



CIRURGIA GUIADA ESTÁTICA E FORMAÇÃO EM ODONTOLOGIA DIGITAL: COMPETÊNCIAS EXIGIDAS PELO FLUXO DIGITAL A PARTIR DE UM CASO CLÍNICO

STATIC GUIDED SURGERY AND EDUCATION IN DIGITAL DENTISTRY: COMPETENCIES REQUIRED BY THE DIGITAL WORKFLOW BASED ON A CLINICAL CASE

DOI: 10.5281/zenodo.22683701



Marcelo Souza Salomão¹

Pedro Augusto Gomes Roriz Junior²

Rafaela Gallerani³

RESUMO

Na cirurgia guiada, o resultado depende de etapas que antecedem o ato cirúrgico: tomografia, escaneamento, integração de arquivos e planejamento em software. As diretrizes curriculares brasileiras mencionam tecnologia ao tratar de tomada de decisões, comunicação e gestão em saúde, sempre como meio para outros fins, e não como domínio a ser formado. Este estudo identificou as competências exigidas por esse fluxo e as comparou às seis categorias previstas pela Resolução CNE/CES nº 3, de 21 de junho de 2021. Trata-se de pesquisa qualitativa e descritiva, na forma de estudo de caso único, a partir da análise documental de uma reabilitação mandibular implantossuportada conduzida em instituição de ensino em Brasília, Distrito Federal, entre fevereiro de 2025 e março de 2026. O procedimento foi dividido nas etapas que o compõem, e as exigências de cada uma foram classificadas por dois pesquisadores separadamente, com as divergências resolvidas

1 Cirurgião-dentista. Mestre em Implantodontia. Instituto Odontológico de Treinamento Profissional (IOA), Brasília, Distrito Federal, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2535-9706>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9930870335056486>. E-mail: marcelosalomao.br@gmail.com.

2 Cirurgião-dentista. Especialista em Implantodontia. Instituto Odontológico de Treinamento Profissional (IOA), Brasília, Distrito Federal, Brasil (filiação à época da realização do estudo). ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0402-5749>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3262334722588973>. E-mail: rorizjr@hotmail.com.

3 Cirurgiã-dentista. Especialista em Implantodontia. Instituto Odontológico de Treinamento Profissional (IOA), Brasília, Distrito Federal, Brasil (filiação à época da realização do estudo). ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4983-2572>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4945211576514279>. E-mail: galleranirafaela@gmail.com.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 9 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





em conjunto. Das sete etapas identificadas, apenas duas — a avaliação inicial e o controle pós-operatório — corresponderam às categorias da norma. As cinco restantes, todas no trecho digital do procedimento, exigiram categorias novas: compreender como os arquivos tridimensionais são produzidos e integrados, planejar a cirurgia a partir do resultado protético pretendido, e operar sem visualização direta do leito ósseo. Esta última é a mais distintiva, por exigir que o operador abra mão de corrigir durante o ato. Conclui-se que a formação para o fluxo digital não se resolve acrescentando conteúdo instrumental às disciplinas existentes.

Palavras-chave: Educação em Odontologia; Competência profissional; Cirurgia assistida por computador; Implantes dentários; Currículo.

ABSTRACT

In guided surgery, the outcome depends on stages that precede the surgical act: tomography, scanning, file integration, and software planning. Brazilian curricular guidelines mention technology when addressing decision-making, communication, and health management, always as a means to other ends, and not as a domain to be developed. This study identified the competencies required by this workflow and compared them to the six categories established by Resolution CNE/CES no. 3, of 21 June 2021. It is a qualitative, descriptive single case study based on documentary analysis of an implant-supported mandibular rehabilitation carried out at a teaching institution in Brasília, Federal District, Brazil, between February 2025 and March 2026. The procedure was divided into its constituent stages, and the demands of each were classified separately by two researchers, with divergences resolved jointly. Of the seven stages identified, only two — initial assessment and postoperative follow-up — corresponded to the categories set out in the guidelines. The remaining five, all within the digital portion of the procedure, required new categories: understanding how three-dimensional files are produced and integrated, planning surgery from the intended prosthetic outcome, and operating without direct visualization of the bone site. The last of these is the most distinctive, as it requires the operator to give up correcting during the act. It is concluded that education for the digital workflow is not resolved by adding instrumental content to existing courses.

Keywords: Education, Dental; Professional Competence; Surgery, Computer-Assisted; Dental Implants; Curriculum.

1. INTRODUÇÃO

A incorporação de tecnologias digitais à prática odontológica reorganizou o modo como procedimentos reabilitadores são planejados e executados. A cirurgia guiada por computador, que articula tomografia computadorizada de feixe cônico, escaneamento intraoral, planejamento virtual e confecção de guias cirúrgicos, tornou-se referência na instalação de implantes dentários, com evidência consolidada de menores desvios lineares e





angulares em comparação à técnica convencional (TOMAR; CHAUDHARY; GANGULY, 2025; VARGA JR *et al.*, 2020).

Essa transição, contudo, transferiu parte da complexidade do ato cirúrgico para etapas que o antecedem. O resultado clínico passou a depender da qualidade da aquisição tomográfica, da precisão do escaneamento, da correta fusão dos arquivos digitais, da adequação do planejamento em software e da estabilidade do guia durante a execução (CHACKARTCHI *et al.*, 2022; TATAKIS; CHIEN; PARASHIS, 2019). Cada uma dessas etapas mobiliza uma competência distinta, e falhas ocorridas em qualquer uma delas só se tornam visíveis quando o plano já foi executado no paciente.

A literatura da área reconhece esse deslocamento ao apontar a curva de aprendizado do operador e a dependência de infraestrutura tecnológica como fatores que limitam a reprodutibilidade da técnica (D'HAESE *et al.*, 2017; VERCRUYSEN *et al.*, 2015). Essa constatação, contudo, não avança. A literatura clínica afirma que o operador precisa ser proficiente, mas não descreve em que consiste essa proficiência nem quando ela deveria ser construída.

A lacuna, do lado da formação, é de outra natureza. As Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Odontologia, instituídas pela Resolução CNE/CES nº 3, de 21 de junho de 2021, organizam a formação em torno de competências gerais e específicas e determinam a aproximação entre conhecimento básico e aplicação clínica por meio da integração curricular (BRASIL, 2021). A análise comparativa entre as diretrizes de 2002 e as de 2021 identifica avanços no detalhamento das competências, dos conteúdos curriculares e da flexibilidade da matriz (BORTOLINI *et al.*, 2024).

