



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

Bianca Caroline Silva

**Desempenho de Coroas Totais Impressas em Resinas Composta
Obtidas por CAD/CAM:**

Estudo Clínico, Randomizado, Controlado e Triplo Cego.

Performance of Full-Coverage Crowns Fabricated Using CAD/CAM
Composite Resins: A Randomized, Controlled, Triple-Blind Clinical Study.

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para obtenção
do Título de Mestre em Odontologia na área de
Clínica Odontológica Integrada.

Uberlândia, 2024

Bianca Caroline Silva

**Desempenho de Coroas Totais Impressas em Resinas Composta
Obtidas por CAD/CAM:**

Estudo Clínico, Randomizado, Controlado e Triplo Cego.

Performance of Full-Coverage Crowns Fabricated Using CAD/CAM
Composite Resins: A Randomized, Controlled, Triple-Blind Clinical Study.

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para obtenção
do Título de Mestre em Odontologia na área de
Clínica Odontológica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Domingues das Neves

Banca Examinadora:
Prof. Dr. Flávio Domingues das Neves (UFU)
Prof. Dr Carlos José Soares (UFU)
Prof Dr Gustavo Mendonça. (Virginia Commonwealyh University)

Suplentes:
Prof. Dr Hugo Lemes Carlo (UFU)
Prof. Dr Paulo S Borella (Virginia Commonwealyh University)

Uberlândia, 2024

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S586 2024	Silva, Bianca Caroline, 1978- Desempenho de Coroas Totais Impressas em Resinas Composta Obtidas por CAD/CAM: Estudo Clínico, Randomizado, Controlado e Triplo Cego. [recurso eletrônico] / Bianca Caroline Silva. - 2024. Orientador: Flávio Domingues Neves. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Odontologia. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.454 Inclui bibliografia. 1. Odontologia. I. Neves, Flávio Domingues, 1966-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós- graduação em Odontologia. III. Título. CDU: 616.314
--------------	---

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Odontologia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, nº 442, PPGODONTO				
Data:	Um de Julho de Dois Mil e Vinte e Quatro	Hora de início:	15:00	Hora de encerramento:	18:10
Matrícula do Discente:	12222ODO003				
Nome do Discente:	Bianca Caroline Silva				
Título do Trabalho:	Desempenho de Coroas Totais Impressas em Resinas Composta Obtidas por CAD/CAM: Estudo Clínico, Randomizado, Controlado e Triplo Cego				
Área de concentração:	Clínica Odontológica Integrada				
Linha de pesquisa:	Implantodontia e Prótese sobre Implantes				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Implantodontia e Prótese sobre Implantes				

Reuniu-se n o Anfiteatro/Sala 23 Bloco 4L - Anexo A Campus Umuarama, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Odontologia, assim composta: Professores Doutores: Gustavo Mendonça (VCU-USA) participou da defesa de Dissertação, por meio de vídeo conferência desde a cidade de Richmond, VA, USA; Carlos José Soares (UFU); Flávio Domingues das Neves (UFU) orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Flávio Domingues das Neves apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação

interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Flavio Domingues das Neves, Professor(a) do Magistério Superior**, em 01/07/2024, às 18:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carlos José Soares, Professor(a) do Magistério Superior**, em 01/07/2024, às 18:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Mendonca, Usuário Externo**, em 02/07/2024, às 08:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5488940** e o código CRC **47E04699**.

Referência: Processo nº 23117.041050/2024-11

SEI nº 5488940

DEDICATÓRIA

A Deus;

Rendo graças a Ti Pai todo Misericordioso, por inspirar as mentes e corações que somaram a este trabalho bendito. A cada novo amanhecer, és Tu o grande Maestro a conduzir cada passo. Em momentos vacilantes foi o Senhor que nos fortalecia. Que nunca falte a coragem e bom ânimo em prosseguir a serviço daqueles que em nós confia. Bendito seja hoje e sempre. Que assim seja!

A meus pais, Maria e Lucimar;

Não sou capaz de retribuir tudo que fazem e se dedicam a mim, nem os queijos que sequestrei da geladeira nos momentos de maior correria. É uma benção ter para onde voltar com a certeza dos abraços que acolhe, das palavras que acalma e dos olhares de incentivo. Um sentimento abençoado invade minha alma quando olho para vocês e sei que Deus não poderia me conceder melhores exemplos! Eu realmente os amo do fundo de minha alma!

A meus irmãos, Wendel e Blenda;

Vocês são a minha rocha, os meus 2/3, a base sólida pela qual me apoio. Não há palavras que possam expressar a profundidade do meu agradecimento por todo o amor, apoio e dedicação que me oferecem. Que sorte a minha.

Aos meus sobrinhos, Isadora e Gustavo;

O motivo dos meus sorrisos mais sinceros. Os que me trazem a leveza depois de um dia que até segundos antes se mostrava exaustivo, mas que, ao ver os olhinhos de cada um, a energia era reestabelecida diante de tanto carinho. Obrigada meus amores!

Aos meus cunhados, Rosane e Álvaro;

Vocês chegaram como verdadeiros irmãos, trazendo amor e apoio incondicionais que eu nunca poderia ter imaginado. A presença e dedicação de cada um são inestimáveis. Obrigado por serem tão especiais e por estarem sempre comigo.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Flávio Domingues da Neves;

É muito mais fácil trilhar os caminhos da vida quando existem referências a serem seguidas. E você Professor, é o meu Gigante da Odontologia. Muito além do ensino, contigo aprendo o comprometimento com a profissão em busca da excelência para que o maior beneficiado seja o paciente. Que alegria poder ver em meus gestos muito dos seus. Aprendi e quero continuar aprendendo constantemente contigo. Deus permaneça te inspirando para continuares a transformar vidas assim como fez com a minha.

À minha amiga Silvia Zardini;

Palavras? Sua presença é vital para mim minha amiga! Seu apoio inabalável, encorajamento constante e crença em mim foram inestimáveis nessa jornada. Sua amizade é fonte de força e alegria. Obrigada por sempre estar ao meu lado.

Ao meu amigo, Roberto Bernardino;

Ombrear a vida contigo é um presente. Encarar os desafios sabendo que sempre tenho em ti um parceiro de jornada me faz mais forte. Obrigada meu amigo, hoje e sempre.

À família PPGO UFU;

A cada um, professores, alunos, protéticos, TSBs, auxiliares de limpeza, secretárias, seguranças, dentre tantos... todo meu carinho e reconhecimento, pois sem a contribuição de vocês não seria possível essa entrega. Em especial às minhas amigas Julinha, Maribi e Airin, que nunca mediram esforços em me apoiar e ajudar.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq #408214/2021-0; INCT Saúde Oral e Odontologia - Grants n. 406840/2022-9) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – Brasil pela bolsa de mestrado e apoio financeiro que viabilizou a execução desta pesquisa

“Em tudo dai graças”

1 Tessalonicenses 5:18

SUMÁRIO

Resumo / Palavras-Chave	10
Abstract/ Keywords	11
1- Introdução e Referencial Teórico	12
2- Proposição	14
3- Material e Métodos.....	14
4- Resultados	26
5- Discussão	37
6- Conclusão	43
Referências	43

Desempenho de Coroas Totais Impressas em Resinas Composta Obtidas por CAD/CAM: Estudo Clínico, Randomizado, Controlado e Triplo Cego.

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste ensaio clínico prospectivo randomizado triplo cego foi avaliar o desempenho clínico em 6 meses de coroas totais posteriores confeccionadas com resinas para impressão em CAD/CAM de duas marcas comerciais: Varseo Smile Crown (Wilcos, Alemanha) e PriZma 3D Biocrown (Maquira, Brasil).

Materiais e Métodos: Quarenta participantes (10 homens e 30 mulheres) foram reabilitados com 64 coroas impressas em composta para CAD/CAM. O fabricante do material foi atribuído de maneira randomizada. Após o preparo do dente, uma coroa provisória em resina acrílica foi confeccionada e mantida, em média, por uma semana. Para fabricação das coroas, uma impressora (LCD W3D, Wilcos) foi devidamente calibrada e os parâmetros das resinas Varseo Smile Crown e PriZma 3D Biocrown adequados segundo o fabricante. Todas as coroas foram cimentadas após sua preparação com jateamento com óxido de alumínio (1,5 Bar; 50 micras), limpeza com ácido fosfórico 37% (All Prime) por 45 segundos, aplicação do sistema adesivo universal (Ambar, FGM) e fotoativação por 20 segundos (Valo Cordless, Ultradent). No substrato, foi realizado o protocolo de cimentação para cimento resinoso dual (Allcem, FGM). Após 6 meses, a alteração de cor (ΔE_{00}) e manchamento foram avaliados nas coroas impressas (desfecho primário), assim como a satisfação do paciente com a coroa definitiva e seu desempenho clínico baseado nos Critérios de Avaliação Segundo a Federação Dentária Internacional (FDI) quanto a propriedades estéticas, funcionais e biológicas (desfecho secundário).

Resultados: Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos em termos de alteração de cor. O desempenho clínico foi equivalente entre as resinas, com satisfação dos pacientes, independente das alterações de cor.

Conclusão: As resinas pesquisadas apresentam desempenho equivalente sendo bem aceitas pelos pacientes, independentemente da alteração de cor apresentada. Os resultados indicam que essas resinas podem ser alternativas promissoras para reabilitação oral, oferecendo benefícios em termos de custo, tempo e eficiência.

Palavras-chaves: estudo/ensaio clínico, resinas impressas, impressão 3D, CAD/CAM, impressoras odontológicas, odontologia restauradora em saúde.

ABSTRACT

Objective: The aim of this triple-blind, randomized, prospective clinical trial was to evaluate the 6-month clinical performance of posterior full crowns made with CAD/CAM printing resins from two commercial brands: VarseoSmile Crown (Wilcos, Germany) and PriZma 3D Biocrown (Maquira, Brazil).

Materials and Methods: Forty participants (10 men and 30 women) were rehabilitated with 64 CAD/CAM printed resin crowns. The material manufacturer was assigned randomly. After tooth preparation, a provisional acrylic resin crown was fabricated and maintained for an average of one week. For crown fabrication, an LCD W3D printer (Wilcos) was properly calibrated, and the parameters for VarseoSmile Crown and PriZma 3D Biocrown resins were set according to the manufacturer's recommendations. All crowns were cemented following preparation with alumina blasting (1.5 Bar; 50 microns), cleaning with 37% phosphoric acid (All Prime) for 45 seconds, application of a universal adhesive system (Ambar, FGM), and light curing for 20 seconds (Valo Cordless, Ultradent). The substrate underwent a dual resin cementation protocol (Allcem, FGM). After 6 months, color change (ΔE_{00}) and staining were evaluated in the printed crowns (primary outcome), as well as patient satisfaction with the definitive crown and its clinical performance based on the International Dental Federation (FDI) criteria regarding aesthetic, functional, and biological properties (secondary outcome).

Results: There was no statistically significant difference between the groups in terms of color change. The clinical performance was equivalent between the resins, with patient satisfaction unaffected by the color changes.

Conclusion: The evaluated resins demonstrated equivalent performance and were well accepted by patients, regardless of color changes. The results indicate that these resins could be promising alternatives for oral rehabilitation, offering benefits in terms of cost, time, and efficiency.

Keywords: clinical trial, printed resins, 3D printing, CAD/CAM, dental printers, restorative dentistry in health.

1. INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

Com o avanço da tecnologia digital na Odontologia, profissionais tem adotado progressivamente um fluxo de trabalho totalmente digital. Este processo inicia-se com o escaneamento intraoral, seguido pela produção de restaurações utilizando a tecnologia CAI/CAD/CAM (*Computer Aided Imaging/ Computer Assisted Design/ Computer Aided Manufacturing*). Tal abordagem não apenas otimiza o tempo,¹⁻⁵ mas também reduz o número de visitas dos pacientes ao consultório, conferindo maior rapidez ao tratamento.^{1,6,7} Além disso, a experiência para o paciente é mais confortável.⁸

Recentemente, na etapa de manufatura (CAM), a popularidade da fabricação aditiva, ou impressão 3D, tem aumentado especialmente por permitir a redução do desperdício de material e a produção simultânea de múltiplas restaurações com alta precisão, sem aumentar o tempo de fabricação.⁹⁻¹² Essa abordagem tem revolucionado a Odontologia contemporânea, oferecendo uma alternativa inovadora com bom custo-benefício¹³⁻¹⁵ para confecção de próteses dentárias. A manufatura aditiva também apresenta vantagens em comparação às técnicas de fabricação subtrativa, especialmente no que diz respeito ao investimento em *hardware* e ao menor impacto ambiental.¹⁶ Atualmente existem muitos tipos de máquinas de impressão 3D, entre as quais as impressoras de cristal líquido (LCD) que são amplamente utilizadas em clínicas odontológicas pelas suas vantagens em termos de preço e conveniência.¹⁷ Algumas dessas impressoras são acessíveis e frequentemente com sistemas de código aberto, o que permite alterar os parâmetros de impressão, como espessura de camada e tempo de exposição para se adaptar à variedade de resinas.^{18,19}

No entanto, apesar dos avanços tecnológicos e da pesquisa científica no campo da Odontologia, a saúde bucal ainda representa um grande problema na saúde pública.^{20,21} De acordo com dados da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) de 2019, cerca de 149,7 milhões de brasileiros (71,5% da população) não tinham acesso à saúde suplementar, evidenciando uma forte dependência dos serviços públicos de saúde.²² Para maior dignidade dos cidadãos, em maio de 2023, foi sancionada a Lei 14.572, que oficializou a inclusão da saúde bucal como política obrigatória do Sistema Público de Saúde (SUS), garantido serviços de promoção, prevenção, recuperação e reabilitação odontológica.^{23,24} Apesar desses avanços legislativos, os desafios sistêmicos comprometem a acessibilidade e a eficácia do atendimento odontológico. Embora a prótese dentária fixa esteja incluída nas ações programáticas, está subordinada ao que a Odontologia Convencional oferece,

com um protocolo clínico específico para confecção de uma coroa metalo-cerâmica de 9 consultas se necessário pino intraradicular ou 5 se apenas a coroa,²⁵ além do tempo necessário no laboratório de prótese.^{25,26} Essa realidade, combinada com uma demanda crescente por serviços no SUS, resulta em longos períodos de espera para consultas e procedimentos.²⁷

Nesse contexto, o fluxo digital com a manufatura aditiva pode representar uma solução promissora com potencial de democratizar o acesso a tratamentos odontológicos de qualidade, especialmente em áreas com recursos limitados ou comunidades remotas, onde a disponibilidade de laboratórios de prótese pode ser escassa. No entanto, é necessário enfrentar os desafios de implementação da impressão 3D em próteses, com destaque a necessidade de mais pesquisa e desenvolvimento nessa área.¹² Em resposta a essa demanda, surge um novo horizonte com o desenvolvimento de materiais resistentes e biocompatíveis para impressão 3D na Odontologia, como os compostos resinosos.²⁸ A adição de nanopartículas de cerâmica a esses polímeros gerou uma nova classe de materiais: os compostos resinosos nanohíbridos para impressão 3D, permitindo, então, a confecção de restaurações definitivas/ de longa duração. Suas propriedades biomecânicas já se encontram acima do estabelecido pela ISO 107 e ISO 10993-1 que dispõem sobre características biomecânicas e biocompatíveis.²⁹⁻³¹ Esta alternativa apresenta uma redução de custos, já que um litro de resina pode imprimir até 300 coroas unitárias.²⁹

Existem no mercado resinas para fabricação aditiva de restaurações dentárias definitivas, de um único dente, como coroas totais, *inlays*, *onlays* ou facetas, tais como Varseo Smile Crown Plus (BEGO, Bremen, Alemanha) e PriZma 3D Biocrown (Maquira, Tatuí, São Paulo, Brasil). O primeiro, é um compósito híbrido infiltrado por partículas cerâmicas constituído por uma matriz de éster metacrílico com cargas cerâmicas e pode ser classificado como uma resina infiltrada por cerâmica.³² Já a segunda resina citada, é resina composta nanohíbrida biocompatível de Classe II, que leva em sua composição cerâmica e zircônia silanizadas, elementos que conferem qualidade superior necessária para o desenvolvimento de trabalhos com coroas, pontes, inlay e onlay para trabalhos de longa duração.³³

A utilização de resinas para impressão odontológica definitivas/ longa duração em coroas unitárias emerge como uma alternativa promissora. Estudos têm destacado a capacidade desses materiais *in vitro*.^{6-8,29,34-49} O fluxo digital elimina etapas convencionais de moldagem e por vezes, até laboratoriais, oferecendo ao paciente um tratamento mais rápido. No entanto, a escolha do material deve ser ponderada

cuidadosamente, considerando não apenas os aspectos de custo e tempo, mas também critérios de qualidade, estética e desempenho clínico.⁵⁰ Essa abordagem integrada entre a eficiência clínica e os resultados de longo prazo é essencial para garantir a satisfação do paciente e a excelência no tratamento odontológico, o que pode ter um impacto significativo no processo de reabilitação, particularmente dentro do contexto do SUS.

