



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

CRISTIANE RUMI FUJIWARA YANIKIAN

**AVALIAÇÃO CLÍNICA DE TRÊS DIFERENTES TÉCNICAS
RESTAURADORAS ADESIVAS EM DENTES POSTERIORES**

*CLINICAL TRIAL OF THREE DIFFERENT TECHNIQUES FOR ADHESIVE
RESTORATIONS IN POSTERIOR TEETH*

Piracicaba
2018

CRISTIANE RUMI FUJIWARA YANIKIAN

**AVALIAÇÃO CLÍNICA DE TRÊS DIFERENTES TÉCNICAS
RESTAURADORAS ADESIVAS EM DENTES POSTERIORES**

*CLINICAL TRIAL OF THREE DIFFERENT TECHNIQUES FOR ADHESIVE
RESTORATIONS IN POSTERIOR TEETH*

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Doutora em Clínica Odontológica, na Área de Dentística.

Thesis presented to the Piracicaba Dental School of the University of Campinas in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor in Dental Clinic in Operative Dentistry Area.

Orientador: Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELA ALUNA CRISTIANE RUMI FUJIWARA YANIKIAN E ORIENTADA PELO PROF. DR. LUÍS ROBERTO MARCONDES MARTINS.

Piracicaba
2018

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): CAPES, 1506778
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2086-2279>

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

Y16a Yanikian, Cristiane Rumi Fujiwara, 1982-
Avaliação clínica de três diferentes técnicas restauradoras adesivas em dentes posteriores / Cristiane Rumi Fujiwara Yanikian. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Luís Roberto Marcondes Martins.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Resinas compostas. 2. Restauração dentária permanente. 3. Falha de restauração dentária. I. Martins, Luís Roberto Marcondes, 1960-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Clinical trial of three different techniques for adhesive restorations in posterior teeth

Palavras-chave em inglês:

Composite resins

Dental restoration, permanent

Dental restoration failure

Área de concentração: Dentística

Titulação: Doutora em Clínica Odontológica

Banca examinadora:

Luís Roberto Marcondes Martins [Orientador]

Núbia Inocência Pavesi Pini

Thiago Henrique Scarabello Stape

Flávio Henrique Baggio Aguiar

Giselle Maria Marchi Baron

Data de defesa: 08-10-2018

Programa de Pós-Graduação: Clínica Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 08 de Outubro de 2018, considerou a candidata CRISTIANE RUMI FUJIWARA YANIKIAN aprovada.

PROF. DR. LUÍS ROBERTO MARCONDES MARTINS

PROF^a. DR^a. NÚBIA INOCÊNCYA PAVESI PINI

PROF. DR. THIAGO HENRIQUE SCARABELLO STAPE

PROF. DR. FLÁVIO HENRIQUE BAGGIO AGUIAR

PROF^a. DR^a. GISELLE MARIA MARCHI BARON

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

DEDICATÓRIA

À minha família, meu marido Felipe e minha filha Livia, que foram diretamente afetados durante o desenvolvimento deste trabalho, mas apoiam incondicionalmente as minhas escolhas. Dedico a eles esta tese e todo o meu amor.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Aos meus pais Celso e Akemi; avós Yuzo, Matsu, Yoshie (*in memoriam*), Angelina; meus sogros Gregorio e Iracema; meus irmãos e cunhados Jony, Monica, Jully, Emerson, Junior, Cinthia, Fábio e Andrea; sobrinhos Pedro, Isabela, Vinícius, Antonio e Romeo; e tios Adélia, Eli, Eduardo, Paulo e Milton. Agradeço por fazerem parte da construção do meu ser e de me acolherem nos momentos mais difíceis.

Ao Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins pela orientação e amizade, pela confiança que sempre teve em meu trabalho e pelo incentivo ao meu desenvolvimento como ser humano. Seu maior ensinamento foi de que a família é mais importante do que qualquer notoriedade.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, na pessoa do magnífico reitor Prof. Dr. Marcelo Knobel;

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, nas pessoas do diretor Prof. Dr. Francisco Haiter Neto e do diretor associado Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar;

À Profa. Dra. Karina Gonzalez Silvério Ruiz, coordenadora dos cursos de Pós-Graduação e ao Prof. Dr. Valentim Adelino Ricardo Barão, coordenador do Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro por meio de Bolsa Doutorado durante o curso de Pós-graduação;

Ao corpo docente da Área de Dentística, Profa. Dra. Giselle Maria Marchi, Profa. Dra. Débora Alves Nunes Leite Lima, Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar, Prof. Dr. Luis Alexandre Maffei Sartini Paullilo, Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins, Profa. Dra. Vanessa Cavalli Gobbo e Prof. Dr. Marcelo Giannini, pelos conhecimentos transmitidos, participando da minha formação;

Aos amigos Thiago Stape por me acolher e ensinar os caminhos da pesquisa científica; Daniel Sundfeld Neto pela confiança e contribuição na minha formação e; Rodrigo Esteves Barros Lins, por sua parceria e dividir os fardos da pós-graduação;

Aos Professores, membros da banca do exame de qualificação, Profa. Dra. Regina Maria Puppim Rontani, Prof. Dr. Rafael Pino Vitti e Profa. Dra. Maria do Carmo Aguiar Jordão Mainardi pela contribuição no aprimoramento deste trabalho;

Aos amigos que a pós-graduação me trouxe e tornaram meu caminho menos árduo. Diogo, pela confiança e por se tornar um parceiro de projetos; Jéssica, pela sua dedicação e simplicidade em nos ajudar sempre que precisamos; Mari, por nos mostrar como a vida pode ser mais fácil do que imaginamos; Michele, pela doçura e companheirismo a qualquer momento; Thayla, por me compreender tão bem e aliviar meu fardo; Suelem, pela autenticidade de sua amizade; Waldemir, por tornar tudo a sua volta mais leve e alegre;

Núbia, meu exemplo de pessoa e de profissional; Thatiana, pela sua alegria em viver; Anderson, por todo o seu ensinamento e acolhimento; Maria, por seu carinho em forma de responsabilidade e; Lucinha, pela sua espontaneidade que alivia qualquer tensão;

Aos voluntários que participaram deste trabalho e contribuíram imensamente ao desenvolvimento da ciência brasileira;

À Unidade Básica de Saúde do município de Ribeirão Grande, na pessoa da diretora Maria José Romanoff;

Ao Centro de Microscopia e Imagens, na pessoa do Sr. Adriano Luis Martins;

Àqueles que de alguma forma sempre estiveram presentes durante o desenvolvimento deste trabalho.

O objetivo neste estudo foi comparar duas técnicas restauradoras simplificadas, utilizando resinas de preenchimento em incremento único (“bulk-filling”), com a técnica incremental convencional para realizar restaurações posteriores em resinas compostas, por meio de um estudo clínico randomizado, controlado e duplo-cego. Para isso, 27 voluntários foram selecionados, de acordo com os seguintes critérios de inclusão: apresentar boa saúde geral e higiene oral, não ter hábitos parafuncionais, apresentar estabilidade oclusal e ter pelo menos 3 molares permanentes com cavidades Classe I ou Classe II (com profundidade superior a 3mm) que requeriam tratamento restaurador. Dessa forma, 105 molares permanentes foram incluídos na pesquisa e alocados, aleatoriamente ($n=35$), nos seguintes grupos: 1) AMS: restauração posterior em resina composta microhíbrida (Amaris, Voco, Cuxhaven, Germany) pela técnica incremental (controle); 2) RBD: restauração posterior pela técnica “bulk filling” com resina de preenchimento de polimerização dupla (Rebilda DC, Voco) associado à uma cobertura com resina composta microhíbrida (Amaris) e; 3) XBS: restauração posterior pela técnica “bulk filling” com uma resina fluida de baixa contração (X-tra Base, Voco) associado à uma cobertura com resina composta microhíbrida (Amaris). As restaurações foram realizadas por um único operador experiente e avaliadas por dois examinadores independentes, cegos e calibrados ($Kappa \geq 0,8$). As avaliações foram realizadas utilizando o critério United States Public Health Service (USPHS) modificado, após 7 dias de confecção das restaurações (inicial) e após 6 e 12 meses. Os critérios avaliados foram: forma anatômica, adaptação marginal, descoloração marginal, cor, rugosidade superficial, cárie secundária, sensibilidade pós-operatória e fratura. Uma análise descritiva da distribuição da frequência cumulativa relativa dos escores do critério USPHS modificado foi realizada, o teste Friedman’s 1-critério foi aplicado para verificar diferenças entre as técnicas restauradoras e o teste de postos sinalizados de Wilcoxon para medidas repetidas foi aplicado para verificar o efeito do tempo e a interação do tempo com as técnicas restauradoras, ambos testes com nível de significância de 5%. Os resultados indicaram que não houve diferenças estatísticas entre as técnicas restauradoras ($p > 0,05$), nem entre os tempos de avaliação ($p > 0,05$). Também não houve interação entre tempo de avaliação e técnica restauradora ($p > 0,05$). A análise descritiva mostrou a incidência de descoloração marginal associada à desadaptação marginal, clinicamente aceitável, apenas em 2 restaurações AMS (5,7%), 1 restauração RBD

(2,9%) e 1 XBS (2,9%), após 12 meses. Apenas uma restauração foi perdida após 12 meses no grupo XBS, devido à ocorrência de pulpite irreversível (taxa de falha anual de 2,9% para XBS). Conclui-se que as técnicas simplificadas que utilizaram a resina de preenchimento de polimerização dupla ou a resina "bulk fill" apresentou desempenho clínico satisfatório, comparado à técnica incremental, ao longo do tempo.

Palavras-chave: Resinas compostas. Restauração dentária permanente. Falha de restauração dentária.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare two simplified restorative techniques, using bulk-filling resins, with the conventional incremental technique to perform posterior restorations in composite resins, by means of a randomized, controlled and double-blind clinical trial. For this purpose, 27 volunteers were selected according to the following inclusion criteria: good oral hygiene, no parafunctional habits, occlusal stability and present at least 3 permanent molars with Class I or Class II cavities (depth>3mm) that require restorative treatment. Thus, 105 permanent molars were included in the study and randomly allocated (n=35) in the following groups: 1) AMS: posterior restoration using microhybrid composite resin (Amaris, Voco) by incremental technique (control); 2) RBD: posterior restoration by bulk filling technique with dual cure core composite (Rebilda DC, Voco) associated to a covering made of microhybrid composite resin (Amaris) and; 3) XBS: bulk filling with a low-contraction flowable composite resin (X-tra Base, Voco) covered with microhybrid composite resin (Amaris). The restorations were performed by a single experienced operator and evaluated by two independent, blind and calibrated examiners ($Kappa \geq 0.8$). The evaluations were performed using the modified United States Public Health Service (USPHS) criteria, after 7 days of restorations performed (baseline) and after 6 and 12 months. The evaluated criteria were: anatomic form, marginal adaptation, marginal discoloration, color match, surface roughness, secondary caries, postoperative sensitive and fracture. A descriptive analysis was performed to report relative cumulative frequency distribution of the scores of modified USPHS criteria, the Friedman's one-way test was applied to verify differences among restorative techniques and the Wilcoxon signed rank test for repeated measures was applied to verify the effect of follow-up time and the interaction of time and restorative techniques, both tests with significance level of 5%. The results indicated that there were no statistical differences among the restorative techniques ($p > 0.05$), nor differences between the follow-ups periods ($p > 0.05$). There was also no interaction between follow-up period and restorative technique ($p > 0.05$). The descriptive analysis showed the incidence of marginal discoloration associated with clinically acceptable marginal disadaptation in only 2 AMS restorations (5.7%), 1 RBD restoration (2.9%) and 1 XBS restoration (2.9%) after 12 months. Only one restoration failed after 12 months in the XBS group, due to the irreversible pulpitis occurrence (Annual Failure Rate of 2.9% for XBS).

Therefore, it is concluded that the simplified techniques, which use the dual cure core resin composite or the bulk fill resin composite, presented satisfactory clinical behavior, compared to the incremental technique, over time.

Key-words: Composite resin. Dental restoration, permanent. Dental restoration failure.

1 INTRODUÇÃO	14
2 ARTIGO: A randomized controlled clinical trial for posterior resin composite restorations based on bulk-filling techniques.	18
3 CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS	42
APÊNDICE: Material e métodos ilustrado	45
ANEXO	
Anexo 1 - Certificado do Comitê de Ética em Pesquisa - FOP	60
Anexo 2- Certificados de submissão do artigo ao periódico Dental Materials	61
Anexo 3- Relatório de originalidade gerado pelo software Turnitin	62

1 INTRODUÇÃO

A utilização de resinas compostas como material restaurador para dentes posteriores cresceu consideravelmente nos últimos anos. Esse aumento se deve ao desenvolvimento dos sistemas adesivos que promovem união entre a restauração e o substrato dental e à melhora nas propriedades mecânicas das resinas compostas restauradoras. Entretanto, a tensão gerada pela sua contração de polimerização ainda é um desafio a ser superado (Ferracane, 2008; Ferracane, 2011; Campos et al., 2014).

A grande maioria das resinas compostas são baseadas em monômeros de dimetacrilatos que polimerizam em função da formação de radicais livres, por meio dos sistemas de fotoiniciação. Conforme a reação de polimerização acontece, há um aumento nas ligações cruzadas das cadeias de polímero e a resina torna-se rígida o suficiente para resistir ao escoamento plástico que compensa a alteração de volume inicial, ocorrendo uma contração. Essa contração de polimerização manifesta-se como tensões geradas na interface adesiva com as paredes do preparo cavitário (Versluis et al., 1996; Min et al., 2010; Kwon, Ferracane e Lee, 2012). Dependendo do grau de tensão gerado pode haver danos a essa interface que se manifesta como microfraturas de esmalte, deflexão e/ou fratura de cúspides e formação de fendas marginais (Ferracane, 2011). Todos esses fatores podem gerar sinais e sintomas clínicos como sensibilidade pós-operatória, desadaptação ou descoloração marginal e formação de cárie secundária (Ferracane e Hilton, 2015; Veloso, 2018).

