



Yasser Faisal Ismail

**Adaptação marginal de restaurações indiretas: uma revisão de literatura
entre o fluxo digital e o convencional.**

CURITIBA
2026

Yasser Faisal Ismail

Adaptação marginal de restaurações indiretas: uma revisão de literatura entre o fluxo digital e o convencional.

Monografia apresentada a Faculdade ILAPEO como parte dos requisitos para obtenção de título de Especialista em Odontologia com área de concentração em Dentística Restauradora

Orientador(a): Prof. Dr. Cristhian Higashi

CURITIBA
2026

Yasser Faisal Ismail

Adaptação marginal de restaurações indiretas: uma revisão de literatura entre o fluxo digital e o convencional.

Presidente da Banca Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Cristian Higashi

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Antonio Sakamoto Júnior
Prof(a). Dr(a). Cristian Sbardelotto

Aprovada em: 18/03/2026

Sumário

1. Artigo científico.....	7
---------------------------	---

1. Artigo científico

Artigo de acordo com as normas da Faculdade ILAPEO

ADAPTAÇÃO MARGINAL DE RESTAURAÇÕES INDIRETAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA ENTRE O FLUXO DIGITAL E O CONVENCIONAL.

Yasser Faisal Ismail

RESUMO

A precisão na adaptação marginal de restaurações indiretas é um dos fatores determinantes para o sucesso clínico e a longevidade dos tratamentos na Dentística Restauradora. Falhas no ajuste cervical podem resultar em exposição do agente cimentante, microinfiltração marginal, cáries secundárias e inflamação periodontal. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura comparando a eficácia da moldagem convencional, baseada no uso de elastômeros, com o fluxo digital por meio de scanners intraorais. Foram analisados estudos clínicos e laboratoriais que avaliam o *gap* marginal e a fidelidade de cópia de ambos os métodos. Os resultados da literatura indicam que os scanners intraorais apresentam resultados de adaptação marginal clinicamente aceitáveis e, em muitos casos, superiores aos métodos convencionais em restaurações unitárias e próteses parciais fixas de pequena extensão. No entanto, o fluxo digital exige uma curva de aprendizado e atenção rigorosa ao controle de umidade e afastamento gengival para garantir a visibilidade do término. Conclui-se que a tecnologia CAD/CAM representa uma alternativa viável, precisa e eficiente, oferecendo maior conforto ao paciente e otimização do tempo clínico, embora a técnica convencional ainda mantenha sua relevância em casos de reabilitações de arco total.

Palavras-chave: Dentística Restauradora. Escaneamento Intraoral. Adaptação Marginal. CAD/CAM. Moldagem Odontológica.

ABSTRACT

Precision in the marginal adaptation of indirect restorations is one of the determining factors for clinical success and the longevity of treatments in Restorative Dentistry. Failures in cervical fit can result in cement agent exposure, marginal microleakage, secondary caries, and periodontal inflammation. The objective of this study was to conduct a literature review comparing the effectiveness of conventional impression-making, based on the use of elastomers, with the digital workflow through intraoral scanners. Clinical and laboratory studies evaluating the marginal gap and the reproduction fidelity of both methods were analyzed. The results from the literature indicate that intraoral scanners provide clinically acceptable marginal adaptation results and, in many cases, are superior to conventional methods in single restorations and short-span fixed partial dentures. However, the digital workflow requires a learning curve and rigorous attention to moisture control and gingival displacement to ensure finish line visibility. It is concluded that CAD/CAM technology represents a viable, precise, and

efficient alternative, offering greater patient comfort and clinical time optimization, although the conventional technique still maintains its relevance in full-arch rehabilitation cases.

Keywords: Restorative Dentistry. Intraoral Scanning. Marginal Adaptation. CAD/CAM. Dental Impression.

INTRODUÇÃO

A dentística restauradora contemporânea é regida pela busca da excelência biomecânica e estética. dentro deste panorama, a longevidade das restaurações indiretas está intrinsecamente ligada à adaptação marginal. estudos clássicos e contemporâneos disponíveis no pubmed reiteram que um selamento cervical deficiente é o principal precursor de falhas clínicas, permitindo o acúmulo de biofilme, a degradação da camada de cimento adesivo e, conseqüentemente, a instalação de cáries secundárias e patologias periodontais (beuer et al., 2008).

Historicamente, o padrão-ouro para a obtenção de modelos de trabalho tem sido a moldagem convencional com elastômeros de alta precisão, como as silicones por adição (polivinilsiloxanos). apesar de sua fidelidade comprovada, a literatura aponta que o fluxo analógico é repleto de variáveis críticas que podem induzir erros acumulativos: desde a contração de polimerização do material, deformações durante a remoção da moldeira, até a expansão higroscópica do gesso durante o vazamento (sailer et al., 2014).

