

Fluxo digital aplicado aos laminados cerâmicos ultrafinos. Desempenho, adaptação e previsibilidade clínica: revisão de literatura

Digital workflow applied to ultrathin ceramic veneers. Performance, fit, and clinical predictability: literature review

Noelma Oliveira Cupertino
Ronan Miranda Vieira¹

RESUMO

Objetivo: Analisar, com base nas evidências científicas disponíveis, a aplicação do planejamento e do fluxo digital aos laminados cerâmicos ultrafinos, considerando o desempenho das ferramentas digitais, a adaptação marginal e interna das restaurações e os desfechos relacionados à previsibilidade clínica.

Metodologia: O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, de abordagem descritiva e analítica. A busca bibliográfica foi realizada nas bases PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science – Coleção Principal e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), contemplando artigos publicados entre janeiro de 2020 e setembro de 2026, nos idiomas português, inglês e espanhol. Foram utilizados descritores controlados e termos livres relacionados a laminados cerâmicos, abordagens ultrafinas e minimamente invasivas, fluxo digital, escaneamento intraoral, planejamento virtual, CAD/CAM, *accuracy*, *trueness*, *precision*, adaptação marginal, adaptação interna, sobrevivência e desempenho clínico. Foram considerados estudos laboratoriais e clínicos relacionados às diferentes etapas do fluxo digital, ao desempenho das ferramentas digitais, à adaptação das restaurações e aos resultados

¹ Orientador, Professor e Mestre.

clínicos. Revisões sistemáticas, meta-análises e outras fontes secundárias foram utilizadas de forma complementar para contextualização e discussão das evidências.

Discussão: As evidências indicam que o fluxo digital pode integrar aquisição de dados, planejamento, orientação do preparo e fabricação de laminados cerâmicos, mas seu desempenho varia conforme sistema, condições de aquisição, desenho do preparo e método de mensuração. A adaptação marginal e interna também é multifatorial e apresenta resultados heterogêneos entre materiais, preparos e técnicas de fabricação. Clinicamente, laminados ultrafinos, non-prep e minimamente invasivos apresentam resultados favoráveis de sobrevivência e sucesso em pacientes adequadamente selecionados, embora fraturas, lascamentos e descolamentos permaneçam entre as complicações relatadas. Os estudos, contudo, não permitem estabelecer relação causal direta entre melhor desempenho das etapas digitais, melhor adaptação restauradora e maior longevidade clínica.

Considerações Finais: O fluxo digital constitui um recurso relevante para o planejamento e a execução de tratamentos com laminados cerâmicos ultrafinos, podendo contribuir para maior controle e integração das diferentes etapas clínicas e laboratoriais. Entretanto, o desempenho das ferramentas digitais não deve ser interpretado isoladamente como garantia de melhor adaptação ou maior previsibilidade clínica. Os resultados permanecem dependentes da adequada indicação, das condições do substrato dental, do desenho do preparo, do material restaurador, dos protocolos adesivos e das características clínicas individuais. Estudos clínicos prospectivos e longitudinais ainda são necessários para esclarecer a contribuição específica das diferentes etapas digitais para o desempenho clínico dessas restaurações.

Palavras-chave: Laminados cerâmicos. Fluxo de trabalho digital. Precisão. Adaptação marginal. Previsibilidade clínica.

ABSTRACT

Objective: To analyze, based on the available scientific evidence, the application of digital planning and workflow to ultrathin ceramic veneers, considering the performance

of digital tools, the marginal and internal fit of restorations, and outcomes related to clinical predictability. **Methodology:** This study was conducted as an integrative literature review with a descriptive and analytical approach. The literature search was performed in PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science Core Collection, and the Virtual Health Library (VHL), including articles published between January 2020 and September 2026 in Portuguese, English, and Spanish. Controlled descriptors and free-text terms related to ceramic veneers, ultrathin and minimally invasive approaches, digital workflow, intraoral scanning, virtual planning, CAD/CAM, *accuracy*, *trueness*, *precision*, marginal adaptation, internal adaptation, survival, and clinical performance were used. Laboratory and clinical studies related to different stages of the digital workflow, the performance of digital tools, restoration fit, and clinical outcomes were considered. Systematic reviews, meta-analyses, and other secondary sources were used as complementary evidence for contextualization and discussion of the findings. **Discussion:** The evidence indicates that digital workflow may integrate data acquisition, planning, preparation guidance, and ceramic veneer fabrication, but its performance varies according to the system, acquisition conditions, preparation design, and measurement method. Marginal and internal fit is also multifactorial, with heterogeneous results across materials, preparation designs, and manufacturing techniques. Clinically, ultrathin, non-prep, and minimally invasive veneers show favorable survival and success outcomes in appropriately selected patients, although fractures, chipping, and debonding remain among the reported complications. However, the available studies do not establish a direct causal relationship between improved performance of digital procedures, better restoration fit, and increased clinical longevity. **Conclusion:** Digital workflow represents a relevant resource for the planning and execution of treatments with ultrathin ceramic veneers and may contribute to greater control and integration of the different clinical and laboratory stages. However, the performance of digital tools should not be interpreted in isolation as a guarantee of improved restoration fit or greater clinical predictability. Outcomes remain dependent on appropriate case selection, dental substrate conditions, preparation design, restorative material, adhesive protocols, and individual clinical characteristics. Further prospective and longitudinal clinical studies are still needed to clarify the specific contribution of the different digital workflow stages to the clinical performance of these restorations.

Keywords: Ceramic veneers. Digital workflow. Precision. Marginal adaptation. Clinical predictability.

