

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA – DOUTORADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA RESTAURADORA**

THAYS REGINA FERREIRA DA COSTA

**AVALIAÇÃO CLÍNICA E LABORATORIAL DE RESTAURAÇÕES COM
RESINA BULK FILL INSERIDAS DE FORMA INCREMENTAL OU EM
INCREMENTO ÚNICO**

**PONTA GROSSA
2016**

THAYS REGINA FERREIRA DA COSTA

**AVALIAÇÃO CLÍNICA E LABORATORIAL DE RESTAURAÇÕES COM
RESINA BULK FILL INSERIDAS DE FORMA INCREMENTAL OU EM
INCREMENTO ÚNICO**

Tese apresentada como pré-requisito para
obtenção do título de Doutor na Universidade
Estadual de Ponta Grossa, no Curso de
Doutorado em Odontologia – Área de
Concentração em Dentística Restauradora.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Alessandra Reis.

Co-orientador: Prof. Dr. Alessandro Dourado
Loguercio

**PONTA GROSSA
2016**

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

C837 Costa, Thays Regina Ferreira da
Avaliação clínica e laboratorial de
restaurações com resina bulk fill
inseridas de forma incremental ou em
incremento único/ Thays Regina Ferreira da
Costa. Ponta Grossa, 2016.
136f.

Tese (Doutorado em Odontologia - Área
de Concentração: Dentística Restauradora),
Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientadora: Prof^a Dr^a Alessandra Reis.
Coorientador: Prof. Dr. Alessandro
Dourado Loguercio.

1. Restauração dentária permanente.
2. Ensaio clínico. 3. Sensibilidade da
dentina. I. Reis, Alessandra. II.
Loguercio, Alessandro Dourado. III.
Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Doutorado em Odontologia. IV. T.

CDD: 617.6

TERMO DE APROVAÇÃO

THAYS REGINA FERREIRA DA COSTA

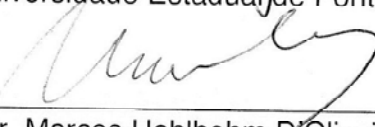
AVALIAÇÃO CLÍNICA E LABORATORIAL DE RESTAURAÇÕES COM RESINA COMPOSTA BULK FILL INSERIDAS DE FORMA INCREMENTAL OU EM INCREMENTO ÚNICO

Tese apresentada como pré-requisito para obtenção do título de Doutor na
Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Curso de Doutorado em Odontologia -
Área de Concentração em Dentística Restauradora.

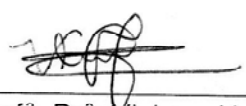
Ponta Grossa, 18 de fevereiro de 2016.



Prof^a. Dr^a. Alessandra Reis Silva Loguercio - Orientadora
Universidade Estadual de Ponta Grossa



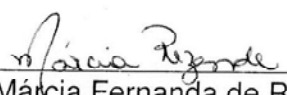
Prof. Dr. Marcos Hahlbohm D'Oliveira Schroeder
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Prof^a. Dr^a. Viviane Hass
Universidade Ceuma



Prof^a. Dr^a. Giovana Mongruel Gomes
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof^a. Dr^a. Márcia Fernanda de Rezende Siqueira
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Dedico essa tese **aos meus pais, Antonio Carlos e Mara Regina**, que sempre me deram muito amor e carinho e me ensinaram que nunca devemos desistir dos nossos sonhos, pois tudo na vida é possível desde que sejamos honestos, íntegros de caráter e humildes.

Aos meus avós paternos, Aparecido (*in memoriam*) e Oliveti (*in memoriam*), e maternos, Terezinha e Antonio Carlos, que constantemente me incentivam em busca do sucesso profissional.

As minhas irmãs, Letícia e Lisandra, que me acompanharam em vários momentos importantes da minha vida.

Ao meu amigo e amor, José Antonio, que acredita em mim e me apoia em todos os momentos, sempre com muito amor e zelo.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, fonte de toda a vida, por me amparar nos momentos difíceis, me dar força para superar as dificuldades e seguir sempre em frente, iluminar o meu caminho e principalmente por ter me dado a oportunidade de mais uma conquista.

A **Universidade Estadual de Ponta Grossa**, instituição onde foi realizada a pesquisa, na pessoa do magnífico reitor professor **Carlos Luciano Sant'Ana Vargas** e da coordenadora do programa de pós-graduação *stricto sensu* professora **Denise Stadler Wambier** por terem me dado a oportunidade de estar aqui e abrirem as portas de uma grande instituição do país que chamo orgulhosamente de “minha casa”.

A **todos os professores de Odontologia da UEPG**, da graduação e da pós-graduação pela minha excelente formação. Obrigada pelos ensinamentos, por compartilharem suas experiências e estarem sempre dispostos a ajudar.

Aos **funcionários e estagiários** da pós-graduação, sempre preparados para atender a todos com muito carinho e dedicação.

A minha orientadora **Prof^a. Dr^a. Alessandra Reis**, minha grande inspiração e exemplo, e a meu co-orientador **Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio** por todas as oportunidades dadas a mim desde a iniciação científica. Vocês sempre terão meu eterno carinho e admiração, afinal, foram mais de dez anos de convivência, com muitos ensinamentos, dedicação e paciência.

Aos **amigos** de turma: **Márcia, Patrício, Andrés Felipe, Reila, Antonio, Ligia, John, Ana, Viviane, Issis, Alessandra, Bruna, Fabiane, Elize, Rosana e Fábio**. Obrigada por todos os momentos que passamos juntos. Por mais que a distância nos separe, jamais vou esquecer vocês, somos praticamente uma família.

Quero agradecer em especial a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste estudo. Aos amigos **Bruna, Márcia, Antonio e Paulo**, obrigada pelos ótimos momentos juntos, pela paciência e por toda a ajuda. Aos **alunos da graduação** que cederam seus pacientes para a pesquisa, meu muito obrigada. A empresa **Ivoclar Vivadent** pela doação dos materiais utilizados na pesquisa.

Para finalizar quero agradecer aos **amigos externos à instituição** e a todos os meus **familiares** pelo apoio dado sempre e por entenderem a necessidade da minha ausência durante esses últimos anos.