O documento normativo, porém, não constitui o domínio de fluxos digitais como objeto de competência, o que deixa às instituições a tarefa de traduzir a exigência clínica em conteúdo formativo.

Configura-se, assim, uma distância entre o que a prática contemporânea exige e o que a formação sistematiza. Daí a pergunta que orienta este estudo: quais competências o fluxo digital da cirurgia guiada estática exige do cirurgião-dentista, e de que modo essas





competências se relacionam com o que as diretrizes curriculares brasileiras estabelecem para a formação?

O objetivo geral consiste em identificar e caracterizar, a partir de um caso clínico de reabilitação mandibular por cirurgia guiada estática, as competências mobilizadas ao longo do fluxo digital. Como objetivos específicos, pretende-se descrever as etapas do fluxo e as demandas técnicas de cada uma; relacionar essas demandas às categorias de competências previstas nas diretrizes curriculares vigentes; e discutir implicações formativas decorrentes dessa relação.

A relevância acadêmica do estudo reside em deslocar a discussão sobre cirurgia guiada do terreno exclusivamente técnico para o campo da formação profissional, no qual não foram localizados estudos nacionais sobre o tema. Do ponto de vista social, a incorporação desigual de tecnologias digitais entre serviços e instituições de ensino tende a ampliar assimetrias de acesso: profissionais formados sem contato com fluxos digitais permanecem restritos a técnicas convencionais, e pacientes atendidos por esses profissionais deixam de acessar procedimentos de maior previsibilidade. Discutir a formação, portanto, é também discutir distribuição de cuidado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cirurgia guiada estática e a transferência do planejamento virtual

A cirurgia guiada estática consiste na transferência de um planejamento virtual para o campo operatório por meio de um guia confeccionado a partir de dados digitais. O procedimento articula a aquisição tomográfica por feixe cônico, o escaneamento intraoral ou de modelos, a sobreposição desses arquivos em software específico, o posicionamento virtual dos implantes segundo critérios anatômicos e protéticos, e a fabricação do dispositivo que materializa esse plano (PIMKHAOKHAM *et al.*, 2022; MAHARDAWI *et al.*, 2025).

Revisões sistemáticas indicam desvios lineares e angulares menores nos protocolos totalmente guiados quando comparados às técnicas de mão livre, com médias situadas em faixas consideradas clinicamente aceitáveis (KHAOHOEN *et al.*, 2024; ZHOU *et al.*, 2018).





A acurácia, porém, não é atributo do guia, e sim resultado acumulado de todas as etapas anteriores a ele. Falhas na qualidade da imagem, na precisão do escaneamento ou na fusão dos arquivos propagam-se silenciosamente até a instalação do implante (CHACKARTCHI *et al.*, 2022).

Essa arquitetura tem consequência formativa direta. O procedimento distribui o risco ao longo de uma cadeia de decisões, e cada elo dessa cadeia mobiliza um conjunto distinto de saberes: leitura tomográfica, operação de software, julgamento protético, execução cirúrgica. Compreender quais são esses saberes e onde eles são construídos constitui o problema que este estudo investiga.

2.2 Formação por competências na área da saúde

O conceito de competência, na acepção que orienta as diretrizes curriculares brasileiras, designa a capacidade de mobilizar recursos cognitivos diante de situações concretas, e não o simples acúmulo de conhecimentos ou o domínio isolado de técnicas (PERRENOUD, 1999). A competência se manifesta na ação, o que implica que sua construção depende do enfrentamento de situações reais durante a formação, e não apenas da exposição a conteúdos.

A adoção dessa perspectiva no ensino superior brasileiro não ocorreu sem controvérsia. Ramos (2011) problematiza a pedagogia das competências ao apontar o risco de que ela subordine a formação às demandas imediatas do mercado, deslocando o foco do conhecimento para a performance. A crítica é pertinente ao caso aqui analisado: discutir competências exigidas por uma tecnologia comercial específica pode resvalar em treinamento operacional disfarçado de formação.

O presente estudo assume esse risco de modo explícito e busca situar as competências identificadas em categorias formativas mais amplas, não em habilidades vinculadas a um produto.

No campo odontológico, a reorientação curricular decorrente das diretrizes de 2002 foi analisada como mudança de paradigma, com deslocamento do modelo centrado em





procedimentos para modelos centrados no cuidado integral (ZILBOVICIUS *et al.*, 2011). Lamers *et al.* (2016) descrevem esse processo como marcado por inovações, resistências e avanços desiguais entre instituições. Essas análises antecedem a revisão de 2021, que revogou a norma anterior mas preservou sua orientação: as diretrizes atuais mantêm a estrutura por competências gerais e específicas e determinam, no Art. 18, a aproximação entre conhecimento básico e aplicação clínica por meio da integração curricular (BRASIL, 2021; BORTOLINI *et al.*, 2024).

Competência se constrói praticando a situação real. Currículo que descreve a competência sem oferecer a situação não forma essa competência.

2.3 Tecnologias digitais e lacunas curriculares

A Resolução CNE/CES nº 3, de 21 de junho de 2021, é a norma que define a formação do cirurgião-dentista no Brasil. Instituída pelo Conselho Nacional de Educação, estabelece as diretrizes que todo curso de graduação em Odontologia deve observar na construção de seu projeto pedagógico (BRASIL, 2021). Sua estrutura separa dois planos: as competências, constituídas nos Arts. 4º a 11 como capacidades a serem desenvolvidas nos egressos, e os conteúdos curriculares, listados nos Arts. 22 a 25 como matérias a serem ministradas. A distinção não é apenas organizativa: como discutido na seção 2.2, prescrever um conteúdo não constitui a competência correspondente, porque competência se forma no enfrentamento de situações, e não na exposição a matérias (PERRENOUD, 1999).

As diretrizes de 2021 ampliaram o detalhamento das competências e dos conteúdos em relação ao documento anterior, incorporando aspectos como interprofissionalidade, formação permanente de docentes e empreendedorismo (BORTOLINI *et al.*, 2024).

A Resolução menciona tecnologia em sete dispositivos, sistematizados no Quadro 1.