Além disso, as cavidades em dentes posteriores possuem alto fator de configuração cavitária (Fator-C), definido como a razão entre a área de paredes aderidas sobre a área das paredes livres do preparo cavitário (Feilzer, De Gee e Davidson, 1987). Em tese, quanto maior o número de paredes a serem aderidas durante o procedimento restaurador, maior a possibilidade de desenvolvimento de tensão nessas interfaces, pois menor será a área de resina livre para relaxar esse estresse (Feilzer, De Gee e Davidson, 1987). Entretanto, estudos mais recentes mostram que o fator-C não é o único fator que define os efeitos da tensão de contração, ou seja, além do preparo cavitário, outros fatores como: resistência de união na interface adesiva, "compliance" das paredes cavitárias e "compliance" do próprio instrumento utilizado para mensurar a contração de polimerização, podem interferir na característica da tensão gerada nas interfaces da restauração (Fok and

Aregawi, 2018). Portanto, para minimizar os efeitos da tensão de polimerização em cavidades com alto fator-C, alguns métodos foram descritos na literatura, tais como: técnicas de polimerização que retardam a fase pós-gel, permitindo maior tempo de escoamento plástico (Atlas et al., 2009), aplicação de materiais intermediários que “absorvem” a tensão de contração, conhecida como técnica sanduíche (Van Dijken, Kieri e Carlen, 1999), confecção de restaurações indiretas (Jongsma, Kleverlaan e Feilzer, 2012) e colocação da resina composta em pequenos incrementos (Park et al., 2008; Kwon, Ferracane e Lee, 2012; Bicalho et al., 2014). Esta última técnica ainda é a mais utilizada para adequada fotoativação em profundidade e para reduzir os efeitos da contração de polimerização em restaurações diretas (Versluis et al., 1996). Entretanto, alguns estudos têm demonstrado que esta técnica gera tensões em cada incremento, cuja tensão residual total pode resultar em deflexão de cúspides (Versluis et al., 1996; Bicalho et al., 2014). Além disso, a inserção de resina composta em múltiplos incrementos aumenta a possibilidade de incorporação de bolhas no corpo da restauração e demanda maior tempo clínico para sua execução (Campos et al., 2014).

A técnica de inserção de resina composta em incremento único (“bulk filling”) reduz o número de passos clínicos e, por isso, torna o procedimento restaurador mais simples e menos demorado (Campos et al., 2014; El-Safty, Silikas e Watts, 2012). Dois tipos de resinas compostas foram desenvolvidas para utilização em grandes incrementos para preenchimento de cavidades extensas. O primeiro tipo desenvolvido tem a finalidade de confeccionar núcleo de preenchimento e baseia-se na sua capacidade de escoamento e polimerização dupla para o alívio da tensão de contração (Koubi et al., 2009). O processo de polimerização química estende a fase pré-gel e permite maior tempo para a acomodação e escoamento plástico dos monômeros de dimetacrilatos, compensando a contração de polimerização (Bolhuis et al., 2006), e a fotoativação adicional permite maior grau de conversão da resina, conseqüentemente melhora suas propriedades mecânicas (Rüttermann et al., 2011). Isso só é possível porque as resinas compostas de polimerização dupla possuem formulação diferenciada em relação às primeiras resinas de polimerização química (Rüttermann et al., 2011); dessa forma, a incorporação de monômeros de alto peso molecular e incorporação de partículas de carga permitiu que essas resinas apresentem propriedades mecânicas melhoradas com menor contração de polimerização, modulada pela menor taxa de polimerização (Agrawal e Mala, 2014). Portanto, são indicadas para reconstruções de dentes com extensa perda de estrutura sob restaurações indiretas.

O segundo tipo de resina composta para preenchimento foi recentemente desenvolvido e é denominado "bulk fill" pois permitem inserção de único incremento de 4mm de material, devido à sua capacidade de gerar menor tensão de contração e alta reatividade à fotopolimerização (Roggendorf et al., 2011; Ilie e Hickel, 2011; Leprince et al., 2014). São comercialmente oferecidas em dois tipos: de base ou para corpo de restauração. As resinas de base apresentam baixa viscosidade e geralmente requerem o recobrimento com uma resina restauradora convencional (Ilie, Bucuta e Draenert, 2013; Van Ende et al. 2017). As resinas de corpo são altamente viscosas e permitem a realização de escultura, portanto, não necessitam de recobrimento (Leprince et al., 2014; Van Ende et al. 2017; Veloso et al., 2018). Entretanto, ambas possuem formulação diferenciada para permitir uma maior reatividade à fotopolimerização e menor geração de tensão de contração (Van Ende et al. 2017). Cada fabricante utiliza de uma estratégia diferente para atingir este resultado, algumas resinas apresentam matriz monomérica predominantemente composta de monômeros de alto peso molecular (Ilie e Hickel, 2011); outras resinas têm a adição de ativadores ou catalisadores de reação em seu sistema de fotoiniciação (Van Ende et al. 2017) e; outras possuem modificação ou tratamento de superfície em suas partículas de carga (Van Ende et al. 2017; Veloso et al., 2018).

Em geral, as resinas "bulk fill" apresentam translucidez elevada para permitir a penetração e difusão da luz no corpo da resina (Veloso et al., 2018), e apresentam menor oferta de cores quando comparadas às resinas convencionais. Da mesma maneira, as resinas de preenchimento de polimerização dupla são comercialmente vendidas em cores universais ou apenas cores de dentina, uma vez que é indicada para substituir dentina (Koubi et al., 2009). Portanto, a associação de uma resina de preenchimento único, seja de polimerização dupla ou "bulk-fill", com uma resina restauradora convencional para recobrimento pode reduzir o tempo clínico para realizar uma restauração posterior e, ainda, alcançar uma estética satisfatória (Van Ende et al., 2017). Além disso, as resinas de polimerização dupla possuem módulo de elasticidade semelhante à dentina e boa resistência à compressão (Rüttermann et al., 2011) e as resinas "bulk-fill" de baixa viscosidade possuem alto módulo de elasticidade comparado às resinas de baixa viscosidade convencionais, ou "flowable" (Ilie, Bucuta e Draenert, 2013). Portanto, a associação de uma resina de maior dureza (convencionais) com uma resina que pode ser usada como substituto de dentina pode ser vantajosa para realizar restaurações com melhor dissipação das forças mastigatórias e,

consequentemente, podem reduzir os problemas na interface adesiva (Ilie, Bucuta e Draenert, 2013; Veloso et al., 2018).

Considerando que existe uma tendência para a simplificação da Odontologia Restauradora, a utilização de técnicas que reduzam o tempo clínico é desejável para trazer conforto ao paciente e minimizar danos ocupacionais ao profissional. Além disso, apesar de estudos *in vitro* demonstrarem bom desempenho mecânico e eficácia na redução da tensão de contração da resina de preenchimento e “bulk fill” estudadas (Van Ende et al., 2017), poucos estudos clínicos foram conduzidos para avaliar seu comportamento numa condição real (Veloso et al., 2018). Portanto, o objetivo desse trabalho foi de avaliar clinicamente o desempenho de restaurações realizadas por duas técnicas restauradoras diretas simplificadas, uma utilizando a resina de preenchimento de polimerização dupla e outra utilizando uma resina bulk-fill de baixa viscosidade, comparadas às restaurações realizadas pela técnica incremental ao longo do tempo.

2 ARTIGO: A randomized controlled clinical trial for posterior resin composite restorations based on bulk-filling techniques.

Artigo submetido ao periódico Dental Materials (Anexo 2)

Cristiane Rumi Fujiwara Yanikian, Felipe Yanikian, Rodrigo Barros Esteves Lins, Luís Roberto Marcondes Martins.

ABSTRACT

Objective: To investigate the clinical performance of three different techniques for posterior adhesive restorations, using microhybrid, dual-cure or bulk fill composites. *Methods:* Twenty-seven volunteers received 105 restorations (n=35), according to the three restorative technique. The AMS group (control) restorations were performed by incremental technique using a microhybrid composite (Amaris, Voco, Cuxhaven, Germany); the RBD group, restorations were performed by an association of a dual curing core build up composite (Rebilda DC, Voco) with covering of microhybrid composite (Amaris) and; the XBS group, restorations was performed by an association of a low contraction bulk filling composite (X-tra Base, Voco,) with covering of microhybrid composite (Amaris). The Clearfill SE Bond was used to bonding in all techniques. The modified USPHS criteria was used to evaluate restorations after 7 days (baseline), 6 months and 12 months by two calibrated examiners. The cumulative relative frequency distributions was used to describe USPHS scores, Friedman's one-way test ($p<0.05$) analyzes differences among restorative techniques, and Wilcoxon sign rank test for repeated measures was applied to detect effects of follow-ups period and its interaction with restorative technique ($\alpha=0.05$). *Results:* Marginal discoloration associated with clinically acceptable marginal disadaptation were detected in 2 AMS restorations (5.7%), 1 RBD restoration (2.9%) and 1 XBS (2.9%), after 12 months. Only one restoration failure after 12 months due to the irreversible pulpitis (AFR= 2.9% for XBS). There was no statistical differences among groups ($p>0.05$) and among follow-ups periods ($p>0.05$). No interactions between restorative technique and follow-up period was detected ($p>0.05$). *Clinical significance:* Simplification in restorative technique has interest to reduce chair-time and occupational injuries.

Keywords: Composite resin; Dental restoration, permanent; Dental restoration failure.

INTRODUCTION

Resin composites are widely used in restorative dentistry, including for posterior direct restorations, due to the dentin bonding agents development and the improvement in the mechanical properties of the restorative composite resins. However, polymerization shrinkage stress is still a challenge to be overcome (1–3). The majority of composite are dimethacrylate-based resins, which photopolymerization process is triggered by free radicals generated by irradiation of a light-sensitive initiators. The double bond of methacrylate groups (C=C) is opened and a chain reaction is initiated. During photopolymerization, the degree of conversion and crosslinking density increase rapidly, resulting in a rapid increase of the system viscosity, becoming it so high that limits diffusion for monomer molecules, resulting in composite shrinkage. During post-gel point, stress development at the tooth/adhesive interface or at cavity walls is known to be increased due to a significant increase in elastic modulus (4–6). The incremental restoration technique has been developed to modify the shrinkage pattern in direct restorations and enable adequate light penetration/polymerization, which uses conventional composite resin inserted into the cavity in 2mm increments (7,8). However, it is a time-consuming procedure and would incorporate voids by loading of air bubbles during incremental insertion (9,10). Furthermore, recent studies have demonstrated that additional increments may increase the cuspal deformation of the weakened cusps (11).

The latest trend in Operative Dentistry is the development of materials and techniques that can simplify restorative procedures to save chair time. Most of these simplifications have concerned a reduction in the number of steps and the use of self-etching adhesive systems (12,13). The bulk filling technique reduces the number of clinical steps and makes the restorative procedure simpler and less time-consuming (3,9,14). Some types of composite resins have been developed for use in large increments to fill large cavities. One of them, the dual-curing core build up composites have been developed with the purpose of filling core and is based on its self-curing capacity, promoting lower shrinkage stress, due to lower polymerization rate (15) and lower elastic modulus (15,16). This provides more time for molecules to relax stresses during cross-linking (17). This ability to generate lower shrinkage stress when compared to conventional composites resin is due to the improvement in their monomer composition and the incorporation of filler particles (15). Moreover, it was found that the composition modification of these materials provide

appropriate mechanical properties (16,17) and dual curing method also promotes adequate polymerization into deeper cavities (18). Therefore, they are indicated for reconstruction of tooth with extensive structure loss before indirect restorations (18), and for dentin replace in direct sandwich restorations (19).

On the other hand, the bulk-fill composite have been recently developed, as another group of low-shrinkage composites, allowing the insertion of a single 4-5-mm size increment (20,21). This is possible due to changes in the resin matrix, including monomers that act as modulators of the polymerization reaction, as high molecular weight monomers. As well as modification of quantity (3,22,23), shape and/or surface treatment of the inorganic particle (3,24), and incorporation of more reactive photoinitiator system, which enable a greater depth of cure (3,25). These composites have been popular among clinicians due to their advantages compared to conventional composites, such as improving light penetration and depth of cure (12,24), reduced polymerization shrinkage stress (26), reduced the number of composite layer, shortening chair time (3,27) and reducing cuspal deflection (28,29). Bulk-fill composites are commercially available as base and full-body materials. Base bulk-fill composites presents low-viscosity and are used as a liner/base, followed by capping with the conventional resin composites (3,27). Full-body bulk-fill composites are referred to as sculptable or paste-like and can be applied without the need for capping (3,24,27).

Although *in vitro* studies have demonstrated satisfactory biomechanical performance and effectiveness in reducing the shrinkage stress of these bulk filling composites (9,24,30–32), few clinical studies have been conducted to evaluate their clinical behavior (33). The use of techniques that may reduce clinical steps and time is desirable for patient comfort and to minimize occupational injuries to the professional. Therefore, the objective of this clinical trial was to evaluate the long-term clinical biomechanical performance of two bulk filling restorative techniques compared to the traditional incremental technique. The null hypothesis tested was that the bulk-filling techniques, using a dual-curing core build up composite or a bulk-fill composite, will present satisfactory clinical behavior, as well as the incremental technique using a conventional composite, over time.

MATERIALS AND METHODS

This research was a controlled, randomized and double blind clinical study, which followed the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) guidelines (34). Approval for the clinical trial was obtained from the Human Ethics Committee of the Piracicaba Dental School (protocol #096/2015), and all participants signed a written informed consent form prior to research.

- Sample selection

During the period June 2016 to July 2017, 128 patients aged between 17 and 49 years old, attending the public dental care service at the Ribeirão Grande Public Health Service, were asked to participate in the study. Twenty-seven patients were included to participate in the research, totalizing 105 restorations. The inclusion criteria for patients were as follows: good oral hygiene, minimal periodontal disease, absence of deleterious habits (eg, mouth breathing, nail biting, bruxism), the presence of at least three similar-sized molars presenting primary caries or requiring replacement of medium or deep (>3mm height) Class I or Class II restorations, molars with occlusal contact and at least one contact with adjacent tooth. Subjects were excluded from participating in the study if they had a history of adverse reaction to the test materials, were pregnant or lactating, pulp exposure during caries removal or cavities with imminent risk of pulp exposure; spontaneous pain or sensitivity to percussion and were potentially unable to attend recall visits. The sample characteristics are described in Table1.

Table1. Sample characteristics.

	n	%
Gender		
Male	4	14.9
Female	23	85.1
Dental element		
Maxillary molar	34	32.4
Mandibular molar	71	67.6
Dental condition		
Primary caries	21	20.0
Restoration replacement	84	80.0
Cavity depth		
3mm-4mm	94	89.5
>4mm	11	10.5
Cavity width		
<1/3 buccal-palatal width	26	24.8
>1/3 buccal-palatal width	79	75.2
Cavity type		
Class I	57	54.3
Class II	48	45.7

The sample size was calculated based on a 10% of lost rate and power test of 80% ($\beta=0.8$). Each participant received one or two restorations from each restorative technique assessed in this research. Before restorative procedures, the Class I or Class II cavities were randomly allocated using sealed envelopes to establish in which group each tooth would be placed. From a total 105 teeth, 35 were allocated to each group ($n=35$), as follows: AMS (Amaris, VOCO, Cuxhaven, Germany); RBD (Rebilda DC, VOCO, Cuxhaven, Germany) and; XBS (X-tra Base, VOCO, Cuxhaven, Germany). Neither the participants nor the examiners were aware of which cavity received the experimental or the control restoration. Figure 1 shows the CONSORT flow diagram of the study.