1 INTRODUÇÃO

A busca por tratamentos restauradores que conciliem estética e preservação da estrutura dentária tem favorecido abordagens minimamente invasivas na reabilitação anterior. Nesse contexto, os laminados cerâmicos de espessura reduzida permitem modificações morfológicas e estéticas com menor remoção de tecido dental, especialmente quando o planejamento possibilita preservar o esmalte (AlJazairy, 2021). Entretanto, não existe um limite dimensional universal para definir laminados ultrafinos, e a literatura reúne diferentes espessuras, desenhos de preparo e terminologias, como ultrathin, non-prep e minimamente invasivos. Haak et al. (2021), por exemplo, avaliaram faixas distintas de espessura associadas a diferentes condições de preparo, reforçando que esse parâmetro deve ser interpretado em conjunto com o substrato e o desenho restaurador.

Paralelamente, as tecnologias digitais passaram a integrar etapas como escaneamento intraoral, planejamento virtual, transferência do projeto, orientação do preparo, desenho e fabricação assistidos por computador e, em alguns protocolos, recursos para cimentação. Essa integração amplia as possibilidades de planejamento e controle, embora seus resultados dependam dos sistemas, técnicas e condições empregados (Ahmed et al., 2024).

A avaliação do fluxo digital exige distinguir três níveis relacionados, porém não equivalentes. Veracidade (trueness) e precisão (precision) caracterizam o desempenho das ferramentas digitais (ISO, 2023); a adaptação marginal e interna depende de fatores como preparo, espessura, material, aquisição e fabricação; e a previsibilidade clínica envolve sobrevivência, sucesso e complicações, influenciados também pela indicação, pelo substrato, pelo protocolo adesivo, pelas condições funcionais e pela execução do tratamento. Assim, resultados favoráveis em uma etapa não permitem presumir desempenho equivalente nas etapas subsequentes. Diante disso, esta revisão analisa criticamente a aplicação do fluxo digital aos laminados cerâmicos ultrafinos, considerando o desempenho das ferramentas digitais, a

adaptação restauradora e a previsibilidade clínica, sem pressupor relações causais não demonstradas pelas evidências disponíveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar, com base nas evidências científicas disponíveis, a aplicação do planejamento e do fluxo digital aos laminados cerâmicos ultrafinos, considerando o desempenho das ferramentas digitais, a adaptação das restaurações e sua previsibilidade clínica.

2.2 Objetivos específicos

Para o alcance do objetivo geral, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos:

- a) descrever as principais etapas do fluxo digital aplicado aos laminados cerâmicos ultrafinos, incluindo aquisição de dados, planejamento virtual, transferência do planejamento, orientação do preparo e fabricação CAD/CAM;
- b) avaliar os parâmetros de veracidade e precisão das ferramentas digitais e os fatores capazes de interferir em seu desempenho;
- c) avaliar as evidências relacionadas à adaptação marginal e interna das restaurações, considerando variáveis como desenho do preparo, espessura, material, método de aquisição e técnica de fabricação;
- d) avaliar a previsibilidade clínica dos laminados cerâmicos ultrafinos por meio dos resultados de sobrevivência, sucesso e complicações relatados na literatura;
- e) identificar as principais limitações das evidências disponíveis e discutir em que medida o desempenho das etapas digitais pode ser relacionado à adaptação restauradora e aos resultados clínicos.

3 METODOLOGIA

3.1 Delineamento do estudo e pergunta norteadora

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, de abordagem descritiva e analítica. Esse tipo de revisão permite reunir e analisar estudos com diferentes delineamentos, possibilitando a integração de evidências laboratoriais e clínicas relacionadas ao objeto investigado (Souza; Silva; Carvalho, 2010).

A revisão foi orientada pela seguinte pergunta norteadora:

“Quais são as evidências científicas disponíveis sobre a aplicação do planejamento e do fluxo digital aos laminados cerâmicos ultrafinos, considerando o desempenho metrológico das ferramentas digitais, a adaptação marginal e interna das restaurações e sua previsibilidade clínica?”

A análise foi estruturada considerando três eixos principais: desempenho das ferramentas e etapas digitais, com ênfase em veracidade (*trueness*) e precisão (*precision*); adaptação marginal e interna das restaurações; e previsibilidade clínica, contemplando sobrevivência, sucesso, longevidade e complicações.

3.2 Bases de dados e estratégia de busca

A busca bibliográfica foi estruturada para as bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science Core Collection e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), considerando publicações compreendidas entre janeiro de 2020 e setembro de 2026, nos idiomas português, inglês e espanhol.

Foram utilizados descritores controlados, quando disponíveis, e termos livres relacionados a laminados cerâmicos, abordagens ultrafinas e minimamente invasivas, fluxo de trabalho digital, escaneamento intraoral, planejamento virtual, CAD/CAM, preparo guiado, veracidade, precisão, adaptação marginal, adaptação interna, sobrevivência, sucesso, longevidade e complicações clínicas.

As estratégias foram organizadas de modo a contemplar três conjuntos temáticos: ferramentas e etapas digitais associadas ao seu desempenho metrológico; adaptação marginal e interna das restaurações; e abordagens ultrafinas, *non-prep* ou minimamente invasivas associadas a desfechos clínicos. As expressões de busca foram adaptadas às características e à sintaxe de cada base consultada.

3.3 Critérios de elegibilidade

Foram considerados elegíveis estudos primários laboratoriais e clínicos relacionados aos laminados cerâmicos ultrafinos ou às etapas do planejamento e do fluxo digital pertinentes a essas restaurações.

No eixo técnico e laboratorial, foram considerados estudos que investigaram escaneamento intraoral, aquisição digital, planejamento e transferência virtual, preparo guiado, sistemas CAD/CAM, métodos de fabricação, veracidade, precisão, adaptação marginal ou adaptação interna de laminados cerâmicos ou de preparos destinados a essas restaurações.

No eixo clínico, foram considerados estudos envolvendo laminados descritos pelos autores como ultrafinos, *ultrathin*, *non-prep*, *prepress* ou minimamente invasivos, desde que apresentassem resultados relacionados à sobrevivência, sucesso, longevidade ou ocorrência de complicações.

Não foi estabelecido um limite numérico único de espessura para definir laminado cerâmico ultrafino, considerando a ausência de padronização terminológica identificada na literatura. A elegibilidade foi analisada considerando conjuntamente a terminologia empregada pelos autores, a espessura descrita, o desenho do preparo e a compatibilidade da restauração com uma abordagem minimamente invasiva.