Quadro 1 – Dispositivos da Resolução CNE/CES nº 3/2021 que mencionam tecnologia

Dispositivo	Objeto	Menção à tecnologia
Art. 3º, VII	Perfil do egresso	Consciência e participação frente às inovações tecnológicas
Art. 6º, I	Tomada de decisões	Aplicação de equipamentos e insumos voltada ao desenvolvimento tecnológico
Art. 7º, V	Comunicação	Tecnologias de informação e comunicação como meio de mediação
Art. 9º, VII	Gestão em saúde	Dispositivos de diferentes níveis tecnológicos na gestão do cuidado
Art. 11, VI	Competências específicas	Inovações tecnológicas na execução de procedimentos
Art. 25, III	Conteúdos curriculares	Inovações tecnológicas nas técnicas de reabilitação (mesma fórmula do Art. 11, VI)
Art. 25, VII	Conteúdos curriculares	Interpretação de imagens por diferentes métodos diagnósticos

Fonte: elaborado pelos autores a partir de Brasil (2021).

A gradação é consistente. No perfil, a tecnologia é objeto de consciência; nas competências gerais, é meio para decidir, comunicar e gerir; nos conteúdos, é atributo dos procedimentos. Em nenhum dos sete dispositivos constitui aquilo que se deve dominar. A Resolução não menciona planejamento virtual, manipulação de arquivos tridimensionais, escaneamento intraoral ou operação de software de planejamento cirúrgico. A ausência dos termos não impede que dispositivos existentes comportem esses conteúdos por extensão, possibilidade retomada na seção 4, mas significa que nenhuma competência tem por objeto o domínio do fluxo.

O Parecer CNE/CES nº 803/2018, que fundamenta a Resolução, declara que as onze competências específicas foram formuladas com base na incorporação de inovações tecnológicas ao exercício da profissão (BRASIL, 2018). A leitura do Art. 11 mostra, contudo, que apenas um dos onze incisos menciona tecnologia, e o faz como qualificador da execução de procedimentos. O princípio anunciado na fundamentação não encontra correspondência proporcional no texto normativo.





Dois dispositivos merecem exame detido por serem os que mais se aproximam do objeto deste estudo. O Art. 25, VII prevê a interpretação de imagens por diferentes métodos diagnósticos, o que alcança a leitura tomográfica, mas não a produção, a conversão e a integração dos arquivos que a antecedem, nem o escaneamento intraoral, que não constitui método diagnóstico por imagem. O Art. 25, III inclui as técnicas de reabilitação estético-funcional com base na incorporação de inovações tecnológicas, o que alcança a cirurgia guiada enquanto técnica reabilitadora. Registre-se que ambos integram a seção de conteúdos curriculares da Resolução, plano distinto do das competências, constituídas nos Arts. 4º a 11; a extensão do seu alcance é retomada na seção 4, à luz dos achados.

Essa lacuna não configura vedação. As diretrizes operam por princípios e delegam às instituições a construção dos projetos pedagógicos, de modo que nada impede a incorporação desses conteúdos. O efeito prático, porém, é que a decisão fica submetida à disponibilidade de infraestrutura, de docentes habilitados e de prioridade institucional, condições distribuídas de forma desigual entre os cursos brasileiros, desigualdade já documentada em outros componentes curriculares (LAMERS *et al.*, 2016).

Cabe registrar que não foram localizados estudos nacionais dedicados ao ensino de fluxos digitais em implantodontia, o que limita o cotejamento deste estudo com achados anteriores e constitui, em si, um indício da lacuna que aqui se discute. A literatura disponível trata da incorporação de tecnologias digitais à odontologia sob a ótica clínica, e a discussão educacional permanece concentrada em outros eixos, como a integração ensino-serviço e a formação para o Sistema Único de Saúde.

No plano internacional a produção é consideravelmente maior. A revisão sistemática de Zitzmann *et al.* (2020) analisou 82 estudos sobre digitalização no currículo odontológico e organizou o campo em cinco áreas: transferência de conhecimento em ambiente web, mapeamento digital de superfícies, habilidades motoras em simuladores, radiografia digital e levantamentos sobre penetração e aceitação das tecnologias.





Os autores registram que a implementação avançou globalmente em graus variáveis, conforme recursos e demandas locais, observação convergente com a desigualdade que Lamers *et al.* (2016) descrevem entre instituições brasileiras.

2.4 Curva de aprendizado e proficiência em fluxos digitais

A literatura clínica reconhece que a reprodutibilidade da cirurgia guiada depende da experiência do operador e da infraestrutura disponível (D'HAESE *et al.*, 2017; VERCRUYSEN *et al.*, 2015). Tatakis, Chien e Parashis (2019) sistematizam riscos associados ao procedimento e vinculam sua prevenção ao domínio técnico de cada etapa do fluxo. Chackartchi *et al.* (2022) descrevem as fontes de erro ao longo do processo digital e propõem estratégias de controle.

Esses trabalhos convergem em atribuir ao operador a responsabilidade por evitar erros acumulados, mas descrevem a proficiência necessária de modo genérico. Não especificam quais capacidades a compõem, como se distribuem entre as etapas do fluxo, nem em que momento da trajetória formativa deveriam ser desenvolvidas. A curva de aprendizado é mencionada como fato, não caracterizada como objeto.

Configura-se, assim, a articulação que sustenta este estudo: de um lado, uma prática clínica que exige competências distribuídas ao longo de um fluxo complexo; de outro, um marco curricular que organiza a formação por competências sem constituir as que essa prática requer. Descrever essas competências a partir de um caso concreto é o caminho que a seção metodológica passa a detalhar.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de pesquisa de natureza aplicada, abordagem qualitativa e objetivo descritivo-exploratório, desenvolvida por meio de estudo de caso único. O procedimento adotado consistiu na análise documental de um caso clínico de reabilitação mandibular por cirurgia guiada estática, tomado como material empírico para a identificação das competências mobilizadas ao longo do fluxo de trabalho digital.





A escolha do caso foi intencional e não probabilística. O critério de seleção considerou a completude do registro documental de todas as etapas do fluxo digital e a presença de condições clínicas que ampliam a exigência técnica do procedimento, a saber, mandíbula edêntula com atrofia óssea, remoção prévia de implantes e reconstrução por enxerto ósseo em bloco. O universo compreende, portanto, um caso, quatro implantes e um operador, o que delimita o alcance dos achados aos termos discutidos na seção final.

O procedimento clínico foi conduzido no Instituto Odontológico de Treinamento Profissional (IOA), em Brasília, Distrito Federal, entre fevereiro de 2025 e março de 2026. O enxerto ósseo foi realizado em fevereiro de 2025 e a cirurgia guiada em março de 2026, com intervalo aproximado de quatorze meses entre os dois procedimentos. A análise documental foi realizada entre março e maio de 2026, o que corresponde a acompanhamento pós-operatório documentado de aproximadamente dois meses.