2. PROPOSIÇÃO

No conhecimento dos autores que este estudo clínico prospectivo é pioneiro ao avaliar o desempenho clínico de coroas definitivas fabricadas com resinas para impressão 3D em sistemas CAD/CAM, com foco na alteração de cor e resistência ao manchamento como desfecho primário. Além disso, avalia-se a satisfação do paciente e outros critérios clínicos relevantes estabelecidos pela Federação Dentária Internacional (FDI), como desfechos secundários. A hipótese nula é que não existem diferenças significativas no desempenho clínico entre as diferentes marcas de resinas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este ensaio clínico randomizado, triplo cego (operador, avaliador e paciente), de grupos paralelos, foi realizado na Clínica Odontológica da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia (FO-UFU). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia (protocolo 64416822.9.0000.5152) e registrado <https://ensaiosclinicos.gov.br/rg/RBR-8hmqbmfb> (UTN: U1111-1285-5677). O estudo teve início (T0) e os resultados aqui apresentados correspondem a um período de 6 meses (T1) de acompanhamento prospectivo.

Para o cálculo amostral, foi considerado como unidade amostral coroas totais posteriores impressas em resina 3D. O tamanho da amostra foi calculado considerando o estudo de equivalência de desempenho entre as duas resinas para impressão com limite de 15%; nível de significância de $\alpha = 0,05$; poder do teste de 95%, e perda de amostras de 20%. O cálculo amostral foi definido em $n = 29$ por grupo. Para compensar qualquer variabilidade inesperada, optou-se por incluir 32 unidades amostrais em cada grupo, totalizando 64 dentes, sendo que para T1, 62 elementos desta amostra foram avaliados devido a fratura de 02 coroas antes do período de avaliação (T1). O cálculo amostral foi realizado utilizando o software estatístico G*Power 3.1.9.7. Uma estimativa do comportamento clínico da resina impressa foi obtida por uma série de estudos in vitro.^{7,34-38, 51-68}

Os critérios de inclusão foram: pacientes com idade igual ou superior a 18 anos, com necessidade de coroa total unitária em dente(s) posterior(es) com grande destruição coronária; com vitalidade pulpar ou tratamento endodôntico satisfatório; com ou sem retentor intrarradicular. Participante com história médica que não comprometa a evolução dos resultados, com boa condição periodontal frente a parâmetros de sondagem e que possua estabilidade oclusal. Os critérios de exclusão foram aplicados a indivíduos com sinais e/ou sintomas de parafunção (apertamento e/ou bruxismo), doença periodontal, alergia a qualquer material utilizado no estudo e fumantes.

1. Atendimento Clínico Inicial

1.1 Primeira Etapa

Os participantes foram encaminhados pela Regulação do Município de Uberlândia. Após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), deu-se início ao atendimento onde todas as etapas do tratamento clínico foram realizadas pelo mesmo operador respeitando o Protocolo de Estudos Clínicos e às Boas Práticas Clínicas.^{50,69} Para o atendimento, quando necessário, foi realizada anestesia local em dentes vitais, preparo a nível gengival ou com no máximo 0,5mm intra sulcular para coroa total com espessura mínima de 1,0 mm e término em ombro reto e ângulo axio-gengival arredondado utilizando pontas diamantadas (1011, 1014, 3300, 2215, 2215FF KG Sorensen) em motor de alta rotação com irrigação abundante. Em pacientes que não possuíam estrutura dentária suficiente, com vitalidade ou com endodontia satisfatória, núcleo de preenchimento em resina (Filtek Bulkfill, 3M ESPE) foram confeccionados e o dente foi preparado. Naquele(s) com tratamento endodôntico satisfatório(s), e com indicação de retenção intrarradicular, esta foi realizada com pino de fibra de vidro (White Post System DC ou DC-E, FGM). Nos casos em que já havia núcleos metálicos fundidos ou pinos de fibra de vidro e estes satisfatórios, foram mantidos e reparados. Concluída a etapa de preparo (ou reparo), coroas provisórias foram confeccionadas em resina acrílica auto-polimerizável (Dencrilay Speed, Dencryl) por técnica direta com os devidos cuidados na adaptação marginal, ponto de contato, ajuste oclusal e bom polimento.

1.2 Segunda Etapa

Durante a consulta clínica, caso a saúde gengival permitisse, procedia-se ao escaneamento intraoral (Virtuo Vivo, Straumann) no hemiarco onde o preparo se encontrava. Inicialmente, um primeiro fio afastador número 000 (Ultrapack, Ultradent),

previamente embebido em solução hemostática (Hemostank, Biodinâmica) foi cuidadosamente inserido no sulco gengival. Quando necessário, um novo fio afastador número 00 (Ultrapack, Ultradent) também foi colocado para garantir um adequado afastamento gengival. Após um período de sete minutos, o fio 00 foi removido e o escaneamento da hemiarcada onde se encontrava o preparo foi realizado utilizando um scanner intraoral. Ao término da primeira consulta clínica, a coroa provisória foi cimentada utilizando-se cimento provisório (Dycal, Dentsply) e mantida em média por uma semana. Nos casos em que a saúde gengival não permitia o escaneamento na mesma consulta clínica devido a inflamação causada por placa bacteriana, cálculo ou devido a uma restauração pré-existente insatisfatória, a coroa provisória era instalada e aguardava-se o tempo necessário para que a biologia dos tecidos permitisse um escaneamento ideal.

2. Desenho das Coroas Impressas

Depois de obter um arquivo de linguagem de tesselação padrão digital (STL), este foi enviado à um único operador que projetou digitalmente todas as coroas usando o programa de software de design assistido por computador (CAD - (Exocad 3,1 – Rijeka). Feito o desenho da(s) peças(s), o arquivo foi enviado à um software de fatiamento (W3D Print Slicer) onde cada resina teve o seu parâmetro determinado segundo cada fabricante para a impressora utilizada no estudo, a W3D Print 2.0 – Wilcos, com tecnologia Liquid Cristal Display (LCD), fonte de luz UV-LED e resolução 2K.

Cada dente recebeu uma coroa confeccionada com a resina A ou resina B, seguindo o protocolo de cegamento do estudo. Para resina A, os parâmetros foram definidos para uma contagem de camadas inferiores de 6, um tempo de exposição de 2 segundos, e exposição inferior de 40 segundos, distância de elevação de 6 mm e velocidade de elevação de 3 mm/s. Para a resina B, os parâmetros foram definidos para uma contagem de camadas inferiores de 8, tempo de exposição de 2,5 segundos, exposição inferior de 60 segundos, distância de elevação de 6 mm e uma velocidade de elevação de 3 mm/s.

Informações sobre as resinas para impressão testadas com detalhes de sua composição estão descritas na **Tabela 1**.^{32,33}

Tabela 1- Informações sobre as resinas para impressão 3D testadas com detalhes sobre a composição.

Material	Lote	Composição	Fabricante
VarseoSmile Crown (resina A)	600944	Dispositivos de esterificação de 4,4'-isopropilidenodifenol, ácido etoxilado e ácido 2-metilprop-2-enoico, vidro dentário silanizado, metilbenzoilformato, óxido de difenil(2,4,6-tri- metilbenzoil)fosfina. A proporção total de massas de enchimento inorgânicas (tamanho de partícula 0,7 µm) é de 30–50% de massa.	BEGO, Bremen, Alemanha
Prizma Biocrown (resina B)	185422	Monômeros metacrilados (>10%); sílica amorfa ≤ 8%); dimetacrilato uretano (< 75 %); Dióxido de Titânio (< 0.5%); zirconia silanizada (< 2%); cargas cerâmicas (< 15%); diphenyl (2,4,6-trimethylbenzoyl)- phosphine oxide (< 5 %)	MAKERTECH, São Paulo, Brasil

A espessura da camada selecionada para ambas as resinas foi de 50 µm. As coroas foram orientadas com a superfície oclusal direcionada à plataforma de construção (90°) e a uma distância de 5 mm (eixo Z). Os suportes em forma de cone com 1 mm de diâmetro (espessura leve) e gerados manualmente repousaram na superfície oclusal em ângulo reto em relação a plataforma de impressão. Para o reconhecimento do arquivo pela impressora 3D, foi necessário convertê-lo para a extensão "PWO". Este arquivo convertido foi então salvo em um *pendrive* e conectado à impressora 3D, previamente calibrada. Durante o estudo, as resinas foram colocadas em frascos escuros idênticos por um membro não ligado à pesquisa, identificados em cada rótulo como A e B. As resinas foram agitadas antes de serem colocadas no tanque da impressora. Após a impressão, as coroas foram lavadas com álcool isopropílico usando um borrifador e escova de dentes de cerdas macias, com tempo de lavagem não excedendo 5 minutos. Em seguida, as peças foram secas com um jato de ar comprimido e levadas à câmara de pós-cura (Wash & Cure 2.0, Anycubic) por 15 minutos com comprimentos de onda de 356 nm para seis peças e 405 nm para outras seis peças com uma intensidade de luz que variava de 8.000 a 16.000uw/cm². Pós cura finalizada, as peças foram jateadas internamente com óxido de alumínio 100 micras (Asfer) à 1,5 bar de pressão. Os suportes foram removidos com disco diamantado dupla face (7020, KG Sorensen) e broca diamantada cilíndrica para peça de mão número 82 (American Burns). Para acabamento e polimento, foram utilizadas borrachas abrasivas impregnadas com sílica na sequência de granulações grossa (verde), média (amarela) e fina (branca) (Jiffy, Ultradent) em baixa rotação numa leve pressão por 30 segundos. Para polimento final, taça de borracha ultra flexível (DHPR) em baixa

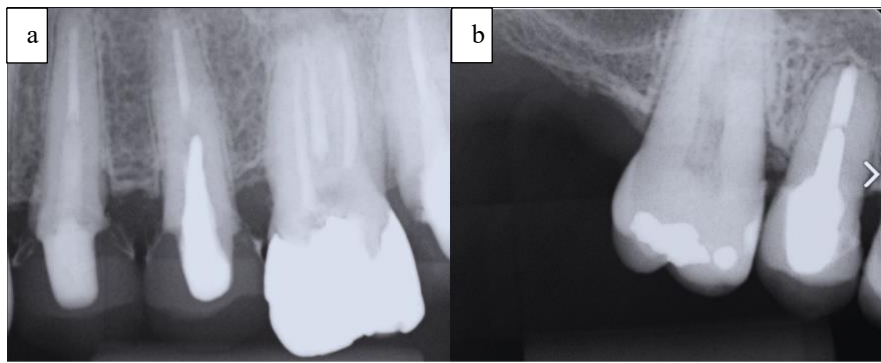
rotação com pasta de polimento (Diamond R, FGM). O descarte do álcool e do suporte das coroas foi realizado segundo a gestão de resíduos do fabricante.^{32,33}

3. Cimentação das Coroas Impressas

Na consulta clínica para cimentação das coroas definitivas, a preparação envolveu a remoção da coroa provisória e a limpeza do preparo com escova de Robson (All Prime), pedra pomes (Biodinâmica) e água em baixa rotação. Após verificar contatos proximais, oclusais, adaptação marginal e assentamento da coroa impressa, a limpeza superfície interna foi realizada com ácido fosfórico 37% (All Prime) por 45 segundos, seguido de lavagem abundante, secagem, aplicação de adesivo universal (Ambar, FGM) e polimerização (Valo Cordless, Ultradent) em luz de alta intensidade (1.000 a 1200mW/cm²), segundo o fabricante) no Modo Standard por 20 segundos na face interna da coroa. Enquanto isso, no preparo, foi utilizado um fio afastador (Ultrapack 000, Ultradent) e realizado o controle de umidade do campo operatório, seguido pelo tratamento do substrato com ácido fosfórico por 15 segundos, lavagem abundante, secagem, aplicação do adesivo universal de forma ativa por 30 segundos e fotoativação por 20 segundos. Cimento resinoso dual cor A2 (AllCem, FGM) foi manipulado de acordo com as recomendações do fabricante empregando pontas automix e inserido na coroa impressa. A peça então assentada e mantida sob pressão constante no preparo.

Aguardado 7 minutos, o excesso de cimento foi removido com pincel pêlo de Marta número 00 (Tigre), fotoativação por 20 segundos nas faces vestibular, oclusal e palatina/lingual da coroa. O ajuste oclusal foi realizado utilizando marcador oclusal (Accufilm, Parkell) e ponta diamantada para acabamento (3118FF, KG Sorensen) seguido por polimento com taça de borracha ultraflexível e pasta de polimento. Uma tomada radiográfica com aparelho radiográfico digital portátil (Diox, Micro Imagem) e sensor digital (Fit T2, Micro Imagem) foi feita para avaliar a coroa cimentada (**Figura 1**), enquanto a força de mordida do paciente foi medida usando um dinamômetro eletrônico (modelo DDK, Kratos), com a célula de carga posicionada na coroa impressa e seu antagonista, para aferição momentânea daquele lado onde a coroa foi cimentada.

Figura 1- Radiografia Periapical de coroas impressas cimentadas.



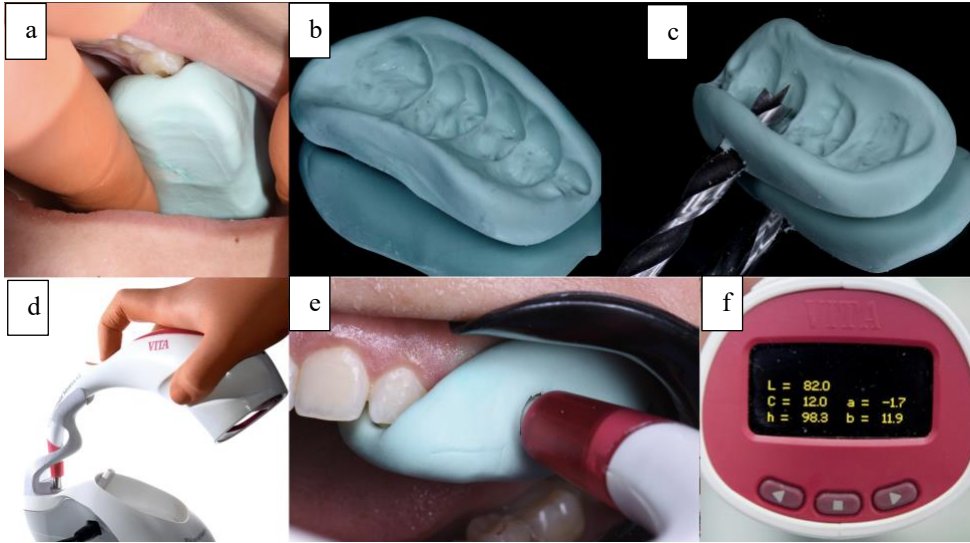
Legenda: [a] = Resina B [b] = Resina A

Os pacientes não foram informados sobre o tipo de tratamento reabilitador que receberiam, mantendo-se cegos em relação ao material utilizado. O operador responsável pela cimentação das coroas também não tinha conhecimento sobre o material empregado, visto que o protocolo restaurador não variava conforme o tipo de resina.

3.1 Avaliação de Cor

Logo após a cimentação (T0), a cor das coroas cimentadas foi quantificada de forma objetiva pela técnica instrumental utilizando um espectrofotômetro portátil (Easyshade Advance 4.0, Vita Zahnfabrik). O aparelho foi recalibrado antes de cada medição e para garantir o posicionamento reprodutível durante as avaliações uma vez que ela se repetiria em T1. Para cada dente uma matriz de Polidimetilsiloxano (Perfil, Vigodent) foi confeccionada com uma perfuração no terço médio vestibular da (s) coroa (s) de 6mm de diâmetro. As medições de cor para cada unidade amostral foram repetidas três vezes no modo “medição de cor básica” do instrumento, com ponteira de medição apoiada e assentada completamente, de forma perpendicular, sobre a superfície dentária. As medidas de cores foram registradas no sistema CIELab, que define cor como L* para luminosidade, variando de 0 (preto) a 100 (branco), e a* e b* para características cromáticas, variando do vermelho (+a) ao verde (-a*) e amarelo (+b) para azul (-b), respectivamente.⁷⁰ A sequência pode ser observada na **Figura 2**.