Foram excluídos estudos sem relação com laminados cerâmicos anteriores, investigações exclusivamente relacionadas a coroas, próteses parciais fixas ou restaurações posteriores, relatos de caso isolados, artigos de opinião, editoriais, cartas ao editor e resumos de eventos científicos. Também foram excluídos trabalhos nos quais não fosse possível identificar adequadamente o tipo de restauração, o protocolo investigado ou a relação do estudo com os resultados de interesse desta revisão.

Revisões sistemáticas, meta-análises e outras fontes secundárias foram utilizadas para contextualização da discussão e identificação de estudos relevantes, porém não foram consideradas estudos primários da síntese. Normas técnicas e referências metodológicas foram utilizadas exclusivamente para fundamentação conceitual e metodológica.

Estudos técnicos ou metodológicos não específicos para laminados cerâmicos ultrafinos foram utilizados, quando pertinentes, apenas como evidência complementar para a compreensão de aspectos específicos das ferramentas digitais, não integrando o conjunto de estudos primários diretamente relacionados ao objeto da revisão.

3.4 Processo de identificação e seleção dos estudos

Após a reunião dos registros recuperados nas bases de dados, foram identificadas e removidas as duplicadas. Em seguida, realizou-se a triagem por meio da leitura dos títulos e resumos, conforme os critérios de elegibilidade estabelecidos. Os trabalhos considerados potencialmente relevantes foram avaliados em texto completo para definição da amostra final.

Os estudos selecionados foram classificados de acordo com sua relação com o objeto da revisão, distinguindo-se aqueles diretamente relacionados aos laminados cerâmicos ultrafinos daqueles que forneceram evidências complementares sobre etapas específicas do fluxo digital.

3.5 Extração e organização dos dados

Dos estudos incluídos foram extraídas informações referentes à autoria, ano de publicação, delineamento, características da amostra, tipo de restauração, espessura, desenho do preparo, material cerâmico e protocolo restaurador.

Também foram registrados os recursos digitais investigados, como escaneamento intraoral, planejamento virtual, preparo guiado, sistemas CAD/CAM e métodos de fabricação, bem como os desfechos avaliados em cada estudo.

Os resultados foram organizados em três eixos: desempenho das ferramentas digitais, especialmente quanto à veracidade (*trueness*) e à precisão (*precision*); adaptação marginal e interna das restaurações; e previsibilidade clínica, incluindo sobrevivência, sucesso, longevidade e complicações. Na interpretação dos achados, foram consideradas as diferenças de delineamento, amostra, materiais, protocolos e métodos de avaliação entre os estudos, evitando-se a extrapolação de resultados

laboratoriais para resultados clínicos quando essa relação não estivesse demonstrada.

4 REVISÃO DE LITERATURA E DISCUSSÃO

4.1 Laminados cerâmicos ultrafinos e abordagem minimamente invasiva

A evolução das técnicas restauradoras adesivas favoreceu abordagens voltadas à preservação da estrutura dentária, especialmente do esmalte. Nesse contexto, laminados cerâmicos de espessura reduzida podem ser empregados desde protocolos sem preparo (non-prep) até preparos minimamente invasivos, conforme as características clínicas e restauradoras do caso (AlJazairy, 2021).

Apesar do caráter conservador, o termo “laminado cerâmico ultrafino” não possui definição dimensional universal. Haak et al. (2021), por exemplo, avaliaram facetas com espessuras entre 0,2 e 0,5 mm e superiores a 0,5 até 1,2 mm, associadas a diferentes condições de preparo. Essa variabilidade mostra que a espessura, isoladamente, não é suficiente para classificar ou interpretar essas restaurações; também devem ser considerados o desenho do preparo, o substrato e a terminologia empregada pelos autores.

Os estudos clínicos sobre abordagens non-prep e minimamente invasivas reforçam que a redução do preparo não constitui um objetivo isolado, mas parte de uma indicação adequada e de um planejamento voltado à preservação tecidual sem comprometer as necessidades restauradoras (De Angelis et al., 2023; Śmielak; Armata; Bojar, 2022). Esse princípio é particularmente relevante no fluxo digital, em que o controle do planejamento, de sua transferência e da fabricação assume maior importância em restaurações de espessura reduzida.

4.2 Fluxo de trabalho digital aplicado aos laminados cerâmicos ultrafinos

O fluxo digital aplicado aos laminados cerâmicos pode integrar diferentes etapas do tratamento, desde a aquisição dos dados e o planejamento estético virtual até a orientação do preparo, o desenho e a fabricação da restauração e, em determinadas propostas, o auxílio à cimentação. Essa integração permite que as informações obtidas durante o planejamento sejam utilizadas nas etapas

subsequentes, embora a literatura apresente diferentes protocolos e tecnologias para sua execução (Ahmed *et al.*, 2024).

A fase inicial pode reunir registros fotográficos, escaneamento intraoral e ferramentas de planejamento virtual. O *Digital Smile Design* (DSD), por exemplo, possibilita o planejamento das alterações estéticas e auxilia a comunicação entre profissional, equipe e paciente. As informações obtidas nessa etapa podem servir de referência para enceramentos digitais, *mock-ups* e outros recursos destinados à transferência do planejamento para a situação clínica (Jafri *et al.*, 2020; Ahmed *et al.*, 2024). A integração entre os registros fotográficos e o modelo digital permite relacionar as informações faciais e dentárias durante o planejamento, conforme exemplificado na Fotografia 1.

Fotografia 1 – Integração dos registros fotográficos e digitais no planejamento de laminados cerâmicos.



Fonte: Marques *et al.* (2024).

Nota: A – arquivo STL maxilar de diagnóstico; B – sobreposição da fotografia extraoral com o arquivo STL inicial. STL: *Standard Tessellation Language*.

