-0.

SCHWENDICKE, F.; SINGH, T.; LEE, J. H. et al. Artificial intelligence in dental research: checklist for authors, reviewers, readers. Journal of Dentistry, v. 107, 103610, 2021. DOI: 10.1016/j.jdent.2021.103610.

SHETTY, S.; GALI, S.; AUGUSTINE, D.; SV, S. Artificial intelligence systems in dental shade-matching: a systematic review. Journal of Prosthodontics, v. 33, n. 6, p. 519-532, 2024. DOI: 10.1111/jopr.13805.

TABATABAIAN, F.; VORA, S. R.; MIRABBASI, S. Applications, functions, and accuracy of artificial intelligence in restorative dentistry: a literature review. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, v. 35, n. 6, p. 842-859, 2023. DOI: 10.1111/jerd.13079.