

CIRURGIA GUIADA, UMA ALTERNATIVA AO ENXERTO OSSEO

Joana V. Orneles Nascimento¹
Kezia Shara Teixeira da Penha²
Sara Dâmarys R. S. Veloso³
Hadonys Toscano Dutra⁴

RESUMO

A evolução da implantodontia, aliados às tecnologias digitais proporcionaram maior precisão no planejamento e na instalação de implantes dentários. Nesse contexto a cirurgia guiada destaca-se como alternativa ao enxerto ósseo em casos de rebordos atróficos, uma vez que favorece ao aproveitamento do osso remanescente, reduzindo a necessidade de procedimentos reconstrutivos. Esta revisão de literatura analisou de forma crítica as vantagens, limitações e aplicabilidade da técnica guiada em comparação aos métodos convencionais. Os estudos demonstram que a cirurgia guiada aumenta a previsibilidade, reduz desvios posicionais e diminui a morbidade cirúrgica, embora apresente custos mais elevados e maior dependência tecnológica. Conclui-se que, quando bem indicada, a técnica guiada representa uma abordagem segura, conservadora e eficiente, sendo uma opção viável para muitos casos que anteriormente exigiam enxerto.

Palavras-chave: guias cirúrgicos, Stackble guides, cirurgia guiada, implantodontia, enxerto ósseo, planejamento digital.

¹Centro Universitário Doctum - Graduando em Odontologia - joanaorneles160@gmail.com

²Centro Universitário Doctum - Graduando em Odontologia - keziashara1990@gmail.com

³Centro Universitário Doctum - Graduando em Odontologia - saradamaris2015@gmail.com

⁴Centro Universitário Doctum - Professor Orientador – hadonys.dutra@gmail.com

1.INTRODUÇÃO

A reabilitação com implantes osseointegráveis tem evoluído significativamente desde a consolidação dos conceitos biológicos descritos por Albrektsson et al. (1981), que estabeleceram critérios essenciais para um ancoramento ósseo estável e previsível. Os avanços na compreensão da interface osso-implante, nas características de superfície e nos biomateriais utilizados em implantodontia ampliaram as possibilidades terapêuticas, principalmente em casos de deficiência óssea (Wennerberg; Albrektsson; Andersson, 1995; Textor et al., 2001).

Tradicionalmente, o manejo de áreas com deficiência óssea dependeu de técnicas de enxertos e regeneração óssea guiada, utilizando autógenos, alógenos, xenógenos ou substitutos sintéticos (Hing, 2004; Molecules, 2021; Da Silva et al., 2023). Embora eficazes, os enxertos estão associados a maior morbidade cirúrgica, custos elevados, tempo de tratamento prolongado e risco de reabsorção ou falhas regenerativas (PubMed, 2022; International Journal of Periodontology and Implantology, 2023).

A incorporação das tecnologias digitais transformou o planejamento e a execução dos tratamentos reabilitadores. Softwares de planejamento virtual, tomografias computadorizadas, scanners intraorais e guias cirúrgicos prototipados possibilitaram maior precisão na instalação dos implantes, conforme demonstrado por estudos recentes (Tahmaseb et al., 2020; Vercruyssen et al., 2021; Derksen; Wismeijer; Tahmaseb, 2020). A evolução da cirurgia guiada ampliou a capacidade de posicionar implantes em áreas limitadas de osso remanescente, permitindo angulação tridimensional adequada e, muitas vezes, eliminando a necessidade de enxertos ósseo.

D'Haese, Ackhurst e Tahmaseb (2022) destacam que o fluxo digital e a cirurgia guiada representam uma das transformações mais importantes da implantodontia moderna, reduzindo desvios cirúrgicos, aumentando a previsibilidade e permitindo abordagens mais conservadoras. Assim, procedimentos antes considerados inviáveis sem aumento de volume ósseo podem hoje ser conduzidos com segurança graças ao planejamento integrado entre a reconstrução virtual da anatomia do paciente e a execução cirúrgica precisa.

Diante desse panorama, torna-se pertinente investigar o papel da cirurgia guiada como alternativa viável aos enxertos ósseos tradicionais, especialmente em pacientes com rebordos atróficos moderados. Portanto, este trabalho tem como objetivo analisar, com base na literatura científica, a eficácia, as indicações e as limitações da cirurgia guiada quando utilizada como estratégia para evitar procedimentos de enxertia, contribuindo para um manejo clínico mais conservador, seguro e previsível.

2. METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma revisão de literatura narrativa com abordagem qualitativa, cujo objetivo foi analisar o papel da cirurgia guiada como alternativa ao enxerto ósseo, bem como avaliar suas indicações, limitações e benefícios clínicos descritos na literatura científica recente. A pesquisa foi realizada entre agosto e novembro de 2025, utilizando bases de dados nacionais e internacionais, incluindo PubMed, Scielo, Google Scholar, Journal of Clinical Medicine (MDPI). Foram utilizados descritores em português e inglês, tais como: “cirurgia guiada”, “guided implant surgery”, “implantodontia digital”, “bone graft” OR, “enxerto ósseo”, “CBCT guided surgery”, “stackable guides”, “guided surgery kits”. Nos critérios de inclusão, foram incluídos estudos que, abordassem cirurgia guiada aplicada à implantodontia, comparassem cirurgia guiada × cirurgia convencional, discutissem métodos para evitar enxerto ósseo, avaliassem protocolos digitais (software, CBCT, guias, impressão 3D), avaliassem desempenho de kits guiados (Neodent, S.I.N., FGM, Straumann, Dentsply Sirona), estudos publicados entre 2000 e 2024, estudos clínicos, revisões sistemáticas, revisões narrativas, ensaios laboratoriais e séries de caso. Nos critérios de exclusão, foram excluídos: Artigos que não abordavam implantodontia, Estudos sem relação com cirurgia guiada, Relatos de caso isolados que não apresentavam dados mensuráveis, Trabalhos sem texto completo disponível.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Cohen et al. (2003), registros arqueológicos mostram que antigas civilizações já tentavam substituir as perdas dentárias utilizando materiais de origem animal, humana ou mineral. A evolução da implantodontia percorreu diferentes períodos históricos, desde o mundo antigo até a era contemporânea. Na Europa medieval, o procedimento mais comum era o transplante de dentes humanos, prática abandonada no século XVIII devido ao risco de infecções.

Entre 1800 e 1910, conhecido como período fundamental da implantodontia, surgiram os primeiros implantes endo-ósseos na América, utilizando materiais como ouro, porcelana, madeira e diversos metais. Nesse período, Berry (1888) destacou os primeiros conceitos de biocompatibilidade e a importância da estabilidade imediata do implante. No período Pré-Moderno (1910–1930), Payne e Greenfield desenvolveram implantes cilíndricos e estabeleceram o primeiro protocolo científico, reforçando a necessidade de um contato íntimo entre osso e implante.

Outras tentativas surgiram nas décadas seguintes, como os implantes de Adams, Alvin e Strock, além da técnica de transfixação proposta por Strock em 1940. A partir dos anos 40, novos modelos foram introduzidos, como implantes helicoidais, o implante tripé de Scialom e o implante laminado de Linkow, além de versões em carbono vitrificado e cerâmica. As décadas de 1950 a 1970 foram marcadas por muitas experimentações e falhas devido ao limitado conhecimento biológico da época.

O período contemporâneo iniciou-se em 1952, quando Bränemark, ao estudar microvascularização, observou a adesão espontânea de câmeras de titânio ao osso de coelhos, descobrindo o fenômeno da osseointegração, definido como a conexão direta e estrutural entre osso vivo e o implante (CAMPOS; ROCHA JÚNIOR, 2013). A partir dessa descoberta, Bränemark desenvolveu sistemas de implantes aplicados inicialmente em animais e posteriormente adaptados para uso em humanos, estabelecendo as bases da implantodontia moderna (COHEN et al., 2003; FORMIGHIERI, 2010).