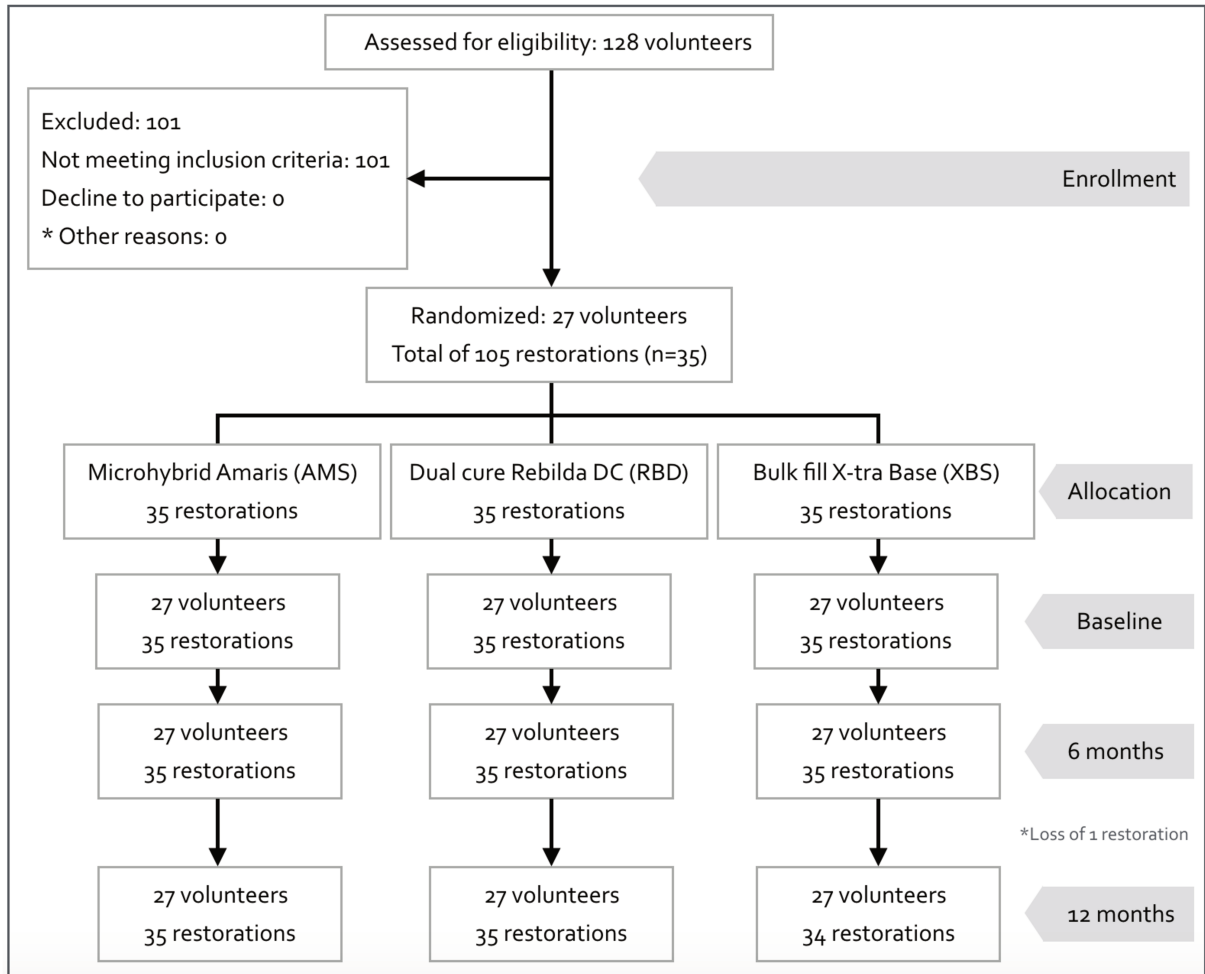


Figure 1. CONSORT flow chart for study.

-Clinical procedures

The teeth were cleaned using pumice and Robinson brush (Microdont, São Paulo, Brazil) prior to restoration and all participants were oriented regarding oral hygiene. Then, the tooth shade was selected and operative field was isolated using rubber dam. Cavity access were performed using diamond bur at high speed under water cooling (KG Sorensen, São Paulo, Brazil) and caries removal was completed using a round steel bur in a slow-speed hand piece (SSWhite, Rio de Janeiro, Brazil). The dimension of the preparation was determined by the extent of caries. A self-etching adhesive system Clearfill SE Bond (Kuraray, Tokyo, Japan) was applied in all cavities according to the manufacturer's instructions (Table 2), however the selective enamel etching was performed. Thereafter, an extra layer of

hydrophobic bond of Clearfil SE Bond was applied in all groups. Base or pulp cap materials were not applied.

A single experienced operator performed all restorations. The restorative materials have been placed as described in Table 2, and the restorative procedure in each group, performed as follow:

- AMS: Insertions of oblique 2mm increments of microhybrid composite (Amaris, VOCO) until complete the proper anatomical form, representing the control group;

- RBD: bulk filling with dual cure core build up composite (Rebilda DC, VOCO), associated with a 1mm covering of microhybrid composite (Amaris, VOCO) to complete the proper anatomical form.

- XBS: bulk filling with low viscosity bulk-fill composite (X-tra Base, VOCO), associated with a 1mm covering of microhybrid composite (Amaris, VOCO) to complete the proper anatomical form.

The Rebilda DC and X-tra Base were placed in horizontal bulk increments up to 4 mm as needed to fill the cavity 1 mm short of the occlusal cavosurface. After curing of the bulk increment, the occlusal part of the restoration was completed using the Amaris microhybrid composite. Class II cavities were transformed in Class I cavities using a thin metallic matrix and wooden wedges. The Amaris microhybrid composite was used in all Class II cavities, even in the experimental groups, to replace the lost proximal wall.

Light curing of dental adhesive and restorative composites was performed using a Light Emitting Diode (LED) device at an irradiance of 1100mW/cm² (VALO, Ultradent, South Jordan, USA). Curing time for all materials are described in Table2.

Table 2. Materials description and application mode

Material	Composition	Application mode	Manufacturer	Batch number
Clearfill SE Bond	<i>Primer:</i> MPD, HEMA, hydrophilic dimethacrylates, camphoroquinone, N-diethanol-p-toluidine, and water. <i>Bond:</i> MDP, HEMA, Bis-GMA, hydrophobic dimethacrylates, camphoroquinone, N-diethanol-p-toluidine, and silanized colloidal silica.	Selective enamel etch by 37% phosphoric acid for 30sec. Priming for 20sec. Dry with mild air for 5 sec. Bond application and gentle air flow to make an uniform bond film. Light curing for 20sec.	Kuraray, Tokyo Japan	Primer: 6F0206 Bond: 5A0405
Amaris	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA 80%wt silica, bariumborosilicate glass ceramic, ytterbium trifluoride	Insertion in increments, not exceeding 2mm in thickness, until complete the proper anatomical form. Light curing of each increment for 10sec or 40sec, depending on the shade.	VOCO, Cuxhaven, Germany	OA3:1441395 OA2:1437321 TN:1423104
Rebilda DC	Bis-GMA, UDMA, DDDMA, BHT, dibenzoylperoxide, camphoroquinone, 71%wt silica, bariumborosilicate glass ceramic, accelerators	Direct application into cavity, filling it 1mm short of occlusal cavosurface. Wait for 5 min for dual cure process. Light curing for 40sec.	VOCO, Cuxhaven, Germany	1726506
X-tra Base	BisGMA, BisEMA, UDMA, and Procrylat 75%wt silica, bariumborosilicate glass ceramic, ytterbium trifluoride	Direct application into cavity, filling it 1mm short of occlusal cavosurface. Light curing for 20sec.	VOCO, Cuxhaven, Germany	1545853

MDP, 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate; HEMA, hydroxyethyl methacrylate; BisGMA, bisphenol A diglycidyl dimethacrylate; UDMA, urethane dimethacrylate; TEGDMA, triethylene glycol dimethacrylate; DDDMA, dodecanediol dimethacrylate; BHT: butylhydroxytoluene; Bis-EMA, ethoxylated bisphenol A glycol dimethacrylate.

-Restorations evaluation

The evaluations were performed by two independents, blinded and previously intra- and inter- calibrated ($Kappa \geq 0.8$) examiners at baseline (7 days), 6-month and 1-year follow-ups. The restorations were previously cleaned using toothpaste (Colgate Total 12, Colgate-Palmolive, São Paulo, Brazil) and Robinson brush (Microdont, São Paulo, Brazil), and then assessed by the following parameters: anatomic form, marginal adaptation, marginal discoloration, color match, surface roughness, secondary caries, postoperative sensitivity and fracture by modified United States Public Health Service criteria (Table3)(35). All parameters were visual and tactile, except postoperative sensitive, which was evaluated by questioning the presence or absence of pain after applying a frost swab and applying an occlusal load over restoration. Interproximal radiographs were taken in each evaluation to assist secondary caries diagnosis.

Table 3. Descriptions for the clinical evaluation according to modified USPHS criteria [35]

Category	Score		Criteria
	Acceptable	Unacceptable	
Anatomic form	0		The restoration is contiguous with tooth anatomy
	1		Slightly under- or over-contoured restoration; marginal ridges slightly under-contoured; contact slightly open (may be self-correcting); occlusal height reduced locally
		2	Restoration is undercontoured, dentin or base exposed; contact is faulty, not self-correcting; occlusal height reduced; occlusion affected
		3	Restoration is missing partially or totally; fracture of tooth structure; shows traumatic occlusion; restoration causes pain in tooth or adjacent tissue

Marginal adaptation	0	Restoration is contiguous with existing anatomic form, explorer does not catch
	1	Explorer catches, no crevice is visible into which explorer will penetrate
	2	Crevice at margin, enamel exposed
	3	Obvious crevice at margin, dentin or base exposed
	4	Restoration mobile, fractured or missing
Marginal discoloration	0	No discoloration evident
	1	Slight staining, can be polished away
	2	Obvious staining can not be polished away
	3	Gross staining
Color match	0	Very good color match
	1	Good color match
	2	Slight mismatch in color, shade or translucency
	3	Obvious mismatch, outside the normal range
	4	Gross mismatch
Surface roughness	0	Smooth surface
	1	Slightly rough or pitted
	2	Rough, cannot be refinished
	3	Surface deeply pitted, irregular grooves
Secondary caries	0	No evidence of caries contiguous with the margin of the restoration
	1	Caries is evident contiguous with the margin of the restoration
Postoperative sensitive	0	No postoperative sensitivity, after the restorative procedure and during the study
	1	Sensitivity at any stage of the study
Fracture	0	Absent
	1	Small fracture, clinically acceptable
	2	Clinically unacceptable fracture

-Statistical analysis

Descriptive statistics were used to describe the cumulative relative frequency distributions of the modified USPHS scores, including the number of not-acceptable restorations (failures). Differences in these qualitative criteria among the 3 restorative techniques were analyzed using the non-parametric Friedman's one-way test and Wilcoxon signed rank test for repeated measures was applied to analyze different follow-up periods and for interactions between restorative techniques and follow-ups at a significance level of 5 % (SAS 9.3 software, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

RESULTS

The scores at baseline, 6 months and 12 months for the evaluated restorations are given as relative frequencies in Table 4. All patients attended recall examinations. After 12 months, 2(5.7%) AMS restorations, 1(2.9%) RBD restoration and 1(2.9%) XBS restoration presented clinically acceptable marginal disadaptation and marginal discoloration. The marginal disadaptation and discoloration were presented in the same evaluated teeth. Only one upper molar restored by X-tra Base showed spontaneous dental pain after 12 months and endodontic treatment was performed, which resulted in annual failure rates (AFRs) of 2,9% for XBS after 12 months. No restoration debonded or fractured at follow-up periods. No statistical differences among restorative techniques ($p>0.05$) and follow-up periods ($p>0.05$) were detected. Furthermore, there was no interaction between restorative technique and follow-up period ($p>0.05$).

Postoperative sensitivity	0	35 (100)	35 (100)	35 (100)	35 (100)	35 (100)	35 (100)	35 (100)	35 (100)	34 (97.1)
	1									1 (2.9)
Fracture	0	35 (100)	35 (100)	35 (100)	35 (100)	35 (100)	35 (100)	35 (100)	35 (100)	35 (100)
	1									
	2									

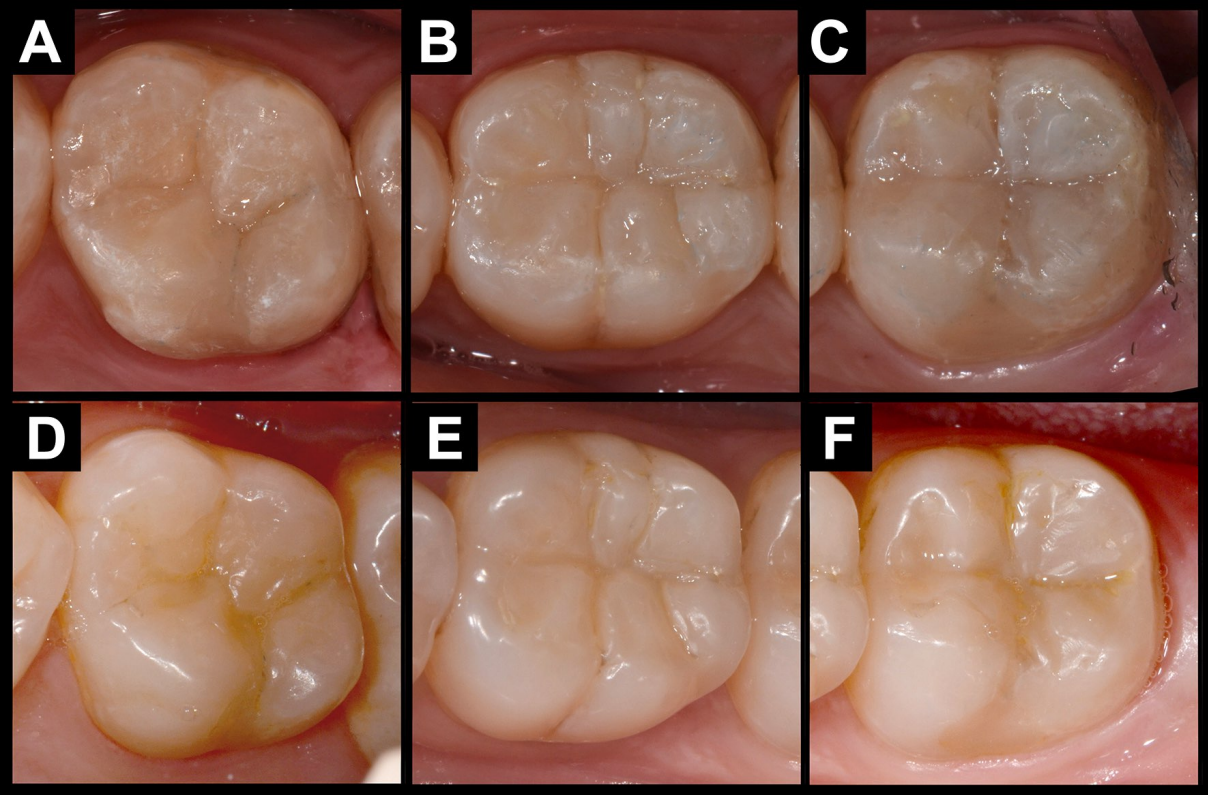


Figure 2. Clinical representative photographs at baseline AMS (A); RBD (B) and; XBS (C). Clinical representative photographs at 12 months follow-up AMS (D); RBD (E) and; XBS (F).