Figura 2- Procedimento de medição de cor utilizando o espectrofotômetro portátil.



Legenda:

- [a] = Preparação da matriz de polidimetilsiloxano
- [b] = Matriz de polidimetilsiloxano
- [c] = Perfuração de 6 mm no terço médio vestibular
- [d] = Calibração do espectrofotômetro em sua base
- [e] = Medição de cor no modo “medição de cor básica”
- [f] = Registro das medidas no sistema CIELab

Esses dados foram subsequentemente calculados mediante aplicação da Equação 1 para identificação de diferença de cor CIEDE 2000 (Commission Internationale de L'Éclairage DE2000).

$$\Delta E00 = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)} \quad (1)$$

A Equação 1 leva em conta vários fatores para se alinhar melhor com a percepção visual humana e incorpora correções para as sensibilidades específicas do olho humano a diferentes cores,⁷¹ onde: $\Delta L'$, $\Delta C'$ e $\Delta H'$ são as diferenças em luminosidade, croma e matiz, respectivamente, na aferição entre T0 e T1; R_T é a função de rotação correspondente a interação de croma e diferença de matiz na região azul; S_L, S_C , e S_H ajustam as diferenças de croma e matiz com base na luz e croma que estão sendo comparadas, contabilizando a não uniformidade da percepção de cores humanas; K_L, K_C e K_H são termos de correção para condições experimentais⁷². Sendo assim, o valor final da diferença de cor obtido combinando as diferenças calculadas de luminosidade, croma e matiz, juntamente com as funções de ponderação levam ao valor de $\Delta E00$, onde a

qualidade dos achados visuais pode ser interpretada pelo do limiar de perceptibilidade de 50:50 (PT) e do limiar de aceitabilidade de 50:50% (AT),^{73,74} mostrado na **Tabela 2**.

Tabela 2 - Interpretação das diferenças de cor entre materiais pela perceptibilidade de 50:50 (PT) e limite de aceitabilidade de 50:50 (AT) (Paravina *et al*, 2019).

Limiar	Classificação e Interpretação	$\Delta E00$
$\leq PT$	(5) Excelente Combinação	≤ 0.8
$> PT, \leq AT$	(4) Correspondência Aceitável	$> 0.8, \leq 1.8$
$> AT, \leq AT \times 2$	(3) Tipo de Incompatibilidade ^(a)	$> 1.8, \leq 3.6$
$> AT \times 2, \leq AT \times 3$	(2) Tipo de Incompatibilidade ^(b)	$> 3.6, \leq 5.4$
$> AT \times 3$	(1) Tipo de Incompatibilidade ^(c)	> 5.4

Legenda:

Tipos de Incompatibilidade:

[a] = incompatibilidade moderadamente inaceitável

[b] = incompatibilidade claramente inaceitável

[c] = incompatibilidade extremamente inaceitável

4. Acompanhamento Clínico Após 6 Meses da Cimentação das Coroas

Além de nova avaliação de cor seguindo os mesmos critérios utilizados em T0, a avaliação do desempenho clínico das coroas em T1 foi conduzida com base nas propriedades estéticas, funcionais e biológicas, conforme os Critérios de Avaliação Clínica da FDI. Após a conclusão das avaliações das pontuações finais para essas propriedades, uma classificação geral é atribuída a cada restauração específica, sendo que a pontuação mais severa prevalecerá.

Para análise desses critérios, dois avaliadores independentes foram previamente calibrados com o coeficiente Kappa, resultando em uma concordância de 0,8.⁷⁵ Além disso, ambos os avaliadores foram mantidos cegos em relação ao tipo de resina utilizada.

Detalhes sobre os critérios e classificações FDI estão disponíveis nas **Tabelas 3, 4 e 5**.⁵⁰

Tabela 3- Propriedades Estéticas segundo Critérios de Avaliação Clínica da FDI. (Hickel *et al*, 2007.)

PROPRIEDADES ESTÉTICAS	1.Brilho Superficial	2.Manchamento Superficial	3.Forma Anatômica
1.Clinicamente Excelente	1.1. Brilho comparável ao esmalte.	2.1. Sem manchamento superficial.	3.1. Forma ideal.
2.Clinicamente bom (após polimento excelente)	1.2. Levemente rugosa, não perceptível à distância.	2.2. Leve manchamento facilmente removido.	3.2. Forma é levemente alterada.

Continua

PROPRIEDADES ESTÉTICAS	1.Brilho Superficial	2.Manchamento Superficial	3.Forma Anatômica
3.Clinicamente suficiente ou satisfatório	1.3. Superfície rugosa, mas aceitável se recoberto com adesivo ou saliva.	2.3. Manchamento moderado também presente em outros dentes, esteticamente aceitável.	3.3. A forma é distinta, mas não opticamente desagradável.
4.Clinicamente Insatisfatório	1.4. Superfície áspera, impossível de ser recoberto pela saliva, polimento não suficiente para recuperá-la. Outras intervenções são necessárias.	2.4. Manchamento superficial inaceitável presente na restauração. Outras intervenções são necessárias.	3.4. A forma é afetada e inaceitável opticamente. Intervenções (correção) necessária.
5.Clinicamente Deficiente (necessita substituição)	1.5. Muito rugosa, com retenção de placa inaceitável.	2.5. Inaceitável. Necessita substituição.	3.5. A forma é completamente insatisfatória ou está perdida. Necessita de substituição.
Escores Estéticos	Esteticamente Aceitável (nº e %)		Não Aceitável (nº e %)

Tabela 4- Propriedades Funcionais segundo os Critérios de Avaliação Clínica da FDI. (Hickel *et al*, 2007)

PROPRIEDADES FUNCIONAIS	4.Fraturas e Retenção	5. Adaptação Marginal	6.Desgaste	7.Ponto de Contato
1.Clinicamente Excelente	4.1.Restauração retida, sem fraturas ou trincas.	5.1. Interface harmoniosa, sem fendas ou descolorações.	6.1. Desgaste fisiológico equivalente ao do esmalte.	7.1. Ponto de contato. Normal (fio ou lâmina metálica de 25µm pode ser inserido)
2.Clinicamente bom (após polimento excelente)	4.2. Pequena trinca.	5.2. Pequeno gap (50µm). Microfratura marginal removível com polimento.	6.2. Desgaste normal, com pequena diferença para o esmalte.	7.2. Levemente aproximado, mas não desagradável.

Continua

PROPRIEDADES FUNCIONAIS	4.Fraturas e Retenção	5. Adaptação Marginal	6.Desgaste	7.Ponto de Contato
3.Clinicamente suficiente ou satisfatório	4.3. Duas ou mais pequenas trincas. Pequenas fraturas (não afetando a integridade marginal ou ponto de contato).	5.3. Gap de 150 µm não removível. Várias pequenas fraturas de esmalte ou dentina.	6.3. Maior taxa de desgaste se comparada a do esmalte, mas dentro da variação biológica.	7.3. Contato fraco, sem dano dental ou periodontal (lâmina metálica de 50 µm pode ser inserida, mas de 100µm não).
4.Clinicamente Insatisfatório	4.4. Fraturas maiores comprometendo a qualidade marginal ou o ponto de contato. Fraturas cm ou sem perda estrutural (menos da metade da restauração).	5.4. Gap maior que 250 µm com possível exposição de dentina. Fraturas danificando as margens. Notável fratura de paredes de esmalte ou dentina.	6.4. Desgaste consideravelmente maior que do esmalte, perda de ponto de contato.	7.4. Contato muito fraco (lâmina metálica de 100 µm pode ser inserida), com possível dano (impacção alimentar). Reparo possível.
5.Clinicamente Deficiente (necessita substituição)	4.5. (Parcial ou completa) perda da restauração.	5.5. Restauração solta, mas ainda dentro da cavidade.	6.5. A forma é Desgaste excessivo e inaceitável. Necessita de substituição.	7.5. Contato muito fraco, com claro dano, dor ou gengivite. Necessita substituição.
Escores Funcionais	Esteticamente Aceitável (nº e %)		Não Aceitável (nº e %)	

Tabela 5- Propriedades Biológicas Segundo os Critérios de Avaliação Clínica da FDI. (Hickel *et al*, 2007).

PROPRIEDADES BIOLÓGICAS	8.Recorrência de Cárie, Erosão ou Abfração	9.Integridade Dental	10.Mucosa Adjacente
1.Clinicamente Excelente	8.1. Sem cárie secundária ou primária.	9.1. Completamente Íntegro	10.1. Mucosa adjacente à restauração saudável.

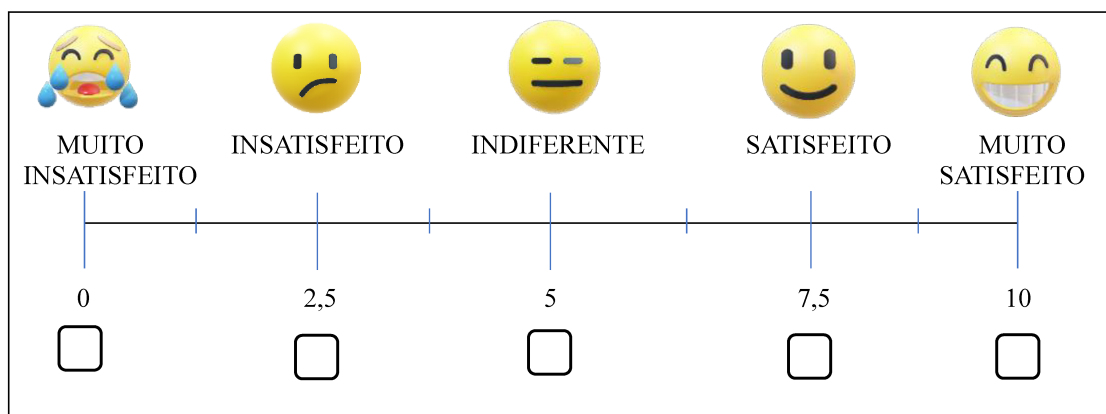
Continua

PROPRIEDADES BIOLÓGICAS	8.Recorrência de Cárie, Erosão ou Abfração	9.Integridade Dental	10.Mucosa Adjacente
2.Clinicamente bom (após polimento excelente)	8.2. Pequena e localizada: 1.Desmineralização 2.Erosão 3.Abrasão/abfração sem necessidade de tratamento preventivo.	9.2. Pequena perda de estrutura e/ou linha de fratura em esmalte (menor que 150 µm).	10.2. Saudável após pequena remoção de fatores de irritação mecânica.
3.Clinicamente suficiente ou satisfatório	8.3. Grandes áreas de: 1.Desmineralização 2.Erosão 3.Abrasão/abfração sem necessidade de tratamento preventivo.	9.3. Pequena perda de estrutura e/ou linha de fratura em esmalte (menor que 250 µm). Sem efeitos adversos.	10.3. Alteração da mucosa, mas sem suspeita de relação causal com o material restaurador.
4.Clinicamente Insatisfatório	8.4. Cárie cavitada, erosão em dentina, erosão/abfração em dentina. Localizada e acessível, pode ser reparada.	9.4. Grande perda de estrutura e/ou linha de fratura em esmalte (maior que 250µm, a sonda penetra). Exposição de dentina/base.	10.4. Suspeita de alergia moderada, liquenóide ou de reação toxicológica.
5.Clinicamente Deficiente (necessita substituição)	8.5. Cárie secundária profunda ou com dentina exposta que não é acessível para reparo da restauração.	9.5. Fratura de restauração ou da cúspide.	10.5. Suspeita de alergia severa, liquenóide ou de reação toxicológica.
Escores Biológicos	Biologia Aceitável (nº e %)		Biologia Não Aceitável (nº e %)

O atendimento clínico para avaliação do desempenho da coroa foi realizado utilizando kit clínico, sendo: espelho bucal plano número 5 (All Prime), pinça clínica para algodão (Fava), sonda exploradora número 5 (Fava) e fio dental (Hillo).

Para a avaliação subjetiva da satisfação dos pacientes, utilizou-se a Escala Analógica Visual (EVA) em T1. Os resultados foram registrados conforme os critérios de uma escala Likert detalhada na **Figura 3**.⁵⁰

Figura 3 – Escala Visual Analógica (EVA). (Hickel et al, 2007).



Durante o atendimento, os pacientes receberam a Escala (**Figura 3**) para registrar sua experiência com o tratamento. A pergunta apresentada aos participantes foi: 'Em uma escala de 0 a 10 ou de acordo com as figuras, quão satisfeito você está com a sua nova coroa, considerando estética, conforto ao mastigar, e outras experiências relacionadas, como dor ou dificuldade de higiene?'. Esta abordagem permitiu integrar diversas dimensões de satisfação em uma única pergunta, como estética, função, higienização, presença de dor ou qualquer outro problema identificado durante o período avaliado.

5. Análise Estatística

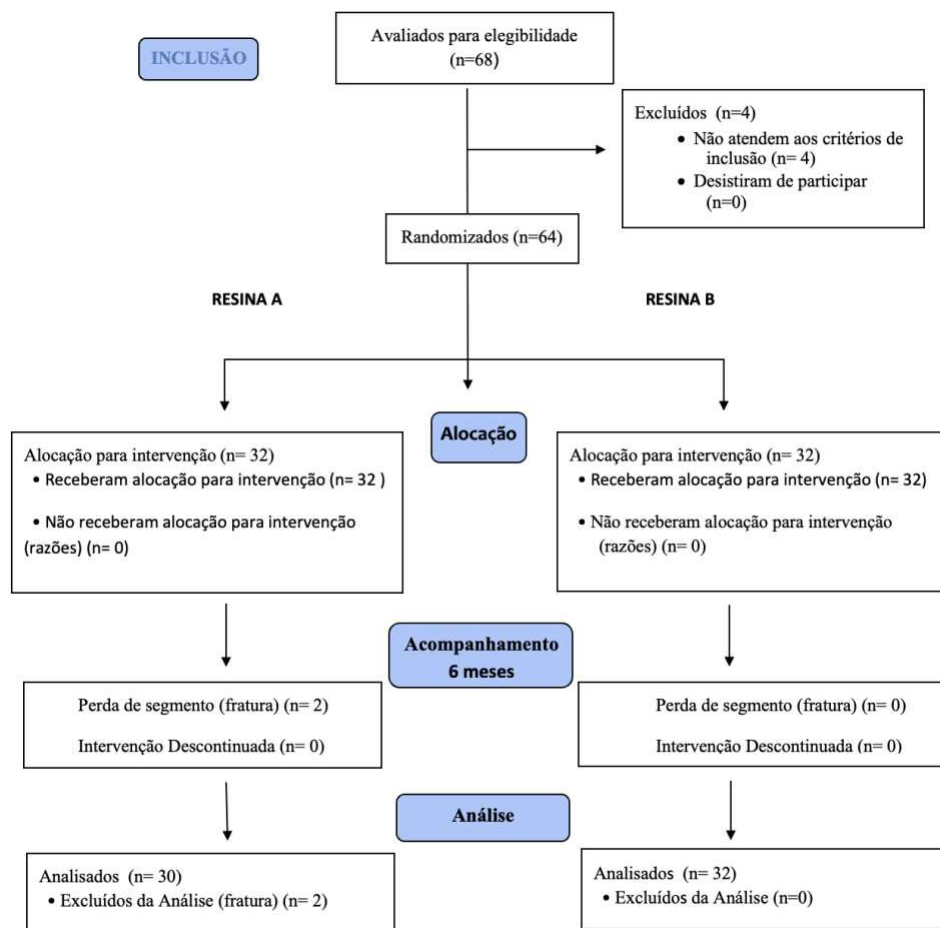
Quanto ao processo de análise de dados, estes foram inicialmente tratados, revisados, conferidos e tabulados com o auxílio de planilhas eletrônicas de cálculo do tipo MS Excel © versão 2402. Posteriormente, os demais cálculos e testes foram realizados utilizando o Statistical Package for the Social Sciences (SPSS®) – versão 22, copyright IBM Corporation e outros 1989, 2013. Para dados que não apresentaram normalidade, como no caso da alteração de cor, foi utilizado o teste U de Mann Whitney para comparar os dois grupos independentes. Aos demais, recorreu-se à estatística descritiva com apoio de gráficos devido à natureza qualitativo-clínica concentrando-se na frequência de ocorrência das notas atribuídas pelos pacientes e pelos dois avaliadores clínicos.

