

PLANEJAMENTO DIGITAL PARA O DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO EM HARMONIZAÇÃO OROFACIAL

Amabile Jordana Brandalise¹; Kamilli Victoria Cenedese¹; Kathren Archanjo Dama¹; Maria Júlia Pardal S. Neves¹; Nicolly Anita R. de Figueiredo¹; Alessandra Nogueira Porto Neves²

¹ Discente do Curso de Graduação Bacharelado em Odontologia do UNIVAG-Centro Universitário. Várzea Grande. Mato Grosso.

² Professora orientadora Pós-doutora do Curso de Graduação Bacharelado em Odontologia do UNIVAG-Centro Universitário. Várzea Grande. Mato Grosso.

RESUMO

A harmonização orofacial tornou-se uma especialidade em notável expansão dentro da Odontologia moderna, respondendo à procura cada vez maior por intervenções estéticas minimamente invasivas que oferecem resultados equilibrados e de aparência natural. O presente trabalho propôs examinar, mediante revisão bibliográfica, como as tecnologias tridimensionais (3D) avançadas vêm sendo empregadas nessa área, verificando suas contribuições tanto para o diagnóstico quanto para a condução terapêutica com maior exatidão. Para tanto, realizou-se uma revisão de literatura, embasada em materiais já publicados nas plataformas PubMed e Scielo nos últimos cinco anos (2020-2025). Os achados demonstraram que equipamentos de escaneamento facial 3D, operando mediante luz estruturada, fotogrametria, triangulação a laser e câmeras infravermelhas, oferecem níveis de precisão clinicamente aceitáveis (variando entre 0,57 e 0,91mm), valores considerados apropriados para aplicações em harmonização orofacial. A incorporação de recursos de inteligência artificial junto ao *Digital Smile Design* promoveu transformações significativas nas etapas diagnóstica e de planejamento, viabilizando a avaliação objetiva das proporções faciais, a simulação prévia dos desfechos esperados e o aprimoramento do diálogo entre profissional e paciente. Conclui-se que a incorporação do planejamento digital por meio de escaneamento 3D constitui um progresso relevante para a harmonização orofacial atual, favorecendo maior acurácia diagnóstica, previsibilidade nos resultados, redução de riscos procedimentais e elevação da satisfação dos pacientes, embora persistam desafios relacionados ao investimento financeiro necessário, à demanda por capacitação especializada e à inexistência de protocolos universalmente aceitos.

Palavras-chave: Odontologia; Estética Dentária; Imageamento Tridimensional; Tecnologia Odontológica; Face.

1 INTRODUÇÃO

A harmonização orofacial consolidou-se como uma das áreas de maior crescimento na Odontologia contemporânea, refletindo a crescente demanda por procedimentos estéticos não invasivos que proporcionem resultados naturais e harmônicos. Uma aparência facial harmônica é o desejo de muitos pacientes que buscam procedimentos estéticos a fim de alcançar um padrão de beleza (Mendes, 2018).

Historicamente, as medições faciais eram realizadas através de métodos convencionais, como o paquímetro aplicado diretamente sobre a face do paciente, fotografias bidimensionais e moldagens físicas. No passado, as medições faciais eram feitas com um paquímetro diretamente no rosto do paciente, método que apresenta algumas limitações, como armazenamento de dados, falta de praticidade, dificuldade de comunicação com o laboratório e difícil aplicabilidade clínica (Cascos *et al.*, 2023). Estudos demonstram que métodos bidimensionais são susceptíveis a erros decorrentes de posicionamento inadequado da cabeça, variações de iluminação, distorções de câmera e análise subjetiva (Berlin *et al.*, 2014). Além disso, a fotogrametria 2D não captura completamente a profundidade e estrutura tridimensional da face, limitando a precisão das medições em determinadas regiões faciais.

A evolução das tecnologias aplicadas à Odontologia proporcionou uma transição dos tradicionais procedimentos de avaliação facial para sistemas digitais tridimensionais (3D) extraorais. A incorporação de scanners faciais 3D configura uma transformação substancial no delineamento de intervenções estéticas, disponibilizando ferramentas sofisticadas que permitem a captura, exame e projeção das estruturas faciais com exatidão em nível submilimétrico (Amornvit; Sanohkan, 2019).

A tecnologia de escaneamento facial 3D utiliza diferentes princípios físicos para captura de imagens, incluindo luz estruturada, fotogrametria e triangulação a laser. A técnica de scanner com captura de imagens 3D é uma ferramenta útil para medições faciais simples e rápidas em qualquer ângulo e posição. Estes sistemas permitem a digitalização rápida e precisa das superfícies faciais em um processo sem contato físico, minimizando o desconforto do paciente e os riscos de contaminação. O scanner usa triangulação de listras a laser para digitalizar de forma rápida e precisa as

superfícies, sendo um processo sem contato, minimizando, portanto, o desconforto do paciente e a potencial contaminação e riscos. Além disso, pode ser realizada constantemente sem riscos de radiação, fatores importantes para alcançar resultados confiáveis. Imediatamente após o procedimento de digitalização, a imagem capturada pode ser recuperada em um computador e fornece a gravação facial para análise, com o tempo total da varredura facial até a recuperação da imagem levando menos de cinco minutos (Aung *et al.*, 1995).

A integração de ferramentas digitais ao planejamento de procedimentos voltados à harmonização orofacial contempla a utilização de diversas tecnologias, incluindo softwares destinados à análise facial, à antecipação de desfechos clínicos e à construção de um diálogo visual com o paciente. O uso de métodos tecnológicos para avaliação da face possibilita a detecção de assimetrias e demais alterações morfológicas, viabilizando a correção dessas discrepâncias mediante técnicas mais acuradas e seguras ao longo da execução dos procedimentos, o que impacta positivamente tanto o prognóstico clínico quanto o equilíbrio estético da face. A capacidade de o paciente visualizar antecipadamente, através de simulações digitais, os desfechos projetados representa um fator significativo para o incremento da confiança em relação ao tratamento proposto e promove maior consonância entre as expectativas do indivíduo e os objetivos delineados pelo cirurgião-dentista (Mendes, 2018).

Diante deste contexto de transformação tecnológica, torna-se fundamental avaliar sistematicamente as evidências científicas sobre o emprego do planejamento digital na harmonização orofacial, identificando seus benefícios, limitações e aplicações clínicas. Cunha, Oliveira e Kawauchi (2023) destacam que o diagnóstico correto, feito através de imagens, e o planejamento dos procedimentos de Harmonização Orofacial são de extrema importância para o sucesso do tratamento.

Para tanto, teve como objetivo geral analisar, por meio de revisão de literatura, a aplicação da tecnologia tridimensional (3D) avançada na harmonização orofacial, avaliando sua contribuição para a precisão do diagnóstico e tratamento. Como objetivos específicos, buscou-se: apresentar as principais tecnologias de escaneamento facial 3D disponíveis e seus fundamentos técnicos, evidenciando como proporcionam segurança para o profissional cirurgião-dentista; e analisar as estratégias de planejamento digital aplicadas à harmonização facial descritas na

literatura científica recente, identificando suas vantagens, limitações e aplicações clínicas.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este estudo caracterizou-se como uma revisão de literatura de natureza qualitativa, desenvolvida com o objetivo de analisar sistematicamente as evidências científicas disponíveis sobre o planejamento digital na harmonização orofacial, com ênfase na tecnologia de escaneamento facial tridimensional.