3.1 Adaptação a diferentes tipos de anatomias

Ao longo da história da implantodontia, a evolução dos materiais e do design dos implantes permitiu uma adaptação progressiva às diversas condições anatômicas dos pacientes, reduzindo significativamente a necessidade de enxertos ósseos. Desde os primeiros implantes de titânio introduzidos por Per-Ingvar Brånemark na década de 1960, os estudos passaram a focar em melhorar a osseointegração e a previsibilidade clínica mesmo em regiões com volume ósseo reduzido. Segundo *Molecules* (2021), o aprimoramento das superfícies, por meio de jateamento, ataque ácido e revestimentos bioativos, aumentou a resposta osteoblástica e a estabilidade primária, permitindo o uso de implantes curtos e estreitos com resultados comparáveis aos obtidos com enxertos ósseos convencionais (Molecules, 2021).

3.2 Enxertos ósseos

O enxerto ósseo desempenha um papel fundamental na implantodontia moderna, sendo indicado principalmente em casos de deficiência de volume ósseo alveolar que comprometem a estabilidade e o posicionamento ideal dos implantes. A literatura científica mostra que o uso de enxertos autógenos, alógenos, xenógenos ou sintéticos, tem como objetivo restaurar a morfologia óssea e criar um leito receptor adequado para a osseointegração (Molecules, 2021). A regeneração óssea guiada (GBR) é uma das técnicas mais utilizadas, associando barreiras de membranas e biomateriais para promover neoformação óssea em áreas atróficas, com resultados previsíveis e elevada taxa de sucesso clínico (Treatment Outcome of Using Guided Bone Regeneration, 2024).

3.3 Tipos de enxertos

Os enxertos ósseos utilizados em implantodontia podem ser classificados em quatro principais categorias, autógenos, alógenos, xenógenos e sintéticos, cada uma com características e indicações específicas. O enxerto autógeno, considerado o “padrão-ouro”, é obtido do próprio paciente e apresenta excelente biocompatibilidade e potencial osteogênico, sendo amplamente empregado em defeitos extensos e áreas que exigem rápida neoformação óssea (da Silva et al.,

2023). Os alógenos, derivados de doadores humanos, oferecem vantagens como ampla disponibilidade e ausência de morbidade no sítio doador, embora dependam de processos rigorosos de desmineralização e esterilização para garantir segurança e bioatividade (F1000Research, 2023). Já os xenógenos, geralmente de origem bovina ou suína, atuam como matrizes osteocondutoras e são indicados para reconstruções de maior volume e manutenção de espaço, mostrando boa estabilidade dimensional e integração com o tecido receptor (F1000Research, 2023). Por fim, os materiais sintéticos ou aloplásticos, como hidroxiapatita, β -fosfato tricálcico e biovidros, representam uma alternativa previsível e controlável, com propriedades personalizáveis e risco mínimo de rejeição imunológica (Int J Periodontol Implantol, 2023).

3.4 História dos guias cirurgicos

A história da cirurgia guiada na implantodontia reflete a busca contínua por maior precisão e previsibilidade na colocação dos implantes dentários. Os primeiros guias cirúrgicos surgiram ainda no período analógico, na década de 1980, como dispositivos acrílicos simples confeccionados a partir de modelos de gesso e radiografias bidimensionais (Derksen et al., 2020). Nessa fase inicial, os guias eram essencialmente posicionadores manuais que indicavam o local e o eixo aproximado de perfuração, mas sem controle tridimensional exato. Segundo Tahmaseb et al. (*Dental Clinics of North America*, 2020), o objetivo principal era transpor o planejamento protético para a cirurgia, embora as limitações dos métodos convencionais, como a distorção radiográfica e a ausência de integração digital, restringissem a precisão clínica e aumentassem a dependência da experiência do operador (Tahmaseb et al., 2020).

Durante os anos 1990 e início dos 2000, houve um avanço gradual com a introdução da tomografia computadorizada e do planejamento virtual, que transformaram a maneira de confeccionar guias. Conforme descreve Vercruyssen et al. (*Clinical Oral Implants Research*, 2021), o uso de imagens tridimensionais associadas a softwares de planejamento permitiu a criação dos primeiros modelos híbridos, em que a base do guia ainda era confeccionada de forma analógica, mas a posição dos implantes era determinada digitalmente antes da cirurgia (Vercruyssen et al., 2021). Esses protótipos marcaram a

transição para a era digital, tornando-se o elo entre o planejamento convencional e os atuais sistemas CAD/CAM.

Além disso, estudos como o de D'haese et al. (*Periodontology* 2000, 2022), ressaltam que a evolução dos guias foi impulsionada por avanços nos materiais e nas técnicas de fabricação. Os primeiros modelos eram confeccionados em resina acrílica termoativada, enquanto os atuais empregam resinas fotopolimerizáveis e impressoras 3D de alta precisão (D'haese et al., 2022). Essa transição não apenas melhorou o ajuste e a estabilidade dos guias, mas também reduziu o tempo de confecção e aumentou a previsibilidade do resultado cirúrgico.

3.5 Guias do tipo “Stackble guides” (guias empilháveis)

Os guias empilháveis, também conhecidos como *stackable guides*, representam um avanço significativo no fluxo digital para reabilitações totais, especialmente em casos edêntulos ou de reabilitações completas com protocolo fixo. Esses sistemas consistem em múltiplas estruturas sobrepostas, conectadas sequencialmente, que permitem executar diferentes etapas cirúrgicas e protéticas com máxima previsibilidade (D'haese et al., 2022).

De acordo com Tahmaseb et al. (2020), esse tipo de guia permite que a mesma base inicial fixa ao osso sirva como plataforma para adaptadores ou módulos adicionais que orientam a osteotomia, a instalação dos implantes, a regularização óssea e, posteriormente, o posicionamento da prótese provisória. Isso elimina a necessidade de remover e reposicionar diferentes guias, reduzindo erros cumulativos e aumentando a estabilidade do sistema.

Os *stackable guides* incluem geralmente três componentes:

- **Base óssea fixa (anchor guide):** instalada com pinos de fixação; serve de referência estável.
- **Guia de osteotomia:** acoplado à base para direcionar as brocas com precisão.
- **Guia para posicionamento protético:** auxilia na instalação da prótese imediata, garantindo o eixo protético ideal.

Estudos clínicos demonstram que os guias empilháveis reduzem desvios horizontais e angulares quando comparados a guias mucoso-suportados tradicionais, principalmente devido à fixação rígida ao osso e ao menor número de trocas de dispositivos, que geralmente representam pontos de perda de precisão no fluxo digital (Vercruyssen et al., 2021).

Além disso, esses sistemas contribuem para um protocolo cirúrgico mais eficiente, com menor tempo de cadeira e maior previsibilidade estética na prótese imediata, especialmente em casos de carga imediata em maxila ou mandíbula atroficas (Derksen et al., 2020). Embora apresentem excelente precisão, sua principal limitação está relacionada ao custo, ao tempo de planejamento e à necessidade de experiência avançada do cirurgião e do laboratório digital.

3.6 Transição da cirurgia convencional para guiada

A transição da cirurgia convencional para a cirurgia guiada na implantodontia ocorreu como resposta à busca por maior precisão tridimensional e menos invasiva, especialmente em casos de reabsorção óssea. Nos métodos convencionais, o posicionamento do implante dependia da experiência do cirurgião e de guias analógicos limitados, o que frequentemente resultava em desalinhamentos e na necessidade de enxertos ósseos para corrigir deficiências anatômicas (Tahmaseb et al., 2020). Com o advento da cirurgia guiada baseada em tomografia computadorizada e softwares de planejamento digital, tornou-se possível aproveitar ao máximo o volume ósseo remanescente, reduzindo substancialmente a necessidade de reconstruções ósseas prévias (Vercruyssen et al., 2021). Essa abordagem permitiu o uso de implantes curtos, inclinados ou adaptados à morfologia do osso disponível, evitando intervenções mais invasivas e demoradas (D'haese et al., 2022).