4. RESULTADOS

Entre junho de 2023 e janeiro de 2024, 64 dentes posteriores em 40 pacientes (10 homens e 30 mulheres) foram restaurados com 64 coroas impressas em resina para impressão 3D em CAD/CAM de duas marcas comerciais, Varseo Smile Crown (VS) e Prizma Biocrown (BC), ambas na cor A2. Duas unidades sofreram fraturas e foram substituídas durante o intervalo entre T0 e T1, não sendo incluídas na amostra final.

Os detalhes referentes à alocação dos participantes e ao acompanhamento realizado durante esse período de seguimento estão descritos no diagrama de fluxo CONSORT (**Figura 4**).

Figura 4 - Fluxograma Consort



Durante a consulta inicial, foram levantadas as características pessoais e clínicas de cada paciente. O perfil descritivo da amostra está resumido na **Tabela 6**.

Tabela 6 - Perfil descritivo da amostra de pesquisa.

Características	Detalhamento	Amostra total (n=62)	Resina VS (n=30)	Resina BC (n=32)
Sexo (unidades)	Feminino	51	24	27
	Masculino	11	6	5
Idade (anos)	Mínimo	27	27	27
	Máximo	74	63	74
	Média	46,61	46,03	47,16
Dente (unidades)	Pré-molar	38	16	22
	Molar	24	14	10
Substrato(unidades)	NMF ^(a)	13	6	7
	NP ^(b)	14	6	8
	PF ^(c)	31	16	15
	VT ^(d)	4	2	2
Férula (unidades)	Sim	55	26	29
	Não	7	4	3
Hábito Alimentar que Favoreça Manchamento (unidades)	Sim	7	4	3
	Não	55	26	29
Antagonista (unidades)	Ausente	1	0	1
	Coroa metálica	1	1	0
	Coroa impressa	5	2	3
	Coroa porcelana	2	1	1
	Coroa resina	1	0	1
	Dente	52	26	26
Força T0 (N)	Mínimo	22,06	22,06	87,77
	Máximo	750,23	750,23	505,55
	Média	210,55	217,00	204,69
Força T1 (N)	Mínimo	58,35	58,35	81,88
	Máximo	627,64	610,12	627,64
	Média	216,64	214,29	218,78

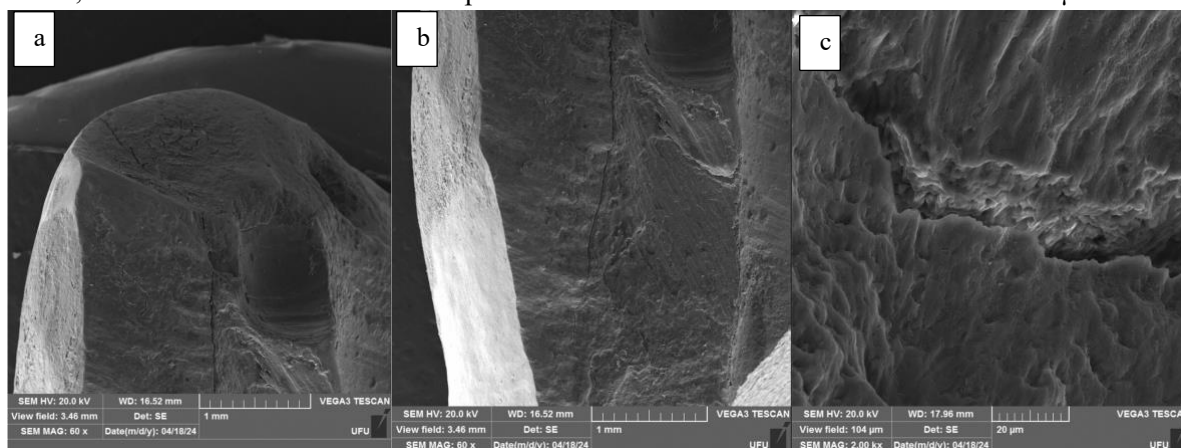
Legenda:

- (a) NMF = Núcleo metálico fundido;
- (b) NP = Núcleo de preenchimento;
- (c) PF = Pino de fibra de vidro;
- (d) VT = Dente vital.

Para a análise das trincas nos fragmentos dentais, utilizou-se a microscopia eletrônica de varredura (MEV). A **Figura 4** ilustra o fragmento de uma das duas coroas fraturadas entre T0 e T1.

Figura 4 - Imagem de microscopia eletrônica de varredura de um fragmento dental com trinca. A imagem destaca a linha de fratura e permite uma visualização detalhada da morfologia da

trinca, incluindo suas características superficiais. Aumento de 5000x. Barra de escala = 2 μ m.



Legenda:[a] = Vista geral do fragmento com linha de fratura;[b] = Detalhe ampliado da linha de fratura;[c] = Maior aumento: morfologia da superfície da trinca.

A análise de frequência para alteração de cor, revelou que 80% das coroas da VS e 91% das coroas de resina PB estavam dentro dos limiares de incompatibilidade, conforme as **Tabelas 7 e 8**, respectivamente.

Tabela 7 - Análise de perceptibilidade e aceitabilidade relacionadas às alterações de cor da resina VS, com base no $\Delta E00$.

Substrato	Excelente combinação ^(a)	Correspondência aceitável ^(b)	Tipo de incompatib. ^(c) [a]	Tipo de incompatib. ^(d) [b]	Tipo de incompatib. ^(e) [c]	Frequência absoluta
NMF ^(f)	0	1	2	1	2	6
NP ^(g)	1	1	1	1	2	6
PF ^(h)	0	3	8	2	3	16
VT ⁽ⁱ⁾	0	0	1	1	0	2
Frequência absoluta (n)	1	5	12	5	7	30
Frequência relativa (%)	3%	17%	40%	17%	23%	100%

Legenda:

- (a) Excelente combinação = $\Delta E00 \leq 0,80$;
- (b) Correspondência aceitável = $0,80 < \Delta E00 \leq 1,80$;
- (c) [a] = incompatibilidade moderadamente inaceitável = $1,80 < \Delta E00 \leq 3,60$;
- (d) [b] = incompatibilidade claramente inaceitável = $3,60 < \Delta E00 \leq 5,40$;
- (e) [c] = incompatibilidade extremamente inaceitável = $\Delta E00 > 5,40$;
- (f) NMF = Núcleo metálico fundido;
- (g) NP = Núcleo de preenchimento;
- (h) PF = Pino de fibra de vidro;
- (i) VT = Dente vital.

Tabela 8 - Análise de perceptibilidade e aceitabilidade relacionadas às alterações de cor da resina BC, com base no $\Delta E00$.

Substrato	Excelente combinação ^(a)	Correspondência aceitável ^(b)	Tipo de incompatib. ^(c) [a]	Tipo de incompatib. ^(d) [b]	Tipo de incompatib. ^(e) [c]	Frequência absoluta
NMF ^(f)	0	0	1	2	4	7
NP ^(g)	0	0	6	2	0	8
PF ^(h)	0	3	7	3	2	15
VT ⁽ⁱ⁾	0	0	0	1	1	2
Frequência absoluta (n)	0	3	14	8	7	32
Frequência relativa (%)	0%	9%	44%	25%	22%	100%

Legenda:

- (a) Excelente combinação = $\Delta E00 \leq 0,80$;
- (b) Correspondência aceitável = $0,80 < \Delta E00 \leq 1,80$;
- (c) [a] = incompatibilidade moderadamente inaceitável = $1,80 < \Delta E00 \leq 3,60$;
- (d) [b] = incompatibilidade claramente inaceitável = $3,60 < \Delta E00 \leq 5,40$;
- (e) [c] = incompatibilidade extremamente inaceitável = $\Delta E00 > 5,40$;
- (f) NMF = Núcleo metálico fundido;
- (g) NP = Núcleo de preenchimento;
- (h) PF = Pino de fibra de vidro;
- (i) VT = Dente vital.

Análises descritivas das **Tabelas 9 e 10** detalharam o comportamento das resinas VS e BC em relação à alteração de cor por substrato, porém sem diferenças estatísticas significativas entre as resinas ($p=0,05$), conforme demonstrado na **Tabela 11**.

Tabela 9 - Análise descritiva dos valores de observados para $\Delta E00$ acerca da perceptibilidade e aceitabilidade relacionadas às alterações de cor da resina VS.

Substrato	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Amplitude ^(a)
NMF ^(b)	4,17	4,28	1,24	6,80	5,56
NP ^(c)	5,68	3,61	0,47	14,19	13,72
PF ^(d)	3,09	2,42	0,82	7,79	6,97
VT ^(e)	3,50	3,50	3,32	3,67	0,35

Legenda:

- (a) Amplitude = valor máximo observado – valor mínimo observado;
- (b) NMF = Núcleo metálico fundido;
- (c) NP = Núcleo de preenchimento;
- (d) PF = Pino de fibra de vidro;
- (e) VT = Dente vital.

Tabela 10 - Análise descritiva dos valores de observados para $\Delta E00$ acerca da perceptibilidade e aceitabilidade relacionadas às alterações de cor da resina BC.

Substrato	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Amplitude ^(a)
NMF ^(b)	8,30	7,19	2,20	15,61	13,41
NP ^(c)	3,05	2,91	2,00	5,06	3,06
PF ^(d)	3,43	2,72	1,18	10,13	8,96
VT ^(e)	7,25	7,25	4,44	10,07	5,63

Legenda:

- (a) Amplitude = valor máximo observado – valor mínimo observado;
- (b) NMF = Núcleo metálico fundido;
- (c) NP = Núcleo de preenchimento;
- (d) PF = Pino de fibra de vidro;
- (e) VT = Dente vital.

Tabela 11 - Resumo do teste U de Mann-Whitney para amostras independentes, entre resinas VSxBC.^(a)

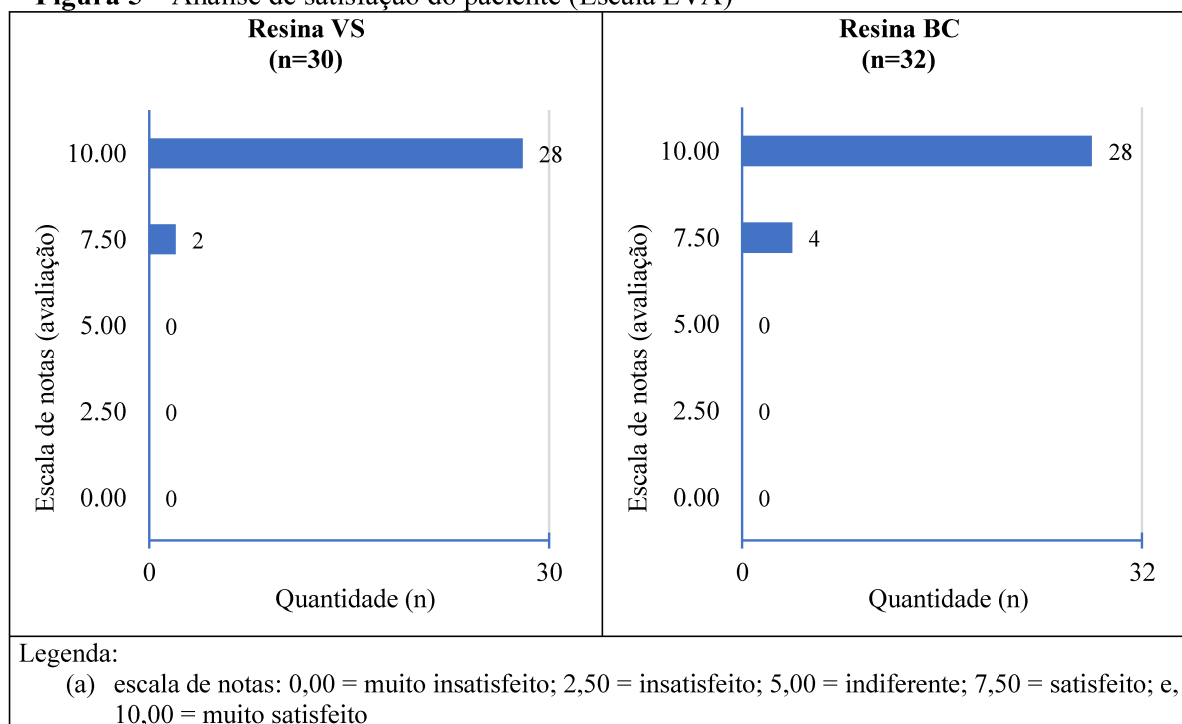
Parâmetros	NMF ^(b)	NP ^(c)	PF ^(d)	VT ^(e)
Resina A (n)	6	6	16	2
Resina B (n)	7	8	15	2
Estatística U	31	21	136	4
Sig. do valor-p	0,181	0,755	0,545	0,333

Legenda:

- (a) Nível de significância = 0,05
- (b) NMF = Núcleo metálico fundido;
- (c) NP = Núcleo de preenchimento;
- (d) PF = Pino de fibra de vidro;
- (e) VT = Dente vital

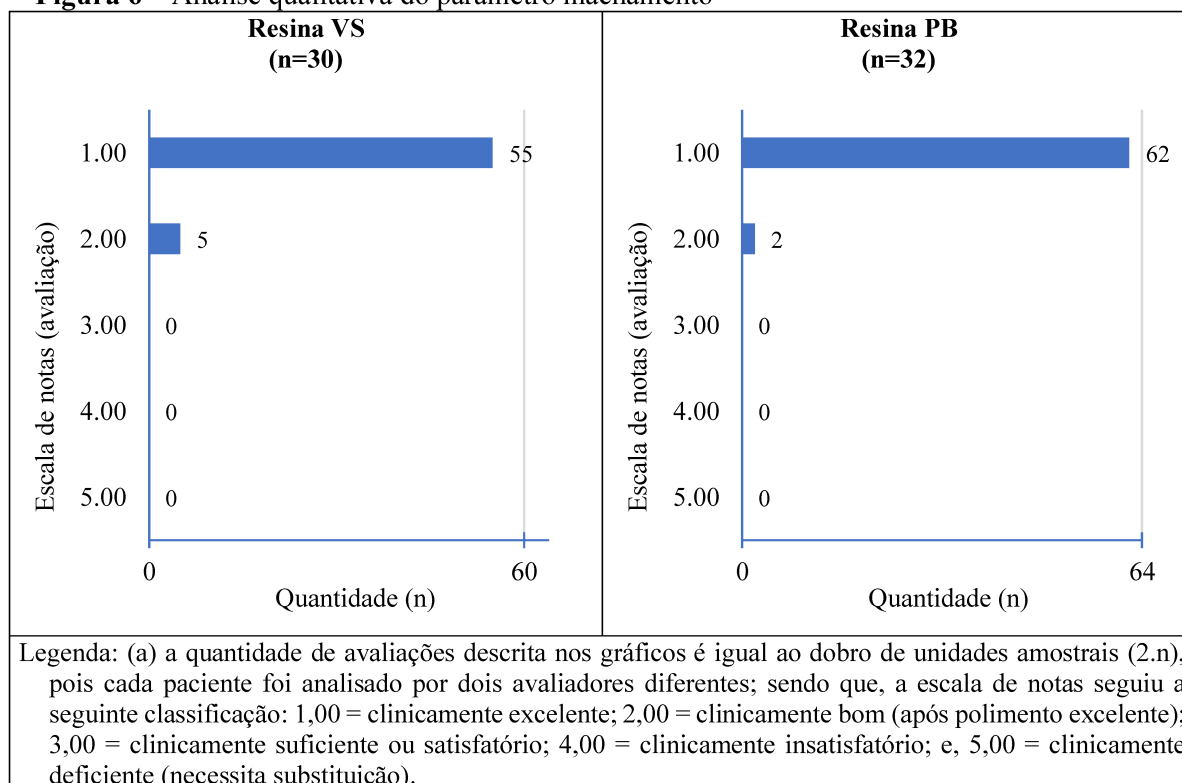
Em relação à satisfação do paciente, 93,3% dos participantes alegaram estar muito satisfeitos e 6,6% estão satisfeitos com a resina VS e, comparativamente a 87,5% estão muito satisfeitos e 12,5% satisfeitos com a resina BC, conforme ilustrado na **Figura 5**.