Após a definição do volume restaurador e do preparo, sistemas CAD/CAM podem ser empregados no desenho e na fabricação dos laminados, com resultados dependentes dos materiais, métodos e protocolos utilizados (Ahmed *et al.*, 2024). Chen *et al.* (2020) estenderam o componente digital à cimentação ao descreverem um dispositivo CAD/CAM para posicionamento e cimentação simultânea de múltiplas facetas; por se tratar de descrição técnica, e não de estudo clínico comparativo, sua eficácia clínica permanece dependente de investigação adicional.

Em conjunto, as evidências mostram que o fluxo digital conecta diferentes etapas do tratamento, mas a transferência entre ambientes virtuais e estruturas físicas

permanece sujeita a variações. Por isso, o desempenho de cada ferramenta deve ser analisado segundo os parâmetros e condições em que foi avaliado.

A Fotografia 2 exemplifica um guia de preparo para laminados projetado digitalmente e produzido por impressão 3D, demonstrando uma das possibilidades de transferência do planejamento virtual para a execução clínica.

Fotografia 2 – Guia de preparo para laminados cerâmicos projetado digitalmente e produzido por impressão 3D



Fonte: Ahmed et al. (2024).

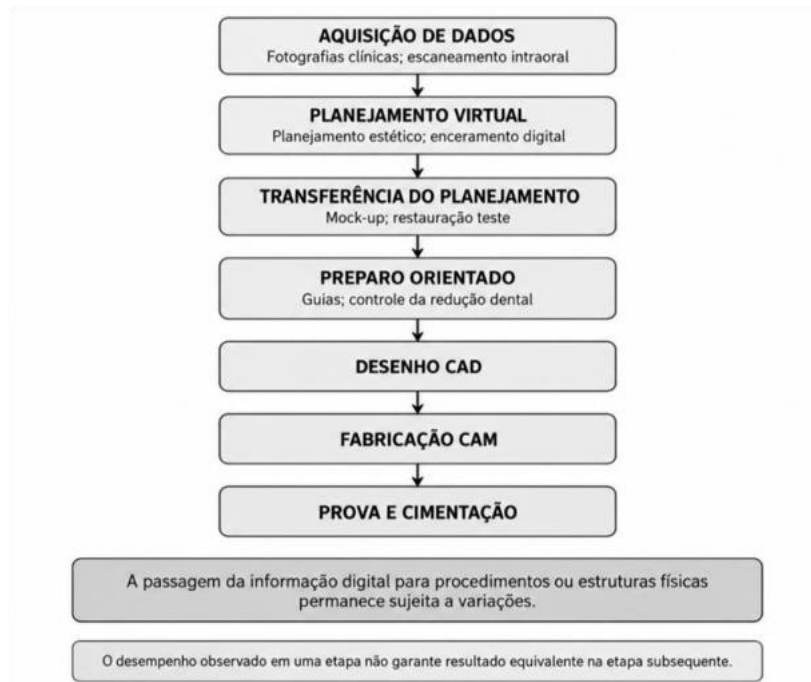
Após a definição do volume restaurador e do preparo, sistemas CAD/CAM podem ser empregados no desenho e na fabricação dos laminados, com resultados dependentes dos materiais, métodos e protocolos utilizados (Ahmed et al., 2024). Chen et al. (2020) estenderam o componente digital à cimentação ao descreverem um dispositivo CAD/CAM para posicionamento e cimentação simultânea de múltiplas facetas; por se tratar de descrição técnica, e não de estudo clínico comparativo, sua eficácia clínica permanece dependente de investigação adicional.

Em conjunto, as evidências mostram que o fluxo digital conecta diferentes etapas do tratamento, mas a transferência entre ambientes virtuais e estruturas físicas

permanece sujeita a variações. Por isso, o desempenho de cada ferramenta deve ser analisado segundo os parâmetros e condições em que foi avaliado.

A organização das principais etapas que compõem esse fluxo é sintetizada na Figura 1.

Figura 1 – Representação esquemática das principais etapas do fluxo digital aplicado aos laminados cerâmicos ultrafinos.



Fonte: Elaborado pela autora com base em Ahmed *et al.* (2024), Gao *et al.* (2022) e Luo *et al.* (2024)

4.3 Desempenho das ferramentas digitais no fluxo reabilitador

De acordo com a ISO 5725-1:2023, accuracy relaciona-se à veracidade (trueness), que expressa a proximidade em relação a uma referência, e à precisão (precision), que corresponde à concordância entre medições repetidas. Esses parâmetros descrevem o desempenho do processo de aquisição ou reprodução digital e não equivalem à adaptação marginal ou interna nem ao sucesso clínico da restauração (ISO, 2023).

Os estudos demonstram que o desempenho do escaneamento não é uniforme. Ahmad *et al.* (2026) identificaram diferenças nos desvios lineares conforme o equipamento e a região mensurada em preparos para múltiplos laminados. Şen e Eroglu (2024), por sua vez, mostraram influência do desenho do preparo e do padrão de varredura sobre veracidade e precisão. Esses achados convergem ao indicar que

o resultado depende não apenas do escâner, mas também da geometria registrada e da estratégia de aquisição.

Fatores operacionais e ambientais ampliam essa variabilidade. Revilla-León, Kois e Kois (2023) destacaram aspectos como seleção e calibração do sistema, distância de escaneamento, experiência do operador, extensão e padrão de varredura e procedimentos de recorte e reescaneamento. Revilla-León et al. (2020) observaram ainda diferenças sob distintas condições de iluminação e extensão da área escaneada, embora os resultados se restrinjam ao sistema avaliado. De forma complementar, Zimmermann, Ender e Mehl (2020) identificaram variações entre sistemas e regiões de preparos unitários, com maior desvio marginal em determinadas condições; por não investigarem especificamente laminados, seus achados constituem evidência indireta.