A pesquisa foi conduzida no período entre o segundo semestre de 2024 e o segundo semestre de 2025, utilizando como bases de dados as plataformas PubMed e Scielo. A estratégia de busca incluiu os seguintes descritores em português e inglês: planejamento digital, scanner 3D, harmonização orofacial, escaneamento facial, digital *smile design*, fotogrametria, tecnologia digital em odontologia, análise facial tridimensional.

Foram estabelecidos critérios de inclusão específicos para seleção dos artigos: publicações em português, inglês ou espanhol; estudos publicados preferencialmente entre 2020 e 2025 para garantir atualidade das informações; artigos caracterizados pelo uso de escaneamento extraoral; utilização de tecnologia para previsibilidade e precisão no planejamento; estudos que abordem análise facial detalhada através de tecnologias digitais; e pesquisas que avaliem a aplicação clínica de scanners faciais em harmonização orofacial.

Como critérios de exclusão, foram desconsiderados: artigos caracterizados exclusivamente sobre escaneamento intraoral; estudos de planejamento de harmonização que não utilizem tecnologia de escaneamento facial; tratamentos não comprovados pela análise digital; publicações que não apresentem metodologia clara; e artigos sem acesso ao texto completo.

O processo de seleção dos artigos ocorreu em três etapas: inicialmente, realizou-se a busca nas bases de dados utilizando os descritores estabelecidos; em seguida, procedeu-se à leitura dos títulos e resumos para avaliação preliminar da relevância; e finalmente, realizou-se a leitura completa dos textos selecionados para análise aprofundada do conteúdo.

Para análise dos dados coletados, empregou-se metodologia qualitativa com síntese narrativa das informações, organizando os achados em categorias temáticas:

evolução tecnológica do planejamento digital, princípios de funcionamento dos scanners 3D faciais, acurácia e precisão dos sistemas de escaneamento, aplicações clínicas na harmonização orofacial, vantagens e limitações da tecnologia, e perspectivas futuras.

Considerando a natureza qualitativa desta pesquisa, dispensou-se o uso de tratamento estatístico na análise do material reunido. A escolha metodológica recaiu sobre um procedimento analítico-interpretativo, voltado ao exame criterioso da produção científica disponível sobre o tema. O material foi submetido a análise comparativa e posterior síntese, processo que viabilizou a identificação de consensos, divergências e lacunas no conhecimento até então produzido nesta área específica.

3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A evolução do planejamento digital na harmonização orofacial representa uma transformação paradigmática na prática odontológica estética. Segundo Machado Filho *et al.* (2020), a consolidação mundial do tratamento estético facial, associada ao crescente número de profissionais engajados nesta área, impulsionou o desenvolvimento de métodos diagnósticos mais avançados, buscando maior assertividade de prognóstico e agregação de valor na consulta inicial.

O desenvolvimento do *Digital Smile Design* (DSD), criado em 2007 pelo cirurgião-dentista brasileiro Christian Coachman, revolucionou a Odontologia ao permitir a avaliação personalizada do sorriso e facilitar a comunicação na elaboração do plano de tratamento (Coachman; Calamita; Sesma, 2017). Conforme descrito por Cervino *et al.* (2019) e Thomas *et al.* (2022), o DSD constitui uma ferramenta conceitual multiuso que suporta a visão diagnóstica, melhora a comunicação e aumenta a previsibilidade do tratamento, permitindo análise cuidadosa das características faciais e dentárias que poderiam passar despercebidas por procedimentos de avaliação clínica, fotográfica ou baseados em modelos de diagnóstico convencionais.

O desenvolvimento dos recursos tecnológicos atravessou diferentes fases, partindo das marcações feitas manualmente sobre imagens fotográficas convencionais até alcançar plataformas inteiramente informatizadas. Esse percurso incluiu a transição dos recursos de análise bidimensional (2D) para aqueles que trabalham com a tridimensional (3D), chegando posteriormente à incorporação da

quarta dimensão, caracterizada pela inclusão do componente cinético no processo de elaboração do projeto estético facial. Tal trajetória evolutiva viabilizou a incorporação das características faciais globais ao projeto do sorriso, bem como a interligação digital com representações 3D, estabelecendo assim protocolos de trabalho integralmente digitalizados

Em 2024 e 2025, observa-se a consolidação do mapeamento facial 3D com inteligência artificial como uma das inovações mais impactantes. Esta tecnologia possibilita planejamento detalhado e personalizado através de análise precisa de proporções e assimetrias, visualização antecipada do resultado antes do tratamento, e maior confiança e eficiência no processo tanto para pacientes quanto para profissionais. Segundo dados recentes, essas ferramentas digitais tornam os procedimentos mais rápidos, confortáveis e assertivos, contribuindo para a crescente adesão dos pacientes aos tratamentos de harmonização orofacial. A integração de inteligência artificial com tecnologias de mapeamento facial 3D representa avanço significativo na harmonização orofacial contemporânea, possibilitando análises objetivas de simetria facial, proporções estéticas e planejamento personalizado baseado em parâmetros quantitativos (Ali; Cui, 2025; Frank *et al.*, 2024; Shuto *et al.*, 2025).

Os scanners faciais 3D empregam diferentes tecnologias para captura e digitalização das estruturas faciais, cada uma com características específicas de funcionamento, precisão e aplicabilidade clínica. As principais tecnologias disponíveis incluem luz estruturada, fotogrametria, triangulação a laser e câmeras de profundidade infravermelha.

A tecnologia de luz estruturada projeta padrões de luz sobre a face do paciente, e câmeras capturam a deformação destes padrões causada pela topografia facial, gerando um modelo tridimensional preciso. Estudos demonstram que scanners baseados em luz estruturada apresentam acurácia de aproximadamente 0,57 mm, sendo considerados adequados para uso clínico em harmonização orofacial. Esta tecnologia destaca-se pela rapidez na captura e pela capacidade de registrar detalhes faciais finos, incluindo textura da pele e pequenas assimetrias. Scanners baseados em tecnologia de luz estruturada demonstram acurácia média de 0,57 mm em estudos recentes, com capacidade de capturar detalhes submilimétricos das estruturas faciais, incluindo microtexturas cutâneas e assimetrias sutis (Casco *et al.*, 2023; Stăncioiu *et al.*, 2025).

A fotogrametria utiliza múltiplas fotografias capturadas de diferentes ângulos para reconstruir digitalmente a superfície facial em 3D. Nogueira (2023) demonstrou que scanners fotogramétricos apresentam acurácia clinicamente aceitável de $-0,664 \pm 1,056$ mm, superior aos sistemas de luz estruturada portáteis ($-1,010 \pm 1,556$ mm) em determinadas condições. A validação desta tecnologia confirmou coeficiente de correlação intraclassa (ICC) excelente ($ICC > 0,9$), indicando alta confiabilidade das medições.

Os scanners a laser utilizam triangulação de listras laser para digitalizar rapidamente as superfícies faciais. Aung, Ngim e Lee (1995) descreveram que esta tecnologia permite medições faciais simples e rápidas em qualquer ângulo e posição, com o processo de digitalização até a recuperação da imagem levando menos de cinco minutos. A rapidez da varredura e a fácil recuperação da superfície digitalizada tornam esta tecnologia uma ferramenta valiosa na avaliação clínica.