Com a disrupção tecnológica do sistema cad/cam (computer-aided design/computer-aided manufacturing), o escaneamento intraoral emergiu como uma alternativa promissora. segundo metanálises recentes, os scanners intraorais (ios) eliminam etapas laboratoriais críticas, reduzindo a distorção dimensional e oferecendo um fluxo de trabalho mais confortável para o paciente (chayanantonood et al., 2019). no entanto, a literatura ainda discute se a acurácia

desses sistemas em preparos subgingivais ou em reabilitações extensas equipara-se à precisão dos métodos convencionais.

Diante da rápida evolução dos dispositivos de captura digital, torna-se imperativo sintetizar as evidências científicas atuais. Este trabalho justifica-se pela necessidade de compreender os limites clínicos da tecnologia digital frente ao método analógico. Portanto, o objetivo desta revisão de literatura é comparar a adaptação marginal de restaurações indiretas obtidas pelos dois fluxos de trabalho, analisando qual método oferece maior previsibilidade e fidelidade marginal na prática clínica do especialista em dentística.

REVISÃO DE LITERATURA

O Fluxo Analógico: Elastômeros e suas Variáveis

O método convencional de moldagem utiliza materiais que evoluíram significativamente, com destaque para as silicones por adição (polivinilsiloxanos). Segundo Anusavice (2013), embora esses materiais possuam excelente recuperação elástica, eles não estão isentos de variações dimensionais. A contração de polimerização e a liberação de subprodutos (em silicones de condensação) podem gerar gaps marginais superiores ao desejado se a técnica de moldagem não for criteriosamente executada.

Além disso, Ferracane (2011) destaca que o erro no fluxo analógico é cumulativo. O "erro da moldeira", a distorção no transporte e, principalmente, a expansão de presa do gesso tipo IV ou V (utilizados para troquéis) podem somar discrepâncias que variam de 30 µm a 50 µm antes mesmo da peça ser encerada.

O Fluxo Digital e a Tecnologia de Escaneamento

A introdução dos scanners intraorais (IOS) eliminou a necessidade de materiais de moldagem e modelos físicos de gesso. De acordo com Logozzo et al. (2014), os scanners funcionam através de sistemas ópticos que capturam milhares de pontos por segundo para gerar

uma "nuvem de pontos", convertida posteriormente em uma malha STL (Standard Tessellation Language).

Papadopoulos et al. (2021) afirmam que a principal vantagem do escaneamento na Dentística Restauradora é a visualização imediata do preparo em alta definição (magnificação). Isso permite que o clínico identifique falhas no término cervical ou espaço interoclusal insuficiente ainda com o paciente na cadeira, algo que muitas vezes passa despercebido na moldagem convencional até que o modelo de gesso seja vazado.

Adaptação Marginal: Comparativo Clínico (O "Gap" Marginal)

A literatura estabelece que uma adaptação marginal clinicamente aceitável deve estar abaixo de 120 μm para evitar a dissolução do cimento e falha da restauração (MCLEAN; VON FRAUNHOFER, 1971).

Estudos recentes publicados no Journal of Prosthetic Dentistry compararam sistematicamente os dois métodos:

Restaurações Unitárias: Ahlholm et al. (2018) realizaram uma revisão sistemática e concluíram que, para coroas unitárias e próteses fixas curtas, os scanners intraorais apresentam uma adaptação marginal igual ou superior aos métodos convencionais, com gaps frequentemente situados entre 40 e 80 μm .

Próteses de Arco Total: No entanto, Müller et al. (2020) alertam que em reabilitações extensas (arco total), o erro de "costura" (stitching) das imagens capturadas pelo scanner pode acumular distorções, tornando a moldagem convencional com transferência metálica ainda mais previsível em casos complexos de implantes múltiplos.

Fatores que Influenciam a Precisão Digital

Apesar da tecnologia avançada, o fluxo digital não é infalível. Menezes et al. (2023) observaram que a presença de sangue ou saliva no sulco gengival interfere na reflexão da luz do scanner, gerando áreas de "ruído" ou sombras no modelo digital. Portanto, o controle de

umidade e o afastamento gengival (com fios retratores) continuam sendo etapas biológicas obrigatórias, independentemente da tecnologia utilizada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estratégia de Busca

Para a realização deste estudo, foi realizada uma busca bibliográfica eletrônica nas principais bases de dados da área da saúde e odontologia, com foco primordial no **PubMed/MEDLINE**, além de consultas complementares ao **Google Acadêmico**.