Segundo Derksen et al. (*Dental Clinics of North America*, 2020), a cirurgia guiada oferece vantagens importantes, como previsibilidade, menor morbidade e possibilidade de execução de técnicas cirúrgicas sem retalho, que mantêm a vascularização do periósteo e favorecem uma cicatrização mais rápida. Além disso, o planejamento digital permite ao cirurgião posicionar o implante em regiões com densidade óssea mais adequada, minimizando a necessidade de

enxertos para ganho de altura ou espessura óssea (Tahmaseb et al., 2020). Essa evolução técnica também tem impacto estético, pois evita o colapso de tecidos moles e garante melhor integração entre o implante e o perfil protético final (Vercruyssen et al., 2021).

Entretanto, como ressaltado por D'haese et al. (*Periodontology* 2000, 2022), a precisão do processo depende da qualidade das imagens e do correto ajuste do guia cirúrgico. Pequenos desvios cumulativos entre as etapas de escaneamento, planejamento e impressão podem comprometer o resultado clínico. Além disso, o custo e a curva de aprendizado associada ao fluxo digital ainda representam limitações em algumas realidades clínicas (Derksen et al., 2020).

3.7 Tipos de kits de cirurgia guiada

A padronização dos kits de cirurgia guiada é fundamental para garantir previsibilidade, precisão e reprodutibilidade do planejamento virtual no campo operatório. Cada fabricante desenvolve sistemas próprios, com fresas, stopers, adaptadores, sleeves e protocolos que influenciam diretamente a segurança, estabilidade do guia e exatidão tridimensional da osteotomia. Segundo Tahmaseb et al. (2020), diferenças no design das fresas, comprimento das hastes, materiais dos anéis-guia e profundidade controlada refletem diretamente no desvio angular final.

3.8 Sistema Neodent Guided Surgery

A Neodent disponibiliza kits guiados compatíveis com os implantes Helix GM e Titamax GM, com fresas helicoidais de alto corte, stopers integrados e hastes em diferentes comprimentos para se adaptar a guias dento, mucoso e ósseo-suportados. O sistema inclui variações para cirurgias unitárias, múltiplas e protocolos totais, além de opções específicas para implantes inclinados em maxilas parcialmente atróficas. Estudos indicam que stopers integrados aumentam a previsibilidade da profundidade e reduzem a variabilidade operatória, especialmente em procedimentos flapless (D'HAESE et al., 2022).

3.9 Sistema S.I.N. – Strong Guided, Unitite Guided e variações

Os kits guiados da S.I.N. são amplamente utilizados com implantes Strong SW e Unitite, apresentando fresas cilíndricas de alta precisão, excelente irrigação e stopers removíveis. O sistema permite abordagem fully guided e partially guided, sendo indicado para cirurgias em osso de baixa densidade devido à macrogeometria agressiva dos implantes. As versões Strong e Unitite Guided diferenciam-se principalmente pelo diâmetro progressivo das fresas e pela compatibilidade com implantes específicos de cada linha. Segundo Derksen, Wismeijer e Tahmaseb (2020), kits com possibilidade de ajuste progressivo de stopers oferecem maior flexibilidade clínica em casos complexos.

3.10 Sistema FGM – Arcsys Guided Surgery

O Arcsys Guided Surgery (FGM) conta com fresas codificadas por cor, stopers acopláveis e anéis metálicos de precisão, favorecendo a organização e reduzindo riscos operacionais durante a sequência de perfurações. A integração com o sistema protético Arcsys permite fluxo contínuo desde o planejamento até a instalação dos componentes protéticos, sendo adequado para reabilitações unitárias ou totais, incluindo carga imediata. A codificação visual do kit facilita o uso em cirurgias com múltiplas osteotomias, reduzindo erros de sequência e tempo cirúrgico (TAHMASEB et al., 2020).

3.11 Sistema Straumann – Guided Surgery e VeloDrill

A Straumann é reconhecida internacionalmente pela precisão de seus protocolos e pela padronização de alta qualidade. Seu kit Straumann Guided Surgery é compatível com implantes Bone Level (BL) e Tissue Level (TL), utilizando fresas escalonadas, sleeves metálicos com tolerância mínima e controladores de profundidade específicos para cada implante.

O sistema Straumann VeloDrill introduz fresas com design otimizado para dissipação de calor, reduzindo torque e temperatura durante a perfuração — fator especialmente relevante em maxilas atroficas. Além disso, o kit é modular, permitindo cirurgias totalmente guiadas ou apenas guiadas na fase de osteotomia. Sua precisão dimensional é frequentemente citada na literatura como uma das mais estáveis entre os sistemas premium (VERCRUYSEN et al., 2021).

3.12 Sistema Dentsply Sirona – Astra Tech Guided (ATLANTIS e Simplant)

A Dentsply Sirona dispõe de um dos sistemas digitais mais completos do mercado, integrando os guias cirúrgicos ao ecossistema Astra Tech Implant System e à plataforma de planejamento Simplant. Seus kits guiados utilizam fresas de corte suave, stopers dedicados e sleeves metálicos com alta resistência à abrasão.

A empresa oferece diferentes níveis de guia:

Guided Pilot Drill – apenas perfuração inicial guiada;

Partially Guided – sequência de fresas guiada e instalação manual;

Fully Guided Surgery – osteotomia e instalação do implante guiadas.

A integração com o sistema ATLANTIS permite personalização digital avançada, resultando em maior precisão em reabilitações de arcada completa. Conforme destacado por Vercruyssen et al. (2021), a precisão final depende mais da correta interação entre planejamento virtual, qualidade do guia e estabilidade durante a perfuração do que de um componente isolado do kit.

3.13 Planejamento cirúrgico, guias para dentados e edêntulos

O planejamento da cirurgia guiada envolve não apenas a avaliação tridimensional da anatomia, mas também a escolha adequada do tipo de suporte do guia cirúrgico, que pode ser dentado, mucoso ou ósseo. Essa decisão influencia diretamente a precisão do sistema e a estabilidade do guia durante o ato operatório (Tahmaseb et al., 2020). De acordo com Vercruyssen et al. (2021), guias suportados por dentes apresentam os melhores resultados em termos de precisão, devido à estabilidade proporcionada pelas estruturas dentárias remanescentes, reduzindo micromovimentos e desvios angulares.

Nos casos de pacientes parcialmente dentados, o guia dento-suportado permite um encaixe rígido, facilitando a reprodução do planejamento virtual e diminuindo a necessidade de retenções adicionais ou mini-pinos de fixação. Já em pacientes totalmente edêntulos, a ausência de estruturas rígidas favorece maior mobilidade do guia, tornando necessária a utilização de guias mucoso-suportados ou ósseo-suportados. Segundo D'haese et al. (2022), os guias mucoso-suportados apresentam maior variabilidade posicional devido à

compressibilidade dos tecidos moles, sendo indicado, nesses casos, o uso de pinos de fixação para garantir estabilidade durante a perfuração.

Nos edêntulos totais, a técnica guiada frequentemente emprega protocolos duplos de escaneamento (dual scan), nos quais a prótese total é escaneada em conjunto com o paciente para garantir a correspondência exata entre a futura prótese e o planejamento implantodôntico (Derksen et al., 2020). Já os guias ósseo-suportados, apesar de oferecerem excelente estabilidade, requerem descolamento de retalho e menos invasivos, sendo mais indicados para reabilitações extensas ou quando a precisão é fundamental, como em cirurgias maxilofaciais.