Mais recentemente, câmeras de profundidade infravermelha integradas a dispositivos móveis tornaram-se disponíveis para escaneamento facial. Estas câmeras funcionam pelo princípio *time-of-flight*, medindo o tempo necessário para a luz emitida percorrer o trajeto até o objeto e retornar ao sensor. Embora estudos demonstrem que scanners compatíveis com dispositivos móveis apresentam acurácia inferior aos sistemas profissionais, as diferenças permanecem dentro do intervalo clinicamente aceitável de menos de 1,5 mm, tornando-os opções viáveis para determinadas aplicações em harmonização orofacial. Embora dispositivos móveis equipados com câmeras de profundidade infravermelha apresentem acurácia inferior aos sistemas profissionais, estudos demonstram que suas medições permanecem dentro do intervalo clinicamente aceitável de 1,5 mm, tornando-os alternativas viáveis para aplicações específicas em harmonização orofacial (Tangthaweesuk; Raocharernporn, 2025; Hartmann *et al.*, 2025).

A seleção do tipo de scanner deve considerar múltiplos fatores, incluindo precisão requerida para o procedimento planejado, custo do equipamento, facilidade de uso, tempo de captura, conforto do paciente e capacidade de integração com outros sistemas digitais utilizados na prática clínica.

A acurácia dos scanners faciais 3D constitui aspecto fundamental para sua aplicação clínica em harmonização orofacial, determinando a confiabilidade dos diagnósticos e a previsibilidade dos resultados terapêuticos. Estudos recentes avaliaram sistematicamente a precisão de diferentes sistemas de escaneamento

facial, estabelecendo parâmetros de referência para sua utilização na prática odontológica. A precisão dos sistemas de escaneamento facial 3D constitui fator determinante para confiabilidade diagnóstica e previsibilidade terapêutica, com estudos recentes estabelecendo parâmetros de referência através de comparações sistemáticas entre diferentes tecnologias e validação por antropometria direta (Shuto *et al.*, 2025; Kumar; Maiti, 2025).

Amornvit e Sanohkan (2019) realizaram estudo *in vitro* comparando a acurácia de quatro scanners faciais: EinScan Pro, EinScan Pro 2X Plus, iPhone X e Planmeca ProMax 3D Mid. Os resultados demonstraram que os scanners EinScan Pro e EinScan Pro 2X Plus apresentaram maior acurácia, enquanto iPhone X e Planmeca ProMax 3D Mid mostraram-se menos precisos (acurácia de 10 mm a 120 mm em comprimento). Notavelmente, o iPhone X apresentou limitações na captura de determinadas medidas faciais, com dificuldades no registro de detalhes e medições.

Zhao *et al.* (2017) avaliaram a acurácia prática de scanners faciais ópticos em pacientes com deformidades faciais, utilizando scanner industrial de linha laser de alta acurácia como referência. Os resultados indicaram que a acurácia 3D de estereofotografia e scanners de luz estruturada foi de $0,58 \pm 0,11$ mm e $0,57 \pm 0,07$ mm, respectivamente. Embora a acurácia prática tenha sido inferior à acurácia nominal dos equipamentos, ambos atenderam aos requisitos para uso clínico odontológico. Interessantemente, a acurácia 3D variou entre diferentes partições faciais, com a região média da face apresentando melhor desempenho.

Metanálise conduzida sobre scanners faciais compatíveis com dispositivos móveis concluiu que, embora apresentem desempenho inferior aos sistemas profissionais de escaneamento na aquisição facial 3D, os desvios permanecem dentro do intervalo clinicamente aceitável de menos de 1,5 mm. O estudo identificou diferenças significativas entre resultados obtidos em objetos faciais inanimados comparados a faces de participantes vivos, sugerindo cautela na interpretação de resultados de estudos conduzidos exclusivamente em manequins. Metanálise recente sobre scanners compatíveis com dispositivos móveis indica que, apesar de apresentarem desempenho inferior aos sistemas profissionais, mantêm desvios dentro do limite clinicamente aceitável de 1,5 mm, com diferenças significativas observadas entre avaliações em objetos inanimados versus participantes vivos (Tangthaweek; Raocharernporn, 2025).

Piedra-Cascon *et al.* (2020) utilizaram antropometria direta como método de referência para avaliar a acurácia de scanner de luz estruturada dupla conectado a tablet na geração de modelos faciais 3D. A acurácia média de $0,91 \pm 0,32$ mm foi considerada aceitável para planejamento de tratamento virtual, demonstrando que sistemas portáteis podem oferecer precisão adequada para aplicações clínicas em harmonização orofacial.

Estudo comparativo recente avaliando três sistemas de escaneamento facial (laser scanner Planmeca Proface, scanner de luz estruturada dupla EinScan H2 e aplicativo para smartphone EM3D Scanner) em trinta indivíduos com deformidades esqueléticas programados para cirurgia ortognática demonstrou que todos os sistemas apresentaram acurácia clinicamente aceitável quando comparados a superfícies faciais segmentadas de tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC). As discrepâncias de superfície foram medidas através de valores de raiz quadrada média (RMS) em cinco áreas estéticas faciais, confirmando a viabilidade clínica dos diferentes sistemas. Estudo comparativo avaliando três sistemas de escaneamento facial (Planmeca Proface, EinScan H2 e EM3D Scanner) em trinta indivíduos demonstrou valores RMS clinicamente aceitáveis em todas as regiões faciais analisadas quando comparados a superfícies segmentadas de TCFC, confirmando viabilidade clínica dos sistemas (Tangthaweewesuk; Raochareernporn, 2025).

A análise da literatura evidencia que scanners profissionais capturam características faciais com acurácia adequada para utilização em clínicas, medicina forense e arqueologia. Dispositivos de alta precisão, como o Artec Space Spider, oferecem acurácia de 0,05 mm e resolução de 0,1 mm, sendo ideais para aplicações que exigem tolerâncias ultrafinas, como planejamento médico, produção de implantes dentários e digitalização arqueológica. Contudo, para a maioria das aplicações em harmonização orofacial, scanners com acurácia submilimétrica são suficientes para garantir resultados clínicos satisfatórios.

O planejamento digital através de scanners faciais 3D apresenta múltiplas aplicações na harmonização orofacial, revolucionando o diagnóstico, o planejamento terapêutico e o acompanhamento dos resultados. A tecnologia permite análise detalhada das proporções faciais, identificação de assimetrias, simulação de procedimentos e documentação longitudinal da evolução dos tratamentos.

Na análise facial para aplicação de toxina botulínica, o planejamento digital possibilita a avaliação da dinâmica dos músculos mímicos faciais, identificando áreas de maior cinética muscular e assimetrias. A análise digital das expressões faciais orienta a determinação dos pontos corretos de aplicação, aumentando a precisão do procedimento e minimizando riscos de complicações como ptose palpebral. O protocolo de alinhamento e comparação de modelos 3D, utilizando softwares gratuitos, permite a geração de mapas de cores indicando diferenças entre nuvens de pontos 3D, possibilitando avaliação qualitativa dos efeitos da toxina botulínica durante o tratamento. O planejamento digital com análise 3D permite avaliação precisa da dinâmica muscular facial e identificação de áreas de maior cinética, orientando determinação de pontos de aplicação de toxina botulínica e minimizando riscos de complicações através de protocolos de alinhamento e comparação de modelos 3D (Stăncioiu *et al.*, 2025; Garbin *et al.*, 2019).