A comparação entre estudos também é limitada pela metodologia de mensuração. Peroz et al. (2022) demonstraram que geometria de referência, densidade da malha, software de inspeção e procedimento de alinhamento podem modificar os valores obtidos. Assim, diferenças numéricas de veracidade e precisão não devem ser interpretadas sem considerar como cada estudo realizou a comparação tridimensional.

As variações também se manifestam na transferência do planejamento. Luo et al. (2024) observaram que restaurações teste derivadas de um enceramento digital de 0,3 mm apresentaram espessura superior à planejada, com discrepância média de $0,20 \pm 0,14$ mm, além de diferenças entre os protocolos de redução. Gao et al. (2022), em contrapartida, demonstraram melhor correspondência com a profundidade planejada quando guias digitais foram utilizados em vez do preparo à mão livre, embora com desempenho distinto entre dispositivos. Em conjunto, esses resultados mostram que os recursos digitais podem aumentar o controle em determinadas condições, mas não eliminam desvios entre planejamento e execução.

Portanto, o desempenho das ferramentas digitais é multifatorial e dependente do sistema, da geometria e extensão da área, da estratégia de aquisição, das condições ambientais, de fatores operacionais e do método de mensuração. Veracidade e precisão favoráveis demonstram desempenho técnico nas condições avaliadas, sem permitir inferir, isoladamente, melhor adaptação restauradora ou maior previsibilidade clínica.

4.4 Adaptação marginal e interna de restaurações cerâmicas de espessura reduzida

A adaptação marginal corresponde à discrepância na região de término da restauração, enquanto a adaptação interna se refere ao espaço entre a superfície interna da peça e o substrato preparado. Esses parâmetros são distintos e podem responder de forma diferente ao material ou ao método de fabricação (Baig; Qasim; Baskaradoss, 2024; Elbasty et al., 2025). A comparação entre estudos é ainda influenciada pelos métodos de mensuração, que incluem nanotomografia computadorizada, microscopia, técnica da réplica e tomografia por coerência óptica (Haak et al., 2021; Baig et al., 2022; Al-Dwairi et al., 2023; Rizk et al., 2024).

O efeito do desenho do preparo ilustra a heterogeneidade dos achados. Baig et al. (2022) observaram menor gap marginal em preparos butt joint do que em chamfer, sem diferença significativa no gap interno; a revisão sistemática e metaanálise de Baig, Qasim e Baskaradoss (2024) também favoreceu o butt joint em relação ao chamfer palatino para o gap marginal. Em contraste, Rizk et al. (2024) não identificaram efeito significativo do desenho do preparo sobre o gap marginal vertical ou a adaptação interna. Portanto, a influência da geometria não se mostra uniforme entre os estudos e deve ser interpretada juntamente com as demais condições experimentais.

A espessura e o substrato também não podem ser analisados isoladamente. Haak et al. (2021), utilizando tomografia por coerência óptica, avaliaram defeitos nas interfaces adesivas após envelhecimento e carregamento mecânico, e não o gap marginal convencional. O desenho do preparo e a espessura influenciaram as interfaces estudadas, com condições mais favoráveis em determinadas situações sem exposição dentinária e com maior espessura cerâmica. Esses resultados, entretanto, não definem um limite clínico universal de espessura nem equivalem a uma medida convencional de adaptação marginal.

Quanto ao material restaurador, Baig et al. (2022) e Rizk et al. (2024) encontraram resultados comparáveis entre os materiais avaliados para gaps marginal e interno, embora Rizk et al. tenham observado aumento significativo do gap marginal após envelhecimento térmico. Elbasty et al. (2025), diferentemente, verificaram menor

gap marginal para CEREC Tessera em comparação ao IPS e.max CAD, mas maior gap interno para o mesmo material. A divergência reforça que desempenho marginal e interno deve ser avaliados separadamente.

As etapas de aquisição e fabricação também contribuem para a variabilidade. Al-Dwairi et al. (2023) encontraram diferenças entre sistemas e regiões de mensuração, embora a adaptação global fosse comparável nas condições laboratoriais. Abulhamael et al. (2024) não observaram diferença significativa entre os protocolos para adaptação marginal ou interna incisal, mas identificaram diferenças nas regiões interna média e cervical. Nguyen et al. (2025) também registraram diferenças entre estratégias de fabricação CAM. Como esses protocolos envolvem múltiplas variáveis, não é possível atribuir os resultados a um único componente do fluxo.

A síntese de Baig, Qasim e Baskaradoss (2024) confirma esse caráter multifatorial: não houve diferença significativa no gap marginal entre facetas prensadas e fresadas, enquanto o gap interno favoreceu as facetas prensadas. A predominância de estudos in vitro e a diversidade de materiais, preparos, métodos de fabricação e mensuração limitam comparações diretas e impedem definir um protocolo universalmente superior.

Assim, a adaptação marginal e interna resulta da interação entre preparo, espessura, substrato, material, aquisição e fabricação. Resultados laboratoriais favoráveis descrevem o comportamento físico das restaurações nas condições estudadas, mas não demonstram, por si só, maior sobrevivência ou sucesso clínico.

4.5 Previsibilidade clínica e longevidade dos laminados cerâmicos ultrafinos

A previsibilidade clínica pode ser analisada por sobrevivência, sucesso e ocorrência de complicações, conceitos que não são equivalentes. A sobrevivência geralmente indica permanência da restauração em função, enquanto o sucesso adota critérios mais restritivos, podendo exigir ausência de intercorrências ou intervenções. Como esses critérios variam entre os estudos, suas taxas devem ser interpretadas segundo a metodologia empregada (De Angelis et al., 2023).

A revisão sistemática de Alenezi et al. (2021) demonstrou elevada sobrevivência em longo prazo para facetas cerâmicas, mas não foi específica para laminados ultrafinos nem para tratamentos executados por fluxo digital. Seu valor,

portanto, é contextual. Evidências diretamente relacionadas a abordagens conservadoras foram apresentadas por Śmielak, Armata e Bociog (2024), que avaliaram 801 laminados ultrafinos e relataram elevado sucesso clínico, e por De Angelis et al. (2023), que observaram resultados favoráveis em protocolo non-prep, com diferença entre sobrevivência e sucesso em razão de falhas relativas. Em conjunto, esses estudos mostram desempenho clínico favorável, mas também reforçam a necessidade de distinguir permanência em função de ausência de complicações.