Figura 5 – Análise de satisfação do paciente (Escala EVA)^(a)



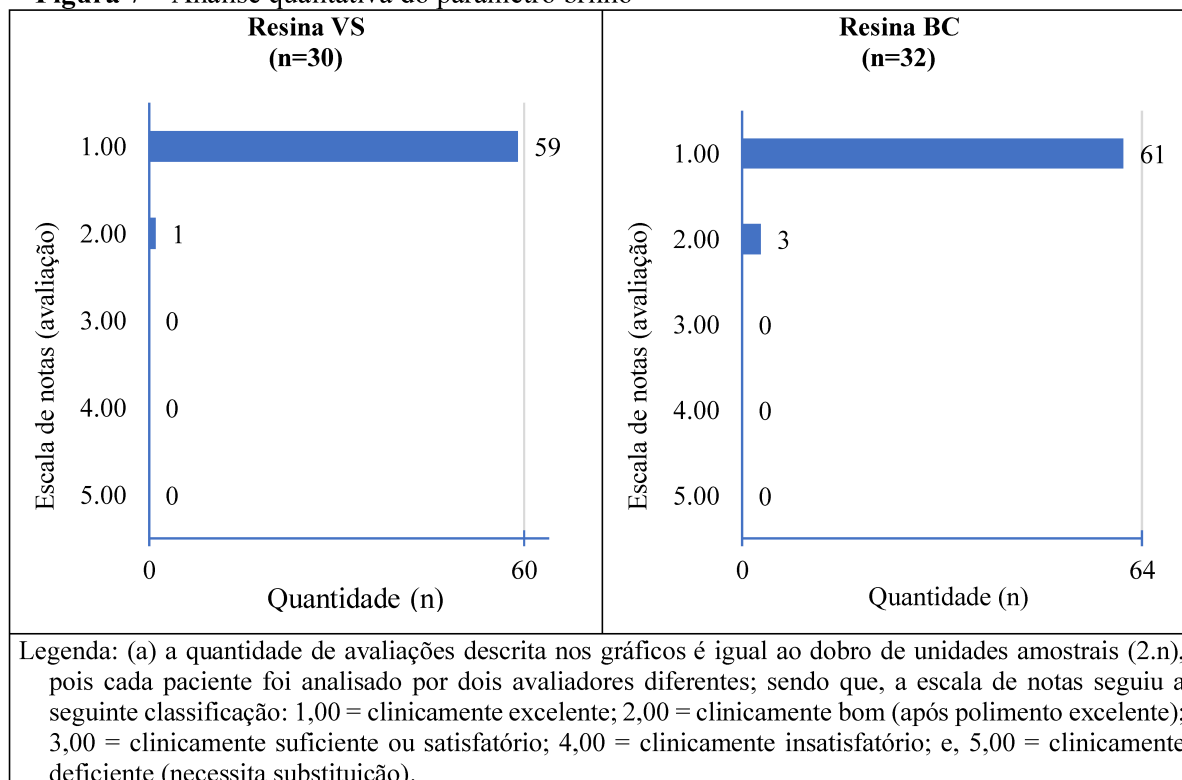
A avaliação clínica do mancharmento indicou que 91,6% das coroas de resina VS foram classificadas como excelentes e 8,4% como clinicamente bom, enquanto a resina BC alcançou 96,8% de excelente desempenho clínico e 3,2% foram classificadas como clinicamente bom. (**Figura 6**).

Figura 6 – Análise qualitativa do parâmetro machamento^(a)



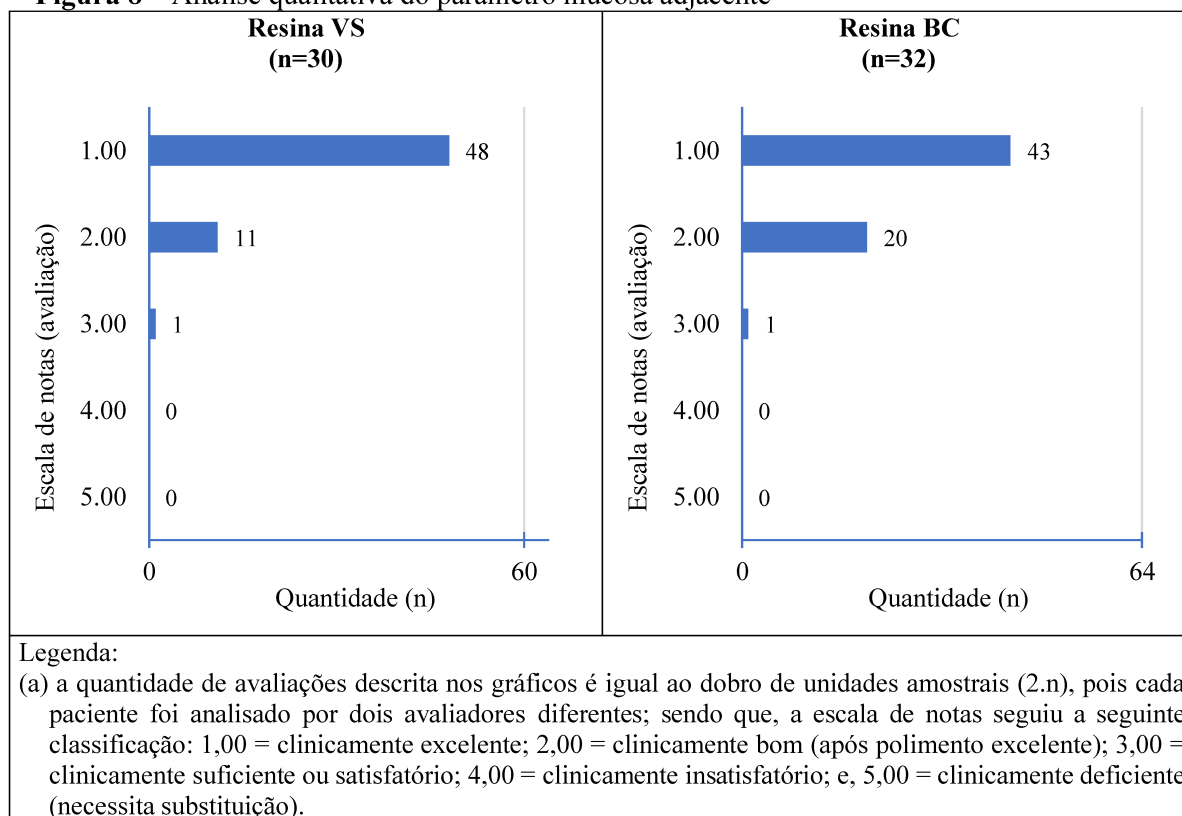
Na análise clínica, o brilho superficial foi considerado excelente em 98,3% e bom em 1,7% nas coroas avaliadas na resina VS. Para resina BC, 95,3% excelentes e 4,7% classificadas com bom desempenho (**Figura 7**).

Figura 7 – Análise qualitativa do parâmetro brilho^(a)



A avaliação da mucosa adjacente mostrou que 80% das coroas de resina VS estavam clinicamente excelentes, bom para 18,3% e 1,6% aceitáveis. Enquanto para resina BC 67,1% das coroas foram classificadas como clinicamente excelentes, 31,2% bom e 1,7% satisfatório (**Figura 8**).

Figura 8 – Análise qualitativa do parâmetro mucosa adjacente^(a)



Ambas as resinas apresentaram um desempenho clínico excelente em 100% das avaliações para o critério de desgaste (**Figura 9**). Referente a forma anatômica, mantendo sua aparência estética geral, a resina VS foi considerada clinicamente excelente em 90% das avaliações e 10% bom. Já para a resina BC, das unidades foram consideradas: 96,9% clinicamente excelente e 3,1 bom, segundo apresentado na **Figura 10**.

Figura 9 – Análise qualitativa do parâmetro desgaste^(a)

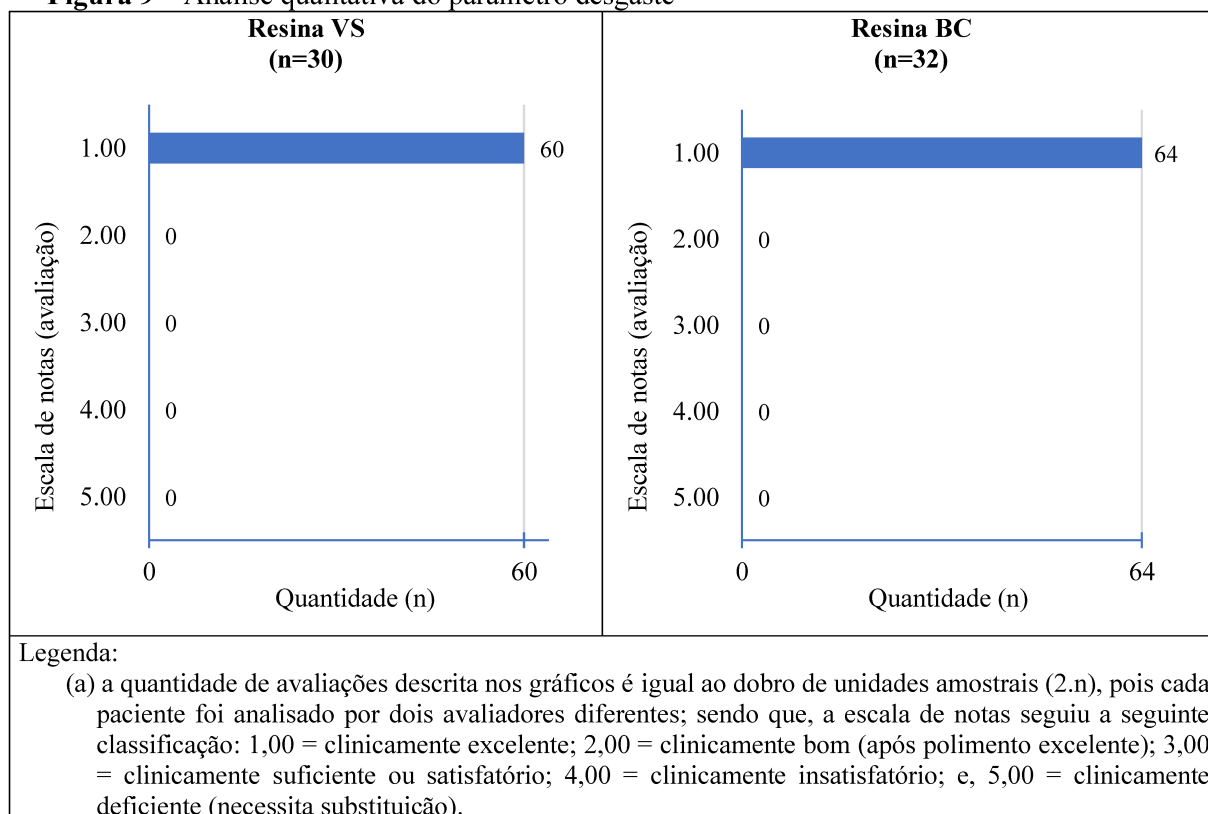
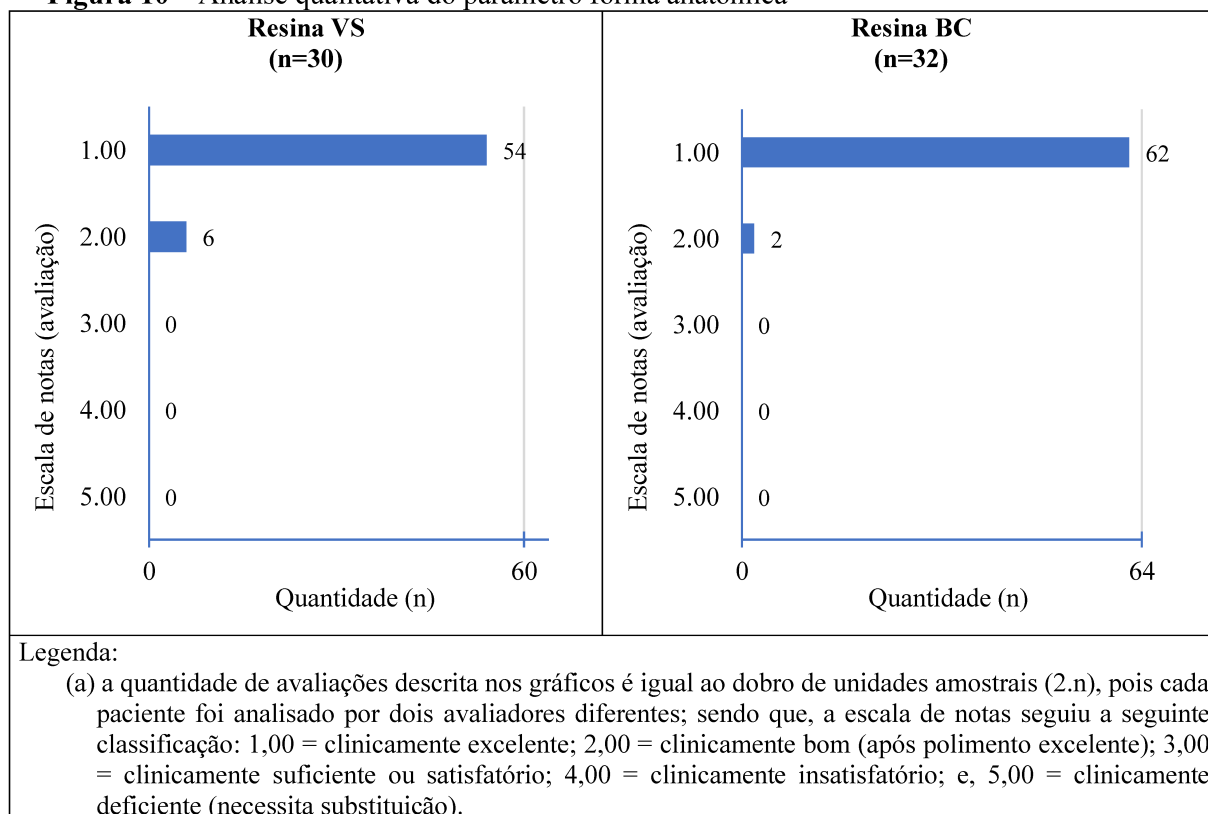
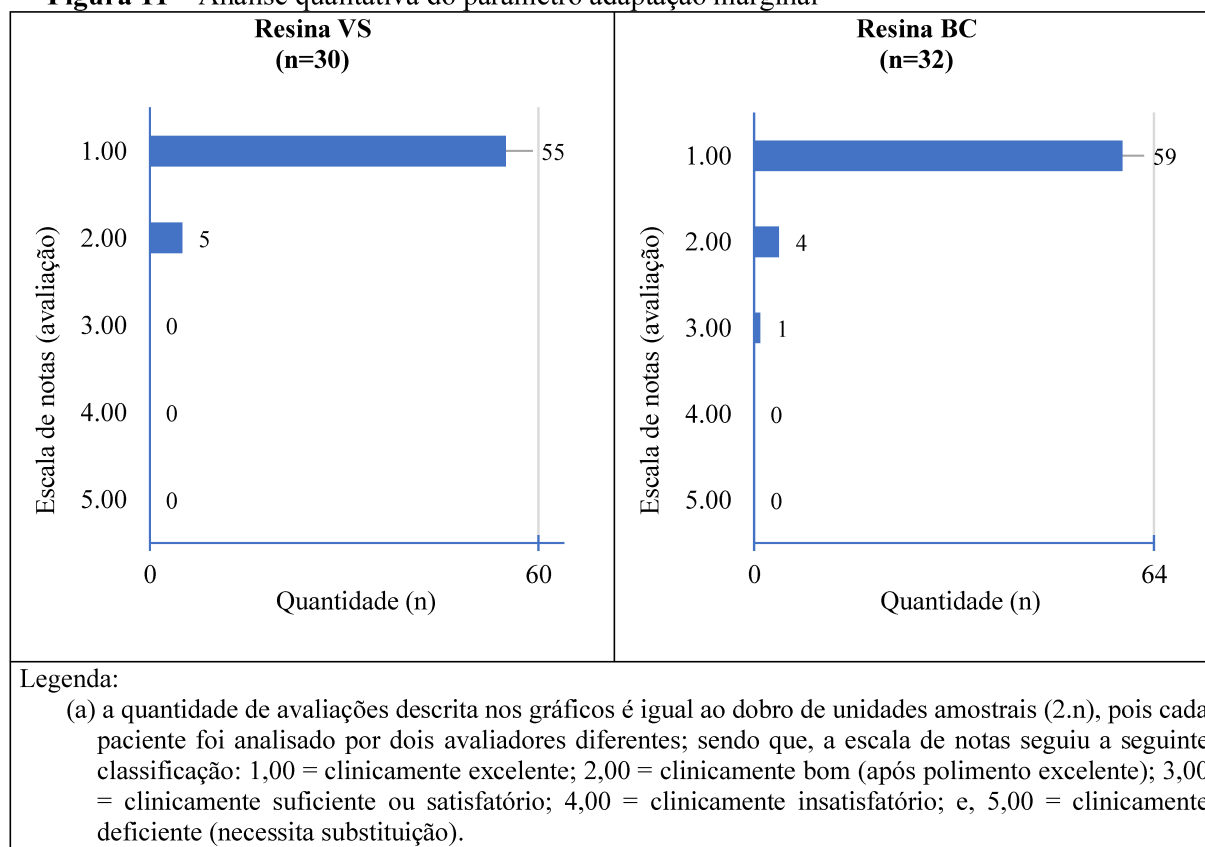