Para procedimentos com preenchedores faciais, o planejamento virtual possibilita o cálculo preciso de proporções nasais, labiais e da região zigomática, facilitando a indicação do volume e localização ideal do material de preenchimento. A visualização antecipada do resultado através de simulações digitais aumenta significativamente a satisfação do paciente e reduz a necessidade de ajustes pós-tratamento. Estudos demonstram que a utilização de ferramentas digitais proporciona maior controle ao cirurgião-dentista sobre os procedimentos, tornando o processo mais eficiente e com menores margens de erro. O planejamento virtual possibilita cálculo preciso de proporções faciais e simulação antecipada de resultados, aumentando significativamente satisfação do paciente e reduzindo necessidade de ajustes pós-tratamento através de visualizações digitais que proporcionam maior controle sobre os procedimentos (Shuto *et al.*, 2025; Glauco, 2021).

Quando se combina a tecnologia de escaneamento facial 3D com o *Digital Smile Design*, consegue-se elaborar um planejamento mais completo, que analisa conjuntamente elementos dentários e faciais. Essa metodologia integrativa promove equilíbrio entre dentição, tecidos gengivais, lábios e arcabouço facial, possibilitando ainda a antecipação de dinâmicas musculares relacionadas ao sorriso e demais expressões. Ao interpretar a face do paciente de forma holística, torna-se viável alcançar resultados estéticos personalizados, respeitando particularidades anatômicas e evitando uniformizações inapropriadas.

Em intervenções de cirurgia ortognática e correções de desproporções faciais, o planejamento digital tridimensional assume papel essencial. Tal recurso tecnológico viabiliza a simulação acurada dos desfechos cirúrgicos, otimizando o diálogo entre profissionais cirurgiões, ortodontistas e os próprios pacientes. A proposta de planejamento ortodôntico individualizado com integração tridimensional progressiva constitui um avanço relevante na área, estabelecendo conexão entre as modalidades de planejamento virtual tradicional e aquelas baseadas em três dimensões.

O acompanhamento longitudinal dos resultados constitui aplicação importante da tecnologia de escaneamento facial 3D. A padronização das fotografias e escaneamentos permite seguir a evolução dos procedimentos, estabelecendo curva de tratamento e resultados para os pacientes. Esta documentação digital facilita a identificação precoce de complicações, possibilita ajustes terapêuticos baseados em dados objetivos e contribui para o aprendizado e aprimoramento técnico do profissional. A documentação digital padronizada através de escaneamento facial 3D facilita acompanhamento longitudinal, identificação precoce de complicações e ajustes terapêuticos baseados em dados objetivos, contribuindo para aprendizado e aprimoramento técnico profissional (Shuto *et al.*, 2025).

Quando se trata de orientar e estabelecer diálogo com o paciente, o planejamento por meio de recursos digitais representa um instrumento de grande valia. O fato de ser possível antecipar visualmente os resultados antes mesmo de dar início aos procedimentos contribui de forma expressiva para que haja concordância entre as perspectivas do profissional e as do paciente, diminuindo assim a ocorrência de frustrações e desencontros. A troca interativa que ocorre já na primeira consulta, facilitada pela análise facial realizada digitalmente, viabiliza a seleção mais apropriada da abordagem terapêutica, mantendo-se sempre em consonância com aquilo que o paciente necessita e almeja.

A implementação do planejamento digital na harmonização orofacial oferece múltiplas vantagens que impactam positivamente tanto a prática clínica quanto a experiência do paciente. A literatura científica recente documenta benefícios em diversas dimensões: precisão diagnóstica, previsibilidade de resultados, comunicação profissional-paciente, eficiência do fluxo de trabalho e segurança dos procedimentos. A implementação de planejamento digital oferece benefícios documentados em múltiplas dimensões, incluindo precisão diagnóstica, previsibilidade de resultados,

comunicação profissional-paciente aprimorada e maior segurança procedimental (Shuto *et al.*, 2025; Kumar; Maiti, 2025).

Entre os principais benefícios do planejamento digital destacam-se a acurácia e a individualização do tratamento. Os scanners 3D possibilitam a detecção sistemática de desarmonias faciais, a mensuração exata das relações proporcionais da face e o desenvolvimento de estratégias terapêuticas fundamentadas em medidas antropométricas específicas de cada paciente. Enquanto as abordagens tradicionais apresentam considerável dependência da interpretação clínica subjetiva, os recursos digitais disponibilizam valores mensuráveis que sustentam as escolhas terapêuticas, minimizando discrepâncias entre diferentes avaliadores e promovendo maior consistência diagnóstica.

A previsibilidade dos resultados representa benefício significativo documentado na literatura. A capacidade de simular digitalmente o resultado antes do início do tratamento permite ao paciente visualizar e aprovar o planejamento proposto, aumentando substancialmente a confiança e satisfação. Estudos demonstram que pacientes que participam ativamente do processo de planejamento através de simulações digitais apresentam maior aderência ao tratamento e satisfação superior com os resultados finais. Esta visualização antecipada reduz significativamente as divergências entre expectativas do paciente e resultados alcançados, minimizando conflitos e insatisfações. A simulação digital pré-tratamento aumenta substancialmente confiança e satisfação do paciente, com estudos demonstrando maior aderência terapêutica e satisfação superior nos casos em que pacientes participam ativamente do processo de planejamento através de visualizações antecipadas (Ali; Cui, 2025; Wang; Deng; Jiang, 2025).

Uma das importantes vantagens do planejamento digital reside no aperfeiçoamento da relação comunicativa estabelecida entre o profissional e seu paciente. Quando se torna possível demonstrar análises faciais detalhadas, mensurações baseadas em critérios objetivos e projeções dos resultados através de recursos visuais, cria-se um ambiente propício para que o paciente absorva com maior clareza tanto o diagnóstico quanto as alternativas de tratamento que se apresentam. Esse tipo de comunicação apoiada em elementos visuais mostra-se significativamente mais acessível do que tentativas de esclarecimento por meio exclusivamente verbal ou através de ilustrações feitas à mão, contribuindo para que o paciente construa suas decisões sobre bases mais sólidas e com real compreensão das implicações

envolvidas. Paralelamente, a utilização de registros em formato digital favorece substancialmente os processos comunicacionais que ocorrem tanto entre os diversos profissionais que compõem a equipe multidisciplinar quanto nas interações com os laboratórios parceiros, gerando ganhos expressivos na organização dos procedimentos de trabalho e diminuindo consideravelmente a incidência de falhas decorrentes de interpretações equivocadas.

A segurança dos procedimentos representa benefício crucial do planejamento digital. A análise detalhada das proporções faciais e estrutura óssea através de tecnologias digitais permite identificação antecipada de limitações anatômicas, riscos potenciais e contraindicações. O planejamento meticuloso baseado em dados tridimensionais reduz significativamente a incidência de complicações, necessidade de procedimentos corretivos e resultados insatisfatórios. A ausência de radiação nos scanners faciais ópticos permite realização de múltiplas capturas sem riscos adicionais ao paciente, facilitando o acompanhamento longitudinal e ajustes terapêuticos quando necessário.