Constituíram fontes de dados o prontuário clínico da paciente, os exames de tomografia computadorizada de feixe cônico, os arquivos de escaneamento intraoral, os arquivos de planejamento gerados no software NemoStudio® (Nemotec, Madri, Espanha), o registro fotográfico intraoperatório e a radiografia panorâmica de controle pós-operatório. A coleta consistiu na recuperação e sistematização desses registros, previamente produzidos no curso do atendimento assistencial.

A análise seguiu três movimentos. Primeiro, o procedimento foi dividido nas etapas que o compõem, da aquisição de imagens à instalação dos implantes, registrando-se em cada uma o que o profissional precisou saber e decidir. Segundo, cada exigência foi confrontada com as seis competências gerais do Art. 4º da Resolução CNE/CES nº 3/2021, que serviram como categorias de partida (BRASIL, 2021). Terceiro, as exigências que não couberam em nenhuma delas receberam categorias novas, formuladas a partir dos próprios dados, conforme a análise de conteúdo temática (BARDIN, 2016).

Dois pesquisadores fizeram essa classificação separadamente e resolveram as divergências em conjunto. A categorização adotou leitura literal dos dispositivos, considerando contemplada apenas a exigência expressamente prevista no texto normativo.





Não foram produzidos dados primários adicionais para os fins desta análise, nem realizados exames ou intervenções que excedessem o protocolo assistencial. Cabe registrar que a verificação do posicionamento dos implantes limitou-se ao exame radiográfico panorâmico, de natureza bidimensional, o que impossibilita a mensuração de desvios lineares e angulares tridimensionais. O estudo não afere, portanto, a acurácia do procedimento, restringindo-se à descrição das competências mobilizadas em sua execução.

A pesquisa foi conduzida em conformidade com os princípios da Declaração de Helsinque e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa por meio da Plataforma Brasil, sob CAAE nº 98385626.8.0000.8927. A paciente recebeu informação sobre a natureza, os objetivos, os riscos e os benefícios do tratamento proposto e assinou termo de consentimento livre e esclarecido autorizando o procedimento e o uso de dados clínicos e de imagens para fins científicos.

As datas exatas relativas à identificação da paciente foram omitidas e as imagens desidentificadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação inicial e definição da conduta

O caso analisado refere-se a paciente do sexo feminino, 60 anos, não fumante, em tratamento medicamentoso para depressão sob acompanhamento psiquiátrico regular, apresentando edentulismo total mandibular associado a atrofia óssea. Registrou-se histórico de remoção de implantes previamente instalados, incompatíveis com o protocolo protético pretendido, seguida de enxerto ósseo em bloco associado a fibrina rica em plaquetas e leucócitos na região anterior da mandíbula.



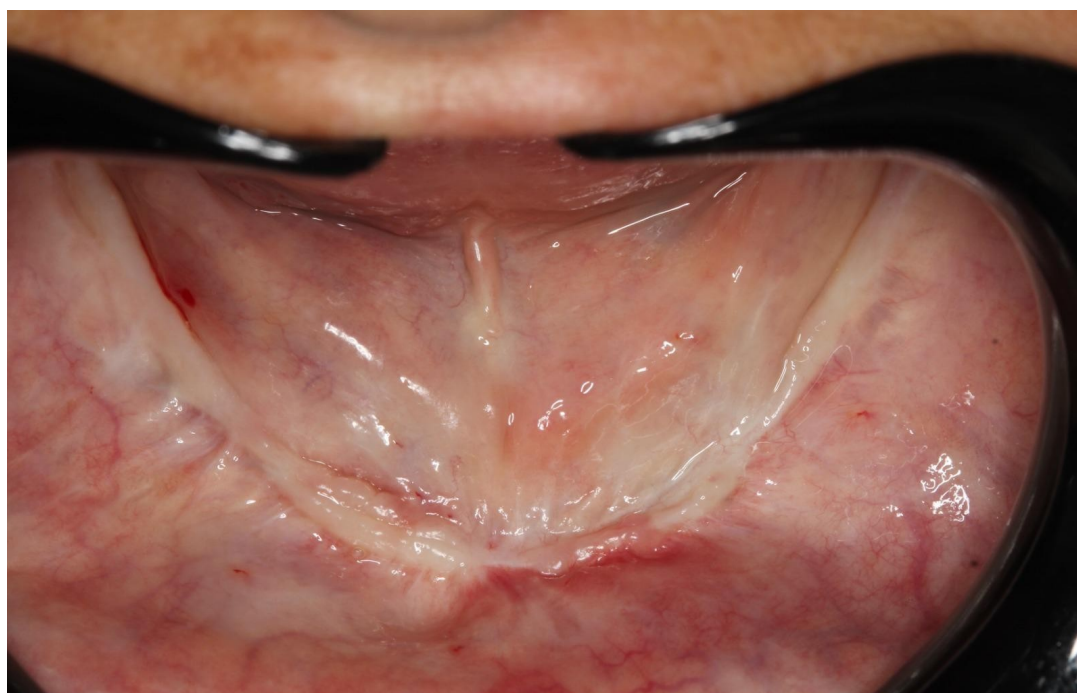


Figura 1 – Aspecto clínico intraoral da região anterior mandibular previamente à cirurgia de implantes
Fonte: os autores (2026).

O intervalo de aproximadamente quatorze meses entre o enxerto e a instalação dos implantes excedeu os períodos habitualmente descritos para consolidação, decorrendo de conduta conservadora adotada diante de sítio previamente comprometido por falha implantar.

A etapa inicial mobilizou operações que antecedem qualquer manuseio de tecnologia digital: interpretação da condição sistêmica da paciente, avaliação da consolidação do leito enxertado e julgamento sobre a adequação do protocolo reabilitador. Tais operações correspondem às categorias de atenção à saúde e tomada de decisões, previstas no Art. 4º da Resolução CNE/CES nº 3/2021, e não guardam especificidade digital (BRASIL, 2021).

O achado tem valor formativo justamente por sua trivialidade aparente. A indicação da cirurgia guiada, neste caso, decorreu de condição anatômica desfavorável, e não de preferência técnica. Um egresso incapaz de formular essa indicação não é auxiliado pelo domínio do software, o que sustenta a advertência de Ramos (2011) quanto ao risco de que a



formação por competências se converta em treinamento operacional desvinculado do julgamento clínico.

4.2 Aquisição de imagens e integração de arquivos digitais

A etapa seguinte compreendeu a realização de tomografia computadorizada de feixe cônico e de escaneamento intraoral, seguidos da sobreposição dos arquivos em ambiente virtual. As exigências técnicas envolveram a definição de parâmetros de aquisição, o reconhecimento de artefatos capazes de comprometer a leitura óssea e a verificação da correspondência entre os dois conjuntos de dados.