DADOS CURRICULARES

THAYS REGINA FERREIRA DA COSTA

NASCIMENTO 22.05.1987	Curitiba, Paraná – Brasil
FILIAÇÃO	Antonio Carlos Ferreira da Costa Mara Regina Zaramela Ferreira da Costa
2005 – 2009	Curso de Graduação em Odontologia. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa – PR, Brasil.
2008 – 2009	Curso de Aperfeiçoamento em Endodontia de Molares. Escola de Aperfeiçoamento Profissional. Associação Brasileira de Odontologia – Regional Ponta Grossa – PR, Brasil.
2010 – 2012	Curso de Especialização em Radiologia e Imaginologia Odontológica. Escola de Aperfeiçoamento Profissional. Associação Brasileira de Odontologia – Regional Ponta Grossa – PR, Brasil.
2010 – 2012	Curso de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração em Dentística Restauradora. Nível Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa – PR, Brasil.
2012 – 2016	Curso de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração em Dentística Restauradora. Nível Doutorado. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa – PR, Brasil.

RESUMO

Costa TRF. **Avaliação clínica e laboratorial de restaurações com resina *bulk fill* inseridas de forma incremental ou em incremento único.** [Tese - Doutorado em Odontologia - Área de Concentração - Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2016.

Objetivos: No experimento 1, um estudo *in vitro*, o objetivo foi avaliar a resistência de união (RU), nanoinfiltração (NI) e grau de conversão (GC) de diferentes resinas compostas *bulk fill* inseridas de forma incremental (INC) ou em incremento único (UNI) e no experimento 2, um ensaio clínico randomizado duplo-cego de boca dividida para cada sistema adesivo, foi comparar a sensibilidade pós-operatória em restaurações realizadas com resina *bulk fill* em dentes posteriores variando a técnica de inserção (UNI e INC) e a estratégia adesiva (convencional e autocondicionante). No experimento 3, o objetivo foi realizar um relato de caso clínico demonstrando os passos clínicos envolvidos na execução de restaurações posteriores com uma resina *bulk fill*. **Material e métodos:** No experimento 1, trinta terceiros molares tiveram sua dentina planificada e exposta, foram divididos aleatoriamente em seis condições experimentais (n=5) e restaurados de acordo com a combinação dos fatores: técnica de inserção (UNI [uma camada de 4 mm] ou INC [2 camadas de 2 mm cada]) e resina composta (Filtek Bulk Fill Flow [FIL], 3M ESPE, Tetric N-Ceram Bulk Fill [TET], Ivoclar Vivadent e SureFil SDR [SDR], Dentsply Caulk) com seus respectivos sistemas adesivos convencionais. Os dentes foram seccionados para obtenção de palitos (0,8 mm²) para serem testados em microtração (0,5 mm/min) para RU. Para NI, dois palitos de cada dente foram infiltrados com nitrato de prata amoniacal 50%, revelados, polidos com lixas de carbeto de silício com granulação crescente e avaliados em microscopia eletrônica de varredura. Para GC, três palitos por dente foram levados ao micro-Raman para análise do grau de conversão. As médias de RU (MPa), NI (%) e GC (%) foram submetidos a uma análise de variância de dois fatores e Teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). No experimento 2, setenta e dois participantes tiveram 236 cavidades com profundidade mínima de 3 mm randomicamente divididas em 4 grupos experimentais (n=59). Os sistemas adesivos utilizados foram o convencional Tetric N-Bond (Ivoclar Vivadent) ou o autocondicionante Tetric N-Bond SE (Ivoclar Vivadent). A resina composta utilizada foi TET (Ivoclar Vivadent), que foi inserida de forma INC ou UNI. Dois avaliadores experientes e calibrados avaliaram as restaurações utilizando os critérios da FDI uma semana após a inserção das restaurações. A sensibilidade pós-operatória imediata foi mensurada utilizando duas escalas numéricas, de 0-4 e de 0-100 e uma escala VAS de 0-10 até 48 horas após o procedimento restaurador e uma semana após. **Resultados:** No experimento 1, maiores valores de RU (média $\pm$ DP) foram observados para a FIL inserida na técnica UNI (57,5 $\pm$ 3,5) em comparação com os outros grupos: UNI (TET 52,6 $\pm$ 7,8; SDR 54,9 $\pm$ 4,3) ou INC (FIL 51,8 $\pm$ 4,1; TET 47,9 $\pm$ 4,5; SDR 49,7 $\pm$ 3,8) - $p > 0,05$. Não foi observada diferença estatisticamente

significante entre os materiais ($p > 0,05$). Para NI (%) (FIL $[7,6 \pm 1,9 \text{ INC e } 10,3 \pm 2,3 \text{ UNI}]$; TET $[10,9 \pm 3,3 \text{ INC e } 12,8 \pm 4,0 \text{ UNI}]$) e GC (%) (FIL $[87,9 \pm 7,0 \text{ INC e } 85,6 \pm 8,4 \text{ UNI}]$; TET $[92,2 \pm 3,4 \text{ INC e } 83,3 \pm 5,4 \text{ UNI}]$), não foram observadas diferenças entre as técnicas de inserção do material ($p > 0,05$). Maiores valores de NI ($13,0 \pm 3,6 \text{ INC e } 14,8 \pm 2,5 \text{ UNI}$ [$p = 0,001$]) e menores valores de GC ($49,7 \pm 8,3 \text{ INC e } 48,6 \pm 4,0 \text{ UNI}$ [$p = 0,003$]) foram encontrados para resina SDR. No experimento 2, nem a técnica de inserção e nem a estratégia adesiva alterou o risco de sensibilidade pós-operatória ($p > 0,49$) e a intensidade da sensibilidade ($p > 0,38$). O risco geral de sensibilidade pós-operatória observado foi de 20,3% (IC 95% 15,7 - 25,9) e ocorreu praticamente dentro das 48 horas após o procedimento restaurador. A técnica operatória mostrou-se simples e mais rápida de execução que a realizada de acordo com o protocolo de inserção incremental. **Conclusões:** A técnica de inserção não afeta a RU, NI e GC dos materiais utilizados no presente estudo. Clinicamente, o uso de resinas *bulk fill* inseridas em incremento único, mesmo em cavidades profundas, não aumenta a sensibilidade pós-operatória quando comparado com a inserção incremental, independentemente da estratégia adesiva utilizada.

Palavras-chave: restauração dentária permanente; ensaio clínico; sensibilidade da dentina.

ABSTRACT

Costa TRF. **Clinical and laboratorial evaluation of *bulk fill* restorations placed in incremental or bulk filling.** [Tese - Doutorado em Odontologia - Área de Concentração - Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2016.