A eficiência e agilidade no fluxo de trabalho clínico constituem vantagens operacionais importantes. O processo de escaneamento facial 3D é rápido, tipicamente levando menos de cinco minutos desde a captura até a disponibilização da imagem digital para análise. A rapidez da aquisição de dados e a facilidade de armazenamento e recuperação das informações aumentam a produtividade clínica. A integração dos scanners faciais com softwares de planejamento e sistemas CAD/CAM possibilita fluxos de trabalho completamente digitalizados, reduzindo o tempo entre diagnóstico e execução do tratamento. O escaneamento facial 3D caracteriza-se por rapidez de captura (menos de cinco minutos) e facilidade de armazenamento digital, aumentando produtividade clínica através da integração com softwares de planejamento e sistemas CAD/CAM em fluxos completamente digitalizados (Aung; Ngim; Lee, 1995; Shuto *et al.*, 2025).

O armazenamento e documentação digital oferecem vantagens significativas comparados aos métodos convencionais. Os modelos faciais 3D podem ser armazenados indefinidamente sem degradação, ocupando espaço físico mínimo. A facilidade de compartilhamento eletrônico dos dados facilita segundas opiniões, discussões de casos clínicos e colaboração entre profissionais. A documentação digital padronizada facilita estudos retrospectivos, análise de resultados e aprimoramento contínuo das técnicas e protocolos clínicos.

Embora sejam reconhecidas diversas vantagens no uso do planejamento digital aplicado à harmonização orofacial, existem limitações e desafios inerentes a essa abordagem que precisam ser identificados e levados em conta durante a atuação clínica. Conhecer adequadamente essas restrições mostra-se essencial tanto para o emprego correto da tecnologia quanto para a interpretação precisa dos resultados obtidos.

O custo de aquisição e manutenção dos equipamentos constitui limitação significativa, especialmente para profissionais em início de carreira ou clínicas de menor porte. Scanners faciais 3D profissionais de alta precisão frequentemente excedem USD 10.000, representando investimento substancial. Embora scanners compatíveis com dispositivos móveis ofereçam alternativas mais acessíveis, apresentam acurácia inferior aos sistemas profissionais, o que pode limitar sua aplicabilidade em determinados procedimentos que exigem precisão extrema. O investimento em scanners faciais 3D profissionais frequentemente excede USD 10.000, representando limitação significativa especialmente para profissionais iniciantes, embora alternativas compatíveis com dispositivos móveis ofereçam opções mais acessíveis com acurácia ainda clinicamente aceitável (Tangthaweesuk; Raocharernporn, 2025).

O domínio das habilidades necessárias para empregar essa tecnologia de forma apropriada constitui um obstáculo significativo. Manusear os scanners, realizar o processamento das imagens capturadas, examinar os dados em três dimensões e elaborar o planejamento por meio de softwares específicos demandam preparação técnica e experiência prática. Cirurgiões-dentistas que não possuem intimidade com recursos digitais tendem a experimentar percalços no período inicial, o que pode ocasionar falhas durante a captura, tratamento deficiente das imagens ou leituras equivocadas das informações obtidas. A exigência de atualização constante frente aos avanços tecnológicos implica investimento suplementar de tempo e recursos financeiros.

As limitações técnicas dos diferentes sistemas de escaneamento devem ser reconhecidas. Estudos demonstram que a acurácia dos scanners varia entre diferentes regiões faciais, com a região perioral apresentando maiores desafios devido a micro-movimentos e alterações na posição de repouso labial. Áreas com pelos faciais, como barbas, podem apresentar reconstrução inadequada em determinados sistemas, resultando em modelos com aparência espumosa. Superfícies reflexivas,

como óculos ou joias, podem interferir na captura das imagens, necessitando remoção antes do escaneamento. A acurácia dos sistemas de escaneamento varia entre regiões faciais, com estudos demonstrando desafios particulares na região perioral devido a micro-movimentos, além de limitações na captura de áreas com pelos faciais e superfícies reflexivas (Tangthaweek; Raucharernporn, 2025; Stăncioiu *et al.*, 2025).

A dependência de protocolos padronizados durante o processo de captura de imagens configura uma limitação considerável. A precisão e a capacidade de reprodução das mensurações encontram-se intrinsecamente vinculadas à qualidade das fotografias e dos escaneamentos executados. Fatores como posicionamento incorreto do paciente, condições inadequadas de iluminação, movimentações involuntárias no momento da captura e descumprimento de diretrizes estabelecidas prejudicam substancialmente a confiabilidade dos dados coletados. O rigor metodológico demandado em cada etapa de captura pode prolongar o tempo de atendimento e requer participação efetiva do paciente, condição nem sempre viável em contextos clínicos específicos.

A análise dos dados digitalizados demanda domínio aprofundado da anatomia facial, compreensão dos princípios estéticos e reconhecimento das limitações inerentes à tecnologia empregada. Embora os recursos tecnológicos forneçam informações objetivas, as decisões clínicas permanecem fundamentadas na competência e vivência do profissional. Observa-se o risco de valorização excessiva dos parâmetros numéricos, em detrimento de dimensões qualitativas relevantes da avaliação facial e das particularidades individuais de cada paciente. Os recursos tecnológicos devem ser compreendidos como instrumentos complementares ao raciocínio clínico, jamais como alternativa à avaliação clínica integral. Conforme destacam Frank *et al.* (2024) e Shuto *et al.* (2025), a interpretação adequada dos dados digitais pressupõe conhecimento consistente da anatomia facial e dos fundamentos estéticos, sendo imprescindível reconhecer que a tecnologia representa ferramenta auxiliar ao julgamento profissional, sem substituir a avaliação clínica abrangente que contempla elementos qualitativos e as preferências de cada indivíduo.

A ausência de protocolos universalmente estabelecidos para escaneamento facial representa uma limitação significativa identificada na produção científica. Inexiste consenso quanto à tecnologia de escaneamento mais adequada para distintas aplicações no campo da harmonização orofacial, o que dificulta tanto a

comparação entre investigações quanto a uniformização das práticas assistenciais. Essa carência de padronização repercute igualmente na formação e capacitação de novos profissionais, que podem receber orientações contraditórias acerca das metodologias e da interpretação dos dados obtidos.

As questões relacionadas à privacidade e proteção de dados digitais representam preocupação crescente. Os modelos faciais 3D constituem dados biométricos sensíveis que requerem armazenamento seguro e utilização ética. A necessidade de conformidade com regulamentações de proteção de dados, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil, impõe responsabilidades adicionais aos profissionais e clínicas que utilizam tecnologias digitais. A proteção de dados biométricos em ambientes de saúde exige conformidade com regulamentações rigorosas, incluindo a implementação de criptografia avançada, controles de acesso robustos e políticas claras de consentimento informado (Houwing, 2020; Banda, 2019).

No contexto brasileiro, a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018) classifica dados biométricos faciais como dados sensíveis que demandam tratamento específico, armazenamento seguro e consentimento explícito do titular, com penalidades que podem atingir 2% do faturamento da instituição, limitadas a R\$ 50 milhões (Brasil, 2018).