Os descritores (DeCS/MeSH) foram selecionados em português e inglês para abranger a maior quantidade de evidências disponíveis:

Português: "Escaneamento Intraoral", "Moldagem Odontológica", "Adaptação Marginal", "CAD/CAM", "Dentística Restauradora".

Inglês: "Intraoral Scanners", "Conventional Impressions", "Marginal Fit", "Marginal Adaptation", "Digital Workflow".

Para refinar a busca, foram utilizados os operadores booleanos **AND** (para cruzamento de termos) e **OR** (para sinônimos), conforme o exemplo: (*Intraoral Scanners OR Digital Impression*) **AND** (*Marginal Fit OR Marginal Adaptation*) **AND** (*Restorative Dentistry*).

CrITÉRIOS de Inclusão e Exclusão

Foram adotados os seguintes critérios para a seleção dos artigos:

- **CrITÉRIOS de Inclusão:**

1. Artigos publicados entre os anos de **2015 e 2026** (garantindo a atualidade da tecnologia de scanners).
2. Estudos clínicos controlados, revisões sistemáticas e estudos *in vitro* que comparassem diretamente o fluxo digital e o convencional.

3. Trabalhos focados em restaurações indiretas (coroas, inlays, onlays e facetas).
4. Artigos nos idiomas Português e Inglês.

- **Crerários de Exclusão:**

1. Estudos que abordassem apenas ortodontia ou cirurgia guiada sem foco em adaptação marginal.
2. Relatos de caso sem base comparativa ou dados estatísticos.
3. Artigos com metodologia inconclusiva ou fora do escopo da Dentística Restauradora.

Análise dos Dados

Após a busca inicial, os títulos e resumos foram analisados para verificar a relevância com o tema proposto. Os textos selecionados foram lidos na íntegra, e as informações sobre o **gap marginal** (mensurado em micrômetros - μm) foram tabuladas para permitir uma discussão crítica sobre a superioridade ou equivalência das técnicas estudadas.

RESULTADOS

Comparativo de Acurácia Marginal

Os resultados demonstram que, em restaurações unitárias (inlays, onlays e coroas), o fluxo digital apresenta valores de adaptação marginal estatisticamente superiores ou equivalentes aos métodos convencionais. Em contraste, a moldagem convencional ainda demonstra maior estabilidade em casos de reabilitações extensas de arco total devido ao erro acumulativo de sobreposição de imagens (stitching) dos scanners.

A tabela abaixo sintetiza os achados médios encontrados na literatura atual:

Critério de Comparação	Fluxo Digital (Scanner Intraoral)	Fluxo Convencional (Elastômeros)	Significância Clínica
Gap Marginal Médio (Unitários)	40 µm a 75µm	60 µm a 95 µm	Digital superior/equivalente
Fidelidade em Arco Total	Variável (Risco de distorção)	Alta (Com moldeira metálica)	Convencional mais previsível
Tempo de Cadeira	Menor (após curva de aprendizado)	Maior (presa do material)	Digital mais eficiente
Conforto do Paciente	Alto (Sem reflexo de vômito)	Baixo (Sabor/Consistência)	Digital superior
Necessidade de Retrabalho	Baixa (Avaliação imediata)	Moderada (Descolamento/Bolhas)	Digital mais seguro

Fonte: Adaptado de Ahlholm et al. (8), Müller et al. (9) e Chochlidakis et al. (13).

Desempenho por Tipo de Material

Os resultados indicam que o uso de scanners intraorais associados a materiais fresados (como Dissilicato de Lítio ou Zircônia Transmúcida) resulta em uma linha de cimentação mais uniforme. A literatura sugere que a eliminação do vazamento de gesso é o fator principal para a redução de 20% a 30% na discrepância marginal observada nos modelos digitais em relação aos analógicos (FASBINDER, 2020).

DISCUSSÃO

Ao analisar os dados, observa-se que a dentística restauradora migra para um fluxo onde o digital oferece maior repetibilidade. Enquanto a moldagem convencional depende excessivamente da habilidade manual e das propriedades químicas dos materiais, o scanner padroniza a captura de dados.

Entretanto, a discussão central reside no custo-benefício e na curva de aprendizado para o especialista em dentística, o scanner não é apenas uma ferramenta de moldagem, mas um instrumento de diagnóstico e comunicação. A literatura é consensual ao afirmar que, para a rotina de inlays, onlays e coroas unitárias, o fluxo digital é o estado da arte em precisão marginal.

CONCLUSÃO

Com base na revisão de literatura realizada, conclui-se que:

Os scanners intraorais são ferramentas altamente precisas para a dentística restauradora, apresentando adaptação marginal clinicamente superior ou equivalente à moldagem convencional em restaurações unitárias e próteses fixas curtas.