Objectives: In the experiment 1, an *in vitro* study, the aim was to evaluate the microtensile bond strength (μ TBS), nanoleakage (NL) and degree of conversion (DC) of different bulk-fill resin-based materials placed in bulk [BUL] or incrementally [INC] and in the experiment 2, a double blind randomized clinical trial, split mouth for each adhesive system, was conducted to compare the postoperative sensitivity of a bulk-fill resin-based material placed in BUL or INC in posterior composite resin restorations bonded with two different adhesive strategies (self-etch and etch-and-rinse). In the experiment 3, the objective was to describe the clinical steps involved in the placement of posterior composite resin restorations with bulk-fill resins. **Materials and methods:** In experiment 1, flat dentin surfaces of thirty extracted teeth were exposed and then were randomly assigned into 6 experimental conditions ($n = 5$). Composite buildups were constructed according to the combination of the main factors filling technique (BUL [single 4-mm thick layer] and INC [two 2-mm thick layers]) and composite resin (Filtek Bulk Fill Flow [FIL], 3M ESPE, Tetric N-Ceram Bulk Fill [TET], Ivoclar Vivadent and SureFil SDR Flow [SDR], Dentsply Caulk) with their respective conventional adhesive systems. Teeth were sectioned to obtain bonded sticks (0.8 mm^2) to be tested in tension (0.5 mm/min) for μ TBS. For NL, two bonded sticks from each tooth were placed in 50% silver nitrate and polished with SiC paper and then analyzed using scanning electron microscopy. For DC, three specimens per tooth were analyzed in micro-Raman spectroscopy. The mean μ TBS (MPa) NL (%) and DC (%) data were submitted to a two-way ANOVA and Tukey's test ($\alpha = 0.05$). In experiment 2, a total of 236 posterior dental cavities with a cavity depth of at least 3 mm (72 participants) were randomly divided in four groups ($n=59$). Restorations were bonded either with the etch-and-rinse Tetric N-Bond (Ivoclar Vivadent) or with the self-etch Tetric N-Bond SE (Ivoclar Vivadent). The composite resin TET (Ivoclar-Vivadent) was placed either INC or in BUL techniques. Two experienced and calibrated examiners performed the evaluation of the restorations using the FDI criteria after one week of clinical service. Spontaneous postoperative sensitivity was assessed using a 0-4 and a 0-100 numerical rating scale (NRS), and a 0-10 visual analog scale (VAS) up to 48 h after the restorative procedure and one-week later. **Results:** In experiment 1, higher μ TBS values (mean $\pm$ SD) were observed for FIL (57.5 ± 3.5) in the BUL technique when compared to other groups inserted in BUL (TET 52.6 ± 7.8 ; SDR 54.9 ± 4.3) or INC filling (FIL 51.8 ± 4.1 ; TET 47.9 ± 4.5 ; SDR 49.7 ± 3.8) - $p > 0.05$. No statistically significant difference was observed among the materials tested ($p > 0.05$). No significant difference was

detected in NL (FIL [7.6 ± 1.9 INC and 10.3 ± 2.3 BUL]; TET [10.9 ± 3.3 INC and 12.8 ± 4.0 BUL]) and DC (FIL [87.9 ± 7.0 INC and 85.6 ± 8.4 BUL]; TET [92.2 ± 3.4 INC and 83.3 ± 5.4 BUL]) between filling technique ($p > 0.05$). Higher NL values (13.0 ± 3.6 INC and 14.8 ± 2.5 BUL [$p = 0.001$]) and lower DC (49.7 ± 8.3 INC and 48.6 ± 4.0 BUL [$p = 0.003$]) were found when SDR was used. In experiment 2, neither the restorative technique nor the adhesive strategy affected the risk ($p > 0.49$) and intensity of spontaneous postoperative sensitivity ($p > 0.38$). The overall risk of postoperative sensitivity observed was 20.3% (95% CI 15.7 to 25.9) and occurred practically within the 48 h after the restorative procedure. **Conclusions:** The filling technique did not affect the μ TBS, NL and DC of the bulk fill materials tested in this study. Clinically, the use of single increment of this new bulk-fill material, even in deep restorations, did not generate more postoperative sensitivity when compared to the incremental filling technique.

Keywords: dental restorations, permanent; clinical trial; composite resins; dental filling, dentin sensitivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Preparo dos dentes para o experimento 1. A – Terceiros molares hígidos selecionados; B – Remoção do esmalte oclusal em recortador de gesso; C – Aspecto do dente após a planificação e remoção do esmalte da superfície oclusal; D – Remoção do esmalte periférico com ponta diamantada em alta rotação. E – Padronização da <i>smear layer</i> com lixa de carbetto de silício. F – Aspecto final do dente após o término do preparo.....	22
Figura 2	- Divisão dos grupos experimentais do experimento 1 de acordo com os fatores: material vs. técnica de inserção.....	25
Figura 3	- Condicionamento ácido realizado nos dentes do experimento 1. A e B – Aplicação do ácido fosfórico 37% por 15 s. C – Enxágue pelo mesmo tempo. D – Secagem com jatos de ar da seringa tríplice.....	26
Figura 4	- Procedimento restaurador. A – Aplicação do sistema adesivo de acordo com as orientações do fabricante; B – Fotoativação por 10 s; C – Confeção dos blocos de resina composta de acordo com o grupo experimental (incremental ou único).....	27
Figura 5	- Preparo dos corpos-de-prova. A – Dente fixado na máquina de corte. B – Cortes no eixo longitudinal e vertical. C – Palitos obtidos.....	28
Figura 6	- Preparo para ensaio de microtração. A – Paquímetro digital para mensuração da área de secção. B – Palito colado na garra de Geraldelli.....	29
Figura 7	- Preparo para nanoinfiltração em MEV. A – Corpos-de-prova imersos em nitrato de prata amoniacal 50% no escuro por 24 h. B – Corpos-de- prova imersos em solução reveladora sob luz fluorescente por 8 h. C – Palitos colados no <i>stub</i> metálico. D – Polimento com lixas de carbetto de silício com granulação crescente. E – Desidratação em sílica. F – Corpos-de-prova metalizados.....	31
Figura 8	Análise do grau de conversão por espectroscopia micro-Raman. A – Aparelho de espectroscopia micro-Ramam. B - Stage de posicionamento micronizado com o corpo-de-prova para leitura. C – Espectros obtidos para análise (pico 1,637 cm ⁻¹ , que indica as duplas ligações de carbono alifáticas e o pico 1,608 cm ⁻¹ , que indica as duplas ligações de carbono aromáticas das moléculas monoméricas.....	33
Figura 9	- Diagrama de fluxo do ensaio clínico, incluindo informação detalhada sobre os participantes excluídos.....	36