A integração entre diferentes sistemas e softwares pode apresentar desafios técnicos. A compatibilidade entre scanners faciais de diferentes fabricantes, softwares de planejamento e sistemas CAD/CAM nem sempre é garantida, podendo resultar em necessidade de conversões de arquivos, perda de dados ou limitações funcionais. A falta de interoperabilidade entre sistemas dificulta a adoção de fluxos de trabalho completamente digitalizados e pode limitar a escolha de equipamentos e softwares pelo profissional.

A evolução contínua das tecnologias digitais aplicadas à harmonização orofacial indica perspectivas promissoras para os próximos anos. A harmonização orofacial tem se consolidado como uma das principais tendências da odontologia em 2025, caracterizada pela integração de tecnologias avançadas que promovem rapidez, segurança e personalização dos procedimentos estéticos. A incorporação de tecnologias digitais, como impressão 3D e design assistido por computador (CAD), permite a criação de protocolos mais precisos e personalizados, tornando os

tratamentos progressivamente mais acessíveis e baseados em evidências científicas (Chou *et al.*, 2024; Sullivan *et al.*, 2024).

Os avanços tecnológicos contemporâneos têm transformado profundamente as práticas de planejamento em harmonização orofacial. Sistemas computacionais baseados em aprendizado de máquina possibilitam hoje a execução de avaliações faciais automatizadas, o reconhecimento de desproporções estruturais e a estimativa de desfechos procedimentais. Exemplo notável dessa evolução encontra-se no desenvolvimento da FMGen-Net, uma arquitetura de rede neural voltada à reconstrução nasal, que produz modelos 3D de narizes virtuais adaptados à configuração anatômica particular de cada indivíduo, apresentando margem de variação superficial média de $1,45 \pm 0,24$ mm (Qin *et al.*, 2024).

Investigações recentes evidenciam que a incorporação desses recursos tecnológicos no contexto da cirurgia plástica facial viabiliza o desenvolvimento de estratégias pré-operatórias individualizadas, a elaboração de simulações prospectivas e a condução de análises prognosticantes, elementos que contribuem substancialmente para o refinamento da acurácia diagnóstica e para a confiabilidade das intervenções estéticas (Berends *et al.*, 2024; Fortune-Ely; Achanta; Song, 2024). A ampliação dessa metodologia para contemplar outras regiões faciais e diferentes modalidades procedimentais tende a elevar consideravelmente tanto a eficácia quanto a exatidão do planejamento clínico.

Paralelamente, as tecnologias de realidade aumentada e virtual configuram-se como recursos adjuvantes ao planejamento digital. A capacidade de apresentar projeções simuladas dos resultados terapêuticos de forma dinâmica, mediante a sobreposição de imagens computacionais à superfície facial do paciente por meio de dispositivos específicos de realidade aumentada, representa potencial transformador nas dinâmicas de interação entre profissional e paciente, bem como nos processos decisórios compartilhados. Adicionalmente, a exploração de cenários virtuais imersivos configura-se como estratégia pedagógica relevante para a capacitação e o aperfeiçoamento de profissionais atuantes na área de harmonização orofacial.

A democratização do acesso às tecnologias digitais através de dispositivos móveis avançados representa tendência importante. O desenvolvimento contínuo de câmeras de profundidade infravermelha e sensores LiDAR em smartphones e tablets torna o escaneamento facial 3D progressivamente mais acessível. Embora ainda apresentem limitações comparados a sistemas profissionais, a evolução rápida destas

tecnologias sugere que as diferenças de desempenho continuarão diminuindo, potencialmente tornando o planejamento digital acessível a número maior de profissionais e pacientes.

A análise facial 4D (3D + tempo) representa uma fronteira tecnológica emergente que permite a avaliação dinâmica das estruturas faciais ao longo do tempo, proporcionando dados substancialmente mais robustos em comparação com imagens 2D ou modelos 3D estáticos. Estudos recentes demonstram que a análise 4D é particularmente eficaz na detecção de diferenças relacionadas à idade e ao gênero, além de permitir avaliação mais precisa de aspectos funcionais e dinâmicos da estética facial (Liu *et al.*, 2023; Lepidi *et al.*, 2024; Kaplan *et al.*, 2023).

A impressão 3D de materiais biocompatíveis tem revolucionado o campo da harmonização orofacial ao possibilitar a fabricação de dispositivos personalizados, guias cirúrgicos e implantes customizados. O mercado global de materiais biocompatíveis para impressão 3D foi avaliado em USD 882,9 milhões em 2024, com expectativa de crescimento para USD 5,4 bilhões até 2034 (Faizullabhoj; Wani, 2025). A integração de inteligência artificial ao processo de impressão 3D permite a criação de implantes faciais personalizados com precisão notável (Landau; Tsoukas; Goldust, 2025; Das *et al.*, 2023; Carvalho *et al.*, 2024; Yang *et al.*, 2023).

A consolidação de protocolos padronizados e diretrizes baseadas em evidências para utilização de tecnologias digitais em harmonização orofacial representa necessidade premente. O estabelecimento de consensos sobre metodologias de captura, processamento de dados, análise de resultados e interpretação clínica contribuirá para maior uniformidade na prática clínica e facilitará a educação de novos profissionais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de scanners faciais 3D no planejamento digital constitui um progresso notável para os procedimentos de harmonização orofacial, garantindo maior acurácia no diagnóstico, melhores possibilidades de prever os desfechos e elevada segurança durante as intervenções estéticas. Os estudos levantados na literatura especializada evidenciam que essa tecnologia de escaneamento apresenta níveis de precisão clinicamente satisfatórios, com variações entre 0,57 e 0,91 mm, o

que se mostra apropriado para a grande maioria das indicações dentro da harmonização orofacial.

O percurso tecnológico desde as técnicas tradicionais de avaliação facial até os atuais sistemas digitais tridimensionais, que incorporam recursos de inteligência artificial, expressa a constante procura por tratamentos estéticos cada vez mais precisos, eficazes e adaptados às necessidades individuais. Ferramentas como o *Digital Smile Design* e as plataformas de escaneamento facial 3D estabeleceram-se como recursos essenciais na odontologia moderna, aprimorando o diálogo entre profissional e paciente, elevando a capacidade de antever os resultados e diminuindo os riscos de intercorrências.

Entre os benefícios proporcionados pelo planejamento digital, destacam-se: a avaliação objetiva das proporções faciais, a detecção precisa de assimetrias, a possibilidade de simular previamente os resultados, a documentação padronizada em formato digital, o monitoramento longitudinal simplificado e a compatibilidade com processos de trabalho inteiramente digitalizados. Essa tecnologia viabiliza a customização dos tratamentos de acordo com as particularidades de cada indivíduo, afastando-se de padrões genéricos e favorecendo resultados que preservam a naturalidade e a harmonia facial.

Contudo, limitações importantes devem ser reconhecidas, incluindo custos de aquisição e manutenção dos equipamentos, necessidade de treinamento específico, dependência de protocolos padronizados de captura, variabilidade de acurácia entre diferentes regiões faciais e ausência de consensos universalmente aceitos sobre metodologias e interpretação de dados. Estas limitações não inviabilizam a utilização clínica da tecnologia, mas exigem compreensão adequada e utilização criteriosa pelos profissionais.