3.13 Planejamento cirúrgico convencional x guiado

O planejamento cirúrgico convencional em implantodontia, predominante até o final da década de 1990, baseava-se em modelos de gesso e radiografias panorâmicas bidimensionais. Nessa abordagem, a definição da posição do implante dependia fortemente da experiência clínica e da interpretação visual das estruturas anatômicas, o que tornava o processo suscetível a erros angulares e posicionais (Tahmaseb et al., 2020). Como não havia integração entre o planejamento protético e o cirúrgico, muitas vezes o implante era posicionado em locais com osso suficiente, mas sem considerar o eixo ideal da futura prótese, resultando em complicações estéticas e funcionais. Segundo Vercruyssen et al. (*Clinical Oral Implants Research*, 2021), esse tipo de limitação frequentemente levava à necessidade de enxertos ósseos complementares ou de correções protéticas complexas para compensar desalinhamentos (Vercruyssen et al., 2021).

Com o avanço das tecnologias digitais e da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), o planejamento cirúrgico guiado transformou-se em um processo tridimensional, no qual a anatomia óssea, os tecidos moles e a posição protética final são avaliadas simultaneamente. De acordo com D'haese et al. (*Periodontology 2000*, 2022), essa integração permite ao cirurgião determinar com precisão o comprimento, o diâmetro e o ângulo do implante, otimizando o aproveitamento do osso disponível e reduzindo a necessidade de enxertos ósseos prévios (D'haese et al., 2022). O planejamento digital também possibilita a confecção de guias cirúrgicos personalizados, impressos em 3D, que orientam

a perfuração e a inserção do implante com alto grau de precisão, reproduzindo fielmente o plano virtual no ambiente clínico (Tahmaseb et al., 2020).

Apesar das vantagens, ambas as abordagens apresentam limitações. O planejamento convencional, embora mais acessível e independente de equipamentos digitais, oferece baixa previsibilidade e depende amplamente da habilidade do operador. Pequenas variações na angulação da broca ou na percepção da profundidade podem resultar em perfurações de estruturas anatômicas críticas ou em falhas estéticas significativas (Vercruyssen et al., 2021). Já o planejamento guiado, apesar de sua precisão e capacidade de reduzir o tempo cirúrgico, apresenta contras relacionados ao custo elevado, à necessidade de softwares especializados e à possibilidade de erros cumulativos durante a digitalização e impressão do guia (Derksen et al., 2020). Assim, enquanto o método convencional é limitado por sua subjetividade, o digital depende da exatidão tecnológica e da qualificação do profissional, exigindo uma escolha criteriosa de acordo com cada caso clínico.

4.DISCUSSÃO

A comparação entre os métodos tradicionais e a cirurgia guiada revela diferenças que vão além da mera medição de desvios posicionais: enquanto as abordagens convencionais dependem da experiência do operador e de referências bidimensionais, resultando em maior variabilidade clínica, os protocolos guiados tendem a padronizar o fluxo desde o planejamento protético até a execução cirúrgica, oferecendo melhor reprodução do plano virtual na boca do paciente. (Tahmaseb et al., 2020). Estudos que avaliam a exatidão mostram que, em média, guias bem planejados e fabricados reduzem desvios angulares e lineares quando comparados a técnicas livres, embora o ganho absoluto varie conforme o tipo de suporte do guia (mucosa, dente, osso) e o método de fabricação. (Vercruyssen et al., 2021).

A literatura apresenta evidência consistente de que a cirurgia guiada melhora a previsibilidade do posicionamento, porém os estudos têm diversidade metodológica significativa (diferentes protocolos CBCT, softwares, materiais de guia e métricas de desvio), o que compromete sínteses quantitativas robustas e a ampliação dos achados (Derksen et al., 2020). Além disso, muitos trabalhos

são séries de caso ou estudos observacionais com período de acompanhamento curto; faltam ensaios clínicos randomizados, em diferentes centros de pesquisas de longo prazo que avaliem desfechos clínicos relevantes (sobrevida do implante, complicações protéticas e peri-implantite) sob a ótica da cirurgia guiada vs convencional (D'haese et al., 2022). Outro ponto crítico é o efeito cumulativo de erros em cada etapa do fluxo digital — captura, registro, planejamento e fabricação — que pode anular parte da precisão teórica do sistema se não houver controle de qualidade rigoroso. (Derksen et al., 2020).

Na prática clínica, a cirurgia guiada já alterou rotinas: houve aumento de procedimentos de cirurgia sem retalhos e de instalações em uma única etapa planejada digitalmente, o que tem se traduzido em menor morbidade e maior previsibilidade protética em centros com infraestrutura adequada (Tahmaseb et al., 2020). Contudo, a adoção plena é desigual, fatores como custo de equipamentos, necessidade de treinamento e fluxo de trabalho mais complexo dificultam sua universalização, especialmente em serviços com recursos limitados (Vercruyssen et al., 2021). Além disso, a dependência tecnológica impõe a necessidade de protocolos de verificação intraoperatória e planos de contingência quando o guia não se adapta perfeitamente ao campo cirúrgico (D'haese et al., 2022).

Nesse contexto, a literatura demonstra que, em situações de deficiência óssea severa, a associação entre procedimentos de enxertia óssea e cirurgia guiada constitui uma abordagem clínica previsível e segura. O planejamento digital tridimensional permite que a instalação dos implantes seja realizada de forma proteticamente orientada, mesmo após intervenções reconstrutivas, contribuindo para a redução de desvios posicionais e para o aumento da segurança cirúrgica. Por outro lado, em casos nos quais o volume ósseo inicial inviabiliza a instalação imediata dos implantes, a realização prévia do enxerto ósseo, seguida da cirurgia guiada em um segundo tempo cirúrgico, permanece como uma conduta amplamente indicada, possibilitando maior controle tridimensional e reduzindo o risco de posicionamento inadequado (Tahmaseb et al., 2020; D'Haese et al., 2022; Vercruyssen et al., 2021; Derksen et al., 2020).

O futuro aponta para maior integração entre cirurgia guiada, navegação em tempo real e robótica, bem como para ferramentas de inteligência artificial que podem automatizar etapas do planejamento e prever riscos individuais,

reduzindo ainda mais a variabilidade humana (D'haese et al., 2022). Espera-se também avanços na padronização de protocolos de validação de guias e na realização de estudos randomizados de longo prazo para demonstrar benefícios clínicos concretos em desfechos que importam ao paciente (Derksen et al., 2020). Por fim, com a melhoria contínua da acurácia e da personalização do planejamento, a cirurgia guiada tem potencial para reduzir a necessidade de procedimentos reconstrutivos prévios, promovendo abordagens menos invasivas e mais eficientes — desde que acompanhada de rigor científico e controle de qualidade em toda a cadeia digital. (Tahmaseb et al., 2020; Vercruyssen et al., 2021).

5. CONCLUSÃO

A análise da literatura e da evolução histórica da implantodontia evidencia que o desenvolvimento da cirurgia guiada representou um marco de transformação na prática clínica, promovendo maior previsibilidade, precisão e eficiência nos tratamentos com implantes dentários. A evolução das tecnologias digitais, como a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), os softwares de planejamento virtual e a impressão 3D, tem permitido uma abordagem cirúrgica com maior previsibilidade e minimamente invasiva. Esses recursos contribuem para a redução da necessidade de enxertos ósseos ao otimizar o aproveitamento do volume ósseo remanescente. Essa característica é especialmente importante em casos com reabsorção alveolar, pois o uso de ferramentas digitais possibilita o planejamento e posicionamento preciso de implantes curtos ou inclinados, reduzindo a necessidade de procedimentos de reconstrução extensos.