Entre essas operações, apenas a leitura tomográfica encontra previsão nos conteúdos curriculares, por meio do Art. 25, VII, que trata da interpretação de imagens por diferentes métodos diagnósticos. A produção, a conversão e a integração dos arquivos não encontram correspondência nas categorias de competência do Art. 4º, tampouco o escaneamento intraoral, que não constitui método diagnóstico por imagem.

Trata-se de domínio técnico-instrumental sobre a produção e a manipulação de dados tridimensionais, exercido antes de qualquer decisão clínica propriamente dita, e cuja falha se manifesta apenas ao final do processo. Chackartchi *et al.* (2022) demonstram que erros originados nessa fase propagam-se ao longo do fluxo sem sinalização intermediária, o que confere à etapa um peso desproporcional à sua aparente natureza acessória.

Configura-se aqui a primeira categoria emergente identificada neste estudo. A formação odontológica tradicionalmente ensina a interpretar imagens; o fluxo digital exige, adicionalmente, compreender como essas imagens são geradas, convertidas e integradas, operação de outra ordem cognitiva.

4.3 Planejamento virtual e raciocínio protético reverso

O planejamento foi conduzido em software NemoStudio® (Nemotec, Madri, Espanha), com posicionamento virtual de quatro implantes segundo critérios anatômicos e protéticos.





Foram utilizados implantes do sistema Helix GM Acqua (Neodent, Curitiba, Paraná, Brasil), com diâmetro de 3,50 mm e comprimento de 10,00 mm, instalados nas posições 44, 42, 32 e 34. A densidade óssea foi classificada retrospectivamente como D1 a D2 segundo a classificação de Misch (RESNIK, 2021), a partir dos registros tomográficos, sem aferição transoperatória.

Esta etapa mobilizou simultaneamente três ordens de exigência: raciocínio espacial tridimensional em ambiente virtual, projeção do resultado protético como determinante da posição cirúrgica, e domínio operacional da interface do programa.

A lógica é inversa à da cirurgia convencional, na qual a posição do implante frequentemente se subordina à disponibilidade óssea encontrada no transoperatório. No planejamento reverso, define-se primeiro o resultado desejado e dele se deriva a execução.

A inversão tem consequência pedagógica relevante. O estudante formado na sequência convencional constrói o raciocínio da disponibilidade óssea para a prótese; o fluxo digital exige o percurso oposto, o que não constitui refinamento da mesma habilidade, mas reorganização da ordem do raciocínio clínico. Não se identificou, nas diretrizes vigentes, previsão de conteúdo que contemple essa reorganização (BRASIL, 2021; BORTOLINI *et al.*, 2024).

4.4 Confeção do guia e execução cirúrgica sem retalho

A partir do planejamento, confeccionou-se guia cirúrgico estático mucossuportado com pinos de fixação, destinado a transferir o plano virtual ao campo operatório.





Figura 2 – Guia cirúrgico estático mandibular confeccionado a partir do planejamento digital
Fonte: os autores (2026).

O procedimento foi realizado sob anestesia local, com estabilização do guia, verificação de sua adaptação e execução da sequência de fresagem conforme protocolo do sistema, sem elevação de retalho mucoperiosteal.

Os quatro implantes foram instalados de acordo com o plano virtual, sem intercorrências transoperatórias, com torque de inserção registrado entre 32 e 45 N·cm. A estabilidade primária não foi aferida por análise de frequência de ressonância ou método equivalente.



Figura 3 – Guia cirúrgico em posição intraoral, estabilizado por pinos de fixação
Fonte: os autores (2026).

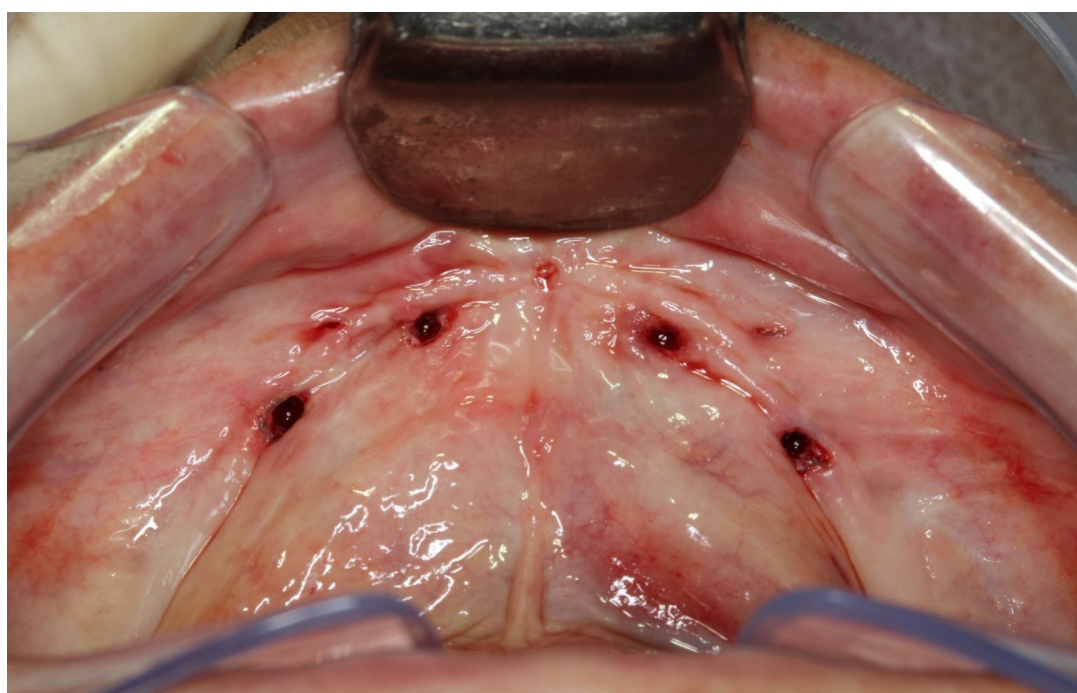


Figura 4 – Aspecto clínico dos sítios implantares após preparo guiado
Fonte: os autores (2026).