As perspectivas futuras indicam integração crescente de inteligência artificial, realidade aumentada e análise multidimensional ao planejamento digital em harmonização orofacial. A democratização do acesso através de dispositivos móveis avançados e o desenvolvimento de protocolos padronizados baseados em evidências contribuirão para expansão da utilização destas tecnologias na prática clínica.

Conclui-se que a utilização de recursos digitais no planejamento representa um componente fundamental para as práticas contemporâneas de harmonização orofacial, disponibilizando ferramentas sofisticadas que promovem maior segurança nos procedimentos, otimizam o tempo clínico e permitem antever com maior precisão

os resultados dos tratamentos estéticos faciais. A incorporação apropriada desses recursos tecnológicos à rotina profissional, quando alicerçada em embasamento científico consistente e em habilidades clínicas bem desenvolvidas, mostra-se capaz de elevar substancialmente a qualidade dos resultados obtidos e, conseqüentemente, ampliar o grau de satisfação dos pacientes atendidos. Diante dessa realidade, torna-se recomendável que os profissionais atuantes nesse campo invistam em atualização constante de seus conhecimentos, aprofundem sua compreensão tanto acerca das potencialidades quanto das restrições inerentes às tecnologias disponíveis no mercado e procedam à incorporação do planejamento digital em seus consultórios de maneira criteriosa, sempre respaldada por evidências científicas robustas.

5 REFERÊNCIAS

ALI, R.; CUI, H. Artificial Intelligence in Facial Measurement: A New Era of Symmetry and Proportions Analysis. **Aesthetic Plastic Surgery**, v. 49, n. 13, p. 3572-3584, jul. 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40050544/>. Acesso em: 28 out. 2025.

AMORNVIT, P.; SANOHKAN, S. The accuracy of digital face scans obtained from 3D scanners: an in vitro study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 24, p. 5061, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31842255/>. Acesso em: 16 out. 2025.

AUNG, S. C.; NGIM, R.C.K.; LEE, S.T. Evaluation of the laser scanner as a surface measuring tool and its accuracy compared with direct facial anthropometric measurements. **British Journal of Plastic Surgery**, v. 48, n. 8, p. 551-558, 1995. Disponível em: [https://www.jprasurg.com/article/0007-1226\(95\)90043-8/pdf](https://www.jprasurg.com/article/0007-1226(95)90043-8/pdf). Acesso em: 16 out. 2025.

BANDA, J. Inherently Identifiable: Is It Possible to Anonymize Health and Genetic Data? **International Association of Privacy Professionals (IAPP)**, 13 nov. 2019. Disponível em: <https://iapp.org/news/a/inherently-identifiable-is-it-possible-to-anonymize-health-and-genetic-data/>. Acesso em: 28 out. 2025.

BERENDS, B.; BIELEVELT, F.; SCHREURS, R.; VINAYAHALINGAM, S.; MAAL, T.J.J.; JONG, G. Fully automated landmarking and facial segmentation on 3D photographs. **Scientific Reports**, v. 14, p. 6463, 2024. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-56956-9>. Acesso em: 28 out. 2025.

BERLIN, N.F.; BERSSENBRÜGGE, P.; RUNTE, C.; WERMKER, K.; JUNG, S.; KLEINHEINZ, J.; DIRKSEN, D. Quantification of facial asymmetry by 2D analysis - A comparison of recent approaches. **Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery**, v. 42, n. 3, p. 265-271, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2013.07.033>. Acesso em: 16 out. 2025.

BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018.** Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Brasília: Congresso Nacional, 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 28 out. 2025.

CARVALHO, A.B.G.; RAHIMNEJAD, M.; OLIVEIRA, R.L.M.S.; SIKDER, P.; SAAVEDRA, G.S.F.A.; BHADURI, S.B.; GAWLITTA, D.; MALDA, J.; KAIGLER, D.; TRICHÊS, E.S.; BOTTINO, M.C. Personalized bioceramic grafts for craniomaxillofacial bone regeneration. **International Journal of Oral Science**, v. 16, n. 1, p. 1-25, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39482290/>. Acesso em: 28 out. 2025.

CASCOS, R.; ORTIZ DEL AMO, L.; ÁLVAREZ-GUZMÁN, F.; ANTONAYA-MARTÍN, J.L.; CELEMÍN-VIÑUELA, A.; GÓMEZ-COSTA, D.; ZAFRA-VALLEJO, M.; AGUSTÍN-PANADERO, R.; GÓMEZ-POLO, M. Accuracy Between 2D Photography and Dual-Structured Light 3D Facial Scanner for Facial Anthropometry: A Clinical Study. **Journal of Clinical Medicine**, v. 12, n. 9, p. 3090, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jcm12093090>. Acesso em: 16 out. 2025.

CERVINO, G.; Fiorillo, L.; Arzukanyan, A.V.; Spagnuolo, G.; Cicciù, M. Dental Restorative Digital Workflow: Digital Smile Design from Aesthetic to Function. **Dentistry Journal**, v. 7, n. 2, p. 30, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/dj7020030>. Acesso em: 29 out. 2025.

CHOU, D.W.; ANNADATA, V.; WILLSON, G.; GRAY, M.; ROSENBERG, J. Augmented and Virtual Reality Applications in Facial Plastic Surgery: A Scoping Review. **Laryngoscope**, v. 134, n. 6, p. 2568-2577, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37947302/>. Acesso em: 28 out. 2025.

COACHMAN, C.; CALAMITA, M.; SESMA, N. Dynamic Documentation of the Smile and the 2D/3D Digital Smile Design Process. **The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry**, v. 37, n. 2, p. 183-193, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28196157/>. Acesso em: 28 out. 2025.

CUNHA, A.J.B.; OLIVEIRA, L.P.; KAWAUCHI, M.Y. O Uso da Fotogrametria na Odontologia. **Anais do Congresso de Iniciação Científica - UNIFIO/FEMM**, 2023. Disponível em: <http://www.cic.fio.edu.br/anaisCIC/anais2023/pdf/17.02.pdf>. Acesso em: 16 out. 2025.

DAS, A.; AWASTHI, P.; JAIN, V.; BANERJEE, S.S. 3D printing of maxillofacial prosthesis materials: Challenges and opportunities. **Bioprinting**, v. 32, e00282, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2405886623000258>. Acesso em: 28 out. 2025.

FAIZULLABHOY, M.; WANI, G. Biocompatible 3D Printing Materials Market - By Material Type, By Form, By Application - Global Forecast, 2025 - 2034. **Global Market Insights**, 2025. Disponível em: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/biocompatible-3d-printing-materials-market>. Acesso em: 28 out. 2025.

FORTUNE-ELY, M.; ACHANTA, M.; SONG, M.S.H. The future of artificial intelligence in facial plastic surgery. **JPRAS Open**, v. 39, p. 89-92, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10770469/>. Acesso em: 28 out. 2025.

FRANK, K.; DAY, D.; FEW, J.; CHIRANJIV, C.; GOLD, M.; SATTLER, S.; KERSCHER, M.; KNOEDLER, L.; FILIPPO, A.; RZANY, B.; COTOFANA, S.; FABI, S.; FRITZ, K.; PENG, P.; WANITPHAKDEEDECHA, R.; POOTH, R.; HUANG, P. AI assistance in aesthetic medicine—A consensus on objective medical standards. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 23, n. 12, p. 4110-4115, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11626373/>. Acesso em: 28 out. 2025.