As intercorrências descritas incluem principalmente fraturas, lascamentos e descolamentos. González-Martín et al. (2021) relataram fraturas e chippings em laminados ultrafinos e associações com características do paciente e do dente tratado. Mihali et al. (2022) também observaram fraturas e chippings em facetas feldspáticas acompanhadas por até sete anos. Embora não tenham ocorrido falhas no grupo com espessura máxima de 0,5 mm, não houve diferença estatisticamente significativa entre as curvas de sobrevivência dos cinco grupos de espessura ($p = 0,065$), impedindo atribuir maior sobrevivência à menor espessura de forma isolada.

A comparação entre preparos convencionais e abordagens mais conservadoras exige cautela semelhante. Śmielak, Armata e Bojar (2022) encontraram maior sobrevivência no grupo non-prep/minimamente invasivo do que no convencional, porém o delineamento não randomizado e as diferenças de protocolo impedem atribuir o resultado exclusivamente à menor remoção de estrutura dental ou à preservação do esmalte.

Quanto ao componente digital, Imburgia, Lerner e Mangano (2021) relataram elevada sobrevivência de facetas de dissilicato de lítio confeccionadas por protocolo CAD/CAM totalmente digital. Contudo, a ausência de grupo controle analógico impede concluir superioridade do fluxo digital ou atribuir a longevidade exclusivamente à tecnologia utilizada. Esse limite difere dos estudos laboratoriais de desempenho e adaptação: enquanto estes isolam etapas específicas, os estudos clínicos tendem a avaliar o protocolo restaurador como um conjunto.

Coletivamente, as evidências indicam que laminados ultrafinos, non-prep e minimamente invasivos podem apresentar resultados clínicos favoráveis, mas sobrevivência, sucesso e complicações variam conforme delineamento, tempo de

acompanhamento, características dos pacientes, substrato, material e protocolo restaurador. A literatura clínica disponível não isola de forma suficiente a contribuição do escaneamento, do planejamento virtual ou da fabricação CAD/CAM para a longevidade, razão pela qual desempenho digital e adaptação laboratorial não devem ser tratados como determinantes isolados da previsibilidade clínica.

Os principais estudos que fundamentam os diferentes eixos desta revisão são sintetizados no Quadro 1.

Quadro 1 – Caracterização dos principais estudos relacionados aos eixos da revisão

Autor/ano	Delineamento	Aspecto avaliado	Síntese dos principais resultados
Ahmad et al. (2026)	<i>In vitro</i>	Aquisição digital de preparos para laminados	Foram observadas diferenças nos desvios conforme o sistema de escaneamento e a região analisada, indicando desempenho dependente do equipamento e das condições avaliadas.
Şen e Eroglu (2024)	Laboratorial	Veracidade e precisão do escaneamento	O desenho do preparo e o padrão de varredura influenciaram significativamente a veracidade e a precisão das aquisições digitais.
Luo et al. (2024)	<i>In vitro</i>	Transferência do planejamento digital	Foram identificadas discrepâncias entre o enceramento digital, as restaurações teste e a redução dental obtida, evidenciando variações na transferência do planejamento.
Baig et al. (2022)	<i>In vitro</i>	Adaptação marginal e interna	O desenho do preparo influenciou o gap marginal; não foram observadas diferenças significativas entre os materiais quanto aos gaps marginal e interno.

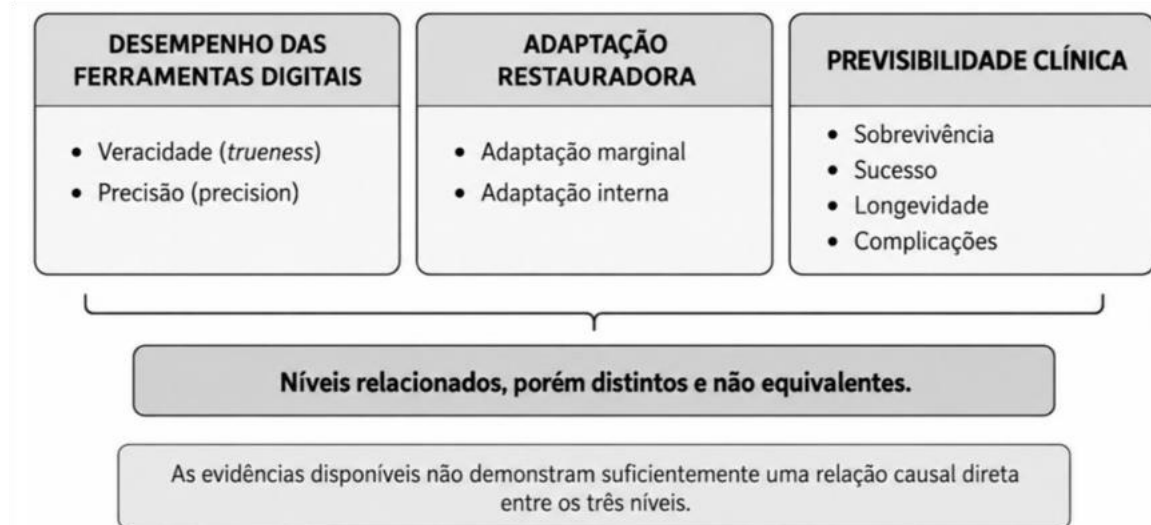
Al-Dwairi et al. (2023)	<i>In vitro</i>	Escaneamento e adaptação restauradora	Foram observadas diferenças entre sistemas e regiões de mensuração, embora a adaptação global tenha sido comparável nas condições experimentais avaliadas.
Haak et al. (2021)	<i>In vitro</i>	Espessura, preparo e interfaces adesivas	O desenho do preparo e a espessura cerâmica influenciaram os defeitos observados nas interfaces adesivas, sem avaliação convencional do gap marginal.
Imburgia, Lerner e Mangano (2021)	Clínico retrospectivo	Fluxo CAD/CAM e desempenho clínico	O protocolo totalmente digital apresentou elevada sobrevivência clínica; a ausência de grupo analógico impede concluir superioridade do fluxo digital.
Śmielak, Armata e Bociong (2024)	Coorte clínica	Longevidade de laminados ultrafinos	Os laminados ultrafinos apresentaram elevado sucesso clínico no acompanhamento, constituindo evidência diretamente relacionada à previsibilidade clínica dessas restaurações.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos estudos analisados nesta revisão (2026).