Esta etapa revelou a competência de caráter mais distintivo entre as identificadas. A técnica sem retalho suprime a visualização direta do leito ósseo, de modo que o operador executa a fresagem sem confirmação visual do substrato que está perfurando. A segurança do ato deriva integralmente da confiança no planejamento realizado semanas antes e na estabilidade do dispositivo. A formação cirúrgica convencional constrói competência pela via oposta: o estudante aprende a ver, reconhecer e corrigir durante o procedimento. O fluxo guiado exige que ele delegue a um plano prévio o julgamento que aprendeu a exercer no momento. Trata-se de renúncia à correção intraoperatória, e não de sua substituição por outra técnica, exigência que a literatura clínica reconhece ao vincular a reprodutibilidade do método à experiência do operador, sem, contudo, caracterizá-la (D'HAESE *et al.*, 2017; TATAKIS; CHIEN; PARASHIS, 2019).

4.5 Controle pós-operatório

O período pós-operatório transcorreu sem intercorrências, com cicatrização adequada dos tecidos moles. O exame radiográfico de controle demonstrou posicionamento dos implantes clinicamente satisfatório e compatível com o plano estabelecido.

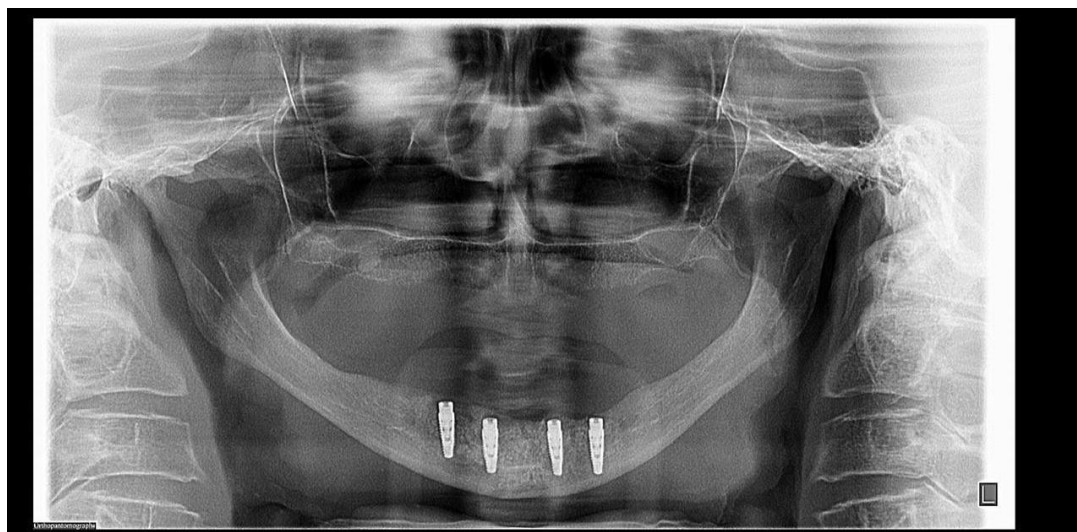


Figura 5 – Radiografia panorâmica pós-operatória com os quatro implantes mandibulares e cicatrizadores instalados

Fonte: os autores (2026).



Reitera-se que o exame utilizado é bidimensional e não permite mensuração de desvios lineares e angulares. O estudo não afere acurácia, e a compatibilidade referida constitui avaliação qualitativa, não medida quantitativa.

4.6 Síntese das competências identificadas

O Quadro 2 sistematiza a relação entre as etapas do fluxo digital, as exigências técnicas correspondentes e as categorias de competência mobilizadas.

Quadro 2 – Etapas do fluxo digital, exigências técnicas e competências mobilizadas

Etapas do fluxo	Exigência técnica	Categoria de competência
Avaliação e indicação	Interpretação da condição sistêmica; julgamento sobre consolidação do leito enxertado	Atenção à saúde; tomada de decisões (normativa)
Aquisição de imagens	Definição de parâmetros tomográficos; reconhecimento de artefatos; escaneamento intraoral	Domínio técnico-instrumental (emergente, com interface parcial ao Art. 25, VII)
Integração de arquivos	Sobreposição e verificação de correspondência entre conjuntos de dados	Domínio técnico-instrumental (emergente)
Planejamento virtual	Raciocínio espacial tridimensional; planejamento protético reverso	Raciocínio espacial e reverso (emergente)
Confecção do guia	Especificação do dispositivo; verificação do tipo de suporte	Domínio técnico-instrumental (emergente)
Execução cirúrgica	Estabilização do guia; fresagem sem visualização direta do leito	Execução mediada por dispositivo (emergente)
Controle pós-operatório	Avaliação clínica dos tecidos moles e leitura radiográfica	Atenção à saúde (normativa)

Fonte: os autores (2026).

Das sete etapas, cinco exigiram competências que não couberam em nenhuma das seis categorias da Resolução CNE/CES nº 3/2021. As duas que couberam são a primeira e a última: a avaliação inicial e o controle pós-operatório. Todas as cinco restantes estão entre elas, no trecho digital do procedimento. A lacuna formativa, portanto, não está espalhada pelo fluxo: está concentrada no meio.





Esse resultado permite enfrentar a objeção mais forte que se pode opor a este estudo: a de que o Art. 25, III, ao incluir entre os conteúdos as técnicas de reabilitação estético-funcional com base na incorporação de inovações tecnológicas, já abarcaria a cirurgia guiada e, com ela, o fluxo digital. O alcance do dispositivo é parcial: das sete etapas identificadas, apenas duas constituem técnica reabilitadora, a fresagem e o controle, e as cinco anteriores produzem os dados que a tornam possível, antes que qualquer ato reabilitador se inicie.

Admita-se, contudo, para exame, a leitura mais generosa, a de que o dispositivo alcança o fluxo por inteiro. Ainda assim, o achado permanece. O Art. 25 integra a seção de conteúdos curriculares, enquanto as competências estão constituídas nos Arts. 4º a 11, e a própria Resolução as define como capacidade de mobilizar conhecimentos, habilidades e atitudes diante dos desafios da prática, não como matéria a ser ministrada (Art. 4º, parágrafo único). A comparação realizada neste estudo tomou por referência as seis categorias do Art. 4º, e nenhuma delas tem o domínio do fluxo digital por objeto. Prescrever o conteúdo não constitui a competência: como discutido na seção 2.2, competência se forma no enfrentamento de situações, e não na exposição a conteúdos (PERRENOUD, 1999; BRASIL, 2021). O intervalo entre o conteúdo previsto e a competência não constituída é, precisamente, o objeto deste estudo.