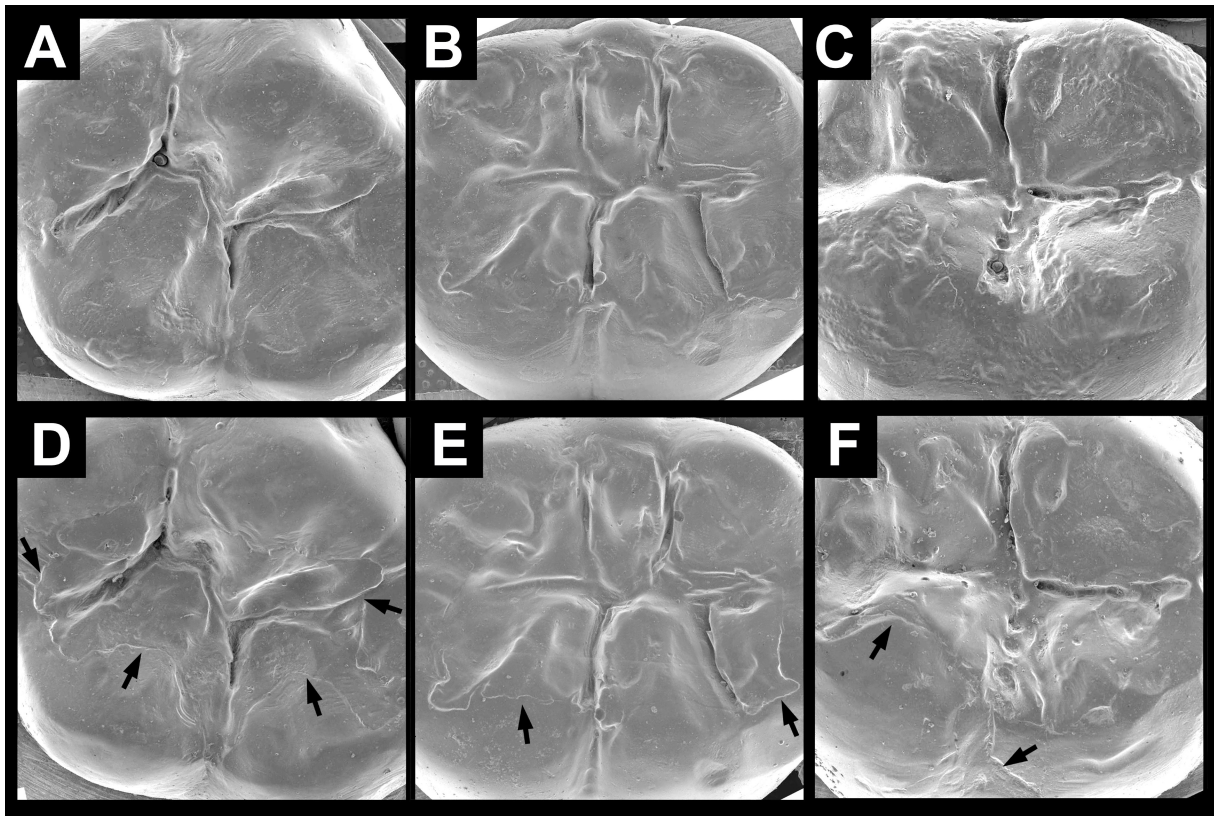


Figure 3. Representative Scanning Electron Microscope (SEM) photographs (30x magnification) at baseline AMS (A); RBD (B) and; XBS (C). Representative SEM photographs (30x magnification) at 12 months AMS (G); RBD (H) and; XBS (I). Black arrows indicate changes in marginal adaptation after 12 months.

DISCUSSION

Since no statistical differences among restorative techniques ($p>0.05$) and follow-ups periods ($p>0.05$) were detected, the hypothesis of this study was not rejected. Furthermore, there was no interaction between restorative technique and follow-up period ($p>0.05$), indicating that the assessed posterior bulk-filling restorations presented satisfactory performance, similar to those obtained using the traditional 2-mm layering technique. The 12 months follow-up in this study presented no statistical differences among restorative techniques and were supported for previous clinical studies using the modified USPHS criteria to investigate bulk-filling techniques, which reported variations in the score and

increasing in annual failure rates only after 2 or 3 years of follow-ups (12,35,36). The modified USPHS criteria have been designed to measure clinically important features of restorations and are still widely used in randomized clinical studies and reflect an appropriate guide to assess the clinical behavior of current restorative materials (27). While the residual shrinkage stress would be relieved by the water sorption into composite (36), a high shrinkage stress can be considered as any stress that approaches or exceeds the local adhesive force or residual tooth structure strength, resulting in gap formation or tooth fracture (33). Therefore, even the clinical effects of shrinkage stress on the composite restoration would not be expected to be present after the first few months of tooth restoration. Long-term clinical outcomes would be loss of retention, marginal caries, marginal gaps, marginal staining, fracture of the material (due to the presence of internal stresses), fracture of the tooth (due to compromised bonding and support), and post-operative sensitivity (27,33).

Regarding dentin bonding agent, it was not considered an independent variable, since the Clearfill SE Bond was chosen and applied in all tested groups, due to its self-etching primer system that dissolves the smear layer and demineralizes the underlying dentin, resulting in mild surface etching and good hybrid layer formation (37). Since the caries-affected intertubular dentin is already partially demineralized and more porous (38), a etch-and-rinse adhesive system might cause a greater injury in the pulp and consequently postoperative sensitivity or irreversible pulpitis (37). Furthermore, an extra layer of hydrophobic bond was applied in all groups in order to minimize the deleterious effects of acidic monomers of Clearfill SE Bond primer, as the remaining acidic monomers can react and inactivate the tertiary amine in the dual cure Rebuilda DC (39,40). Since the stress development is also related to the strength of the adhesive-dentin bond, it becomes difficult to separate the effects of shrinkage stress and inadequate bonding (41). Studies have shown that poorer adhesion of composite to the tooth tends to generate high shrinkage stress, however, it is not possible to ensure perfect adhesion under all conditions, attributing restoration failures only to the shrinkage stress (33). The Clearfill SE Bond is widely studied and was the adhesive of choice because its efficacy and longevity is consolidated (37). Furthermore, a recent meta-analysis reported that the use of rubber dam to perform composite restorations enhance adhesion to the entire tooth structure, demonstrated the best results (42), thus, it is suggested that the satisfactory clinical performance of all the

restorations in this study is due to the adequate application of the adhesive system enabling good dentin hybridization and enamel margins sealing.

The bulk-filling techniques investigated in the present study represent some of the attempts during recent years to simplify the placement of resin composites. Both bulk filling composites, Rebilda DC and X-tra Base, promote lower shrinkage stress due to their differentiated composition. TEGDMA is commonly used as a diluent monomer, however it is a hydrophilic low molecular weight dimethacrylate that increases water sorption and polymerization shrinkage (43). The conventional composite Amaris has TEGDMA as diluent monomer, in contrast, Rebilda DC has DDDMA and Xtra-base has Bis-EMA as diluent monomer. The DDDMA and Bis-EMA are high molecular weight monomer, which present a hydrophobic backbone that increases its molecular mobility, therefore promoting lower polymerization shrinkage and higher hydrophobicity (44). Rebilda DC and X-tra Base present lower viscosity when compared to conventional composite resin, and according the manufacturers' claims a conventional composite resin covering is recommended. A thin base of low viscosity resin presents positive effects on restoration, such as reduced postoperative sensitivity and better wetting and adaptation of composite on the cavity walls (6). Consequently, less void are formed at the resin/adhesive interface when compared to restoration using only conventional composite and adhesive system (6,45). However, conventional flowable composites have lower amounts of inorganic filler and a higher amount of low molecular weight monomers, as TEGDMA, than micro- nanohybrid composites, therefore, its generates higher shrinkage stress and lower mechanical resistance when applied in large amounts (6,40,41). Furthermore, the studied Rebilda DC and X-tra Base present higher amount of filler and than conventional flowable composites, with filler content more than 70%wt providing suitable mechanical properties (16,17,24,31,45) and can be used as base in sandwich restorations. Furthermore, the studied Rebilda DC was used with dual-curing approach, which the degree of monomer conversion was found to significantly increased as compared to self-curing (17). Therefore, delayed light activation of Rebilda DC reduces the polymerization stress without jeopardizing monomers conversion (47). In addition, the elastic modulus and compressive strength of dual cured composites is higher than a light cured composites (17), and the low viscosity bulk-fill presents higher elastic modulus than a conventional flowable composites (48). It is suggested that elastic modulus similar to that of dentin, enables the restoration to withstand the mastication forces and polymerization shrinkage stresses (17,48).

The use of a covering performed of conventional composite improves the biomechanical properties of the restoration, due to their higher modulus of elasticity and hardness (48). Therefore, in this study the use of a conventional microhybrid composite as the last layer might improved the restorations performance, since the enamel margins were sealed by a composite with higher mechanical strength. Another advantage of associating Rebilda DC or X-tra Base with a microhybrid Amaris is the final aesthetics of restoration. Bulk-filling composites require greater translucency to allow greater light dissipation through the material (27), thus are not capable to mask darker substrates or achieve an excellent color match. Moreover, a small range of shades of Rebilda DC and X-tra Base is available in the market, compared to Amaris composite, therefore, the use of a capping of Amaris allowed to obtain satisfactory esthetics, classifying all the restorations in the score 0 of color match in the modified USPHS criteria. Figure 2 has shown some representative photographs of each restoration at baseline and after 12 months.

This study presented 2 restorations performed by Amaris, 1 restoration using Rebilda DC and 1 restoration using X-tra Base with clinically acceptable marginal disadaptation and discoloration after 12 months. Marginal adaptation and discoloration would lead to restorative failure mainly when associated with secondary caries (33). Stained margins is clinically detectable in dental composite restorations and these discoloration would be not associated to the effects of shrinkage stress (33,49), in many cases, these defects can be easily resolved by polishing or remarginating, and do not lead to secondary caries (27,33,49). Scanning Electron Microscopy images of the teeth presented in Figure 2 are shown in Figure 3, for better viewing of the cavosuperficial margins of the restorations and representing each group. The literature review has found little correlation between marginal quality and clinical success of dental restorations, mainly due to the individual characteristics, such as oral hygiene and the bacterial composition of plaque at restoration margins (33). In this study, the same restorations classified as discolored margin was found classified as marginal disadapted, and all restorations was performed in a single participant, which has achieved all inclusion criteria, including good oral hygiene.

Regarding Annual Failure Rates, only one upper molar restored using X-tra Base was failed due to an occurrence of irreversible pulpitis (AFR: 0,95%). Postoperative sensitivity can be considered an early manifestation of shrinkage stress in dental composite restorations, however, in controlled clinical trials it is typically very low (33). The main reasons for restoration failure are still fracture/debonding and secondary caries incidence.

Endodontic complications are typically related to the first year of service, which can be explained by the pulpal damage of the condition that caused the restoration and the restorative procedure itself (36). In this study, the occurrence of irreversible pulpitis is may be due to the cavity depth (>3mm), which exposes large dentine tubules enabling adhesive monomers penetration and dental pulp reaction for its injury (50).

While the effects of shrinkage stress would not be expected to be clinically present after the first few months of tooth restoration, short-term studies remain useful to exclude materials with initial catastrophic failures. Meanwhile, it is found that cumulative AFRs achieves significant relevance between 5 and 10 years of follow-ups (36). Therefore, annual assessments of the restorations will be performed to better elucidate the clinical behavior of the tested restorative techniques over time.

CONCLUSIONS

Under the conditions of this clinical trial, it was concluded that the different bulk filling techniques has demonstrated satisfactory clinical behavior comparable to the traditional incremental filling technique.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by the Coordination of Superior Level Staff Improvement (CAPES), Ministry of Education, Brazil.

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

All the authors declare that there was no conflict of interest.

REFERENCES

- [1] Ferracane JL. Resin composite-state of the art. *Dent Mater*, 2011; 27:29–38.
- [2] Ferracane JL. Buonocore Lecture. Placing dental composites-a stressful experience. *Oper Dent*, 2008; 33:247–57.

- [3] Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B. Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *J Adhes Dent*, 2017; 19:95–109.
- [4] Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an Incremental Filling Technique Reduce Polymerization Shrinkage Stresses? *J Dent Res*, 1996; 75:871–8.
- [5] Min SH, Ferracane J and Lee IB. Effect of shrinkage strain, modulus, and instrument compliance on polymerization shrinkage stress of light-cured composites during the initial curing stage. *Dent Mater*, 2010; 26:1024–33.
- [6] Kwon Y, Ferracane J and Lee IB. Effect of layering methods, composite type, and flowable liner on the polymerization shrinkage stress of light cured composites. *Dent Mater*, 2012; 28:801–9.
- [7] Feilzer AJ, De Gee AJ and Davidson C. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res*, 1987; 66:1636–9.
- [8] Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dent Mater*, 2012; 28:521–8.
- [9] Campos EA, Ardu S, Lefever D, Jassé FF, Bortolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *J Dent*, 2014; 42:575–81.
- [10] Soares C, Rosatto C, Carvalho V, Bicalho A, Henriques J, Faria-e-Silva A. Radiopacity and Porosity of Bulk-fill and Conventional Composite Posterior Restorations—Digital X-ray Analysis. *Oper Dent*, 2017; 42:616–25.
- [11] Bicalho AA, Pereira RD, Zanatta RF, Franco SD, Tantbirojn D, Versluis A, et al. Incremental filling technique and composite material-part I: cuspal deformation, bond strength, and physical properties. *Oper Dent*, 2014; 39:E71-82.
- [12] Van Dijken JW and Pallesen U. A randomized controlled three year evaluation of “bulk-filled” posterior resin restorations based on stress decreasing resin technology. *Dent Mater*, 2014; 30:e245-51.