GARBIN, A.J.I.; WAKAYAMA, B.; SALIBA, T.A.; GARBIN, C.A.S. Harmonia OroFacial e suas implicações na odontologia. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, v. 27, n. 2, p. 116-122, 2019. Disponível em: https://www.mastereditora.com.br/periodico/20190704_103726.pdf. Acesso em: 28 out. 2025.

GLAUCO, H. **As proporções da Beleza: Avaliação facial para Procedimentos de embelezamento e rejuvenescimento**. São Paulo: Manole, 2021.

HARTMANN, R.; WEIHERER, M.; NIEBERLE, F.; PALM, C.; BRÉBANT, V.; PRANTL, L.; LAMBY, P.; REICHERT, T.E.; TAXIS, J.; Ettl, T. Evaluating smartphone-based 3D imaging techniques for clinical application in oral and maxillofacial surgery: a comparative study with the vectra M5. **Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 29, n. 1, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39792225/>. Acesso em: 28 out. 2025.

HOUWING, L. Stop the Creep of Biometric Surveillance Technology. **European Data Protection Law Review**, v. 6, n. 2, p. 174-177, 2020. Disponível em: <https://edpl.lexxion.eu/article/EDPL/2020/2/5>. Acesso em: 28 out. 2025.

KAPLAN, N.; MARQUES, M.; SCHARF, I.; YANG, K.; ALKUREISHI, L.; PURNELL, C.; PATEL, P.; ZHAO, L. Virtual Reality and Augmented Reality in Plastic and Craniomaxillofacial Surgery: A Scoping Review. **Bioengineering**, v. 10, n. 4, p. 480, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37106667/>. Acesso em: 28 out. 2025.

KUMAR, L.; MAITI, S. Comparative evaluation of the accuracy of three different three-dimensional facial scanning systems: An observational crossover study. **Journal of Indian Prosthodontic Society**, v. 25, n. 3, p. 220-228, jul. 2025. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12370101/>. Acesso em: 28 out. 2025.

LANDAU, M.; TSOUKAS, M.; GOLDUST, M. 3D-Printed Cosmetic Enhancements Guided by Artificial Intelligence. **Journal of Cosmetic Dermatology**, n. 24, e702632025, 2025. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jocd.70263>. Acesso em: 28 out. 2025.

LEPIDI, L.; KIM, B.C.; GIBERTI, L.; SURIANO, C.; LI, J.; GRANDE, F. The 4D Virtual Patient: A Proof of Concept in Digital Dentistry. **Journal of Prosthetic Dentistry**, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38616156/>. Acesso em: 28 out. 2025.

LIU, Y-J.; WANG, B.; GAO, L.; ZHAO, J.; YI, R.; YU, M.; PAN, Z.; GU, X. 4D facial analysis: A survey of datasets, algorithms and applications. **Computers & Graphics**, v. 115, p. 423-445, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0097849323001437>. Acesso em: 28 out. 2025.

MACHADO FILHO, D.A.; VIEIRA, M.G.; TANAJURA, E.; CORRÊA, B.C. Planejamento digital em Harmonização Orofacial – Facial Design. **Simmetria Orofacial Harmonizatón in Science**, v. 1, n. 4, p. 95-102, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/346255323_Planejamento_digital_em_harmonizacao_orofacial_-_facial_design. Acesso em: 29 out. 2025.

MENDES, A. C. N. A influência da estética na saúde bucal. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia)** - Centro Universitário São Lucas, Porto Velho, 2018.

NOGUEIRA, B.R. **Escaneamento extraoral para análise facial na Odontologia**. Dissertação (Mestrado) - UNESP, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/2e168d8d-ea4e-4134-9c62-bae4a870886f>. Acesso em: 29 out. 2025.

PIEDRA-CASCON, W.; MEYER, M.J.; METHANI, M.M.; REVILLA-LEÓN, M. Accuracy (trueness and precision) of a dual-structured light facial scanner and interexaminer reliability. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 124, n. 5, p. 567-574, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31918895/>. Acesso em: 28 out. 2025

QIN, Q.; LI, Y.; WEN, A.; ZHU, Y.; GAO, Z.; SHAN, S.; WU, H.; ZHAO, Y.; WANG, Y. Three-Dimensional Virtual Reconstruction of External Nasal Defects Based on Facial Mesh Generation Network. **Diagnostics**, v. 14, n. 6, p. 603, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38535024/>. Acesso em: 28 out. 2025.

SHUTO, T.; MINE, Y.; TANI, A.; TAJI, T.; MURAYAMA, T. Facial Scans in Clinical Dentistry and Related Research: A Scoping Review. **Cureus**, v. 17, n. 4, p. e81662, abr. 2025. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12049179/>. Acesso em: 28 out. 2025.

STĂNCIOIU, A.A.; MOTOFELEA, A.C.; POPA, A.; NAGIB, R.; LUNG, R.-B.; SZUHANEK, C. Advanced 3D Facial Scanning in Orthodontics: A Correlative Analysis of Craniofacial Anthropometric Parameters. **Journal of Clinical Medicine**, v. 14, n. 21, p. 7578, 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0383/14/21/7578>. Acesso em: 28 out. 2025.

SULLIVAN, J.; SKLADMAN, R.; VARAGUR, K.; TENENBAUM, E.; SACKS, J.L.; MARTIN, C.; GORDON, T.; MURPHY, J.; MORITZ, W.R.; SACKS, J.M. From Augmented to Virtual Reality in Plastic Surgery: Blazing the Trail to a New Frontier. **Journal of Reconstructive Microsurgery**, v. 40, n. 5, p. 398-406, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37884060/>. Acesso em: 28 out. 2025.

TANGTHAWEESUK, N.; RAOCHARERNPORN, S. The accuracy of three-dimensional facial scan obtained from three different 3d scanners. **PLoS One**, v. 20, n. 5, p. e0322358, maio 2025. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0322358>. Acesso em: 28 out. 2025.

THOMAS, P.; KRISHNAMOORTHY, D.; MOHAN, J.; RAJU, R.; RAJAJAYAM, S.; VENKATESAN, S. Digital smile design. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, v. 14, n. 5, p. S43-S49, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36110736/>. Acesso em: 29 out. 2025.

WANG, B.; DENG, Y.; JIANG, H. Can AI-assisted objective facial attractiveness scoring systems replace manual aesthetic evaluations? A comparative analysis of human and machine ratings. **Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery**, v. 104, p. 18-25, 2025. Disponível em: <https://www.jprasurg.com/action/showPdf?pii=S1748-6815%2825%2900122-6>. Acesso em: 28 out. 2025.

YANG, P.; JU, Y.; HU, Y.; XIE, X.; FANG, B.; LEI, L. Emerging 3D bioprinting applications in plastic surgery. **Biomaterials Research**, v. 27, n. 1, p. 1-27, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36597149/>. Acesso em: 28 out. 2025.

ZHAO, Y.J.; XIONG, Y.X.; WANG, Y. Three-dimensional accuracy of facial scan for facial deformities in clinics: a new evaluation method for facial scanner accuracy. **PLoS One**, v. 12, n. 1, e0169402, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169402>. Acesso em: 28 out. 2025.