As três categorias formuladas neste estudo também não encontram correspondência direta nas cinco áreas em que Zitzmann *et al.* (2020) organizaram a educação odontológica digital. Aquelas áreas referem-se predominantemente a tecnologias empregadas como meio de ensino, tais como ambientes virtuais, simuladores e recursos de avaliação, e não ao domínio de fluxos clínicos digitais como objeto a ser aprendido. A assimetria observada no plano normativo reproduz-se, portanto, no plano da literatura educacional: a tecnologia comparece como instrumento, raramente como competência.

4.7 Implicações formativas e questão do acesso

Os achados indicam que a incorporação do fluxo digital à formação não se resolve acrescentando conteúdo instrumental às disciplinas existentes. Competência se constrói





praticando a situação real (PERRENOUD, 1999). Ensinar o software numa aula isolada não reproduz o que o fluxo exige: a sequência inteira, em que cada etapa depende da anterior e o erro permanece indetectável até a instalação do implante.

Cabe registrar que o caso analisado foi conduzido em instituição de treinamento profissional, com dois dos autores na condição de alunos à época, sob supervisão. O cenário de produção do material empírico corresponde, portanto, ao próprio contexto formativo que este estudo discute, o que reforça a pertinência da análise sem, contudo, permitir generalização a outros arranjos institucionais.

Poder-se-ia objetar que a cirurgia guiada, por pertencer ao campo de uma especialidade, não caberia às diretrizes da graduação. As categorias aqui formuladas, contudo, não descrevem técnicas de especialidade, e sim capacidades que as antecedem, e que hoje atravessam múltiplos campos da odontologia digital, da prótese à endodontia guiada. A relação é análoga à da interpretação radiográfica: conteúdo de graduação cujos usos especializados se desenvolvem depois.

Há ainda uma razão temporal para situar essas capacidades na formação inicial. Tecnologias específicas envelhecem: softwares são substituídos, sistemas descontinuados, e novas ferramentas, incluindo as baseadas em inteligência artificial, alteram continuamente os fluxos de trabalho. Capacidades transversais como o raciocínio espacial e a compreensão da produção de dados tridimensionais permanecem. Remeter sua construção à especialização significa formá-las sempre tardiamente, curso a curso, a cada geração de ferramentas; constituí-las na graduação significa formar o profissional que as transfere entre tecnologias ao longo da vida, propósito que a própria Resolução consagra na categoria da educação permanente, detalhada no Art. 10 (BRASIL, 2021).

Persiste, contudo, a tensão apontada por Ramos (2011). Competências vinculadas a uma tecnologia comercial específica podem tornar-se obsoletas com a substituição do produto, e um currículo organizado em torno delas corre o risco de formar operadores em vez de profissionais. A leitura aqui proposta situa as categorias emergentes em nível de abstração





superior ao dos programas: raciocínio espacial, planejamento reverso e execução mediada por dispositivo persistem independentemente da plataforma utilizada.

A incorporação dessas competências não depende de alteração normativa. O Art. 25, VII já prevê, entre os conteúdos, a interpretação de imagens por diferentes métodos diagnósticos, dispositivo que comporta, por extensão, a compreensão dos processos de geração e integração dos arquivos, e não apenas sua leitura. O Art. 25, III, ao tratar das técnicas de reabilitação com base na incorporação de inovações tecnológicas, abriga o raciocínio protético reverso. E o Art. 18, ao determinar a aproximação entre conhecimento básico e aplicação clínica por meio da integração curricular, oferece o fundamento para que a cadeia seja ensinada como sequência, e não em componentes isolados. A tradução desses dispositivos em conteúdo cabe aos projetos pedagógicos, cuja construção a Resolução delega às instituições nos Arts. 12 a 16 (BRASIL, 2021).

Resta sem correspondência a execução mediada por dispositivo. A renúncia à correção intraoperatória não encontra abrigo em nenhum dos dispositivos examinados, e é a competência cuja incorporação exigiria formulação nova.

Cabe registrar, por fim, a dimensão do acesso. O procedimento depende de tomografia, escaneamento, licença de software e fabricação de guia, custos que restringem sua disponibilidade tanto para pacientes quanto para instituições de ensino. Cursos sem essa infraestrutura formam egressos com repertório distinto, e a desigualdade documentada por Lamers *et al.* (2016) entre instituições brasileiras tende a se reproduzir também aqui. A Resolução CNE/CES nº 3/2021 determina, no Art. 5º, I, que a formação se oriente pelos princípios do SUS, entre eles a equidade. Discutir quais competências o currículo forma é, portanto, discutir também quem terá acesso a quais procedimentos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve por objetivo identificar e caracterizar, a partir de um caso clínico de reabilitação mandibular por cirurgia guiada estática, as competências mobilizadas ao longo do





fluxo de trabalho digital, relacionando-as ao que as diretrizes curriculares brasileiras estabelecem para a formação do cirurgião-dentista.

A decomposição do caso em etapas permitiu constatar que cinco das sete fases identificadas exigiram competências que não couberam em nenhuma das seis categorias da Resolução CNE/CES nº 3/2021. Essas exigências concentraram-se no segmento propriamente digital do procedimento, situado entre a avaliação inicial e o controle pós-operatório, ambos contemplados pelas diretrizes. A lacuna formativa, portanto, não se distribui ao longo de todo o processo: concentra-se em sua porção intermediária.

Três categorias emergentes foram formuladas. O domínio técnico-instrumental sobre a produção e a integração de dados tridimensionais distingue-se da interpretação de imagens tradicionalmente ensinada, por requerer compreensão dos processos de geração e conversão dos arquivos. O raciocínio espacial associado ao planejamento reverso inverte a ordem do percurso clínico convencional, ao derivar a posição cirúrgica do resultado protético pretendido. A execução mediada por dispositivo, por fim, exige que o operador renuncie à correção intraoperatória e delegue a um plano prévio o julgamento que a formação cirúrgica convencional o habitua a exercer diante do campo aberto.

Esta última categoria mostrou-se a mais distintiva. A supressão do retalho retira do operador a informação visual sobre o substrato ósseo, deslocando a segurança do ato para etapas concluídas semanas antes. Trata-se de reorganização da relação entre planejamento e execução, e não de refinamento de habilidade preexistente.

Os achados sugerem que a incorporação do fluxo digital à formação não se resolve pelo acréscimo de conteúdo instrumental a componentes curriculares existentes. Competência se constrói no enfrentamento de situações concretas, e seriam necessárias situações formativas que reproduzissem a cadeia completa, com suas dependências sequenciais e com o erro que permanece indetectável até a instalação. Persiste, contudo, a advertência quanto ao risco de que competências vinculadas a tecnologias comerciais se convertam em treinamento operacional, razão pela qual as categorias aqui propostas foram situadas em nível de abstração que independe das plataformas específicas.