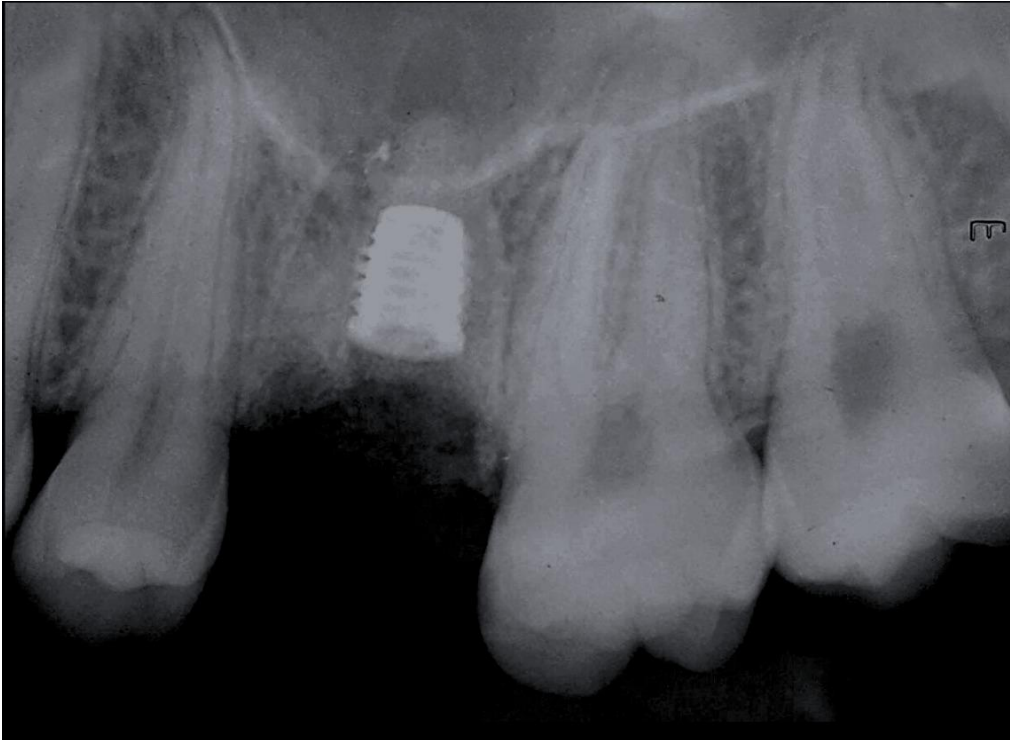
Além disso, o planejamento virtual e o uso de guias cirúrgicos personalizados reduziram o tempo clínico tanto na fase de planejamento quanto na execução do procedimento, proporcionando maior previsibilidade de resultados e conforto ao paciente. O uso de guias cirúrgicos produzidos por impressão 3D favorece um procedimento mais rápido, com menor morbidade e maior integração entre as fases protéticas e cirúrgicas. Essa abordagem apresenta vantagens evidentes quando comparada as vantagens técnicas

convencionais que dependem de referências manuais e imagens bidimensionais.

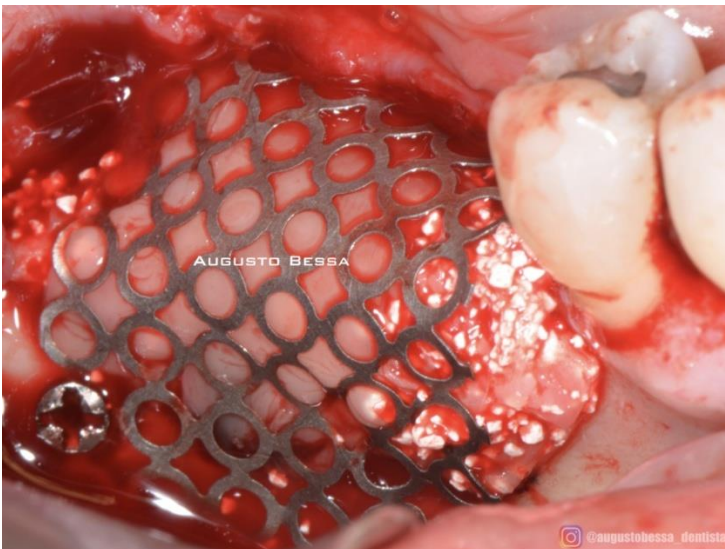
Por outro lado, é importante considerar que a cirurgia guiada ainda apresenta algumas limitações, como custo elevado, a necessidade de recursos tecnológicos e a curva de aprendizado associada ao método, o que dificulta a sua implementação ampla. Mesmo assim, a implantodontia atual avança cada vez mais para protocolos digitais, mais previsíveis, incorporando ferramentas como inteligência artificial, navegação em tempo real e sistemas robóticos para ampliar a precisão dos procedimentos.

Diante disso, a tecnologia na implantodontia redefiniu o conceito de planejamento e execução cirúrgica. A cirurgia guiada consolida-se não apenas como um avanço técnico, mas como uma evolução conceitual, substituindo abordagens invasivas e empíricas por um processo digital, integrado e centrado na segurança, estética e funcionalidade do paciente.

ANEXO 1



FAGUNDES, Jéferson. Implante curto imediato unitário [online]. FGM Dental Group, 08 abr. 2024. Disponível em: <https://fgmdentalgroup.com/blog/posts/implante-curto-imediato-unitario/>. Acesso em: 16 dez. 2025.



FGM DENTAL GROUP. Reconstrução em região posterior de mandíbula e futura instalação de implante guiado. Joinville: FGM Dental Group, s.d. Disponível em: <https://fgmdentalgroup.com/blog/posts/reconstrucao-em-regiao-posterior-de-mandibula-e-futura-instalacao-de-implante-guiado/>. Acesso em: 16 dez. 2025.



ZAVANELLI, Ricardo. Planejamento reverso convencional ou analógico: posicionamento 3D ideal dos implantes – guias cirúrgicos de resina ou placas de acetato: revisitando os conceitos fundamentais em implantodontia. São Paulo: Implacil De Bortoli, s.d. Disponível em: <https://implacil.com.br/planejamento-reverso-convencional-ou-analogico-posicionamento-3d-ideal-dos-implantes-guias-cirurgicos-de-resina-ou-placas-de-acetato-revisitando-os-conceitos-fundamentais-em-implantodontia/>. Acesso em: 16 dez. 2025.



ZAVANELLI, Ricardo. Planejamento reverso convencional ou analógico: posicionamento 3D ideal dos implantes – guias cirúrgicos de resina ou placas de acetato: revisitando os conceitos fundamentais em implantodontia. São Paulo: Implacil De Bortoli, s.d. Disponível em: <https://implacil.com.br/planejamento-reverso-convencional-ou-analogico-posicionamento-3d-ideal-dos-implantes-guias-cirurgicos-de-resina-ou-placas-de-acetato-revisitando-os-conceitos-fundamentais-em-implantodontia/>. Acesso em: 16 dez. 2025.



ZAVANELLI, Ricardo. Planejamento reverso convencional ou analógico: posicionamento 3D ideal dos implantes – guias cirúrgicos de resina ou placas de acetato: revisitando os conceitos fundamentais em implantodontia. São Paulo: Implacil De Bortoli, s.d. Disponível em: <https://implacil.com.br/planejamento-reverso-convencional-ou-analogico-posicionamento-3d-ideal-dos-implantes-guias-cirurgicos-de-resina-ou-placas-de-acetato-revisitando-os-conceitos-fundamentais-em-implantodontia/>.