- [13] Van Dijken JW and Pallesen U. A six-year prospective randomized study of a nano-hybrid and a conventional hybrid resin composite in Class II restorations. *Dent Mater*, 2013; 29:191–8.
- [14] El-Safty S, Silikas N and Watts DC. Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dent Mater*, 2012; 28:928–35.
- [15] Feng L and Suh BI. The effect of curing modes on polymerization contraction stress of a dual cured composite. *J Biomed Mater Res - Part B Appl Biomater*, 2006; 76:196–202.
- [16] Gonçalves F, Kawano Y and Braga RR. Contraction stress related to composite inorganic content. *Dent Mater*, 2010; 26:704–9.
- [17] Rüttermann S, Alberts I, Raab WHM, Janda RR. Physical properties of self-, dual-, and light-cured direct core materials. *Clin Oral Investig*, 2011; 15:597–603.
- [18] Tauböck TT, Oberlin H, Roos M, Attin T, Dent M, Buchalla W, et al. Comparing the effectiveness of self-curing and light curing in polymerization of dual-cured core buildup materials. *J Am Dent Assoc*, 2014; 142:950–6.
- [19] Koubi S, Raskin A, Dejous J, About I, Tassery H, Camps J, et al. Effect of dual cure composite as dentin substitute on marginal integrity of class II open-sandwich restorations. *Oper Dent*, 2009; 34:150–6.
- [20] Czasch P and Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig*, 2013; 17:227–35.
- [21] Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U, et al. Bulk-fill resin composites: Polymerization properties and extended light curing. *Dent Mater*, 2015; 31:293–301.
- [22] Ilie N and Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology. *Dent Mater*, 2011; 27:348–55.
- [23] Marovic D, Tauböck TT, Attin T, Panduric V, Tarle Z. Monomer conversion and shrinkage force kinetics of low-viscosity bulk-fill resin composites. *Acta Odontol Scand*, 2014; 73:474–80.

- [24] Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent*, 2014; 42:993–1000.
- [25] Benetti A, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen M, Pallesen U. Bulk-Fill Resin Composites: Polymerization Contraction, Depth of Cure, and Gap Formation. *Oper Dent*, 2015; 40:190–200.
- [26] El-Damanhoury H and Platt J. Polymerization Shrinkage Stress Kinetics and Related Properties of Bulk-fill Resin Composites. *Oper Dent*, 2014; 39:374–82.
- [27] Veloso SRM, Lemos CAA, de Moraes SL, Vasconcelos BCE, Pellizzer EP, Monteiro G. Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*, 2018; 21:2–9.
- [28] Rosatto CM, Bicalho AA, Veríssimo C, Bragança GF, Rodrigues MP, Tantbirojn D, et al. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *J Dent*, 2015; 43:1519–28.
- [29] Bicalho AA, Valdívia AD, Barreto BC, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Incremental filling technique and composite material-part II: shrinkage and shrinkage stresses. *Oper Dent*, 2014; 39:E83-92.
- [30] Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: effect on adhesion to cavity-bottom dentin. *Dent Mater*, 2013; 29:269–77.
- [31] Roggendorf MJ, Krämer N, Appelt A, Naumann M, Frankenberger R. Marginal quality of flowable 4-mm base vs. conventionally layered resin composite. *J Dent*, 2011; 39:643–7.
- [32] Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. *J Dent*, 2012; 40:500–5.
- [33] Ferracane JL and Hilton TJ. Polymerization stress – Is it clinically meaningful? *Dent Mater*, 2015; 32:1–10.

- [34] Moher D, Hopewell S, Schulz KF, Montori V, Gotzsche PC, Devereaux PJ, et al. CONSORT 2010 explanation and elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ*. 2010; 340.
- [35] Van Dijken JW and Pallesen U. Bulk-filled posterior resin restorations based on stress-decreasing resin technology: a randomized, controlled 6-year evaluation. *Eur J Oral Sci*, 2017; 125:303–9.
- [36] Opdam NJM, Van De Sande FH, Bronkhorst E, Cenci MS, Bottenberg P, Pallesen U, et al. Longevity of posterior composite restorations: A systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*, 2014; 93:943–9.
- [37] Abu Nawareg MM, Zidan AZ, Zhou J, Chiba A, Tagami J, Pashley DH. Adhesive sealing of dentin surfaces in vitro: A review. *Am J Dent*, 2015; 28:321–32.
- [38] Ogawa K, Yamashita Y, Ichijo T, Fusayama T. The ultrastructure and hardness of the transparent layer of human carious dentin. *J Dent Res*, 1983; 62:7–10.
- [39] Cheong C, King NM, Pashley DH, Ferrari M, Toledano M, Tay F. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one-step systems. *Oper Dent*, 2003; 28:747–55.
- [40] Sanares AME, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater*, 2001; 17:542–56.
- [41] Van Ende A, Mine A, De Munck J, Poitevin A, Van Meerbeek B. Bonding of low-shrinking composites in high C-factor cavities. *J Dent*, 2012; 40:295–303.
- [42] Heintze SD and Rousson V. Clinical effectiveness of direct class II restorations - a meta-analysis. *J Adhes Dent*, 2012; 14:407–31.
- [43] Floyd CJE, Dickens SH. Network structure of Bis-GMA- and UDMA-based resin systems. *Dent Mater*, 2006; 22:1143–9.
- [44] Sideridou ID, Karabela MM. Sorption of water, ethanol or ethanol/water solutions by light-cured dental dimethacrylate resins. *Dent Mater*, 2011;27:1003–10.

- [45] Chuang SF, Jin YT, Liu JK, Chang CH, Shieh DB. Influence of flowable composite lining thickness on Class II composite restorations. *Oper Dent*, 2004; 29:301–8.
- [46] Agrawal A and Mala K. An in vitro comparative evaluation of physical properties of four different types of core materials. *J Conserv Dent*, 2014; 17:230-3.
- [47] Atlas AM, Raman P, Dworak M, Mante F, Blatz MB. Effect of delayed light polymerization of a dual-cured composite base on microleakage of Class 2 posterior composite open-sandwich restorations. *Quintessence Int*, 2009; 40:471-7.
- [48] Ilie N, Bucuta S and Draenert M. Bulk-fill Resin-based Composites: An *In Vitro* Assessment of Their Mechanical Performance. *Oper Dent*, 2013; 38:618–25.
- [49] Sarret D. Prediction of clinical outcomes of a restoration based on in vivo marginal quality evaluation. *J Adhes Dent*, 2007; 9:117–20.
- [50] Sun F, Mao P, Wang C, Shi C, Nie R, Han N, Han X. Cytotoxic Effects of One-step Self-etching Dental Adhesives on Human Periodontal Ligament Fibroblasts In Vitro. *J Adhes Dent*, 2016; 18:99–109.

3 CONCLUSÃO

De acordo com as condições deste ensaio clínico e baseado nos seus resultados, pode-se concluir que restaurações que utilizaram as resinas de preenchimento de polimerização dupla (Rebilda DC) ou "bulk fill" (X-tra Base) em cavidades de Classe I ou Classe II demonstram desempenho clínico comparável às restaurações confeccionadas com resinas compostas convencionais (Amaris) pela técnica incremental.

REFERÊNCIAS*

1. Agrawal A e Mala K. An in vitro comparative evaluation of physical properties of four different types of core materials. *J Conserv Dent*. 2014 May;17(3): 230-3.
2. Atlas AM, Raman P, Dworak M, Mante F, Blatz MB. Effect of delayed light polymerization of a dual-cured composite base on microleakage of Class 2 posterior composite open-sandwich restorations. *Quintessence Int*. 2009 Jun; 40(6):471-7.
3. Bicalho A, Valdívia a DCM, Barreto BCF, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Incremental filling technique and composite material-part II: shrinkage and shrinkage stresses. *Oper Dent*. 2014 Mar-Apr;39(2):E83-92.
4. Bolhuis PB, de Gee AJ, Kleverlaan CJ, El Zohairy AA, Feilzer AJ. Contraction stress and bond strength to dentin for compatible and incompatible combinations of bonding systems and chemical and light-cured core build-up resin composites. *Dent Mater*. 2006 Mar;22(3):223–33.
5. Campos EA, Ardu S, Lefever D, Jassé FF, Bortolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *J Dent*. 2014 May;42(5):575–81.
6. El-Safty S, Silikas N, Watts DC. Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dent Mater [Internet]*. The Academy of Dental Materials; 2012 Aug [cited 2014 Oct 16];28(8):928–35. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22656273>
7. Feilzer AJ, De Gee AJ e Davidson C. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res*. 1987 Nov;66(11): 1636–9.
8. Ferracane JL. Resin composite-state of the art. *Dent Mater*. 2011 Jan;27(1): 29–38.

* De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

9. Ferracane JL. Buonocore Lecture. Placing dental composites-a stressful experience. *Oper Dent*. 2008 May-Jun;33(3):247-57.
10. Ferracane JL e Hilton TJ. Polymerization stress – Is it clinically meaningful? *Dent Mater*. 2015 Jan;32(1):1–10.
11. Fok ASL e Aregawi WA. The two sides of the C-Factor. *Dent Mater*. 2018 Apr;34(4):649-56.
12. Ilie N e Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology. *Dent Mater*. 2011 Apr;27(4):348–55.
13. Ilie N, Bucuta S e Draenert M. Bulk-fill Resin-based Composites: An *In Vitro* Assessment of Their Mechanical Performance. *Oper Dent*. Nov-Dec 2013;38(6):618–25.
14. Jongsma LA, Kleverlaan CJ e Feilzer AJ. Clinical success and survival of indirect resin composite crowns: results of a 3-year prospective study. *Dent Mater*. 2012 Sep;28(9):952–60.
15. Koubi S, Raskin A, Dejou J, About I, Tassery H, Camps J, et al. Effect of dual cure composite as dentin substitute on the marginal integrity of class II open-sandwich restorations. *Oper Dent*. 2010 Mar-Apr;34(2):150–6.
16. Kwon Y, Ferracane JL e Lee IB. Effect of layering methods, composite type, and flowable liner on the polymerization shrinkage stress of light cured composites. *Dent Mater*. 2012 Jul;28(7):801–9.
17. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent*. 2014 Aug;42(8):993–1000.
18. Min SH, Ferracane JL e Lee IB. Effect of shrinkage strain, modulus, and instrument compliance on polymerization shrinkage stress of light-cured composites during the initial curing stage. *Dent Mater*. 2010 Oct;26(10):1024–33.
19. Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dent Mater*. 2008 Nov;24(11):1501–5.
20. Roggendorf MJ, Krämer N, Appelt A, Naumann M, Frankenberger R. Marginal quality of flowable 4-mm base vs. conventionally layered resin composite. *J Dent*. 2011 Oct;39(10):643–7.

21. Rüttermann S, Alberts I, Raab WHM, Janda RR. Physical properties of self-, dual-, and light-cured direct core materials. *Clin Oral Investig*. 2011 Aug; 15(4):597–603.
22. Van Dijken JW, Kieri C e Carlen M. Longevity of Extensive Class II Open-sandwich Restorations with a Resin-modified Glass-ionomer Cement. *J Dent Res*. 1999 Jul;78(7):1319–25.
23. Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B. Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *J Adhes Dent*. 2017;19(2):95–109.
24. Veloso SRM, Lemos CAA, de Moraes SL, Vasconcelos BCE, Pellizzer EP, Monteiro G. Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2018 Mar;21(1):2–9.
25. Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an Incremental Filling Technique Reduce Polymerization Shrinkage Stresses? *J Dent Res*. 1996 Mar; 75(3):871–8.

APÊNDICE: Material e Métodos Ilustrado

- Delineamento experimental

Três diferentes técnicas adesivas para restaurações posteriores diretas foram avaliadas por meio de um estudo clínico experimental randomizado, controlado e duplo-cego. O fator de estudo foi a técnica restauradora e as variáveis foram descritivas e nominais por meio dos escores do critério USPHS modificado (Figura 1).

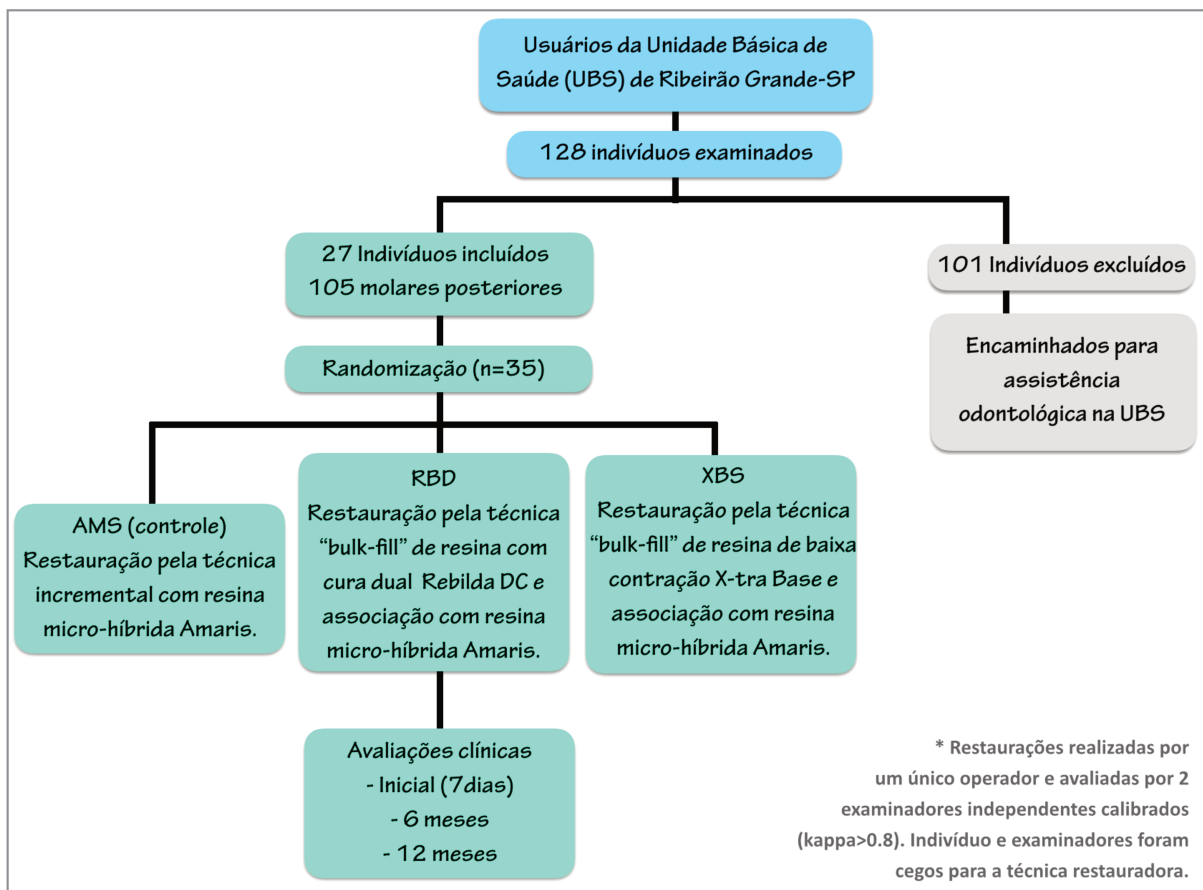


Figura 1. Esquema do delineamento experimental, baseado nas recomendações da Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT).

- Local da Pesquisa

A pesquisa foi conduzida na Unidade Básica de Saúde (UBS) de Ribeirão Grande (Figura 2), que apresenta consultórios odontológicos com estrutura adequada para realização dos procedimentos restauradores. A utilização das instalações foi formalmente autorizada pela Diretoria de Saúde do município de Ribeirão Grande.