O estudo apresenta limitações que delimitam o alcance de suas conclusões. Trata-se de caso único, com quatro implantes e um operador, o que impede generalização e restringe os achados ao contexto descrito. A verificação do posicionamento dos implantes limitou-se a exame radiográfico bidimensional, de modo que a acurácia do procedimento não foi mensurada e nenhuma afirmação a esse respeito é sustentada por estes dados. A estabilidade primária não foi aferida por método objetivo, e a classificação de densidade óssea foi atribuída retrospectivamente a partir dos registros tomográficos, não constituindo medição transoperatória. O acompanhamento documentado limitou-se a aproximadamente dois meses e encerrou-se na fase de cicatrizadores, sem confirmação de osseointegração nem instalação da prótese, o que impede associar as competências identificadas a desfechos reabilitadores.

As competências foram inferidas pela análise documental do procedimento executado, sem aplicação de instrumento de avaliação formativa, sem participação de estudantes na condição de sujeitos de pesquisa e sem verificação junto a docentes ou a projetos pedagógicos, o que significa que o estudo descreve exigências da prática, não déficits formativos observados. A categorização baseou-se em leitura literal da Resolução, e leituras extensivas dos dispositivos examinados são possíveis, podendo conduzir a resultados distintos. O estudo tampouco examinou os atos normativos que regem a pós-graduação e as especialidades odontológicas, plano em que parte das exigências identificadas poderia encontrar previsão. Não foram localizados estudos nacionais sobre ensino de fluxos digitais em implantodontia, o que, por fim, limitou o cotejamento dos achados com resultados anteriores.

Como desdobramentos, sugere-se a análise de séries de casos conduzidos por operadores com diferentes níveis de experiência, capaz de examinar como as competências identificadas se distribuem ao longo da curva de aprendizado. Recomenda-se igualmente o exame de projetos pedagógicos de cursos de graduação e de programas de especialização em Implantodontia, com vistas a verificar se e como os conteúdos relativos a fluxos digitais têm sido incorporados. Estudos que articulem a mensuração de acurácia à avaliação formativa





permitiriam, ainda, investigar a relação entre proficiência declarada e desempenho aferido, questão que este estudo não teve condições de examinar.

REFERÊNCIAS

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BORTOLINI, Nathalia Campos Dell'Orto Cardoso et al. Análise comparativa das diretrizes curriculares nacionais dos cursos de odontologia em 2002 e 2021. **Journal of Human Growth and Development**, v. 34, n. 1, p. 43-52, 2024. DOI: <https://doi.org/10.36311/jhgd.v34.15830>. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/jhgd/article/view/15830>. Acesso em: 29 ago. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Parecer CNE/CES nº 803, de 5 de dezembro de 2018**. Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Odontologia. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/pdf/normas-classificadas-por-assunto/diretrizes-curriculares-cursos-de-graduacao/pces803_18.pdf. Acesso em: 29 ago. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES nº 3, de 21 de junho de 2021**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Odontologia e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 115, seção 1, p. 76-78, 22 jun. 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/pdf/normas-classificadas-por-assunto/diretrizes-curriculares-cursos-de-graduacao/rces003_21.pdf. Acesso em: 29 ago. 2026.

CHACKARTCHI, T. et al. Reducing errors in guided implant surgery to optimize treatment outcomes. **Periodontology 2000**, v. 88, n. 1, p. 64-72, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/prd.12411>.

D'HAESE, J. et al. Current state of the art of computer-guided implant surgery. **Periodontology 2000**, v. 73, p. 121-133, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/prd.12175>.

KHAHOEN, A. et al. Accuracy of implant placement with computer-aided static, dynamic, and robot-assisted surgery: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. **BMC Oral Health**, v. 24, art. 40, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04033-y>.





LAMERS, Juliana Maciel de Souza et al. Mudanças curriculares na educação superior em Odontologia: inovações, resistências e avanços conquistados. **Revista da ABENO**, v. 16, n. 4, p. 2-18, 2016. DOI: <https://doi.org/10.30979/rev.abeno.v16i4.324>. Disponível em: <https://revabeno.emnuvens.com.br/revabeno/article/view/324>. Acesso em: 29 ago. 2026.

MAHARDAWI, B. et al. The accuracy of dental implant placement with different methods of computer-assisted implant surgery: a network meta-analysis of clinical studies. **Clinical Oral Implants Research**, v. 36, n. 1, p. 1-16, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1111/clr.14357>.

PERRENOUD, Philippe. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PIMKHAOKHAM, A. et al. Can computer-assisted implant surgery improve clinical outcomes and reduce the frequency and intensity of complications in implant dentistry? A critical review. **Periodontology 2000**, v. 90, n. 1, p. 197-223, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/prd.12458>.

RAMOS, Marise Nogueira. **A pedagogia das competências: autonomia ou adaptação?** 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

RESNIK, Randolph R. **Misch's contemporary implant dentistry**. 4. ed. St. Louis: Elsevier, 2021.

TATAKIS, D. N.; CHIEN, H. H.; PARASHIS, A. O. Guided implant surgery risks and their prevention. **Periodontology 2000**, v. 81, n. 1, p. 194-208, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/prd.12292>.

TOMAR, S.; CHAUDHARY, P.; GANGULY, A. Comparing the clinical outcomes of guided and freehand dental implant surgery: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 2025. No prelo. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2025.10.039>.

VARGA JR, E. et al. Guidance means accuracy: a randomized clinical trial on freehand versus guided dental implantation. **Clinical Oral Implants Research**, v. 31, n. 5, p. 417-430, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/clr.13578>.





VERCRUYSEN, M. et al. Computer-supported implant planning and guided surgery: a narrative review. **Clinical Oral Implants Research**, v. 26, supl. 11, p. 69-76, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/clr.12638>.

ZHOU, W. et al. Clinical factors affecting the accuracy of guided implant surgery: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Evidence-Based Dental Practice**, v. 18, n. 1, p. 28-40, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2017.07.007>.

ZILBOVICIUS, C. et al. A paradigm shift in predoctoral dental curricula in Brazil: evaluating the process of change. **Journal of Dental Education**, v. 75, n. 4, p. 557-564, 2011. PMID: 21460277. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21460277/>. Acesso em: 29 ago. 2026.

ZITZMANN, Nicola U. et al. Digital undergraduate education in dentistry: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 9, art. 3269, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17093269>.

Recebido em: 30/08/2026

Aprovado em: 04/09/2026

Publicado em: 09/09/2026