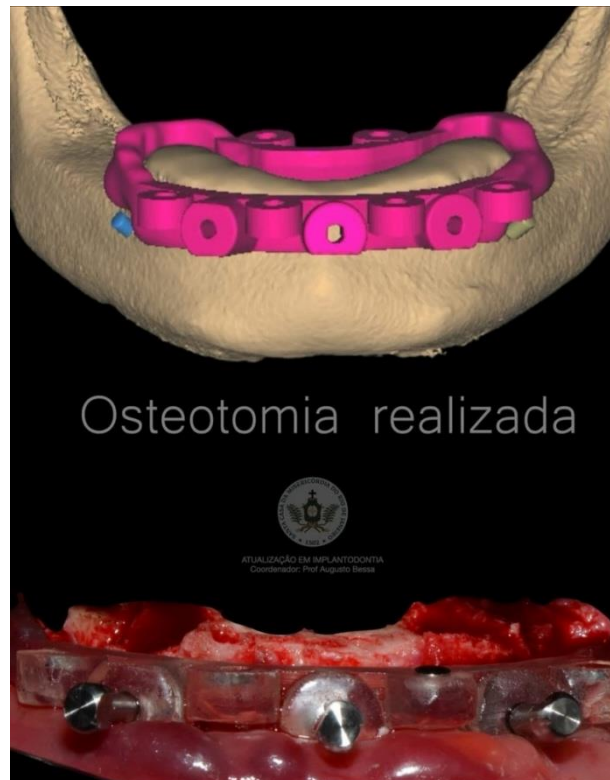
Figura 1: Reconstrução tridimensional, na visão oblíqua, com a presença de um implante dentário na região do 46. Imagem cedida pela Profa. Dra. Maria Inês Meurer – UFSC.



PORTO, Andrews. Guias empilhados, uma solução para planificação, implante e prótese imediata [post no Instagram]. Instagram, 4 dez. 2024. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/DDKcMqoxgpD/?igsh=MXBtaDdzbW5qeXgxOA=>. Acesso em: 14 dez. 2025.



AUGUSTO BESSA (@augustobessa_dentista). Sequência clínica: Início, Provisório e Final (postagem no Instagram). Instagram, 1 dez. 2024. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/DO53JBTjtg6/> Acesso em: 1 dez. 2024.



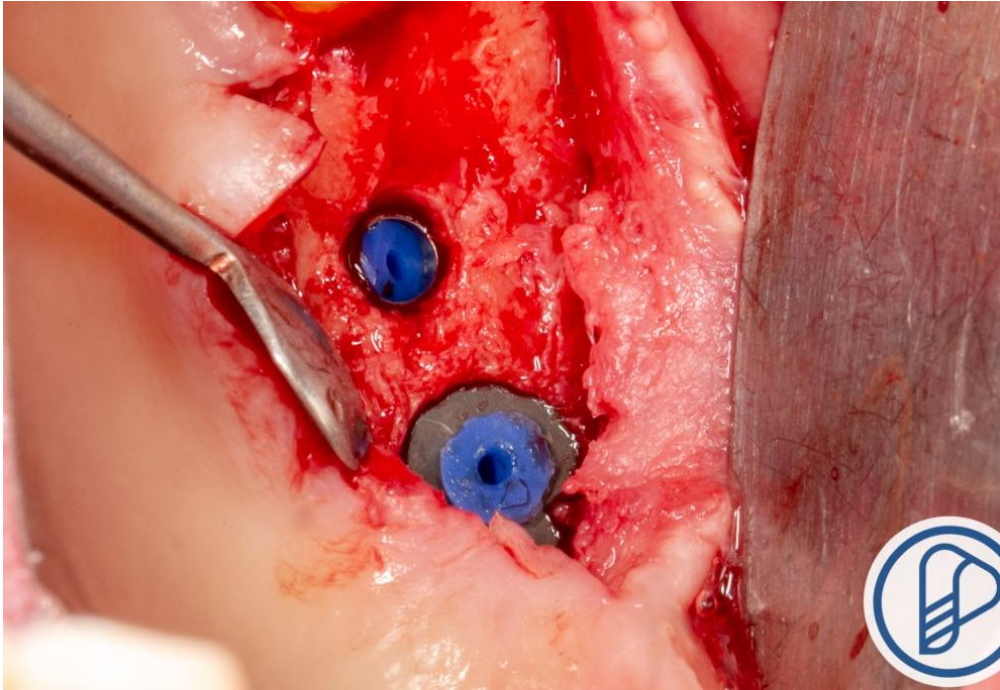
AUGUSTO BESSA (@augustobessa_dentista). Sequência clínica: Início, Provisório e Final (postagem no Instagram). Instagram, 1 dez. 2024. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/DO53JBTjtg6/> Acesso em: 1 dez. 2024.



2025AUGUSTO BESSA (@augustobessa_dentista). Sequência clínica: Início, Provisório e Final (postagem no Instagram). Instagram, 1 dez. 2024. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/DO53JBTjtg6/> Acesso em: 1 dez. 2024.



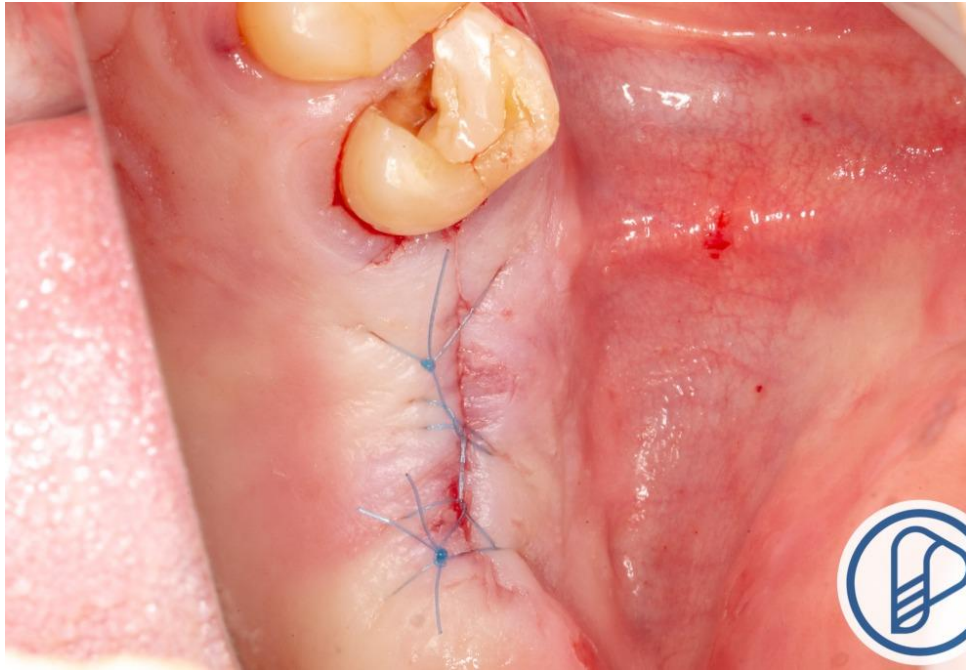
2025AUGUSTO BESSA (@augustobessa_dentista). Sequência clínica: Início, Provisório e Final (postagem no Instagram). Instagram, 1 dez. 2024. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/DO53JBTjtg6/> Acesso em: 1 dez. 2024.