Antes da execução da pesquisa, o projeto foi submetido a análise pelo Comitê de Ética em Pesquisas da Faculdade de Odontologia de Piracicaba e aprovado sob o protocolo 096/2015 (Anexo1).



Figura 2. Operadora durante a execução das restaurações no consultório da Unidade Básica de Saúde de Ribeirão Grande-SP.

- Fontes de obtenção do material da pesquisa

A população estudada consistiu em adolescentes e adultos do gênero feminino ou masculino, entre 17 e 49 anos de idade, que fazem uso da UBS do município de Ribeirão Grande-SP, por meio do Sistema Único de Saúde. Os indivíduos foram contactados por meio de carta e convidados a comparecerem em dias e horários agendados para avaliação clínica no consultório odontológico da UBS. Aos indivíduos com menos de 18 anos de idade, um responsável foi convocado para acompanhar o menor. A condição de saúde geral dos

indivíduos foi avaliada como boa, confirmada por registros no prontuário da UBS. A amostra consistiu em 105 dentes posteriores, em 27 indivíduos, e foi calculada com poder do teste de 80% e considerando uma taxa de perda de 10%. A seleção da amostra foi baseada nos critérios de inclusão e exclusão previamente determinados (Figura 3).

Os critérios de inclusão foram:

- Apresentar boa saúde geral e higiene oral;
- Apresentar pelo menos 3 molares permanentes que requeriam substituição de restauração deficiente ou apresentaram cárie primária (cavidades Classe I ou Classe II), diagnosticado por exame clínico e radiográfico;
- Os molares permanentes que requeriam restauração apresentassem cavidades médias e profundas (acima de 3mm de profundidade), medidas com régua na radiografia e/ou sonda periodontal *in loco*;
- O preparo cavitário deveria ter margem cavossuperficial em esmalte;
- Os dentes a serem restaurados deveriam estar em oclusão com o antagonista e apresentar pelo menos um contato com o dente adjacente, e;
- Não apresentar histórico de hipersensibilidade ao anestésico ou a algum componente dos materiais a serem utilizados.

Os critérios de exclusão foram:

- Estar grávida ou amamentando;
- Apresentar sinais de parafunção grave, como desgaste acentuado ou fraturas dos dentes por bruxismo;
- Apresentar lesões cariosas ou restaurações deficientes em outras faces dos molares que não caracterizassem cavidades do tipo Classe I ou Classe II;
- Apresentar dentes com cavidades rasas que impossibilitassem a inserção de pelo menos 3mm de resina composta;
- Apresentar áreas na margem cavossuperficial em dentina;

- Dentes que não apresentassem vitalidade pulpar ou apresentassem sinais claros de pulpite irreversível e;

- Dentes com necessidade de proteção pulpar ou exposição pulpar durante a remoção do tecido cariado.

Todos os indivíduos selecionados foram adequadamente informados sobre os malefícios e benefícios da pesquisa e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido em duas vias. Uma via ficou de posse do voluntário e outra com a equipe de pesquisa.

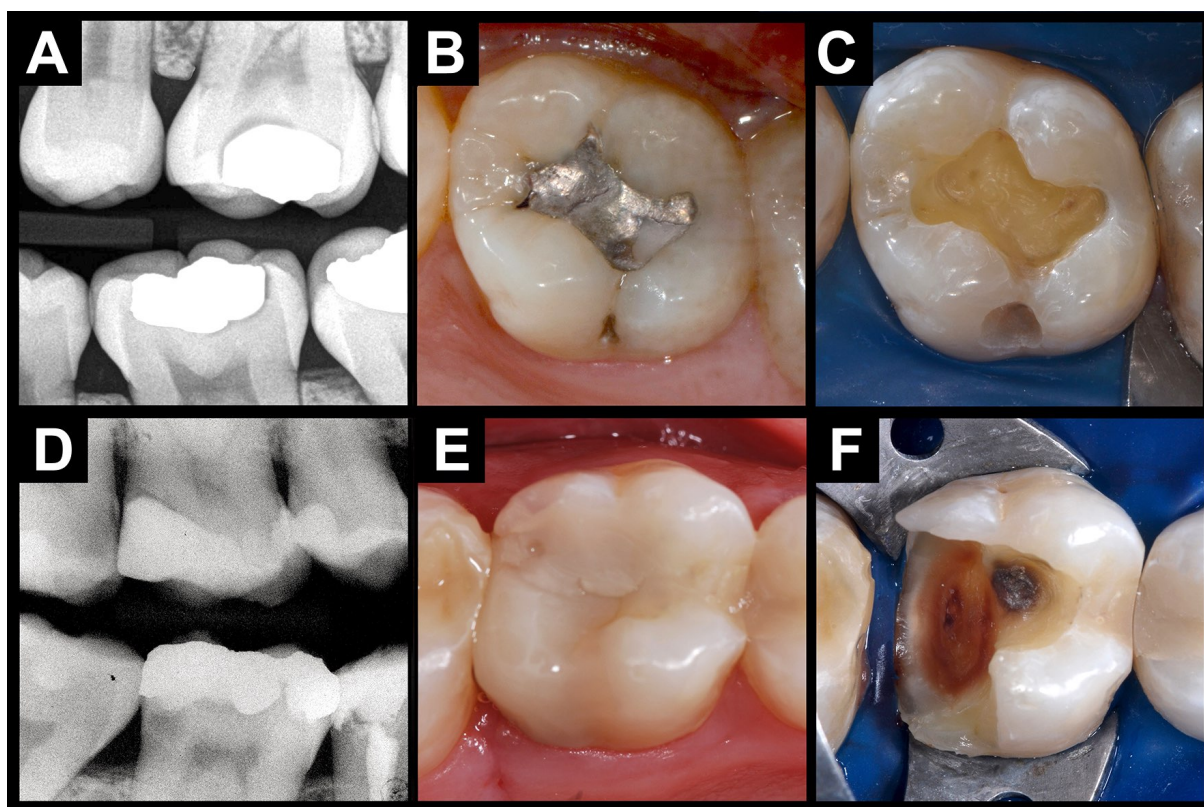


Figura 3. Critérios de inclusão e exclusão relacionados ao dente. Radiografia interproximal de um dente incluído (dente 16), cavidade com profundidade >3mm (A); aspecto clínico inicial (B) e; aspecto clínico do preparo cavitário de Classe I (C). Radiografia interproximal de um dente excluído (dente 26), cavidade com profundidade >3mm, mas com grande comprometimento de estrutura dentária (D); aspecto clínico inicial (E) e; aspecto clínico do preparo cavitário, com perda de esmalte na parede gengival e perda da cúspide disto-palatina, descaracterizando uma cavidade Classe II (F).

- Procedimentos restauradores

As restaurações foram realizadas por um único operador com experiência clínica em Dentística Restauradora e Saúde Pública. Para cada indivíduo foi realizado sorteio, por meio de envelope branco selado, para definir quais dentes representariam cada uma das técnicas restauradoras. Todos os procedimentos foram detalhados em prontuário padrão utilizado na UBS e em outro prontuário arquivado junto com os dados da pesquisa (diário de pesquisa).

O voluntário foi adequado com profilaxia de todos os dentes, posteriormente, os dentes a serem restaurados foram previamente anestesiados com lidocaína 2% com 1:50000 de hemitartarato de norepinefrina e isolados de forma absoluta com lençol de borracha, arco de Young e grampos. A seguir, a restauração deficiente ou esmalte cavitado foi removido com ponta diamantada esférica (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) de tamanho compatível com a cavidade. Cárie secundária ou incipiente foi removida com broca esférica carbide (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) de tamanho compatível com a cavidade. O acabamento das cavidades limitou-se a remover prismas de esmalte sem suporte na margem cavossuperficial e arredondamento de possíveis ângulos internos na cavidade com pontas diamantadas extrafinas (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) (Figura4).

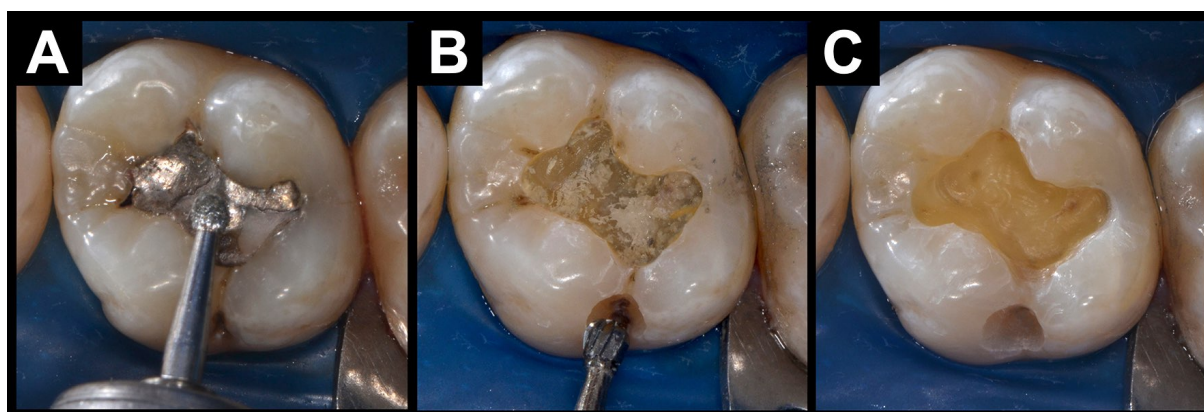


Figura 4. Preparo cavitário. Remoção de restauração deficiente ou esmalte sobre dentina cariada com ponta esférica diamantada (A); remoção de cárie com broca esférica carbide (B) e; preparo final limitando-se à remoção da cárie e acabamento do esmalte cavossuperficial (C).

O procedimento adesivo foi feito de igual maneira para todas as técnicas (Figura 5). A margem cavossuperficial em esmalte foi condicionada com ácido fosfórico a 37% (Ultraetch, Ultradent, South Jordan, USA) por 30 segundos, lavado com jato de spray água/ar por 15 segundos e seca com jato de ar por 15 segundos. Então, um primer ácido (Clearfill SE primer, Kuraray, Toquio, Japão) foi aplicado com pincel descartável na dentina por 20 segundos e o solvente volatilizado por aplicação de leve jato de ar por 5 segundos. Sobre o primer na dentina foi aplicado o adesivo hidrófobo (Clearfill SE bond, Kuraray, Toquio, Japão) com um novo pincel descartável e todo o sistema adesivo fotopolimerizado (VALO, Ultradent, South Jordan, USA) por 20 segundos a uma irradiância de 1100mW/cm^2 . Uma camada adicional de adesivo hidrófobo foi aplicada com um novo pincel descartável e fotopolimerizado por 20 segundos a uma irradiância de 1100mW/cm^2 . Essa camada adicional de adesivo hidrófobo assegura que a última camada do sistema de adesão não apresente acidez que o torna incompatível com sistemas de polimerização dual de resinas compostas.

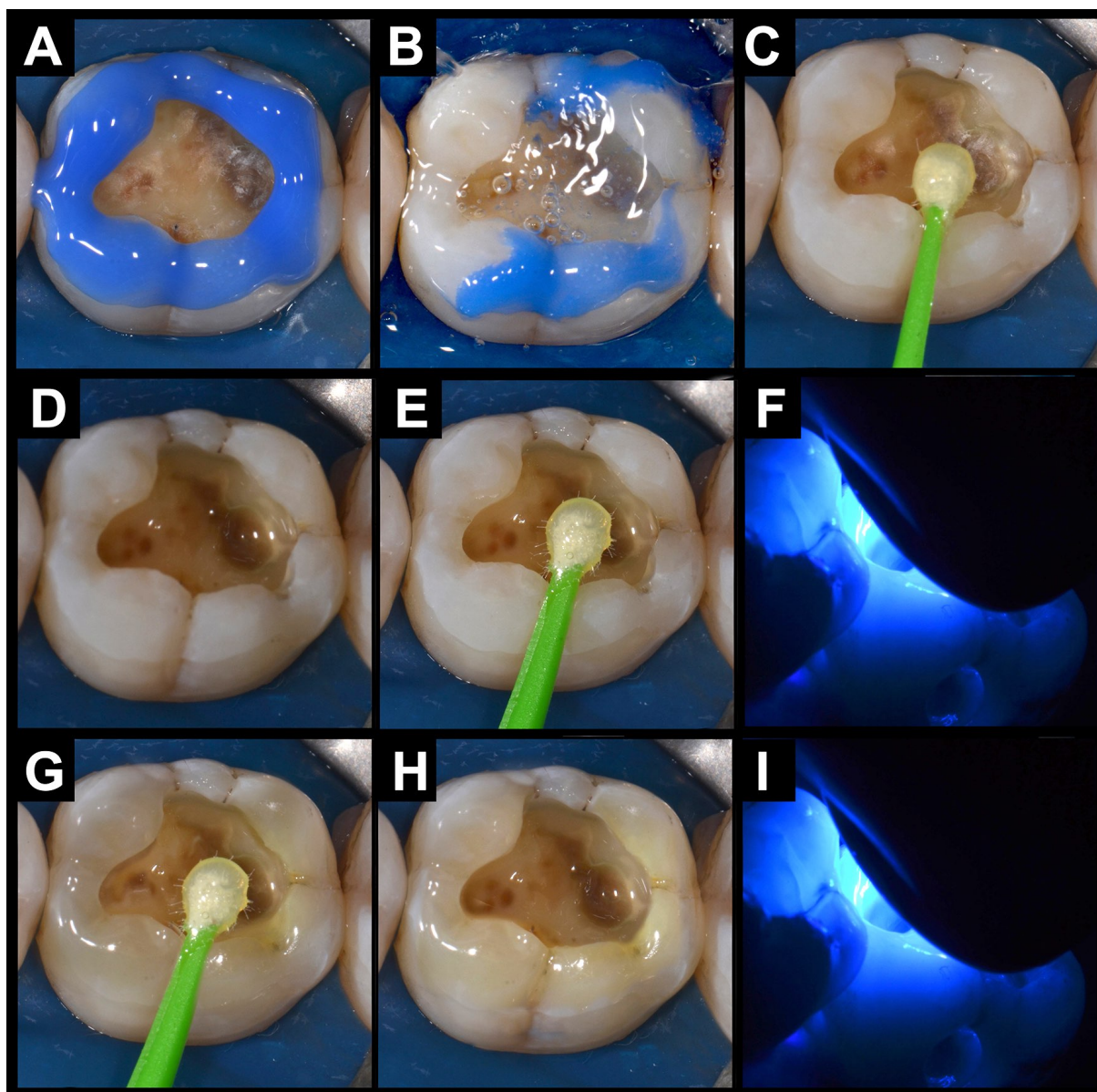


Figura 5. Aplicação do sistema adesivo. Condicionamento ácido seletivo do esmalte (A); lavagem com spray de água por 15 segundos (B) e secagem com spray de ar por 15 segundos; aplicação do primer ácido por 20 segundos (C); volatilização do solvente com leve jato de ar por 5 segundos (D); aplicação do adesivo hidrófobo (E); fotopolimerização por 20 segundos (F); aplicação de uma nova camada de adesivo hidrófobo (G); aplicação de leve jato de ar por 5 segundos para uniformizar a camada (H) e; fotopolimerização por 20 segundos (I).