4.6 Limitações e implicações clínicas

A principal limitação da literatura analisada é a fragmentação das evidências entre três níveis distintos: desempenho das ferramentas digitais, adaptação restauradora e comportamento clínico. Embora existam resultados favoráveis em cada eixo, os estudos não demonstram suficientemente uma relação causal direta em que maior fidelidade digital produza, necessariamente, melhor adaptação e, por consequência, maior sobrevivência clínica. Essa distinção entre os níveis de evidência analisados é representada esquematicamente na Figura 2.

Figura 2 – Representação dos níveis de evidência considerados na análise do fluxo digital aplicado aos laminados cerâmicos ultrafinos.



Fonte: Elaborado pela autora com base em ISO (2023), Baig, Qasim e Baskaradoss (2024), De Angelis *et al.* (2023) e Śmielak, Armata e Bociong (2024)

A heterogeneidade metodológica também restringe comparações. Sistemas de escaneamento, estratégias de aquisição, materiais, desenhos de preparo, espessuras, métodos de fabricação e técnicas de mensuração variam entre os estudos. Além disso, grande parte das evidências sobre etapas digitais e adaptação é laboratorial; na revisão sistemática e meta-análise de Baig, Qasim e Baskaradoss (2024), 19 dos 21 estudos incluídos eram *in vitro*. Como fatores metodológicos de mensuração também modificam os resultados (Peroz *et al.*, 2022), achados laboratoriais favoráveis não devem ser extrapolados diretamente para longevidade clínica.

A própria definição de laminado ultrafino é heterogênea, com diferentes espessuras e terminologias, como *ultrathin*, *non-prep* e abordagens minimamente invasivas. Haak *et al.* (2021) demonstram essa variabilidade ao avaliar diferentes faixas de espessura associadas a distintos desenhos de preparo. Consequentemente, os resultados devem ser interpretados em conjunto com espessura, preparo e características do substrato.

Clinicamente, estudos contemporâneos apresentam resultados favoráveis para laminados ultrafinos, *non-prep* e minimamente invasivos (De Angelis *et al.*, 2023; Śmielak; Armata; Bojar, 2022; Śmielak; Armata; Bociong, 2024), enquanto Imburgia, Lerner e Mangano (2021) demonstraram desempenho favorável de um protocolo CAD/CAM totalmente digital sem comparação analógica. Esses delineamentos avaliam protocolos completos e não permitem atribuir o prognóstico a uma etapa

digital específica. Assim, o fluxo digital deve ser compreendido como recurso integrado ao planejamento e à execução, capaz de ampliar o controle de determinadas etapas, sem substituir a indicação adequada, a preservação do substrato, o desenho do preparo, a seleção do material, o protocolo adesivo, as condições funcionais e a execução técnica pelo cirurgião-dentista.

5 CONCLUSÃO

A literatura analisada indica que o fluxo digital é um recurso relevante para o planejamento e a execução de tratamentos com laminados cerâmicos ultrafinos, pois integra etapas de aquisição, planejamento, transferência e fabricação e pode ampliar seu controle. Entretanto, o desempenho das ferramentas digitais varia conforme sistemas, estratégias e condições de uso, enquanto a adaptação marginal e interna permanece dependente de fatores como preparo, espessura, material, aquisição e fabricação.

Os estudos clínicos mostram resultados favoráveis para laminados ultrafinos e abordagens conservadoras, mas a evidência disponível não demonstra relação causal direta entre maior fidelidade das etapas digitais, melhor adaptação restauradora e maior longevidade clínica. A previsibilidade continua dependente de fatores biológicos, restauradores e técnicos, e são necessários estudos clínicos prospectivos e longitudinais para esclarecer a contribuição específica das diferentes etapas digitais.

REFERÊNCIAS

ABULHAMAEL, S. M. *et al.* Evaluation of marginal and internal adaptation of veneers generated by the guided prosthetic tooth preparation system. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 36, n. 6, p. 911–919, 2024. DOI: 10.1111/jerd.13210.

AHMAD, M. *et al.* Accuracy of 3 intraoral and 1 extraoral digital scanning systems for multiple laminate veneer preparations: an in vitro study. **Medical Science Monitor**, v. 32, e951846, 2026. DOI: 10.12659/MSM.951846.

AHMED, W. M. *et al.* Mapping the landscape of the digital workflow of esthetic veneers from design to cementation: a systematic review. **Dentistry Journal**, v. 12, n. 2, art. 28, 2024. DOI: 10.3390/dj12020028.

AL-DWAIRI, Z. N. *et al.* Evaluation of marginal and internal fit of ceramic laminate veneers fabricated with five intraorals scanners and indirect digitization. **Materials**, v. 16, n. 6, art. 2181, 2023. DOI: 10.3390/ma16062181.

ALENEZI, A. *et al.* Long-term survival and complication rates of porcelain laminate veneers in clinical studies: a systematic review. **Journal of Clinical Medicine**, v. 10, n. 5, art. 1074, 2021. DOI: 10.3390/jcm10051074.

ALJAZAIRY, Y. H. Survival rates for porcelain laminate veneers: a systematic review. **European Journal of Dentistry**, v. 15, n. 2, p. 360–368, 2021. DOI: 10.1055/s-0040-1715914.