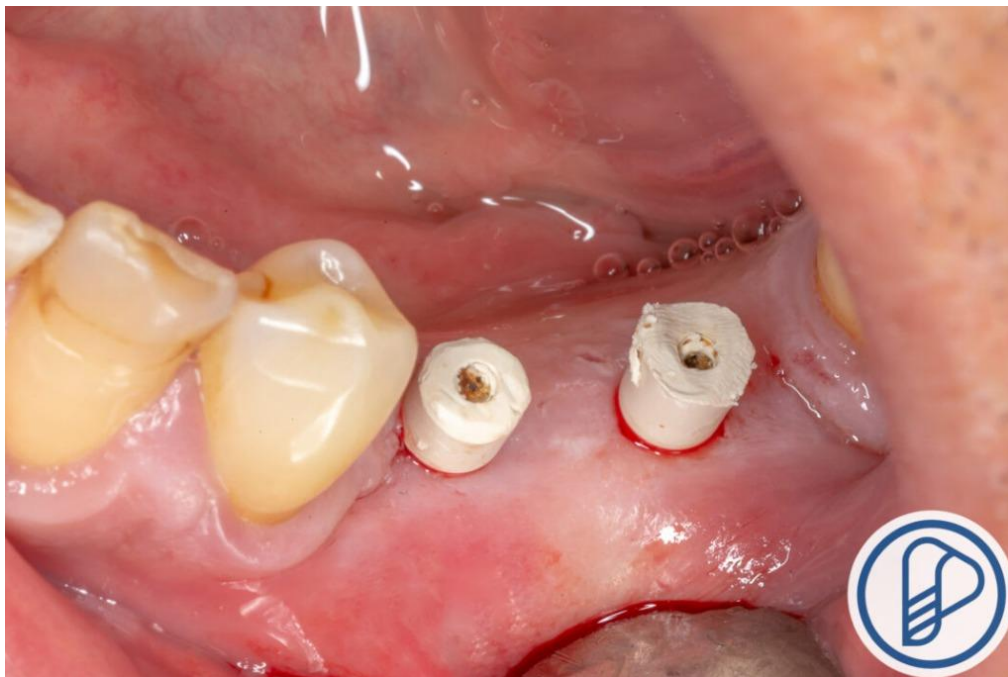
FGM DENTAL GROUP. Instalação de implantes: cirurgia guiada sem retalho x
 cirurgia convencional. [s.d.]. Disponível em:
<https://fgmdentalgroup.com/blog/posts/instalacao-de-implantes-cirurgia-guiada-sem-retalho-x-cirurgia-convencional/>.



FGM DENTAL GROUP. Instalação de implantes: cirurgia guiada sem retalho x
 cirurgia convencional. [s.d.]. Disponível em:
<https://fgmdentalgroup.com/blog/posts/instalacao-de-implantes-cirurgia-guiada-sem-retalho-x-cirurgia-convencional/>.



FGM DENTAL GROUP. Instalação de implantes: cirurgia guiada sem retalho x
 cirurgia convencional. [s.d.]. Disponível em:
<https://fgmdentalgroup.com/blog/posts/instalacao-de-implantes-cirurgia-guiada-sem-retalho-x-cirurgia-convencional/>.



FGM DENTAL GROUP. Instalação de implantes: cirurgia guiada sem retalho x
 cirurgia convencional. [s.d.]. Disponível em:
<https://fgmdentalgroup.com/blog/posts/instalacao-de-implantes-cirurgia-guiada-sem-retalho-x-cirurgia-convencional/>.



FGM DENTAL GROUP. Instalação de implantes: cirurgia guiada sem retalho x cirurgia convencional. [s.d.]. Disponível em: <https://fgmdentalgroup.com/blog/posts/instalacao-de-implantes-cirurgia-guiada-sem-retalho-x-cirurgia-convencional/>.



FGM DENTAL GROUP. Instalação de implantes: cirurgia guiada sem retalho x cirurgia convencional. [s.d.]. Disponível em: <https://fgmdentalgroup.com/blog/posts/instalacao-de-implantes-cirurgia-guiada-sem-retalho-x-cirurgia-convencional/>.