Os grupos de estudo contemplaram diferentes técnicas restauradoras conforme descrito a seguir:

- AMS (controle): restauração pela técnica incremental com uma resina composta microhíbrida (Amaris, Voco GmbH, Cuxhaven, Alemanha). Inicialmente realizou-se a seleção de cor da resina para dentina e resina para esmalte. Em cavidades Classe II, foi adaptada uma matriz metálica e cunha nas caixas proximais e a restauração iniciada por estas caixas com colocação de incrementos oblíquos. Após a reconstrução da parede proximal, a restauração foi realizada como uma cavidade de Classe I. As cavidades de classe I foram restauradas com incrementos oblíquos com no máximo 2mm de espessura de resina composta microhíbrida (Amaris), até a configuração da anatomia final do dente. Cada incremento foi fotopolimerizado por 10 ou 40 segundos, dependendo da cor e opacidade da resina, a uma irradiância de 1100mW/cm^2 (Figura 6).

- RBD: restauração pela técnica Sanduíche fechado com utilização de uma resina composta de polimerização dual para núcleo de preenchimento (Rebilda DC, Voco GmbH, Cuxhaven, Alemanha) associada a uma resina composta microhíbrida (Amaris). Em cavidades Classe II, foi adaptada uma matriz metálica e cunha nas caixas proximais e a restauração iniciada por estas caixas com colocação de incrementos oblíquos de resina microhíbrida (Amaris). Após a reconstrução da parede proximal, a restauração foi realizada como uma cavidade de Classe I. As cavidades classe I foram preenchidas até o limite de 1mm aquém da margem oclusal, não excedendo 4mm de espessura, em único incremento horizontal de resina composta dual de preenchimento (Rebilda DC). Este incremento foi mantido estático por 5 minutos para favorecer a sua ativação química e permitir maior tempo pré-gel e, após este período, foi fotopolimerizado por 40 segundos a uma irradiância de 1100mW/cm^2 , conforme instruções do fabricante. Sobre esta camada de resina de preenchimento foi colocada uma camada de 1mm de espessura de resina composta nanohíbrida (Amaris) pela técnica incremental para realização de anatomia oclusal final. Cada incremento foi fotopolimerizado por 20 segundos a uma irradiância de 1100mW/cm^2 (Figura 7).

- XBS: restauração pela técnica Sanduíche fechado com utilização de uma resina composta fluida “bulk fill” de baixa contração (X-tra base, Voco GmbH, Cuxhaven, Alemanha) associada a uma resina composta microhíbrida (Amaris). Em cavidades Classe II, foi adaptada uma matriz metálica e cunha nas caixas proximais e a restauração iniciada

por estas caixas com colocação de incrementos oblíquos de resina composta microhíbrida (Amaris). Após a reconstrução da parede proximal, a restauração foi realizada como uma cavidade de Classe I. As cavidades classe I foram preenchidas até o limite de 1mm aquém da margem oclusal, não excedendo 4mm de espessura, em único incremento horizontal de resina composta fluida de baixa contração (X-tra base). Este incremento foi fotopolimerizado por 20 segundos a uma irradiância de $1100\text{mW}/\text{cm}^2$, conforme instruções do fabricante. Sobre esta camada de resina fluida foi colocada uma camada de 1mm de espessura de resina composta microhíbrida (Amaris) pela técnica incremental para realização de anatomia oclusal final, conforme indica o fabricante. Cada incremento foi fotopolimerizado por 20 segundos a uma irradiância de $1100\text{mW}/\text{cm}^2$ (Figura 8).

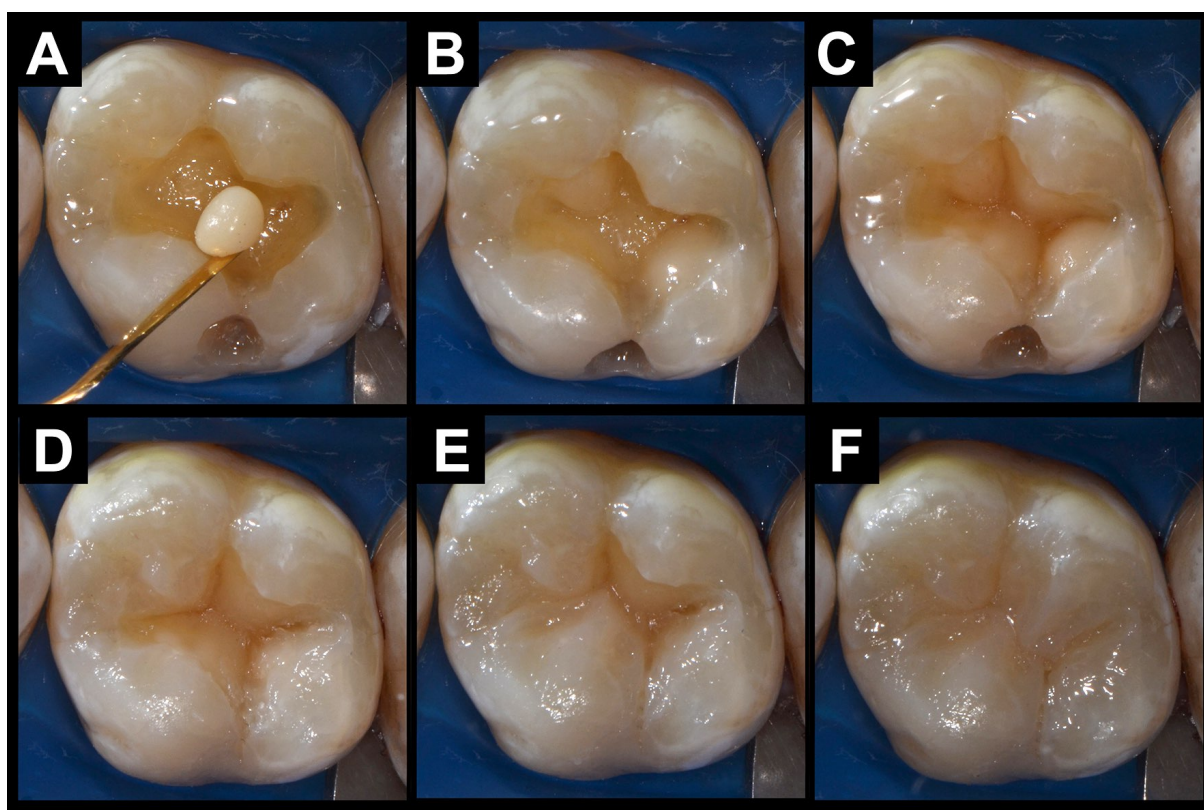


Figura 6. Confeção da restauração pela técnica incremental usando resina microhíbrida (AMS). Aplicação de incrementos oblíquos de até 2mm da resina Amaris (A); nas paredes disto-palatina e méso-vestibular (B) e; nas paredes méso-palatina e disto-vestibular (C) para substituição da dentina perdida. Aplicação de resina de esmalte em incrementos nas paredes disto-palatina e méso-vestibular (D); parede méso-palatina (E) e; disto-vestibular para finalização da anatomia da restauração.

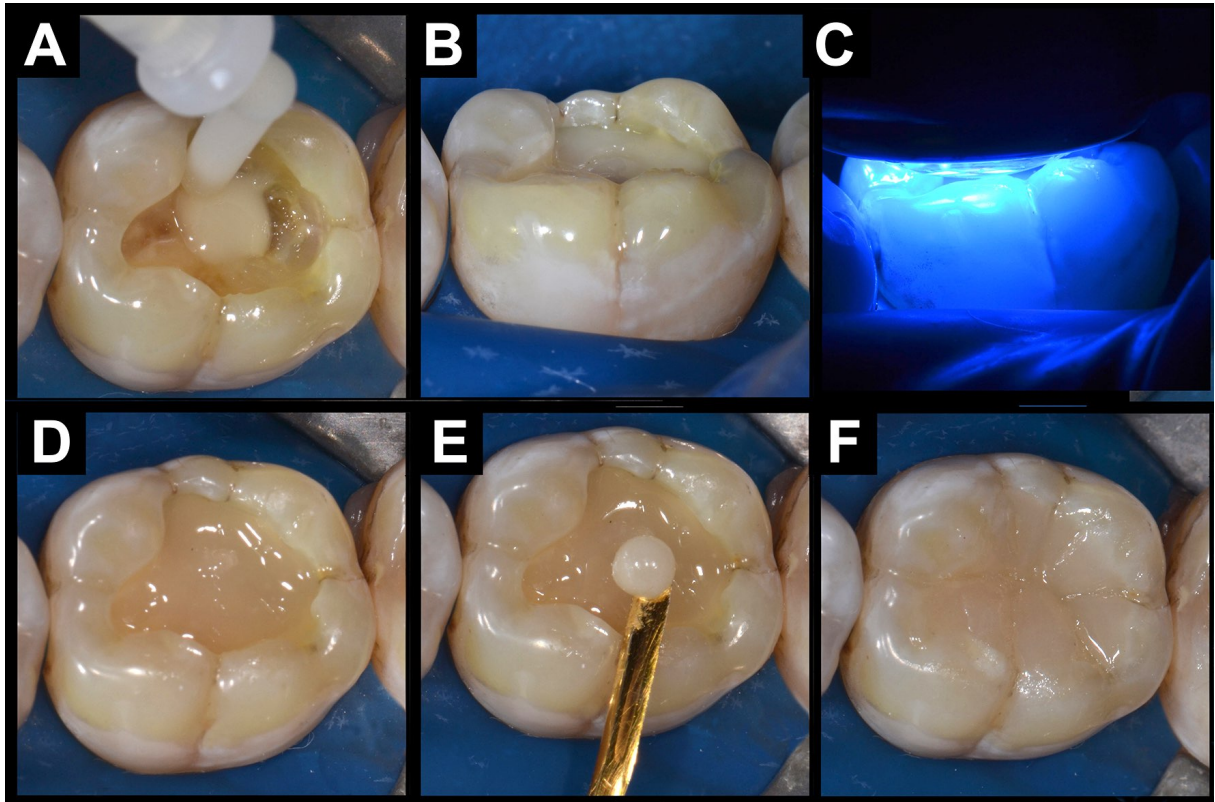


Figura 7. Confeção da restauração pela técnica simplificada, associando uma resina de preenchimento de cura dual a uma resina microhíbrida (RBD). Aplicação de incremento horizontal único de até 4mm da resina Rebilda DC (A); deixando um espaço de 1mm aquém da superfície oclusal e espera de 5 minutos para permitir a polimerização química (B); fotopolimerização por 40 segundos (C) e; aplicação de resina microhíbrida Amaris em incrementos de até 2mm para finalização da anatomia da restauração (E). Restauração concluída (F).

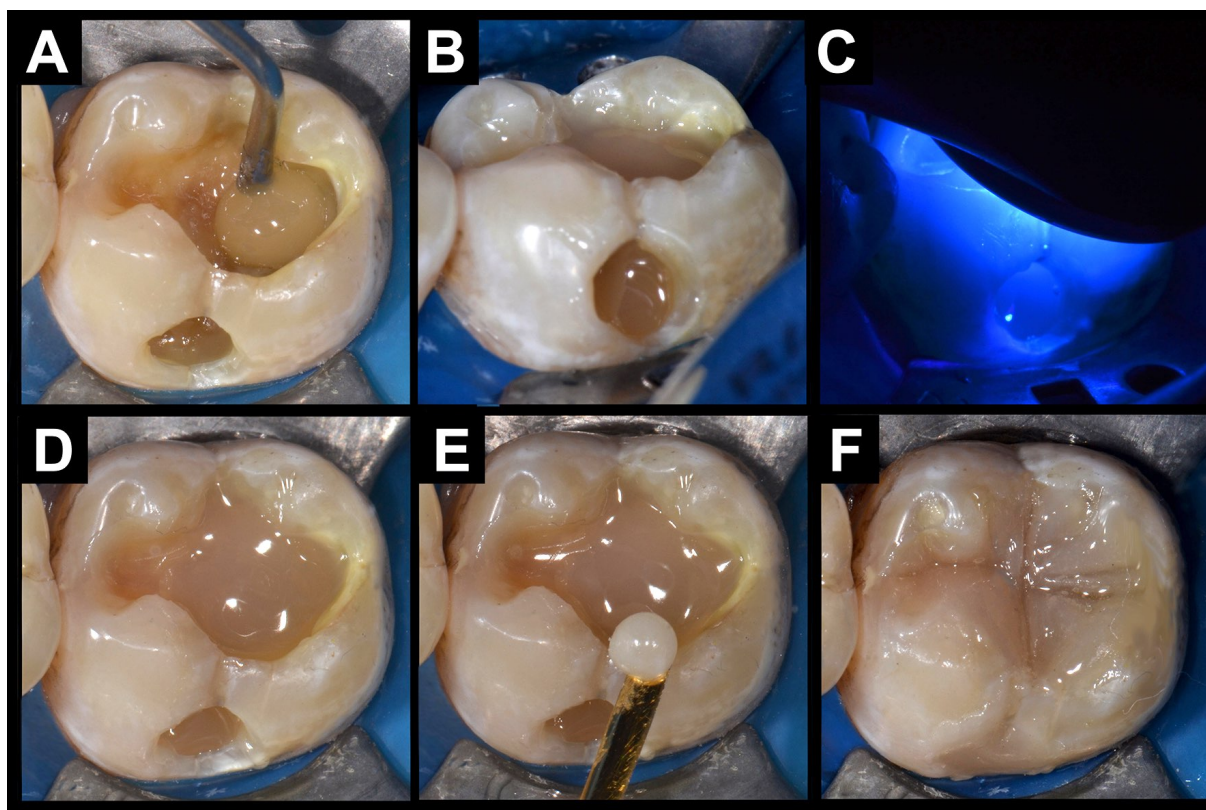


Figura 8. Confeção da restauração pela técnica simplificada, associando uma resina bulk fill a uma resina microhíbrida (XBS). Aplicação de incremento horizontal único de até 4mm da resina X-tra Base (A); deixando um espaço de 1mm aquém da superfície oclusal (B); fotopolimerização por 20 segundos (C) e; aplicação de resina microhíbrida Amaris em incrementos de até 2mm para finalização da anatomia da restauração (E). Restauração concluída (F).

Após a conclusão das restaurações, o isolamento absoluto foi removido e a oclusão checada com fita de carbono e o ajuste oclusal foi realizado com pontas diamantadas extrafinas (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil). O acabamento e polimento foi realizado após 7 dias da confecção da restauração, com pontas de borrachas de diferentes granulações (Flexpoint, Cosmedent, Chicago, EUA) e ponta de carbeto de silício (Flexbrush, Cosmedent, Chicago, EUA) (Figura 9).