Figura 10	- Protocolo restaurador. A – Profilaxia com pedra pomes e água; B – Isolamento absoluto; C – Remoção da restauração defeituosa e tecido cariado; D, E e F – Avaliação da extensão da cavidade (comprimento, largura e profundidade); G – aplicação do sistema adesivo autocondicionante; H - Fotoativação.....	43
Figura 11	- Continuação do protocolo restaurador. A – Inserção da resina composta em incremento único no dente 47. B e C- Inserção da resina composta de forma incremental; D – Ajuste oclusal; E – Polimento das restaurações com escova de carbeto de silício; F – Aspecto final das restaurações imediatamente após a confecção.....	44
Quadro 1	- Materiais restauradores utilizados no experimento 1: fabricante, lote, apresentação comercial, composição e modo de aplicação..	23
Quadro 2	- Sistemas adesivos convencionais utilizados no experimento 1: fabricante, lote, apresentação comercial, composição e modo de aplicação.....	24
Quadro 3	- Materiais utilizados no experimento 2: fabricante, lote, apresentação comercial, composição e modo de aplicação.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
Ba-Al-F	Bário- Alumínio- Flúor
BHT	Butil hidroxi tolueno
Bis-EMA	Bisfenol A polietileno glicol dimetacrilato
Bis-GMA	Bisfenol-A glicidil metecrilato
CA	Califórnia
CCD	Charge Coupled Device
cm ⁻¹	Inverso de centímetro
CONSORT	CONsolidated Standards Of Reporting Trials
EBADMA	Etoxilado bisfenol A dimetacrilato
EBPADMA	Bisfenol A dimetacrilato etoxilado
EUA	Estados Unidos da América
FDI	Federação Dentária Internacional
GC	Grau de conversão
h	Hora
HEMA	2-Hidroxi-etil-metacrilato
IL	Illinois
kV	Quilovoltagem
kVp	Quilovoltagem pico
L	Litro
LED	Diodo emissor de luz
mA	Miliamperagem
MD	Molares do lado direito
MDP	10-metacriloiloxidecil dihidrogeno fosfato
ME	Molares do lado esquerdo
µm	Micrômetro
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
min	Minuto
mm	Milímetro
mm/min	Milímetro por minuto
mm ²	Milímetro quadrado
MPa	Megapascal
mW	Miliwatt
mW/cm ²	Miliwatt por centímetro quadrado
n	Número amostral
NI	Nanoinfiltração
nm	Nanômetro
NRS	Numeric Rating Scale
NY	New York
PENTA	Acrilato modificado com ácido forfórico
PMD	Pré molares do lado direito
PME	Pré molares do lado esquerdo
PR	Paraná
psi	Libra força por polegada quadrada
RJ	Rio de Janeiro
RU	Resistência de união
s	Segundos

SC	Santa Catarina
SD	Sensibilidade dental
SiO ₂	Dióxido de Silício
SP	São Paulo
TCB	Dimetacrilato modificada com ácido carboxílico
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TEGDMA	Tetraetileno glicoldimetacrilato
UDMA	Uretano dimetacrilato
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UV	Ultravioleta
VAS	Escala Visual Analógica
vs.	Versus
YbF	Fluoreto de Itérbio

LISTA DE SÍMBOLOS

#	Número
$\geq$	Maior ou igual
X	Aumento da lente
°C	Grau Célsius
%	Porcentagem
-	Menos
$\frac{1}{4}$	Um quarto
+	Mais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	PROPOSIÇÃO.....	20
2.1	PROPOSIÇÃO GERAL.....	20
2.2	PROPOSIÇÃO ESPECÍFICA.....	20
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1	EXPERIMENTO 1	21
3.1.1	Seleção e preparo dos dentes.....	21
3.1.2	Desenho do estudo.....	23
3.1.3	Procedimentos adesivo e restaurador.....	25
3.1.4	Preparo dos corpos-de-prova.....	27
3.1.5	Teste da Resistência de União (RU).....	28
3.1.6	Análise da Nanoinfiltração (NI) em microscopia eletrônica de varredura (MEV).....	29
3.1.7	Análise do Grau De Conversão (GC) por espectroscopia em micro- Raman.....	32
3.1.8	Análise estatística.....	34
3.2	EXPERIMENTO 2.....	34
3.2.1	Desenho do estudo.....	34
3.2.2	Seleção dos materiais.....	34
3.2.3	Seleção dos participantes.....	36
3.2.4	Cálculo amostral.....	37
3.2.5	Crerérios de inclusão e exclusão.....	37
3.2.6	Avaliação inicial e registro das cavidades.....	38
3.2.7	Calibração dos operadores.....	39
3.2.8	Divisão dos grupos experimentais, randomização e mecanismo de alocação sigilosa	39
3.2.9	Cegamento.....	40

3.2.10	Intervenção: tratamento restaurador.....	40
3.2.11	Avaliação clínica.....	44
3.2.12	Análise estatística.....	46
3.3	EXPERIMENTO 3.....	46
4	CAPÍTULOS.....	48
4.1	CAPÍTULO 1.....	49
4.2	CAPÍTULO 2.....	70
4.3	CAPÍTULO 3.....	98
5	DISCUSSÃO.....	110
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	118
	REFERÊNCIAS.....	119
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	128
	APÊNDICE B – DIÁRIO DE SENSIBILIDADE.....	131
	ANEXO A – APROVAÇÃO DO PROJETO PELA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA COEP UEPG.....	135

1 INTRODUÇÃO

As resinas compostas vêm gradualmente substituindo as restaurações de amálgama nas últimas décadas (Sunnegårdh-Grönberg et al.¹ 2009, Mackert e Wahl² 2004). Os pacientes procuram os consultórios em busca de restaurações estéticas, tanto em dentes anteriores quanto em posteriores, e a resina composta geralmente é o material de escolha, devido ao fácil acesso, custo relativamente baixo e possibilidade de preparos mais conservadores. Isso tem estimulado o desenvolvimento e a evolução dos materiais restauradores (Fernandes³ 2014). No entanto, as resinas compostas apresentam algumas limitações para restaurações de dentes posteriores, devido, dentre outras propriedades, a uma característica inerente dos materiais resinosos, a contração de polimerização, que tem sido objeto de estudo nos últimos anos (Davidson e Feilzer⁴ 1997, Braga e Ferracane⁵ 2004, Ferracane⁶ 2008, Rutterman et al.⁷ 2010, Oliveira et al.⁸ 2012).