NEODENT®. Guided Surgery Manual – Grand Morse™ Connection – Helix™ Implant. 2018

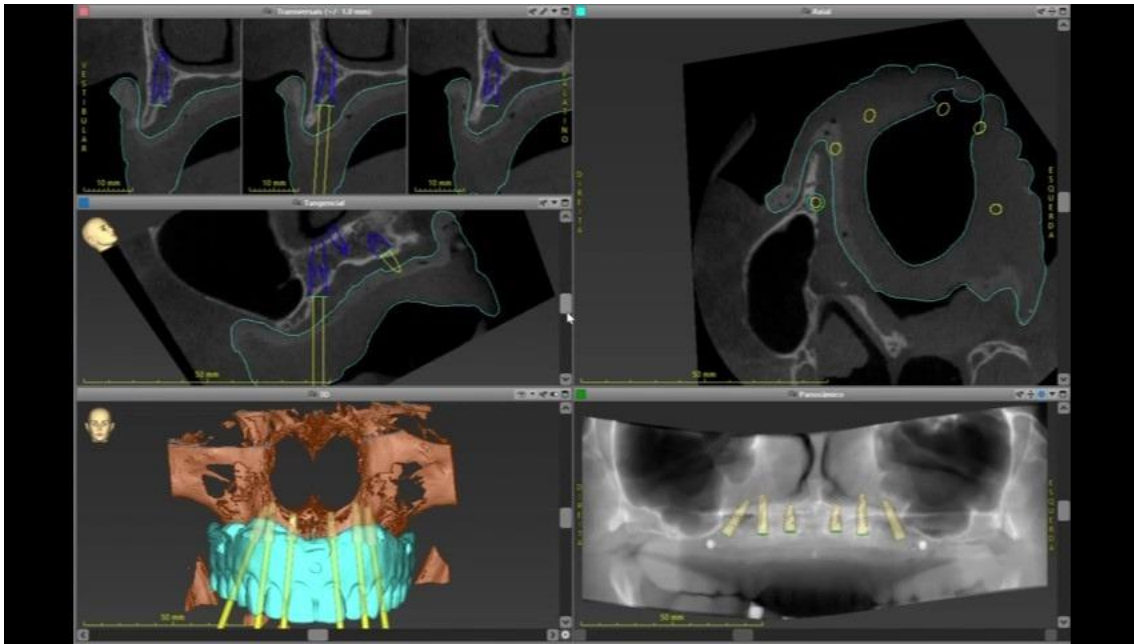


Foto cedida pelo professor Dr Hadonys Toscano Dutra

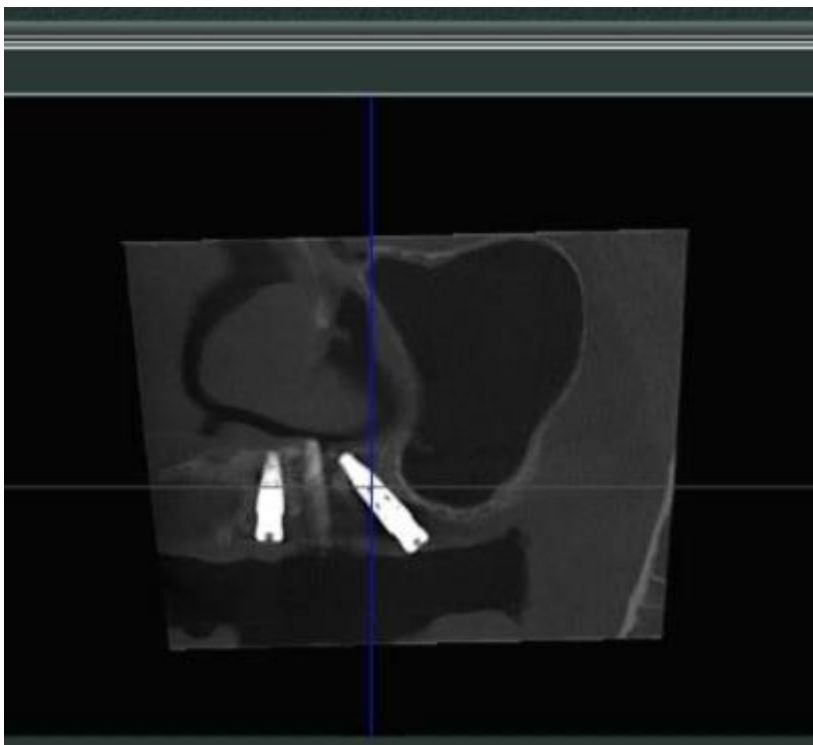


Foto cedida pelo professor Dr Hadonys Toscano Dutra

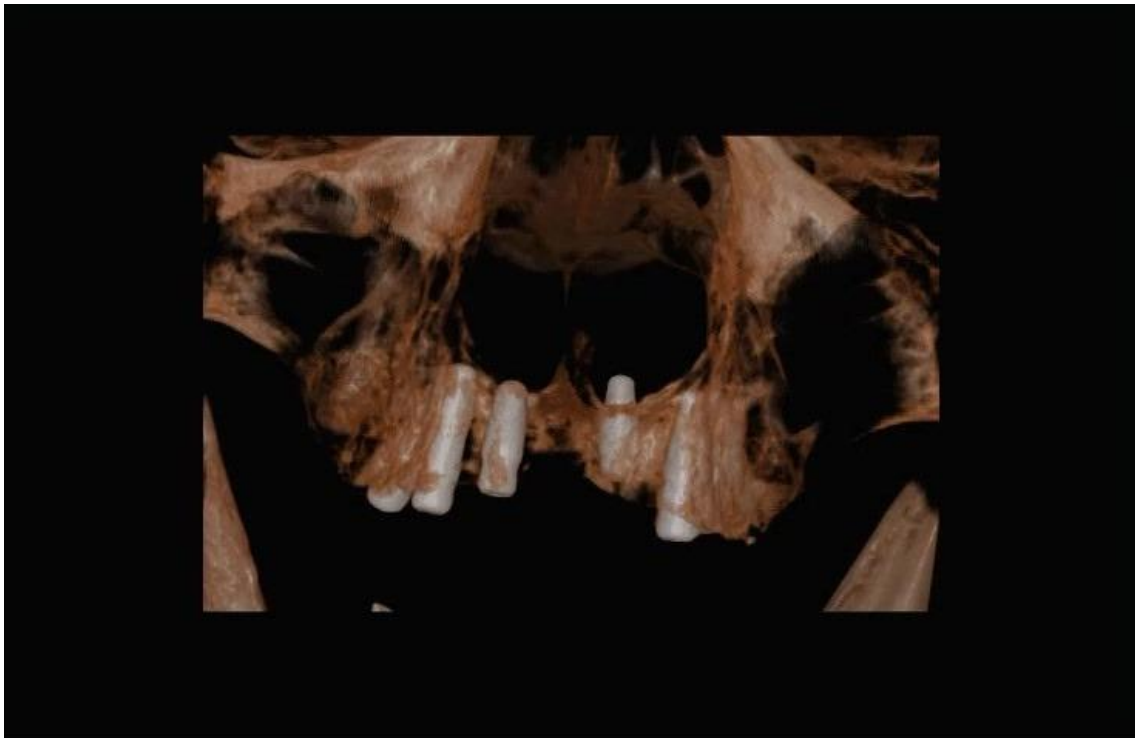


Foto cedida pelo professor Dr Hadonys Toscano Dutra

REFERÊNCIAS

ALBREKTSSON, T.; BRÅNEMARK, P. I.; HANSSON, H. A.; LINDSTRÖM, J. Osseointegrated titanium implants: requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, v. 52, n. 2, p. 155–170, 1981. DOI: 10.3109/17453678108991776.

BORNSTEIN, M. M.; SCHMID, B.; BELSER, U. C.; BUSER, D. Early loading of non-submerged titanium implants with a chemically modified sandblasted and acid-etched surface: 6-month results of a prospective case series study in the posterior mandible. *Clinical Oral Implants Research*, v. 19, n. 8, p. 840–850, 2008. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2008.01557.x.

CAMPOS, A. C.; ROCHA JÚNIOR, R. F. Osseointegração: fundamentos biológicos e clínicos. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo*, v. 25, n. 1, p. 65–72, 2013.

COSTA, R. G.; RACHED, F. R.; HENRIQUES, G. E. P. Evolução dos conceitos de osseointegração e sua aplicação clínica. *Revista de Odontologia da UNESP*, v. 43, n. 4, p. 252–258, 2014.

D'HAESE, J.; ACKHURST, J.; TAHMASEB, A. The evolution of guided implant surgery. *Periodontology 2000*, v. 88, n. 1, p. 7–22, 2022.

DA SILVA, R. C. et al. Bone grafts in dentistry – An overview of autografts, allografts and synthetic materials. *Materials*, v. 16, n. 11, 4117, 2023. DOI: 10.3390/ma16114117.

DERKSEN, W.; WISMEIJER, D.; TAHMASEB, A. Accuracy and complications in guided implant surgery: a review of literature. *Dental Clinics of North America*, v. 64, n. 2, p. 421–435, 2020.

FORMIGHIERI, G. F. Osseointegração e biomateriais aplicados em implantodontia: uma revisão. *Revista Odontológica de Araçatuba*, v. 31, n. 1, p. 47–55, 2010.

HING, K. A. Bone repair in the twenty-first century: biology, chemistry or engineering? *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, v. 362, n. 1825, p. 2821–2850, 2004. DOI: 10.1098/rsta.2004.1451.

INTERNATIONAL JOURNAL OF PERIODONTOLOGY AND IMPLANTOLOGY. Advances in bone grafting techniques for dental implants: a comprehensive review. *Int. J. Periodontol. Implantol.*, 2023. Disponível em: <https://ijpi.in/html-article/20392>. Acesso em: 26 out. 2025.

JOURNAL OF CLINICAL MEDICINE. Digital workflow and implant design evolution in modern implant dentistry. *J. Clin. Med.*, v. 12, n. 4, 1520, 2023.

MOLECULES. Bone grafts and substitutes in dentistry: a review of current trends and developments. *Molecules*, v. 26, n. 10, 3007, 2021. DOI: 10.3390/molecules26103007.

PERIODODOLOGY 2000. The evolution of guided implant surgery. *Periodontology* 2000, v. 88, n. 1, p. 7–22, 2022.

PUBMED.Comparative bone graft evaluation for dental implant success: an evidence-based review. *PubMed*, 2022. PMID: 34369720.

PUBMED.Treatment outcome of using guided bone regeneration for bone augmentation for the placement of dental implants – a systematic review. *PubMed*, 2024. PMID: 39926965.

RATNER, B. D.; PORTER, S. M. Modification of polymers to control cell adhesion: permanent and bioresorbable materials. *Biomaterials*, v. 17, n. 4, p. 485–493, 1996. DOI: 10.1016/0142-9612(96)85767-4.

TAHMASEB, A.; WISMEIJER, D.; COUCKE, W.; DERKSEN, W. Guided implant surgery: a technique whose time has come. *Dental Clinics of North America*, v. 64, n. 2, p. 403–420, 2020. DOI: 10.1016/j.cden.2019.12.003.

TEXTOR, M.; SITTIG, C.; FRAUCHIGER, L.; TOSATTI, S.; BRUNETTE, D. M. Properties and biological significance of natural oxide films on titanium and its alloys. In: BRUNETTE, D. M. et al. (Titanium in Medicine: Material Science, Surface Science, Engineering, Biological Responses, and Medical Applications). Berlin: Springer, 2001. p. 171–230.

TUNES, U. R. Implantodontia contemporânea: conceitos e fundamentos biológicos. *Revista Brasileira de Odontologia*, v. 71, n. 2, p. 132–138, 2014.

VERCRUYSEN, M.; LALEMAN, I.; JACOBS, R.; QUIRYNEN, M. Computer-guided implant placement: evaluation of accuracy and clinical performance. *Clinical Oral Implants Research*, v. 32, n. 3, p. 239–251, 2021.

WENNERBERG, A.; ALBREKTSSON, T.; ANDERSSON, B. An animal study of c.p. titanium screws with different surface topographies. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, v. 6, n. 5, p. 302–309, 1995. DOI: 10.1007/BF00120262.

F1000RESEARCH.Comparison of xenograft and allograft bone graft for oral and maxillofacial surgical preparation prior to dental implantation: a systematic review. *F1000Research*, v. 14, 718, 2023.