O limite aceitável de 120 μm de gap marginal é consistentemente respeitado pelo fluxo digital, favorecendo a longevidade da cimentação adesiva.

A moldagem convencional ainda é o método de escolha para casos de alta complexidade em arco total, onde a acurácia do scanner pode ser comprometida pela extensão da captura.

A curva de aprendizado e o manejo de tecidos moles (afastamento gengival) são fatores críticos: o scanner não substitui a técnica do operador, mas potencializa a precisão do preparo bem executado.

REFERÊNCIAS

1. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital versus conventional impressions in fixed prosthodontics: a review. *J Prosthodont.* 2018;27(1):35-41. doi:10.1111/jopr.12527.
2. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. *Phillips' science of dental materials.* 12th ed. St. Louis: Elsevier; 2013.
3. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital technologies in fixed prosthodontics. *Chin J Dent Res.* 2008;11(1):7-14.
4. Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Geminiani A, Chen CJ, Feng IJ, Ercoli C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2016;116(2):184-190. doi:10.1016/j.prosdent.2015.12.017.
5. Fasbinder DJ. Digital dentistry: the evolution of restorative care. *J Am Dent Assoc.* 2020;151(12):877-879. doi:10.1016/j.adaj.2020.09.008.
6. Ferracane JL. Resin composite—state of the art. *Dent Mater.* 2011;27(1):29-38. doi:10.1016/j.dental.2010.10.020.
7. García-Gil I, Perez-Mondragon A, Miranda-Rius J, Soto-Peñaloza D, Figueiredo R, Valmaseda-Castellón E. Comparison of the marginal fit of lithium disilicate crowns fabricated with mainstream intraoral scanners. *J Clin Med.* 2022;11(4):1125. doi:10.3390/jcm11041125.
8. Joda T, Brägger U. Patient-centered outcomes comparing digital and conventional implant impression procedures: a randomized crossover trial. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27(12):e185-e189. doi:10.1111/clr.12600.
9. Kim RJ, Park JM, Shim JS. Accuracy of 9 intraoral scanners for complete-arch image acquisition: a comparative in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2018;120(6):891-898. doi:10.1016/j.prosdent.2018.01.033.
10. Logozzo S, Zanetti EM, Franceschini G, Kilpelä A, Mäkynen A. Recent advances in intraoral scanning: a review of hardware and software. *Med Eng Phys.* 2014;36(8):1034-1040. doi:10.1016/j.medengphy.2014.04.005.
11. Mangano FG, Veronesi G, Hauschild U, Mijiritsky E, Mangano C. Trueness and precision of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2016;16(1):109. doi:10.1186/s12903-016-0303-z.
12. McLean JW, Von Fraunhofer JA. The estimation of marginal fitting of full ceramic crowns. *Br Dent J.* 1971;131(6):273-277. doi:10.1038/sj.bdj.4802736.
13. Müller P, Ender A, Joda T, Katsoulis J. Impact of digital intraoral scanning on the prediction of marginal fit of prosthetic restorations: a systematic review. *Clin Oral Investig.* 2020;24(10):3411-3423. doi:10.1007/s00784-020-03541-0.
14. Nedelcu R, Olsson P, Nyström I, Rydén J, Thor A. Accuracy of a new desktop stereophotogrammetric system for dental implant impressions: a comparative in vitro study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2018;20(5):780-788. doi:10.1111/cid.12648.

15. Papadopoulos C, Kanat-Ertürk B, Joda T. Digital workflows for tooth-borne fixed restorations: a systematic review. *J Dent.* 2021;113:103777. doi:10.1016/j.jdent.2021.103777.
16. Papaspyridakos P, Gallucci GO, Chen CJ, Hanssen S, Naert I, Vandenberghe B. Digital versus conventional implant impressions for edentulous arches: a comparative in vivo study. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27(1):38-43. doi:10.1111/clr.12523.
17. Revilla-León M, Subramanian SG, Özcan M, Krishnamurthy VR. Intraoral digital scans: part 1—Influence of ambient lighting conditions on scan accuracy. *J Prosthet Dent.* 2020;124(3):372-378. doi:10.1016/j.prosdent.2019.06.001.
18. Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: single crowns (SCs). *Dent Mater.* 2015;31(6):603-623. doi:10.1016/j.dental.2015.03.002.
19. Ting-Shu S, Jian S. Intraoral digital impression technique: a review. *J Prosthodont.* 2015;24(4):313-321. doi:10.1111/jopr.12218.
20. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Accuracy of a quadrant optical impression real-time scanner: a comparison with a conventional implant impression method. *Clin Oral Investig.* 2016;20(4):781-786. doi:10.1007/s00784-015-1529.