Esta contração de polimerização pode causar tensões no substrato dental (Stansbury et al.⁹ 2005), que chegam a exceder a adesão ao substrato, levando à falha adesiva da interface dente-restauração, descoloração marginal, microinfiltração, cárie adjacente à restauração (Braga e Ferracane⁵ 2004, Ferracane⁶ 2008), bem como deflexão de cúspide (Kwon et al.¹⁰ 2012), hipersensibilidade ou microfissuras de esmalte (Ferracane⁶ 2008).

Na tentativa de superar esses efeitos deletérios, a técnica de inserção incremental tem sido aceita como protocolo padrão para inserção das resinas compostas em preparos cavitários (Heymann et al.¹¹ 2013). Essa técnica consiste na colocação de incrementos de resina composta de até 2 mm de espessura (Feilzer et al.¹² 1987, Park et al.¹³ 2008). A redução no volume da resina composta inserida permite uma melhor adaptação marginal e reduzida citotoxicidade em função da conversão do material restaurador (Giachetti et al.¹⁴ 2006, Alomari et al.¹⁵ 2007). Além disto, minimiza-se as consequências do fator de configuração cavitária (fator C), que é a razão entre o número de superfícies aderidas e o número de superfícies livres do preparo cavitário (Carvalho et al.¹⁶ 1996, Kleverlaan e Feilzer¹⁷ 2005), reduzindo as tensões geradas pela contração de polimerização na interface adesiva.

Por outro lado, esta técnica possui alguns inconvenientes (Ferracane⁶ 2008), como a possibilidade de ocorrer contaminação ou incorporação de bolhas e/ou espaços vazios entre as camadas, além de despende um maior tempo para execução, o que contraria a necessidade de simplificação da técnica (Abbas et al.¹⁸ 2003, Lazarchik et al.¹⁹ 2007). Para este fim, surgiram as resinas compostas *bulk fill*, as quais permitem a inserção de incrementos de espessura de até 4-5 mm, de uma única vez. A facilidade e a rapidez proporcionada por esta técnica (Christensen²⁰ 2012, Jackson²¹ 2012) a tornou muito popular (Walter²² 2013). Estes materiais apresentam elevados grau de conversão (Alshali et al.²³ 2013, Abed et al.²⁴ 2015, Fronza et al.²⁵ 2015) e microdureza (Flury et al.²⁶ 2012, Czasch e Ilie²⁷ 2012), além de reduzida eluição monomérica (Alshali et al.²⁸ 2015, Cebe et al.²⁹ 2015) e deformação plástica (El-Safty et al.³⁰ 2012). Baixos valores de contração volumétrica e maior profundidade de polimerização (Christensen²⁰ 2012, Finan et al.³¹ 2013, Alrahlah et al.³² 2014), mesmo quando utilizada em espessura de 4 mm, também tem sido observado. Estudos laboratoriais em cavidades de Classe II, demonstraram adaptação marginal (Campos et al.³³ 2014) e infiltração marginal semelhante às resinas compostas convencionais (Francis et al.³⁴ 2015, Furness et al.³⁵ 2014) com menor deflexão de cúspide (Francis et al.³⁴ 2015).

A despeito destes resultados promissores, a grande maioria dos estudos sobre resinas compostas de incremento único (*bulk fill*) concentram-se em métodos laboratoriais com análises das propriedades físicas, químicas e mecânicas e poucos estudos compararam propriedades adesivas de resinas compostas *bulk fill* inseridas em incremento único ou na técnica incremental (Chikawa et al.³⁶ 2006, Nayif et al.³⁷ 2008, Van Enden et al.³⁸ 2013, Alshali et al.²³ 2013).

Alguns estudos relatam que a inserção de resinas compostas convencionais em incrementos com espessura de 4 a 5 mm podem aumentar a deflexão de cúspides (Park et al.¹³ 2008, Kwon et al.¹⁰ 2012) e causar o desenvolvimento de tensões na interface adesiva (Chikawa et al.³⁶ 2006), o que pode ser clinicamente traduzido por um aumento da sensibilidade pós-operatória. Outros estudos relatam que a técnica de inserção não tem qualquer influência sobre os efeitos da contração de polimerização na interface adesiva (Versluis et al.³⁹ 1996, Loguercio et al.⁴⁰ 2004, Loguercio et al.⁴¹ 2004) e que a estratégia adesiva pode ser mais importante do que a técnica de inserção da resina composta (Blanchard et al.⁴²

2013) para prevenir os efeitos deletérios. Esta controvérsia denota que ainda há necessidade de mais estudos nesta área para maior investigação do tema.

Portanto, os objetivos do presente estudo foram: avaliar as propriedades adesivas à dentina (resistência de união, nanoinfiltração e grau de conversão) de diferentes resinas compostas *bulk fill* (Filtek Bulk Fill Flow, Tetric N-Ceram Bulk Fill e SureFil SDR Flow) inseridas de forma incremental ou em incremento único; avaliar a sensibilidade pós-operatória causada por restaurações com resina *bulk fill* variando a técnica de inserção (incremental e incremento único) e a estratégia adesiva (convencional e autocondicionante); descrever um caso clínico relatando os passos clínicos envolvidos na execução de restaurações de dentes posteriores com uma resina *bulk fill*.

2 PROPOSIÇÃO

2.1 PROPOSIÇÃO GERAL

O propósito do presente estudo foi avaliar as propriedades adesivas e a sensibilidade pós-operatória causada por restaurações com resina *bulk fill* inseridas de forma incremental ou em incremento único.