Figura 10 – Análise qualitativa do parâmetro forma anatômica^(a)



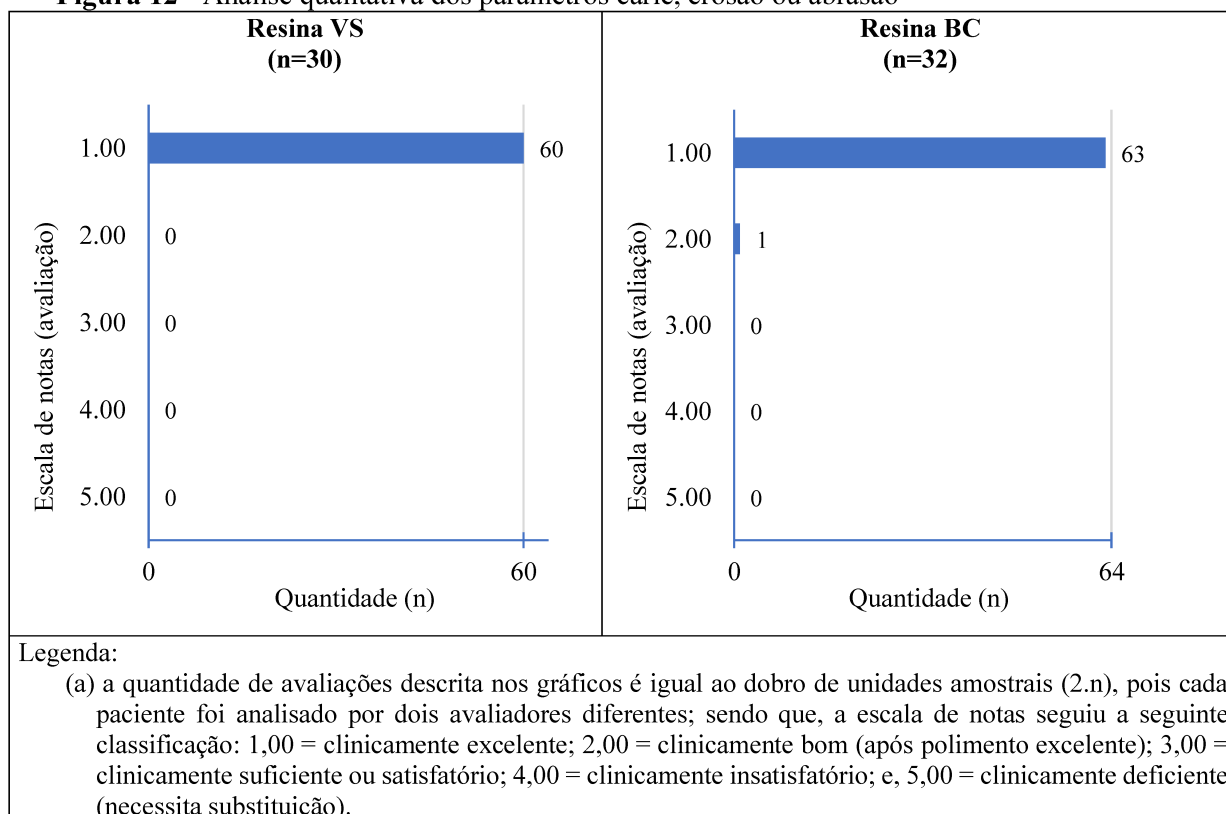
O parâmetro adaptação marginal apresentou os seguintes resultados: 91,6% clinicamente excelente e 8,3% bom para a resina VS. Enquanto para a resina BC obtivemos 92,3% excelente; 6,2% bom e 1,5% clinicamente satisfatório (**Figura 11**).

Figura 11 – Análise qualitativa do parâmetro adaptação marginal^(a)



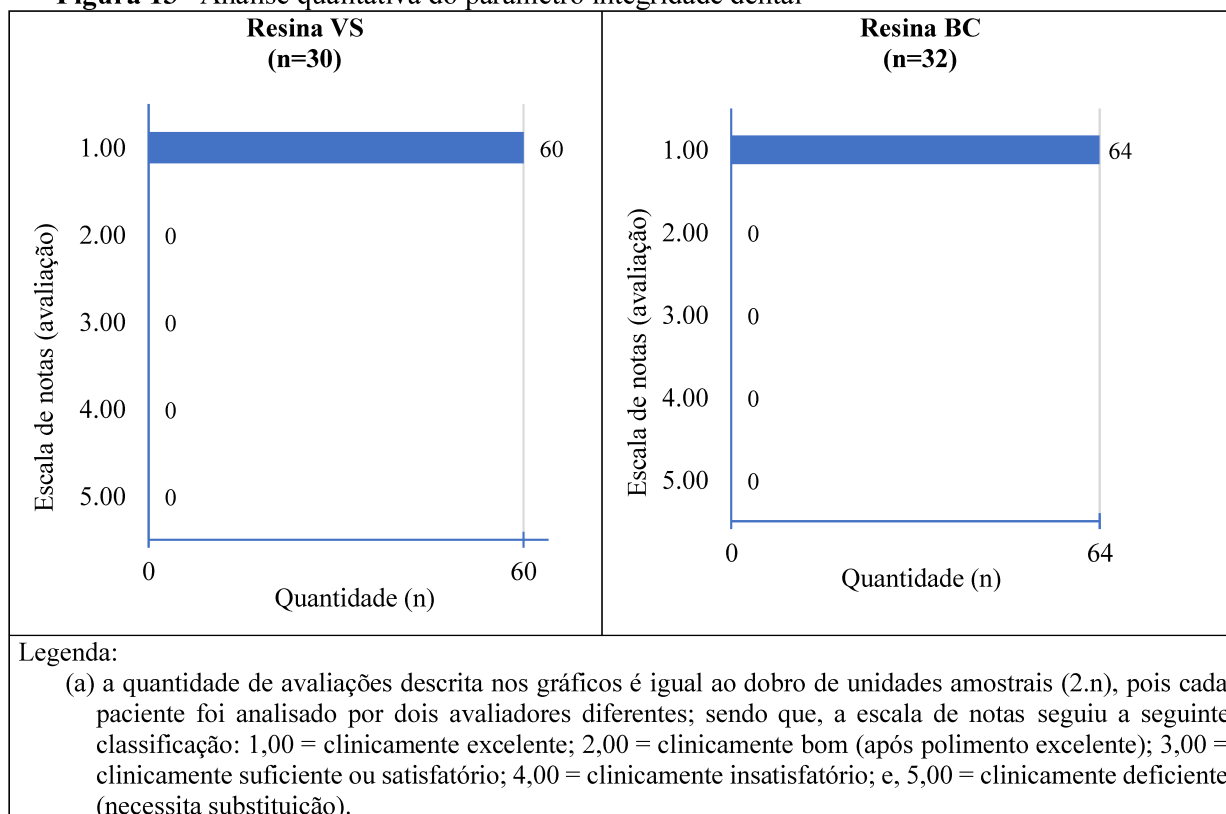
Resultados para cárie, erosão ou abrasão mostraram um comportamento clínico excelente em 100% das coroas de resina VS e para resina BC das unidades foram consideradas 98,4% excelente e 1,6% bom (**Figura 12**).

Figura 12 - Análise qualitativa dos parâmetros cárie, erosão ou abrasão^(a)



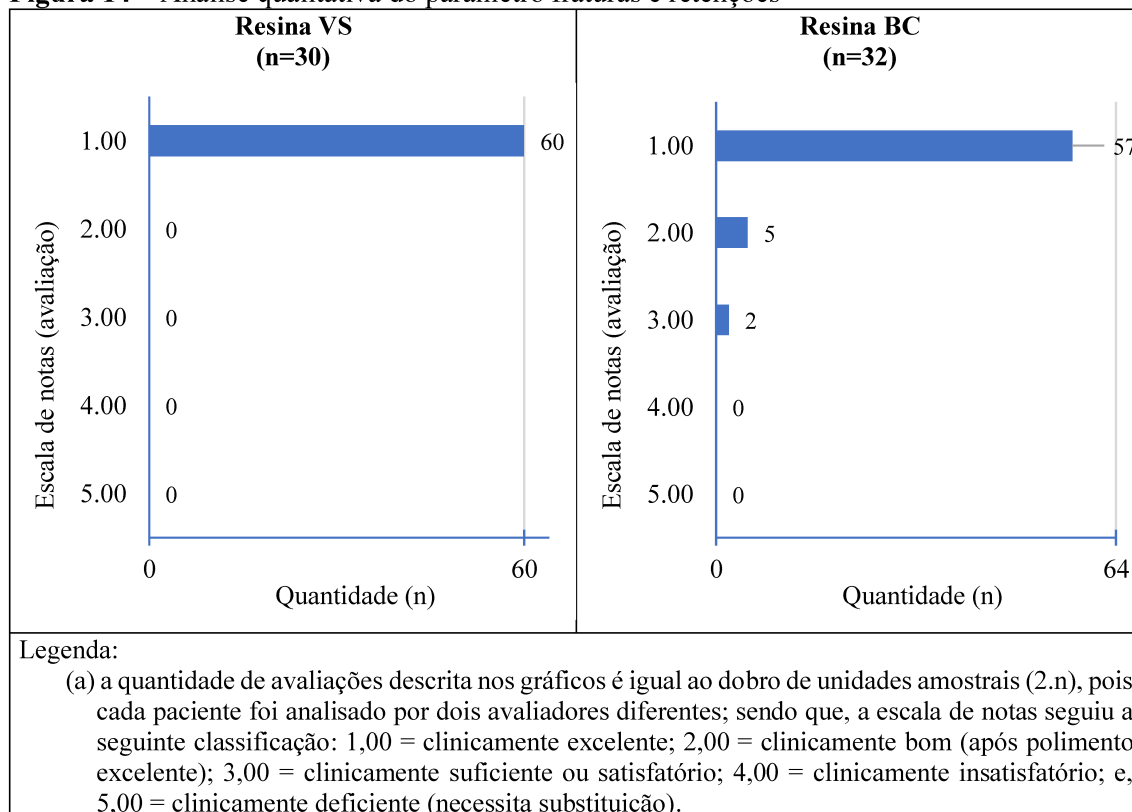
A integridade dental também foi avaliada como excelente em 100% das coroas para ambas as resinas (**Figura 13**).

Figura 13– Análise qualitativa do parâmetro integridade dental^(a)



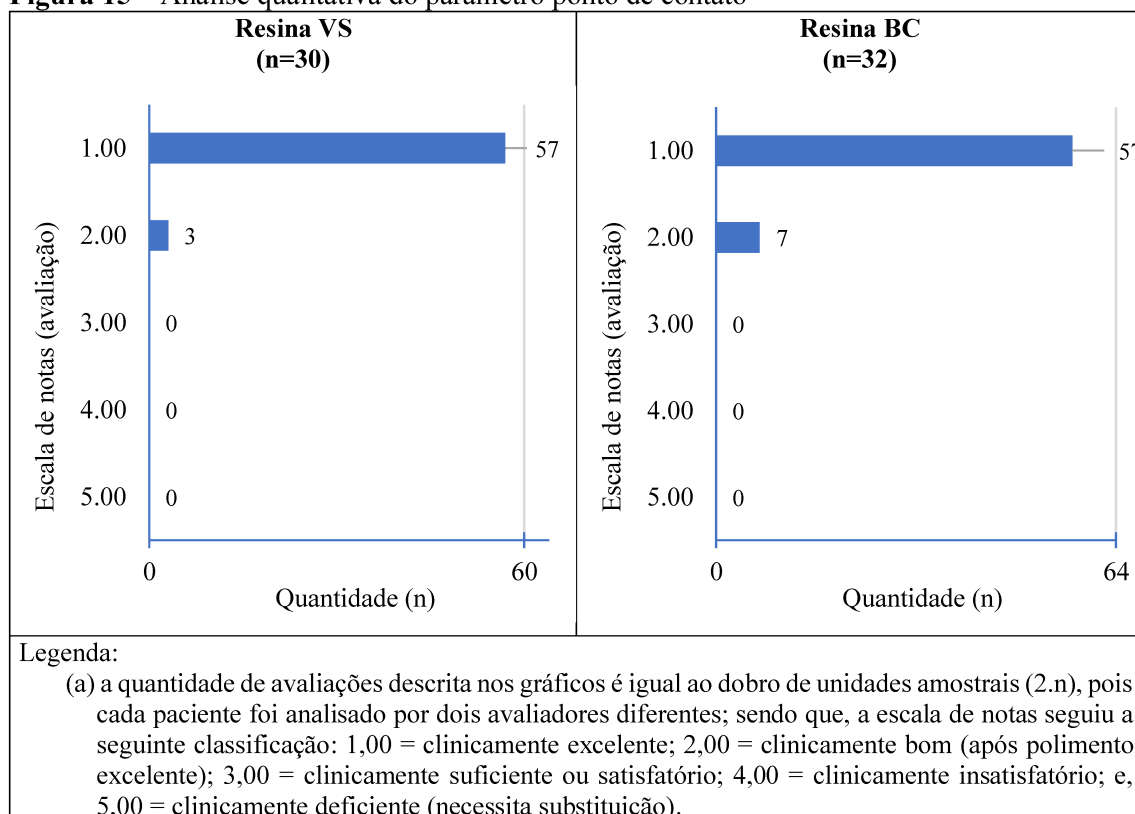
No critério de fraturas e retenções, a resina VS teve todas as coroas classificadas como excelentes, enquanto a resina BC apresentou 89,06% como excelentes; 7,8% como boas; e 3,1% como satisfatórias (**Figura 14**).

Figura 14 – Análise qualitativa do parâmetro fraturas e retenções^(a)



Por fim, a avaliação dos pontos de contato proximais mostrou que na resina VS foi clinicamente excelente para 95% das coroas e bom para 5%. Já para a resina PB, 89% apresentavam-se clinicamente excelente e 11% bom (**Figura 15**).

Figura 15 – Análise qualitativa do parâmetro ponto de contato^(a)



5. DISCUSSÃO

No conhecimento dos autores, este estudo representa o primeiro ensaio clínico randomizado abordando resinas destinadas à impressão 3D para a confecção de coroas posteriores definitivas ou de longa duração em dentes permanentes. No presente estudo, a seleção da impressora e das resinas foi baseada na disponibilidade que o Sistema Público de Saúde (SUS) teria para adquiri-las, garantindo assim uma abordagem alinhada às possíveis realidades desse setor. O esforço do trabalho é para avaliar se as pesquisas que mostram propriedades biomecânicas apropriadas desses materiais^{5,39,42,46,67} podem ser expandidas para a prática clínica diária, oferecendo alternativa para aqueles que necessitam de reabilitação oral, mas enfrentam restrições financeiras. Em relação à saúde pública, benefícios à máquina pública e principalmente à população que depende desse serviço e que aguarda a oportunidade de atendimento reabilitador oral pode estar mais próximo. A hipótese nula de que não haveria diferença significativa em relação ao desempenho clínico das resinas para impressão 3D para coroas definitivas foi aceita.