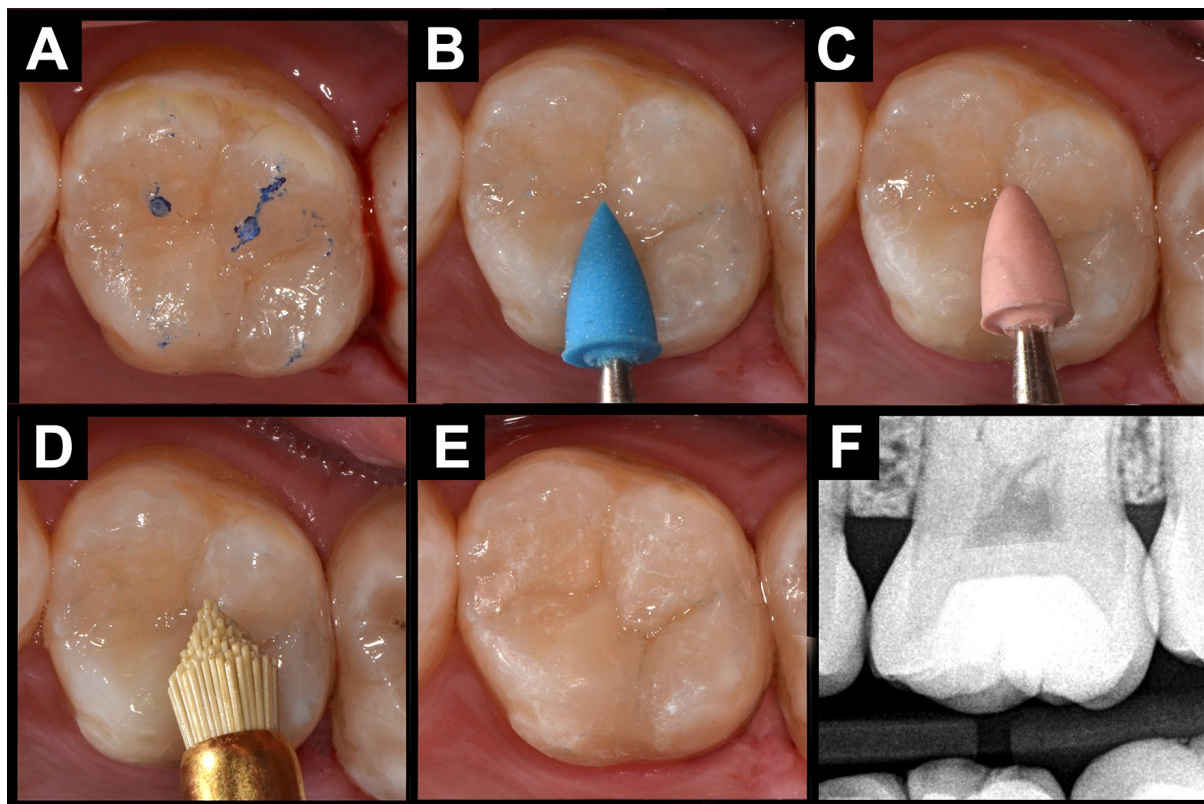


Figura 9. Acabamento e polimento das restaurações. Ajuste oclusal realizado logo após a remoção do isolamento absoluto (A); pré-polimento com pontas de borracha de granulação grossa, após 7 dias de realização da restauração (B); polimento com ponta de borracha de granulação fina (C) e; polimento final com ponta de carbeto de silício (D). Aspecto final da restauração logo após o polimento (E). Radiografia interproximal realizada logo após o procedimento de polimento (F).

- Avaliações das restaurações

As observações das restaurações foram realizadas por dois examinadores calibrados e cegos quanto à técnica restauradora utilizada, após 7 dias, 6 meses e 12 meses após a confecção das restaurações. O coeficiente kappa foi calculado para calibração intraexaminador e posteriormente interexaminadores a partir de observações de 15 restaurações por cada examinador. Os resultados das observações foram aplicadas numa tabela 2x2, junto com o resultado padrão esperado para se calcular a taxa de concordância,

segundo a razão da soma das observações coincidentes sobre o total de observações. Feito o cálculo da taxa de concordância, ela foi aplicada na fórmula:

$$\text{Coeficiente } Kappa = \frac{\text{concordância observada} - \text{concordância esperada}}{N - \text{concordância esperada}}$$

Essas observações foram repetidas quantas vezes necessárias, com intervalo de 30 minutos, sempre com discussão entre os examinadores até a obtenção de um coeficiente *Kappa* maior ou igual a 0,8. As restaurações foram classificadas de acordo com o critério USPHS modificado (United States Public Health Service), descrito na Tabela 1. Radiografias interproximais das restaurações foram realizadas em todas as avaliações.

Tabela 1. Escores do critério USPHS modificado.

Categoria	Score		Critério
	Aceitável	Inaceitável	
Forma anatômica	0		A restauração contínua com a forma anatômica existente
	1		A restauração descontínua com a forma anatômica existente, mas a perda é insuficiente para expôr dentina ou base
		2	A restauração descontínua com a forma anatômica existente, mas a perda é insuficiente para expôr dentina ou base, contato falho, sem possibilidade de correção e oclusão afetada
		3	Perda total ou parcial da restauração, fratura da estrutura dentária, apresenta trauma oclusal e a restauração causa dor no dente ou tecidos adjacentes.
Adaptação marginal	0		A restauração contínua com a forma anatômica existente, sonda exploradora não prende
	1		Sonda exploradora prende, fendas marginais pequenas
	2		Fendas na margem, exposição de esmalte
		3	Fendas claramente visíveis na margem, exposição de dentina ou base
		4	Mobilidade da restauração, fratura ou perda

Descoloração marginal	0	Nenhuma alteração evidente
	1	Pequeno manchamento passível de correção com polimento
	2	Manchamento claramente perceptível sem possibilidade de correção com polimento
	3	Manchamento profundo
Cor	0	Excelente correspondência de cor da restauração com o dente
	1	Boa correspondência de cor da restauração com o dente
	2	Pequena diferença de cor da restauração com o dente no croma ou translucência.
	3	Diferença óbvia de cor da restauração com o dente, fora dos padrões considerados normais
	4	Diferença de cor inaceitável da restauração com o dente
Rugosidade superficial	0	Superfície lisa
	1	Apresenta pequena rugosidade ou depressões na superfície
	2	Superfície rugosa, sem possibilidade de repolimento
	3	Superfície com depressões profundas e fendas irregulares
Cárie secundária	0	Sem evidência de cárie, margem com solução de continuidade
	1	Cárie evidente com perda de solução de continuidade na margem
Sensibilidade pós-operatória	0	Sem sensibilidade pós-operatória após a confecção da restauração, nem durante as avaliações
	1	Sensibilidade pós-operatória em algum estágio das avaliações
Fratura	0	Ausente
	1	Pequena fratura clinicamente aceitável
	2	Fratura clinicamente inaceitável

- Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Um indivíduo foi aleatoriamente selecionado para realização de imagens representativas das restaurações feitas pelas três diferentes técnicas. Foram realizadas moldagens dos dentes restaurados com um material a base de polivinilsiloxano (Express, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) pela técnica da moldagem dupla e sobre os moldes foram vertidos

resina epóxica (Epoxi Cure, Buehler, Lake Bluff, EUA). Dessa maneira foram obtidos réplicas das restaurações que foram lavadas em ultrassom com água deionizada por 15 minutos, secas em estufa 37°C por 24 horas e montadas em "stubs" metálicos. Esse conjunto foi coberto com ouro e levado para visualização em MEV (JSM 5600LV, Jeol Inc., Peabody, MA, EUA), operando a 15kV e aumento de 30x (Figura 10).

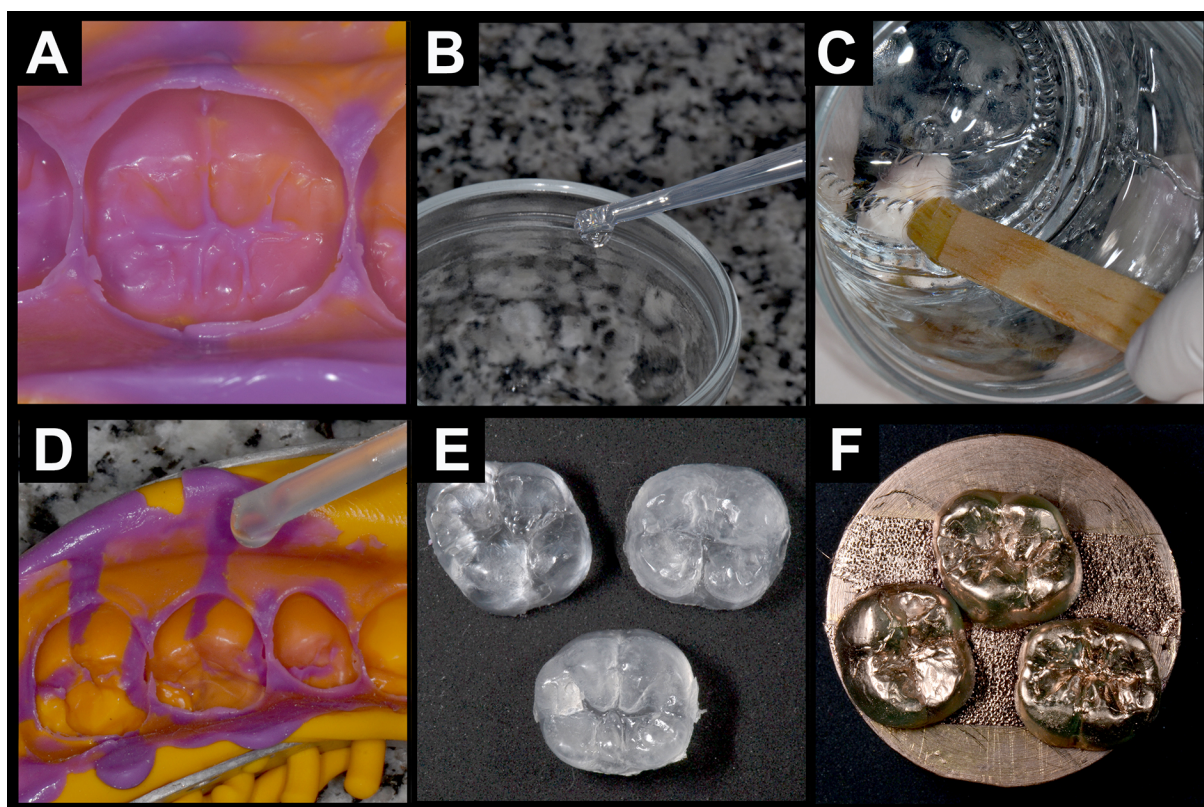


Figura 10. Confecção e preparo das réplicas para observação em MEV. Obtenção dos modelos em polivinilsiloxano (A); Mensuração do volume de cada reagente da resina epóxica com pipeta descartável (B); mistura vagarosa dos reagentes por 5 minutos (C); inserção da resina epóxica dentro do molde com outra pipeta descartável (D); réplicas polimerizadas (E). Réplicas devidamente limpas, montadas em "stubs" metálicos e cobertas com ouro (F).



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**



CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "**Avaliação Clínica de 3 Diferentes Técnicas Restauradoras Adesivas em Dentes Posteriores**", protocolo nº 096/2015, dos pesquisadores Luis Roberto Marcondes Martins, Cristiane Rumi Fujiwara Yanikian e Felipe Yanikian, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 16/09/2015.

The Ethics Committee in Research of the Piracicaba Dental School - University of Campinas, certify that the project "**Clinical Trial of 3 Different Techniques for Adhesive Posterior Restorations**", register number 096/2015, of Luis Roberto Marcondes Martins, Cristiane Rumi Fujiwara Yanikian and Felipe Yanikian, comply with the recommendations of the National Health Council - Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee on Sep 16, 2015.

Profa. Dra. Fernanda Miori Pascon
Secretária
CEP/FOP/UNICAMP

Prof. Dr. Jacks Jorge Junior
Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição.

Anexo 2: Certificados de submissão do artigo ao periódico “Dental Materials”

Dental Materials

Hoje 12:25 PM

DM

Para: Cristiane Yanikian

Responder A: dentalmaterials@elsevier.com

Successfully received: submission A randomized controlled clinical trial for posterior resin composite restorations based on bulk-filling techniques. for Dental Materials

This message was sent automatically. Please do not reply.

Ref: DEMA_2018_710

Title: A randomized controlled clinical trial for posterior resin composite restorations based on bulk-filling techniques.

Journal: Dental Materials

Dear Dr. Yanikian,

Thank you for submitting your manuscript for consideration for publication in Dental Materials. Your submission was received in good order.

To track the status of your manuscript, please log into EVISE® at: <http://www.evise.com/evise/faces/pages/navigation/NavController.jspx?JRNLCR=DEMA> and locate your submission under the header 'My Submissions with Journal' on your 'My Author Tasks' view.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Dental Materials

Have questions or need assistance?

For further assistance, please visit our [Customer Support](#) site. Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions, and learn more about EVISE® via interactive tutorials. You can also talk 24/5 to our customer support team by phone and 24/7 by live chat and email.

Copyright © 2018 Elsevier B.V. | [Privacy Policy](#)

Elsevier B.V., Radarweg 29, 1043 NX Amsterdam, The Netherlands, Reg. No. 33156677.




Cristiane Yanikian | My Journals | Log Out | Help
EVISE*

Home Reports

Due to a system upgrade, EVISE will be unavailable on Thursday September 6, between 8:00 am and 2:00 pm BST. Apologies for the inconvenience.

My Author Tasks

Start New Submission
Click [here](#) to view your submissions with a final decision

My Submissions with Journal (1)

A randomized controlled clinical trial for posterior resin composite restorations based on bulk-filling techniques. Current status: With Editor (05/Sep/2018)	DEMA_2018_710 Editor: David Watts Article Type: Full Length Article Initial submission : 05/Sep/2018
---	--

Anexo 3: Relatório de originalidade gerado pelo software Turnitin

AVALIAÇÃO CLÍNICA DE TRÊS DIFERENTES TÉCNICAS

RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE

5%	2%	7%	3%
ÍNDICE DE SEMELHANÇA	FONTES DA INTERNET	PUBLICAÇÕES	DOCUMENTOS DOS ALUNOS

FONTES PRIMÁRIAS

1	Jan W. V. van Dijken, Ulla Pallesen. "Bulk-filled posterior resin restorations based on stress-decreasing resin technology: a randomized, controlled 6-year evaluation", European Journal of Oral Sciences, 2017 Publicação	2%
2	Ferracane, Jack L., and Thomas J. Hilton. "Polymerization stress – Is it clinically meaningful?", Dental Materials, 2016. Publicação	2%
3	tede2.uepg.br Fonte da Internet	2%

Excluir citações

Desligado

Excluir

< 2%

Excluir bibliografia

Desligado

correspondências