2.2 PROPOSIÇÃO ESPECÍFICA

- 1- Avaliar a resistência de união (RU) da interface de união de diferentes resinas (Filtek Bulk Fill Flow, Tetric N-Ceram Bulk Fill e SureFil SDR Flow), inseridas de forma incremental ou em incremento único;
- 2- Avaliar a nanoinfiltração (NI) da interface de união de diferentes resinas (Filtek Bulk Fill Flow, Tetric N-Ceram Bulk Fill e SureFil SDR Flow), inseridas de forma incremental ou em incremento único;
- 3- Avaliar o grau de conversão (GC) da interface de união de diferentes resinas (Filtek Bulk Fill Flow, Tetric N-Ceram Bulk Fill e SureFil SDR Flow), inseridas de forma incremental ou em incremento único;
- 4- Comparar a sensibilidade pós-operatória causadas por restaurações em dentes posteriores com Tetric N-Ceram Bulk-fill, variando a técnica de inserção (incremental e incremento único) e a estratégia adesiva (convencional e autocondicionante).
- 5- Descrever um caso clínico relatando os passos restauradores envolvidos na execução de restaurações posteriores com uma resina *bulk fill* na técnica incremental e de incremento único.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo laboratorial e clínico foi aprovado por meio do parecer nº 109.846 pela Comissão de Ética em Pesquisa da UEPG (ANEXO A) e pelo Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (RBR-5KB5KZ). A fase experimental desse trabalho foi dividida em três experimentos:

- 1 – Propriedades adesivas de resinas *bulk fill* inseridas de forma incremental ou em incremento único;
- 2 – Ensaio clínico randomizado sobre a sensibilidade pós-operatória em restaurações em dentes posteriores: efeito da estratégia de adesão e técnica de inserção;
- 3 – Restaurações com resina composta *bulk fill*: acompanhamento de dois anos.

3.1 EXPERIMENTO 1

3.1.1 SELEÇÃO E PREPARO DOS DENTES

Foram utilizados 30 terceiros molares humanos hígidos, cedidos pelo Banco de Dentes da UEPG. Os dentes foram desinfetados com cloramina 0,5%, armazenados em água destilada e utilizados seis meses após a extração. Como o objetivo do experimento foi avaliar a adesão em dentina, o preparo dos dentes (Figura 1) foi iniciado com a remoção do esmalte oclusal por desgaste, primeiramente com um recortador de gesso (Essence Dental, Araraquara, SP, Brasil) e em seguida com lixas de carbetto de silício de granulação 180, sob irrigação constante com água. As bordas periféricas restantes em esmalte foram também removidas com o auxílio de pontas diamantadas # 2135 (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) em alta rotação com irrigação constante. Em seguida, a superfície da dentina foi polida com uma lixa de carbetto de silício com granulação 600 por 60 s, a fim de se obter uma *smear layer* padronizada.

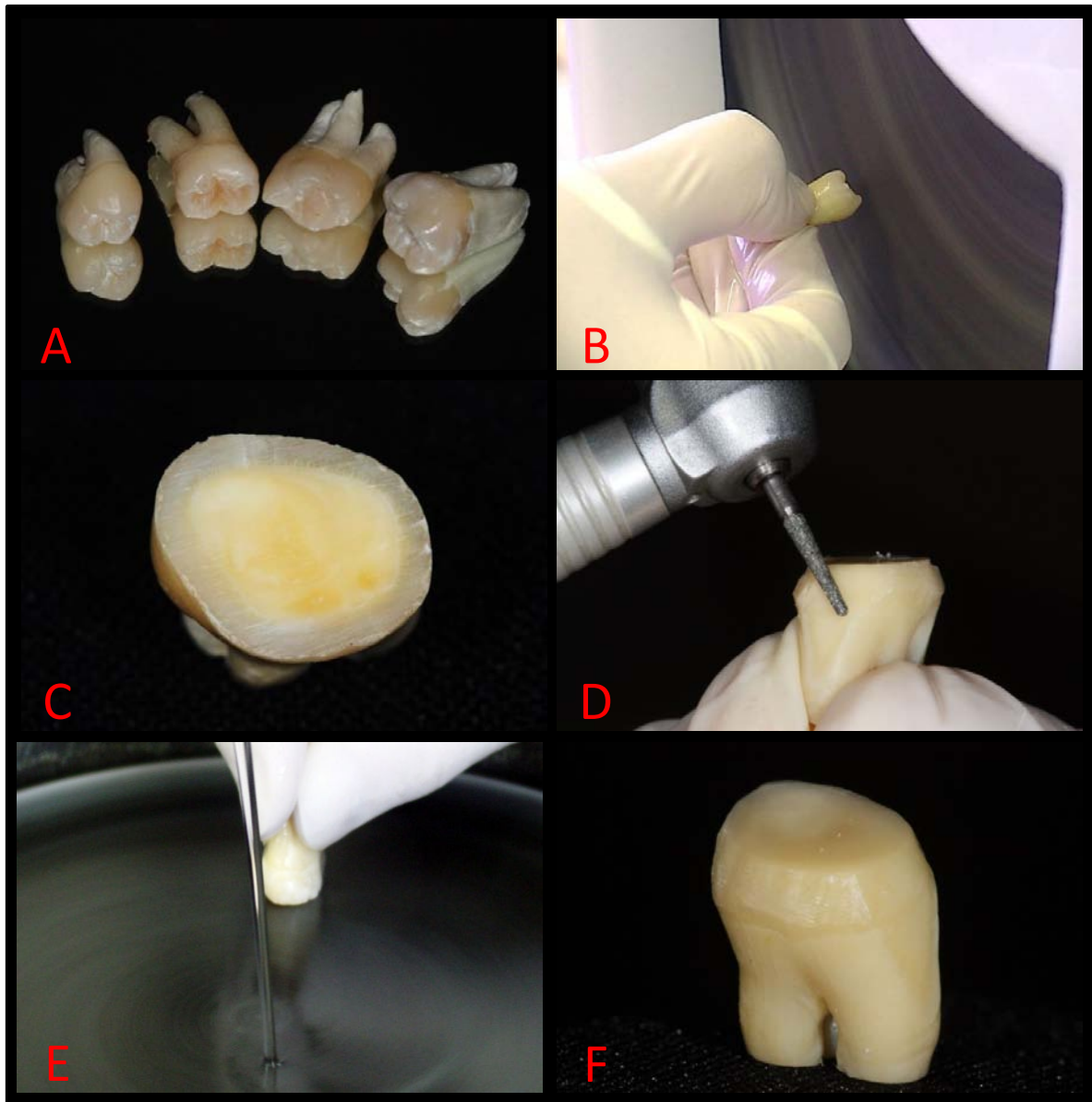


Figura 1. Preparo dos dentes para o experimento 1. **A** – Terceiros molares hígidos selecionados; **B** – Remoção do esmalte oclusal em recortador de gesso; **C** – Aspecto do dente após a planificação e remoção do esmalte da superfície oclusal; **D** – Remoção do esmalte periférico com ponta diamantada em alta rotação. **E** – Padronização da *smear layer* com lixa de carbeto de silício. **F** – Aspecto final do dente após o término do preparo.