BAIG, M. R. *et al.* Evaluation of marginal and internal fit of a CAD/CAM monolithic zirconia-reinforced lithium silicate porcelain laminate veneer system. **Journal of Prosthodontics**, v. 31, n. 6, p. 502–511, 2022. DOI: 10.1111/jopr.13438.

BAIG, M. R.; QASIM, S. S. B.; BASKARADOSS, J. K. Marginal and internal fit of porcelain laminate veneers: a systematic review and meta-analysis. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 131, n. 1, p. 13–24, 2024. DOI: 10.1016/j.prosdent.2022.01.009.

CHEN, X. *et al.* A digital guiding device to facilitate cementation of porcelain laminate veneers. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 124, n. 4, p. 411–415, 2020. DOI: 10.1016/j.prosdent.2019.10.011.

DE ANGELIS, F. *et al.* Retrospective clinical evaluation of a no-prep porcelain veneer protocol. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 129, n. 1, p. 40–48, 2023. DOI: 10.1016/j.prosdent.2021.04.016.

ELBASTY, R. S. *et al.* Comparison of vertical marginal gap and internal fit of chairside laminate veneers fabricated from advanced versus conventional lithium disilicate ceramics: an in vitro study. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 134, n. 3, p. 748.e1–748.e6, 2025. DOI: 10.1016/j.prosdent.2025.02.044.

GAO, J. *et al.* Accuracy of reduction depths of tooth preparation for porcelain laminate veneers assisted by different tooth preparation guides: an in vitro study. **Journal of Prosthodontics**, v. 31, n. 7, p. 593–600, 2022. DOI: 10.1111/jopr.13456.

GONZÁLEZ-MARTÍN, O. *et al.* Ultrathin ceramic veneers in the esthetic zone: a 36month retrospective case series. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 34, n. 5, p. 567–577, 2021. DOI: 10.11607/ijp.7170.

HAAK, R. *et al.* OCT evaluation of the internal adaptation of ceramic veneers depending on preparation design and ceramic thickness. **Dental Materials**, v. 37, n. 3, p. 423–431, 2021. DOI: 10.1016/j.dental.2020.11.021.

IMBURGIA, M.; LERNER, H.; MANGANO, F. A retrospective clinical study on 1075 lithium disilicate CAD/CAM veneers with feather-edge margins cemented on 105 patients. **European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry**, v. 29, n. 1, p. 54–63, 2021. DOI: 10.1922/EJPRD_2248Mangano10.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 5725-1:2023: Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions**. 2. ed. Geneva: ISO, 2023.

JAFRI, Z. *et al.* Digital Smile Design—An innovative tool in aesthetic dentistry. **Journal of Oral Biology and Craniofacial Research**, v. 10, n. 2, p. 194–198, 2020. DOI: 10.1016/j.jobcr.2020.04.010.

LUO, T. *et al.* Accuracy of three digital waxing-guided trial restoration protocols for controlling the depths of tooth preparation for ceramic veneers. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 131, n. 1, p. 56–63, 2024. DOI: 10.1016/j.prosdent.2021.12.029.

MARQUES, S. *et al.* Digital guided veneer preparation: a dental technique. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 131, n. 4, p. 554–559, 2024. DOI: 10.1016/j.prosdent.2022.04.035.

MIHALI, S. G. *et al.* Retrospective long-term clinical outcome of feldspathic ceramic veneers. **Materials**, v. 15, n. 6, art. 2150, 2022. DOI: 10.3390/ma15062150.

NGUYEN, V. A. *et al.* Comparison of the marginal and internal fit of ceramic laminate veneers fabricated with four different CAM techniques. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 38, n. 3, p. 324–330, 2025. DOI: 10.11607/ijp.8920.

PEROZ, S. *et al.* Measured accuracy of intraoral scanners is highly dependent on methodical factors. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 66, n. 2, p. 318–325, 2022. DOI: 10.2186/jpr.JPR_D_21_00023.

REVILLA-LEÓN, M.; KOIS, D. E.; KOIS, J. C. A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans. Part 1: operator factors. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 35, n. 1, p. 230–240, 2023. DOI: 10.1111/jerd.12985.

REVILLA-LEÓN, M. *et al.* Clinical study of the influence of ambient light scanning conditions on the accuracy (trueness and precision) of an intraoral scanner. **Journal of Prosthodontics**, v. 29, n. 2, p. 107–113, 2020. DOI: 10.1111/jopr.13135.

RIZK, A. *et al.* Vertical marginal gap and internal fit of virgilite-based lithium disilicate glass ceramic veneers with different preparation designs. **Journal of Prosthodontics**, p. 1–9, 2024. DOI: 10.1111/jopr.13937.

ŞEN, N.; EROGLU, H. Effect of preparation design and scan pattern on the accuracy of intraoral scans for complete arch laminate veneers under simulated intraoral variables. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 36, n. 10, p. 1437–1443, 2024. DOI: 10.1111/jerd.13276.

ŚMIELAK, B.; ARMATA, O.; BOCIONG, K. Clinical longevity and trend analysis of 801 ultrathin ceramic veneers: a clinical cohort study. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 131, n. 6, p. 1084–1092, 2024. DOI: 10.1016/j.prosdent.2022.04.006.

ŚMIELAK, B.; ARMATA, O.; BOJAR, W. A prospective comparative analysis of the survival rates of conventional vs no-prep/minimally invasive veneers over a mean period of 9 years. **Clinical Oral Investigations**, v. 26, p. 3049–3059, 2022. DOI: 10.1007/s00784-021-04289-6.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, v. 8, n. 1, p. 102–106, 2010. DOI: 10.1590/S1679-45082010RW1134.

ZIMMERMANN, M.; ENDER, A.; MEHL, A. Local accuracy of actual intraoral scanning systems for single-tooth preparations in vitro. **Journal of the American Dental Association**, v. 151, n. 2, p. 127–135, 2020. DOI: 10.1016/j.adaj.2019.10.022.