No geral, a amostra apresentou um número adequado de unidades (n=62); contudo, ao segmentar esses dados conforme os remanescentes dentários, notou-se uma variação significativa no número de observações, destacando-se a categoria “dentes vitais”, que

registrou apenas duas coroas para cada tipo de resina analisada (**Tabela 6**). A padronização dos substratos dentários foi um critério considerado no planejamento do estudo, dado que a cor final da restauração é significativamente influenciada pela interação entre o substrato dentário, o agente de união (cimento resinoso) e a restauração indireta.⁵⁷⁻⁵⁹ No entanto, por querer retratar a realidade do Sistema Público de Saúde brasileiro, o tipo de remanescente dentário não foi um critério de exclusão. Em vez disso, foi considerado como um potencial fator de confusão, o que levou à adoção de estratégias para assegurar uma distribuição equitativa dos diferentes tipos de remanescentes dentários entre os grupos estudados (**Tabela 6**). Optou-se, adicionalmente, por utilizar uma única cor de cimento resinoso para minimizar variações na cor da restauração final.^{58,59}

Este estudo seguiu as recomendações da literatura para melhor desempenho das resinas para impressão 3D.^{7,46,49, 53-55,66} No entanto, a resina VS apresentou duas fraturas irreparáveis antes do período de avaliação T1, que foram imediatamente substituídas após reavaliação do preparo dentário. Contudo, devido ao fato de não terem completado os seis meses de acompanhamento, estas amostras não foram incluídas na análise estatística deste momento da pesquisa. Uma das fraturas ocorreu em um pré-molar de um homem com força de mordida registrada em 550,17 N, quatro meses após a cimentação; a outra, em um molar de uma mulher com força de mordida de 527,12 N, cinco meses após a cimentação. Um fator comum notado em ambos os casos foi que a força de mordida excedia a média observada para o conjunto da amostra (**Tabela 6**). Um fragmento de uma das coroas foi analisado por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), e as imagens capturadas, apresentadas na **Figura 4**, fornecem informações pertinentes apenas a esse fragmento onde é observada extensa trinca com microfissuras e irregularidades.

Para verificação de cor, estudos mostram que a avaliação instrumental utilizando espectrofotômetros portáteis são benéficos, convenientes e mais confiáveis^{40,66,71} utilizando o espaço CIELAB para a indicação de cores.^{40,46} Fato é que a interpretação dos resultados clínicos não pode ser totalmente contextualizada em termos de relevância para a vida real sem uma comparação com as tolerâncias de perceptibilidade e aceitabilidade.^{73,74} Entende-se como perceptibilidade a menor diferença de cor que pode ser detectada por um observador. Um limite de perceptibilidade 50:50 refere-se a uma situação em que 50% dos observadores considerariam a restauração dentária como exigindo correção de cor, enquanto os outros 50% considerariam a diferença de cor aceitável. Analogamente, a diferença de cor que é aceitável para 50% dos observadores

corresponde a um limite de aceitabilidade (AT) de 50:50%.^{73,74} A fórmula da diferença de cor é importante para permitir uma melhor correlação entre os julgamentos visuais (PT/AC) e os valores instrumentais de diferença de cor.⁵¹ Para quantificar a diferença perceptual entre duas cores, $\Delta E00$ foi a fórmula selecionada para aferir os limiares de AC/PT por fornecer um ajuste melhor na avaliação de tolerâncias visuais, superando outras fórmulas de diferença de cor por uma grande margem.^{51,71,73,74}

Os resultados demonstraram uma alta frequência de coroas classificadas nos limiares de incompatibilidade referente a alteração de cor entre T0 e T1 (**Tabelas 7 e 8**). Essa tendência é corroborada por estudos *in vitro*, no qual resinas utilizadas para a fabricação de coroas definitivas foram avaliadas, revelando alterações de cor que foram consideradas moderadamente inaceitáveis, conforme estipulado pelos limiares mencionados.³⁹⁻⁴¹ A resina BC demonstrou uma porcentagem mais elevada de $\Delta E00$, acima dos limiares de incompatibilidade, com 91%, comparativamente aos 80% observados para resina VS. Esta diferença notável pode ser atribuída à translucidez aumentada da resina BC, observada visualmente após a impressão das coroas. Tal característica pode comprometer a capacidade de mascaramento da resina, dependendo do substrato para cimentação, elemento crucial para determinar a cor final das restaurações indiretas.⁵⁷ Variações na cor das restaurações também podem ser influenciadas pela escolha dos materiais, orientações de impressão e técnicas de pós-processamento.^{5,39,42,46,67} Neste estudo, todas as coroas foram impressas com uma espessura de camada de 50 μ m e orientação de 90°, independentemente do material. Considerando que o material foi a única variável no processo de fabricação, esses achados reforçam a hipótese de que diferenças na composição das resinas de diferentes fabricantes podem afetar os níveis de dispersão e absorção de luz, alterando assim os índices de refletância e transmissão nas interfaces (multicamadas) e, por consequência, a translucidez.⁵ Embora tenha sido observado interação entre diferentes substratos e resinas quanto à alteração de cor (**Tabela 9 e 10**), essa tendência não se manteve ao compararmos as resinas VS e BC nos resultados de $\Delta E00$. A análise estatística indicou que não há diferença significativa entre as resinas em relação à alteração de cor (**Tabela 11**).

A satisfação pessoal do paciente em relação ao tratamento realizado é um aspecto importante a ser considerado. Os resultados indicam que os pacientes demonstraram boa satisfação com a coroa definitiva, independentemente da alteração de cor apresentada (**Figura 5**), o que corrobora a ideia de que a aceitação ou rejeição de uma cor pelo paciente não se baseia em valores numéricos, mas sim na percepção visual (aparência).⁷⁰ Portanto,

embora os limiares de PT forneçam orientações valiosas, existe uma priorização da AC sobre PT⁷³ e a recomendação de que o uso do material como uma restauração permanente não pode ser feita⁴¹ deve ser avaliada com cautela por considerar que as nuances da prática clínica podem influenciar essa recomendação. Em situações reais, diversos fatores, como as condições clínicas do paciente, suas expectativas estéticas, a localização do dente afetado e as considerações financeiras, podem influenciar a decisão em relação à substituição da restauração.

O sucesso de uma restauração também está intrinsecamente ligado ao seu desempenho clínico. A avaliação de novos materiais, como as resinas utilizadas na impressão 3D de coroas, exige a adoção de critérios baseados em uma metodologia científica rigorosa, que contemple aspectos estéticos, biológicos e funcionais. Esses aspectos são abrangidos pelos Critérios de Avaliação Clínica da FDI, os quais proporcionam uma avaliação (pontuação) mais sensível e discriminativa do que os critérios de Ryge tradicionalmente aplicados pela *United States Public Health Service* (USPHS).⁵⁰ Em concordância que, em estudos de acompanhamento de 6 a 12 meses, restaurações inaceitáveis são raras ou inexistentes, a diferenciação entre resultados excelentes (pontuação 1) e bons resultados (pontuação 2) se torna ainda mais importante.⁴⁰ Alterações nas três primeiras categorias de pontuação podem revelar tendências a falhas no desempenho das restaurações e identificar pontos de fragilidade no material.⁵⁰ Assim sendo, atentando aos resultados para manchamento, observa-se que as resinas VS e PB demonstram um comportamento adequado (**Figura 6**). É relevante relatar que não foram observados manchamentos marginais nas coroas, um fator de relevância significativa, visto que, se presentes na interface cavo-superficial, podem indicar possíveis falhas futuras.⁶⁴ A espessura da camada e a orientação da impressão são novamente identificadas como características importantes que podem influenciar o manchamento.³⁸ Embora estudo prévio apresentou melhores resultados para os grupos onde a impressão era realizada em camadas de 100µm,³⁸ optou-se nesta pesquisa por imprimir as coroas em camadas de 50 µm baseado nas recomendações dos fabricantes^{32,33} e pelas vantagens biomecânicas que essa espessura oferece conforme observado.^{7,39}

A avaliação clínica do brilho superficial foi realizada de forma qualitativa, comparando o brilho das restaurações ao do esmalte dentário. A literatura sugere que um brilho inferior ao do esmalte pode indicar uma maior rugosidade superficial, conforme demonstrado em estudo prévio⁽⁵⁰⁾. Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam um bom desempenho das resinas nesse critério (**Figura 7**). Esta qualidade é parcialmente atribuída

à espessura de camada de 50 μm , que se mostrou eficaz em reduzir a aspereza superficial dos espécimes impressos.⁷ O processo de acabamento e polimento também influencia na textura e rugosidade superficial e neste estudo, optou-se pelo polimento convencional com instrumentos proporcionam rugosidade inferior a 0,2 μm em comparação com selantes de superfície.^{40,42,60,61} Contudo, na avaliação em T1, observou-se variação no critério “mucosa adjacente” para ambas as resinas (**Figura 8**). Apesar de clinicamente aceitáveis, este foi o critério com maior variação. A literatura correlaciona o aumento na rugosidade superficial ao longo do tempo das resinas para impressão com um aumento na retenção de placa e dificuldades de higienização.^{40,41} Isso pode também estar associado ao grau de conversão da resina.^{7,46} Para mitigar esses efeitos, após a avaliação, a coroa era novamente polida e os pacientes recebiam orientações reforçadas sobre escovação e uso do fio dental.

A forma anatômica foi avaliada por seu efeito na aparência estética geral, e o desgaste pode alterar esta forma. Contudo, desde que a mudança não seja perceptível a uma distância social, o resultado é considerado aceitável.⁵⁰ Embora todas as coroas tenham sido classificadas como clinicamente excelentes em relação ao desgaste (**Figura 9**), ele não se aplicou à forma anatômica (**Figura 10**). Essa discrepância pode ser atribuída à necessidade de ajustes na forma da coroa, especialmente quando se trata de antagonistas posicionados de forma não ideal na arcada do que diretamente ao desgaste do material ao longo de T1.

A investigação clínica da adaptação marginal é importante pois qualquer deterioração é um preditor de possíveis falhas futuras.^{6,50} A atribuição de uma pontuação 3 para a resina BC (**Figura 11**) pode ser justificada pela detecção de um excesso de cimento na margem cervical durante a avaliação, o qual foi posteriormente removido e a superfície polida. Notavelmente, durante o período de T1, não foram registrados casos de descementações, o que contradiz os achados de estudos anteriores que mostraram que nos primeiros 6 meses, dentre as duas maiores prevalências de complicações, uma delas são os descolamentos de coroas.^{56,62} Situação que pode ser justificada pela integridade marginal, já observada em estudo onde a adaptação se mostra superior às coroas fresadas⁴⁴ e principalmente, pela capacidade adesiva do material, contribuindo com sua longevidade.^{48,50,55} Fato que também pode justificar o excelente desempenho clínico nos critérios “cárie, erosão, abrasão” (**Figura 12**) e “integridade dental” (**Figura 13**) das coroas impressas em T1.

Para os parâmetros de fratura e retenção da restauração, as coroas impressas pela resina VS apresentaram excelente comportamento clínico. A resina BC apresentou variações em suas pontuações (**Figura 14**), sendo que na qualificada como clinicamente satisfatória, uma fratura por lascamento na cúspide mésio lingual foi observada. Neste caso específico, priorizou-se um procedimento minimamente invasivo, conforme recomendado na literatura^{50,63,68} A adequação foi realizada com acabamento e polimento após a indicação dos avaliadores dado que a delaminação foi mínima. Caso a delaminação fosse mais extensa, a substituição da coroa poderia ser recomendada, visto que a eficácia de reparos com resina composta sobre resinas impressas ainda não é estabelecida.

Os pontos de contato proximais (**Figura 15**), foram avaliados utilizando um fio dental encerado, verificando-se a presença de um ponto de contato de força fisiológica suficiente para evitar impacção alimentar, o que também pode ser mensurado quando uma matriz de 25µm, e não mais que 50µm, pode ser inserida no espaço interdental.⁵⁰ Na prática clínica, a precisão e o ajuste dimensional são elementos de grande importância. Durante a fase de ajustes proximais e oclusal das coroas a serem cimentadas, pouca ou nenhuma intervenção foi necessária, indo de encontro a estudos anteriores que demonstraram uma boa precisão e ajuste dimensional das resinas para impressão.^{43,44} Esta observação também é corroborada pela **Figura 1**, que mostra radiografias de coroas impressas cimentadas. A coroa fabricada com a resina BC apresenta-se radiolúcida, facilitando a visualização do substrato dentário subjacente, entretanto, isso pode dificultar a avaliação da integridade da restauração e tornar desafiador para o profissional reconhecer uma coroa definitiva num primeiro momento.

Assim, este estudo aborda uma importante lacuna na literatura ao investigar, por meio de um ensaio clínico randomizado, a utilização de resinas para impressão 3D na confecção de coroas definitivas/ longa duração. Os achados sugerem que tais materiais neste período de acompanhamento apresentaram um bom desempenho clínico e que podem ser viáveis, destacando-se pela sua acessibilidade e adequação biomecânica. Contudo, ainda que não exista diferença significativa entre as resinas VS e BC em relação à alteração de cor, quando esta é avaliada comparando diferentes substratos, a alteração se torna perceptível. Esta situação aponta a necessidade de investigações adicionais sobre o comportamento das resinas em diferentes remanescentes, sublinhando a importância de uma padronização dos substratos nos estudos futuros, principalmente aos referentes a dentes anteriores, bem como nos processos de pós-cura.

As propriedades intrínsecas também devem ser avaliadas para melhorar a estética final das restaurações. Além disso, a satisfação do paciente e a funcionalidade clínica das coroas devem ser consideradas, uma vez que esses são aspectos relevantes para o sucesso do tratamento. Recomenda-se, portanto, um acompanhamento prolongado e uma avaliação clínica detalhada das propriedades das resinas para coroas definitivas, pois assim sua eficácia e segurança em contextos clínicos diversos podem ser verificadas.

6. CONCLUSÃO

Este ensaio clínico, com um período de acompanhamento de seis meses, sugere que as resinas Varso Smile e Biocrown para impressão 3D em CAD/CAM possuem desempenho comparável, com a satisfação do paciente mantendo-se alta, independente das alterações de cor observadas. Os resultados já indicam que essas resinas emergem como alternativas promissoras na reabilitação oral. A continuidade é crucial para validar a durabilidade e o desempenho a longo prazo dessas resinas, potencializando seu impacto no cenário da saúde pública.

REFERÊNCIAS

- 1 Kessler A, Hickel R, Reymus M. 3D Printing in Dentistry-State of the Art. **Oper Dent.** 2020;45(1):30-40
<https://doi.org/10.2341/18-229-L>
- 2 Joda T, Zarone F, Ferrari M. The complete digital workflow in fixed prosthodontics: a systematic review. **BMC Oral Health.** 2017 Dec; 17:124.
<https://doi.org/10.1186/s12903-017-0415-0>
- 3 Joda T, Brägger U. Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: a cost/time analysis. **Clin Oral Implants Res.** 2015 Dec;26(12):1430-1435.
<https://doi.org/10.1111/clr.12476>
- 4 Joda T, Brägger U. Time-efficiency analysis comparing digital and conventional workflows for implant crowns: A prospective clinical crossover trial. **Int J Oral Maxillofac Implants.** 2015;30(5): 1073-1080.
<https://doi.org/10.11607/jomi.3963>
- 5 Balestra D, Lowther M, Goracci C, Mandurino M, Cortili S, Paolone G, Louca C, Vichi A. 3D Printed Materials for Permanent Restorations in Indirect Restorative and Prosthetic Dentistry: A Critical Review of the Literature. **Materials.** 2024;17(6):1380.
<https://doi.org/10.3390/ma17061380>

- 6 Daher R, Ardu S, di Bella E, Krejci I, Duc O. Efficiency of 3D-printed composite resin restorations compared with subtractive materials: Evaluation of fatigue behavior, cost, and time of production. **J Prosthet Dent**. 2022 Nov 1: S0022-3913(22)00481-4. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.08.001>
- 7 Borella PS, Alvares LAS, Ribeiro MTH, Moura GF, Soares CJ, Zancopé K, Mendonça G, Rodrigues FP, das Neves FD. Physical and mechanical properties of four 3D-printed resins at two different thick layers: An in vitro comparative study. **Dent Mater**. 2023 Aug;39(8):686. Epub 2023 Jun 23. PMID: 37357046. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2023.06.002>
- 8 Kim D, Shim JS, Lee D, Shin SH, Nam NE, Park KH, Shim JS, Kim JE. Effects of post curing time on the mechanical and color properties of three- dimensional printed crown and bridge materials. **Polymers**. 2020; 12:2762. <https://doi.org/10.3390/polym12112762>
- 9 Stansbury JW, Idacavage MJ. 3D printing with polymers: Challenges among expanding options and opportunities. **Dent Mater**. 2016 Jan;32(1):54-64. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.09.018>
- 10 Della Bona A, Cantelli V, Britto VT, Collares KF, Stansbury JW. 3D printing restorative materials using a stereolithographic technique: a systematic review. **Dent Mater**. 2021 Feb;37(2):336-350. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.11.030>
- 11 Espinar C, Della Bona A, Pérez MM, Pulgar R. Color and optical properties of 3D printing restorative polymer-based materials: A scoping review. **J Esthet Restor Dent**. 2022;34(6):853-864. <https://doi.org/10.1111/jerd.12904>
- 12 Loges K, Tiberius V. Implementation Challenges of 3D Printing in Prosthodontics: A Ranking-Type Delphi. **Materials**. 2022; 15:431. doi: 10.3390/ma15020431. <https://doi.org/10.3390/ma15020431>
- 13 Abduo J, Lyons K, Bennamoun MR, Razzoog ME. Trends in computer-aided manufacturing in prosthodontics: a review of the available streams. **Int J Dent**. 2014;2014: 783948. <https://doi.org/10.1155/2014/783948>
- 14 Tahayeri A, Morgan M, Fugolin AP, et al. 3D printed versus conventionally cured provisional crown and bridge dental materials. **Dent Mater**. 2018;34(2):192-200. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.10.003>
- 15 Berman B. 3-D printing: The new industrial revolution. **Bus Horiz**. 2012;55(2):155-162. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2011.11.003>
- 16 Son K, Lee JH, Lee KB. Comparison of intaglio surface trueness of interim dental crowns fabricated with SLA 3D printing, DLP 3D printing, and milling technologies. In: **Healthcare**. MDPI; 2021. p. 983.