3.1.2 DESENHO DO ESTUDO

Os materiais restauradores (fabricante, lote, apresentação comercial, composição e modo de aplicação) utilizados no experimento estão descritos no Quadro 1. Foram utilizados sistemas adesivos convencionais do mesmo fabricante das resinas compostas (Quadro 2).

Quadro 1. Materiais restauradores utilizados no experimento 1: fabricante, lote, apresentação comercial, composição e modo de aplicação.

Material (Fabricante/ Lote)	Apresentação Comercial	Composição	Modo de Aplicação*
Tetric N- Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent/ R52450)		Dimetacrilatos, pré-polímero, partícula de vidro de bário, trifluoreto de itérbio, óxido misto, aditivos, iniciadores, estabilizadores e pigmentos	1. Depois da aplicação do sistema adesivo, aplicar a resina composta em incrementos de até 4 mm; 2. Fotoativar (intensidade de luz $\geq 500 \text{ mW/cm}^2$ por 20 s)
Filtek Bulk Fill Flow (3M ESPE/ N402919)		Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, resinas procrilato, cargas: trifluoreto de itérbio, zircônia e sílica.	1. Depois da aplicação do sistema adesivo, aplicar a resina composta diretamente no ponto mais profundo da cavidade; 2. Fotoativar cada incremento (máximo 4 mm de profundidade) com intensidade de luz mínima de 550 mW/cm^2 – cor universal por 20 s.
SureFil SDR Flow (Dentsply/ 1107282)		Vidro de bário boro flúor alumínio silicato, vidro de estrôncio alumínio flúor silicato; Resina dimetacrilato uretano modificada; EBPADMA; TEGDMA; canforoquinona; B-HT;estabilizantes UV; dióxido de titânio; pigmentos de óxido de ferro.	1. Após o procedimento adesivo, dispense o material diretamente na cavidade, usando pressão constante; 2. Utilizar o material com até 4 mm cada incremento; 3. Fotoativar (intensidade de luz mínima de 550 mW/cm^2 – cor universal por 20 s).

* De acordo com as orientações dos fabricantes.

Sendo assim, um total de 6 grupos experimentais foram avaliados ($n = 5$ por grupo), variando os fatores: técnica de inserção (incremental vs. incremento único) e material restaurador (Filtek Bulk Fill Flow [FIL], 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA; Tetric N-Ceram Bulk Fill [TET], Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein; SureFil SDR [SDR], Dentsply Caulk, Milford, DE, EUA) – Figura 2.

Quadro 2. Sistemas adesivos convencionais utilizados no experimento 1: fabricante, lote, apresentação comercial, composição e modo de aplicação.

Material (Fabricante/ Lote)	Apresentação Comercial	Composição	Modo de Aplicação*
Tetric N-Bond (Ivoclar Vivadent /N40889)		Bis-GMA, uretano dimetacrilato, dimetacrilato, hidroxietil metacrilato, acrilato de ácido fosfônico, nanopartículas (SiO_2), etanol, iniciadores e estabilizadores	1. Após condicionamento ácido, aplicar vigorosamente uma camada do adesivo por 10 s; 2. Se necessário, aplicar segunda camada de adesivo; 3. Evaporar solvente; 4. Fotoativar por 10 s (intensidade de luz $\geq 500 \text{ mW/cm}^2$).
Adper Single Bond 2 (3M ESPE/ 483316)		Monômero fosfato MDP, resinas dimetacrilatos, HEMA, co-polímeros Vitrebond, cargas, etanol, água, iniciadores, silano	1. Após condicionamento ácido, aplicar 2-3 camadas do sistema adesivo, agitando gentilmente por 15 s, num aplicador saturado de material; 2. Gentilmente evaporar o solvente com jatos de ar por 5 s; 3. Fotoativar por 10 s.
XPBond (Dentsply/ 1110000361)		Resina TCB, Resina PENTA, UDMA, TEGDMA, HEMA, benzenodiol butilado (estabilizador), etil-4-dimetil aminobenzoato, canforoquinona, sílica amorfa funcionalizada, t-butanol	1. Após condicionamento ácido, aplicar o sistema adesivo em todas as superfícies do dente uniformemente; 2. Deixar na superfície por 20 s; 3. Evaporar o solvente com um jato de ar da seringa triplice por pelo menos 5 s; 4. Fotoativar por 10 s.

* De acordo com as orientações dos fabricantes.