<https://doi.org/10.3390/healthcare9080983>

17 Javaid M, Haleem A. Current status and applications of additive manufacturing in dentistry: A literature-based review. **Journal of oral biology and craniofacial research**, v. 9, n. 3, p. 179-185, 2019.

<https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2019.04.004>

18 Ayman AD. The residual monomer content and mechanical properties of CAD\CAM resins used in the fabrication of complete dentures as compared to heat cured resins. **Electronic physician**. 2017 Jul;9(7):4766

<https://doi.org/10.19082/4766>

19 Steinmassl O, Offermanns V, Stöckl W, Dumfahrt H, Grunert I, Steinmassl PA. In vitro analysis of the fracture resistance of CAD/CAM denture base resins. **Materials**. 2018 Mar 8;11(3):401.

<https://doi.org/10.3390/ma11030401>

20 Fiorillo L. **Oral health: the first step to well-being**. Medicina. 2019;55(10):676.

<https://doi.org/10.3390/medicina55100676>

21 Faria DRG, Bartole MCS. Educação e aprendizagem em saúde bucal: A experiência de um trabalho voluntário. **Cadernos de Odontologia do UNIFESO**. 2020;2(1)

22 IBGE. Pesquisa Nacional de Saúde, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101748.pdf>. Acesso em: (09/03/2024).

23 Brasil. Lei nº 14.572, de 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2023-2026/2023/lei/14572.htm. Acesso em: (07/03/2024).

24 Ministério da Saúde. Ministério da Saúde garante o maior recurso da história para saúde bucal. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202310/ministerio-da-saude-garante-o-maior-recurso-da-historia-para-saude-bucal>. Acesso em: (07/03/2024).

25 Ministério da Saúde. A Saúde Bucal no Sistema Único de Saúde. Brasília, 2018. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_bucal_sistema_unico_saude.pdf. Acesso em: 20/03/2024.

26 Reabilitação Odontológica Protética no SUS/MG. Disponível em: https://www.saude.mg.gov.br/images/1_noticias/09_2021/01_jan-fev-marc/08-01-Reabilitacao-prtetica-em-MG.pdf. Acesso em: (11/03/2024)

27 Benedetti TRB, Mazo GZ, Borgatto AF. Factors associated with the demand for public dental health services: a systematic review. **Rev Saude Publica**. 2019;53:66. <https://doi.org/10.1159/000481407>

28 Al-Halabi MN, Bshara N, Nassar JA, Comisi JC, Rizk CK. Clinical Performance of Two Types of Primary Molar Indirect Crowns Fabricated by 3D Printer and CAD/CAM for Rehabilitation of Large Carious Primary Molars. **Eur J Dent**. 2021.

<https://doi.org/10.1055/s-0040-1721905>

29 Scotti CK, Velo M, Rizzante FAP, Nascimento TRL, Mondelli RFL, Bombonatti JFS. Physical and surface properties of a 3D-printed composite resin for a digital workflow. **J Prosthet Dent**. 2020;124(5):614 e1- e5.

<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.03.029>

30 Neves FD, Prado CJ, Prudente MS, Carneiro TA, Zancoppe K, Davi LR, et al. Micro-computed tomography evaluation of marginal fit of lithium disilicate crowns fabricated by using chairside CAD/CAM systems or the heat-pressing technique. **J Prosthet Dent**. 2014;112(5):1134-40.

<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.04.028>

31 Sampaio CS, Niemann KD, Schweitzer DD, Hirata R, Atria PJ. Microcomputed tomography evaluation of cement film thickness of veneers and crowns made with conventional and 3D printed provisional materials. **J Esthet Restor Dent**. 2020.

<https://doi.org/10.1111/jerd.12651>

32 VarseoSmile Crown Plus—O material híbrido preenchedo com cerâmica para impressão 3D de restaurações permanentes. Disponível online : <https://www.bego.com/3d-printing/materials/varseosmile-crown-plus/> (acessado em 23/03/2024).

33 A priZma 3D Bio Crown é uma resina composta nanohíbrida biocompatível. Disponível online em: <https://www.makertechlabs.com.br/produto/resina-prizma-3d-bio-crown-70162> (acessado em: 23/03/2024).

34 Bayarsaikhan E, Gu H, Hwangbo NK, Lim JH, Shim JS, Lee KW, Kim JE. Influence of different postcuring parameters on mechanical properties and biocompatibility of 3D printed crown and bridge resin for temporary restorations. **J Mech Behav Biomed Mater**. 2022 Apr; 128:105127.

<https://doi.org/10.2139/ssrn.4004954>

35 Taşın S, Ismatullaev A. Comparative evaluation of the effect of thermocycling on the mechanical properties of conventionally polymerized, CAD-CAM milled, and 3D-printed interim materials. **J Prosthet Dent**. 2022 Jan;127(1): 173.e1-173.e8.

<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.09.020>

36 Prause E, Malgaj T, Kocjan A, Beuer F, Hey J, Jevnikar P, Schmidt F. Mechanical properties of 3D-printed and milled composite resins for definitive restorations: An in vitro comparison of initial strength and fatigue behavior. **J Esthet Restor Dent**. 2024 Feb;36(2):391-401.

<https://doi.org/10.1111/jerd.13132>

37 Taşın S, Ismatullaev A. Effect of Coffee Thermocycling on the Color and Translucency of Milled and 3D Printed Definitive Restoration Materials. **J Prosthet Dent**. 2024 Mar; The Journal of prosthetic dentistry, 2024-03.

<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.01.021>

38 Lee EH, Ahn JS, Lim YJ, Kwon HB, Kim MJ. Effect of Layer Thickness and Printing Orientation on the Color Stability and Stainability of a 3D-Printed Resin Material. **J Prosthet Dent**. 2022;127(5):784.e1-784.e7.

<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.01.024>

39 Espinar C, Della Bona A, Tejada-Casado M, Pulgar R, Pérez MM. Optical Behavior of 3D-Printed Dental Restorative Resins: Influence of Thickness and Printing Angle. **Dent Mater**. 2023;39(10):894–902.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2023.08.003>

40 Çakmak G, Oosterveen-Rüegsegger AL, Akay C, Schimmel M, Yilmaz B, Donmez MB. Influence of Polishing Technique and Coffee Thermal Cycling on the Surface Roughness and Color Stability of Additively and Subtractively Manufactured Resins Used for Definitive Restorations. *J Prosthodont*. 2023 Jul; **Journal of prosthodontics**, 2023-07.

<https://doi.org/10.1111/jopr.13730>

41 Alharbi N, Alharbi A, Osman R. Stain Susceptibility of 3D-Printed Nanohybrid Composite Restorative Material and the Efficacy of Different Stain Removal Techniques: An In Vitro Study. **Materials**. 2021;14(19):5621.

<https://doi.org/10.3390/ma14195621>

42 Raszewski Z, Chojnacka K, Mikulewicz M. Effects of Surface Preparation Methods on the Color Stability of 3D-Printed Dental Restorations. **J Funct Biomater**. 2023 May 5;14(5):257.

<https://doi.org/10.3390/jfb14050257>

43 Cantó-Navés O, Michels K, Figueras-Alvarez O, Fernández-Villar S, Cabratosa-Termes J, Roig M. In vitro comparison of internal and marginal adaptation between printed and milled onlays. **Materials**. 2023;16(21):6962.

<https://doi.org/10.3390/ma16216962>

44 Suksuphan P, Krajangta N, Didron PP, Wasanapiarnpong T, Rakmanee T. Marginal adaptation and fracture resistance of milled and 3D-printed CAD/CAM hybrid dental crown materials with various occlusal thicknesses. **J Prosthodont Res**. 2024 Apr 8;68(2):326-335.

https://doi.org/10.2186/jpr.JPR_D_23_00089

45 Shin H, Kang YJ, Kim H, Kim JH. Effect of cement space settings on the marginal and internal fit of 3D-printed definitive resin crowns. **J Prosthet Dent**. 2023.

<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.03.021>

46 Sahrir CD, Ruslin M, Lee SY, Lin WC. Effect of Various Post-Curing Light Intensities, Times, and Energy Levels on the Color of 3D-Printed Resin Crowns. **J Dent Sci**. 2024;19(1):357–363.

<https://doi.org/10.1016/j.jds.2023.07.008>

- 47 Mostafavi D, Methani M, Piedra-Cascón W, Zandinejad A, Att W, Revilla-León M. Influence of the polymerization post-processing procedures on the accuracy of additively manufactured dental model material. **Int J Prosthodont**. 2021.
<https://doi.org/10.1111/jopr.13288>
- 48 Graf T, Erdelt KJ, Güth JF, Edelhoff D, Schubert O, Schweiger J. Influence of pre-treatment and artificial aging on the retention of 3D-printed permanent composite crowns. **Biomedicines**. 2022;10(9):2186.
<https://doi.org/10.3390/biomedicines10092186>
- 49 Kagaoan Z, Liu X, Cameron A, Aarts J, Choi JJE. Prolonged post-washing in ethanol decreases bond strength of additively manufactured crown materials. **J Dent**. 2024 May; 144:104873.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.104873>
- 50 Hickel R, Roulet JF, Bayne S, Heintze SD, Mjör IA, Peters M, Rousson V, Randall R, Schmalz G, Tyas M, Vanherle G. Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. *Clin Oral Investig*. 2007 Mar;11(1):5-33. Epub 2007 Jan 30. Erratum in: **Clin Oral Investig**. 2008 Mar;12(1):97. PMID: 17262225.
<https://doi.org/10.1007/s00784-006-0095-7>
- 51 De Oliveira DCRS, Ayres APA, Rocha MG, Giannini M, Puppini Rontani RM, Ferracane JL, Sinhoreti MAC. Effect of different in vitro aging methods on color stability of a dental resin-based composite using CIELAB and CIED 2000 color-difference formulas. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**.
<https://doi.org/10.1111/jerd.12155>
- 52 Tsirogiannis P, Reisis G. Evaluation of the marginal and internal fit of provisional crowns made by computer-aided design/computer-aided manufacturing and direct light polymerization techniques. **J Prosthodont**. 2016;25(7):575–580.
<https://doi.org/10.1111/jopr.12422>
- 53 Flury S, Peutzfeldt A, Lussi A. Influence of surface roughness on mechanical properties of two computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) ceramic materials. **Oper Dent**. 2012;37(6):617-624.
<https://doi.org/10.2341/11-391-L>
- 54 Keßler A, Hickel R, Ilie N. In vitro investigation of the influence of printing direction on the flexural strength, flexural modulus and fractographic analysis of 3D-printed temporary materials. **Dent Mater J**. 2021 May 28;40(3):641-649.
<https://doi.org/10.4012/dmj.2020-147>
- 55 El Mourad AM. Assessment of bonding effectiveness of adhesive materials to tooth structure using bond strength test methods: a review of literature. **Open Dent J**. 2018; 12:664.
<https://doi.org/10.2174/1745017901814010664>
- 56 Kabetani T, Ban S, Mine A, Ishihara T, Nakatani H, Yumitate M, et al. Four-year clinical evaluation of CAD/CAM indirect resin composite premolar crowns using 3D

digital data: Discovering the causes of debonding. **J Prosthodont Res.** 2022;66(3):402-408.

https://doi.org/10.2186/jpr.JPR_D_20_00287

57 Basegio MM, Pecho OE, Ghinea R, Perez MM, Della Bona A. Masking Ability of Indirect Restorative Systems on Tooth-Colored Resin Substrates. **Dent Mater.**

2019;35(6): e122–e130.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.03.001>

58 Kürklü D, Azer SS, Yilmaz B, Johnston WM. Porcelain thickness and cement shade effects on the colour and translucency of porcelain veneering materials. **J Dent.** 2013;41(11):1043-1050.

<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.08.017>

59 Begum Z, Chheda P, Shruthi CS, Sonika R. Effect of ceramic thickness and luting agent shade on the color masking ability of laminate veneers. **J Indian Prosthodont Soc.** 2014; 14:46-50.

<https://doi.org/10.1007/s13191-014-0362-2>

60 Motro PFK, Kursoglu P, Kazazoglu E. Effects of different surface treatments on stainability of ceramics. **J Prosthet Dent.** 2012;108(4):231-237.

[https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(12\)60168-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(12)60168-1)

61 Korkmaz T. Color stability of glazed and polished dental porcelains. **Int Dent J.** 2000;50(6):333-334.

<https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2007.00237.x>

62 Fathy H, Hamama HH, El-Wassefy N, Mahmoud SH. Clinical performance of resin-matrix ceramic partial coverage restorations: a systematic review. **Clin Oral Investig.** 2022;26(5):3807-3822.

<https://doi.org/10.1007/s00784-022-04449-2>

63 Mjör IA, Gordan VV. Failure, repair, refurbishing and longevity of restorations. **Oper Dent.** 2002;27(5):528-534.

64 Hayashi M, Wilson NH. Failure risk of posterior composites with post-operative sensitivity. **Oper Dent.** 2003;28(6):681–688.

65 Chung SM, Yap AUJ. Effects of surface finish on indentation modulus and hardness of dental composite restoratives. **Dent Mater.** 2005;21(11):1008-1016.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.11.006>

66 Prause E, Hannak WB, Nicic R, Jakstat HA, Böning K, Klink T. Visual Versus Digital Color Determination of 3D-Printed Teeth as an Exercise in Dental Students' Education. **Dent J (Basel).** 2024;12(2):24.

<https://doi.org/10.3390/dj12020024>

67 Hébert M, Hersch RD, Becker JM. Compositional reflectance and transmittance model for multilayer specimens. **JOSA A.** 2007 Sep;24(9):2628-2644.

<https://doi.org/10.1364/JOSAA.24.002628>

68 Mjör IA. Clinical diagnosis of recurrent caries. J Am Dent Assoc. 2005;136(10):1426-1433.

<https://doi.org/10.14219/jada.archive.2005.0057>

69 International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use. ICH Harmonised Tripartite Guideline. Good Clinical Practice. Disponível em: <https://www.ich.org/page/efficacy-guidelines>. Acesso em 05/05/2024.

70 X-Rite. A Guide to Understanding Color. 3rd ed. Grand Rapids, MI: X-Rite; 2016: 16-21.

71 Luo MR, Cui G, Rigg B. The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000†. Color Res Appl. 2001; 26:340-350.

<https://doi.org/10.1002/col.1049>

72 International Organization for Standardization. ISO/TR 28642 Dentistry—Guidance on color measurement. Geneva, Switzerland: ISO; 2016.

73 Paravina RD, Pérez MM, Ghinea R. Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. **J Esthet Restor Dent**. 2019 Mar;31(2):103-112. doi: 10.1111/jerd.12465. Epub 2019 Mar 20. PMID: 30891913.

<https://doi.org/10.1111/jerd.12465>

74 Paravina RD, Swift EJ Jr. Color in dentistry: match me, match me not. **Journal of Esthetical and Restorative Dentistry**. 2009;21(2):133-139.

<https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2009.00246.x>

75 Cohen, J. (1960). A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. Educational and Psychological Measurement, 20(1), 37-46.

<https://doi.org/10.1177/001316446002000104>