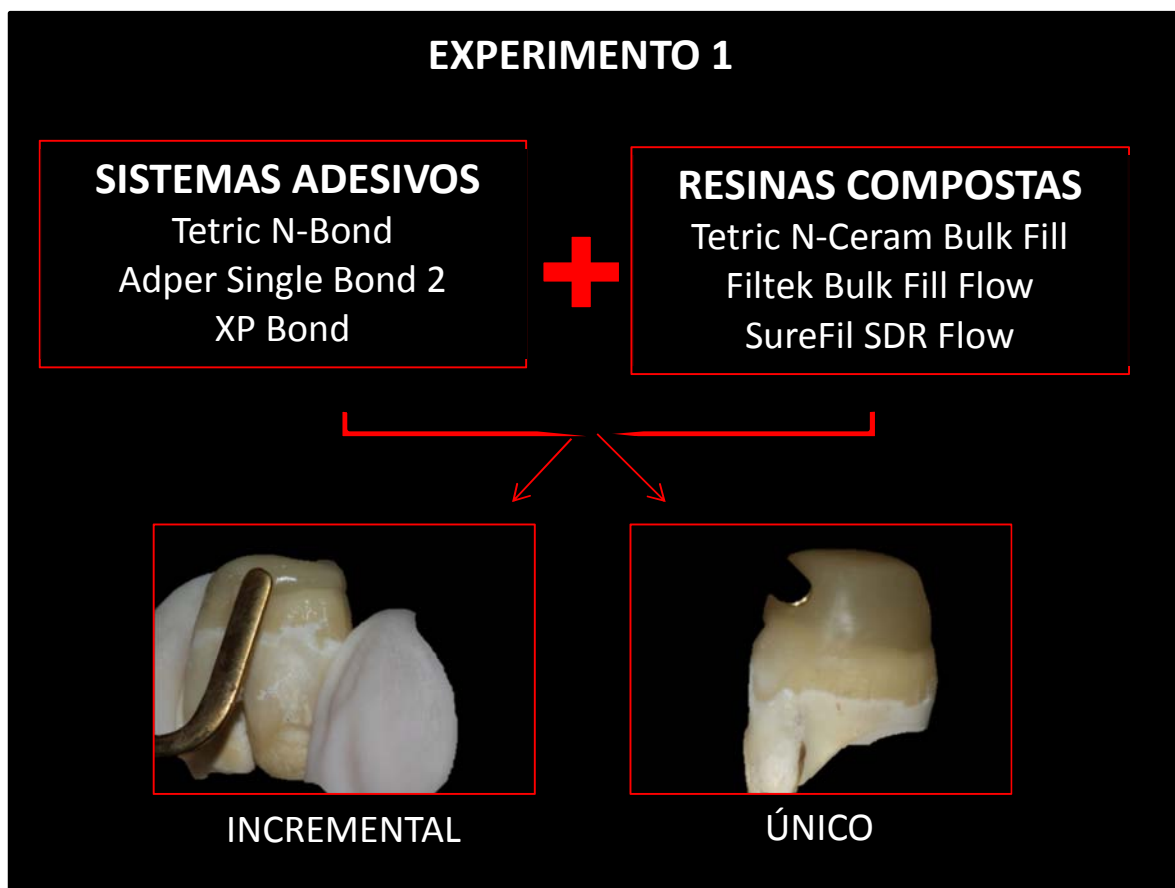


Figura 2. Divisão dos grupos experimentais do experimento 1 de acordo com os fatores: material vs. técnica de inserção.

3.1.3 PROCEDIMENTOS ADESIVO E RESTAURADOR

Foram utilizados um total de 5 dentes para cada condição experimental. Antes do procedimento adesivo, a superfície da dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 37% (Condac, FGM Prod. Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) por 15 s, seguida de lavagem pelo mesmo tempo e secagem com jatos de ar da seringa triplice (Figura 3).



Figura 3. Condicionamento ácido realizado nos dentes do experimento 1. **A e B** – Aplicação do ácido fosfórico 37% por 15 s. **C** – Enxágue pelo mesmo tempo. **D** – Secagem com jatos de ar da seringa tríplice.

Os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes e fotoativados com uma lâmpada halógena (Optilux, Demetron, Orange, CA, EUA), com intensidade de luz de 600 mW/cm^2 por 10 s. Em seguida, blocos de resina composta foram confeccionados sobre a estrutura adesivada, variando a técnica de inserção: técnica incremental (dois incrementos de 2 mm de espessura) e incremento único (um incremento de 4 mm). A fotoativação dos incrementos de resina composta foi realizada com o mesmo aparelho citado anteriormente (Figura 4). Os procedimentos de adesão e restaurador foram realizados por um único operador em temperatura de 20°C e umidade relativa constante.

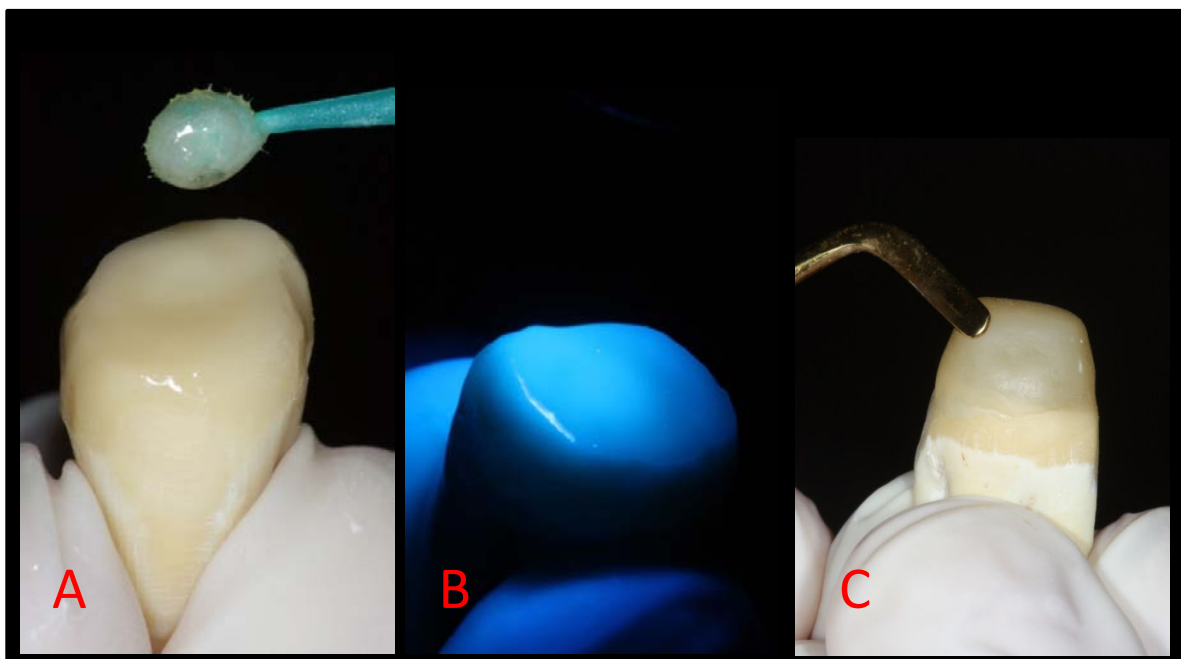


Figura 4. Procedimento restaurador. **A** – Aplicação do sistema adesivo de acordo com as orientações do fabricante; **B** – Fotoativação por 10 s; **C** – Confecção dos blocos de resina composta de acordo com o grupo experimental (incremental ou único).

3.1.4 PREPARO DOS CORPOS-DE-PROVA

Os dentes restaurados, após armazenamento em água destilada a 37°C por 24 h, foram levados a uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buhler, Lake Bluff, Illinois, EUA) com a interface de união perpendicular ao disco de corte. Foram então realizadas duas sequências de cortes longitudinais (eixo x) e perpendiculares (eixo y) entre si para obtenção de corpos-de-prova com formato de “palitos” e com área de secção retangular de aproximadamente 0,8 mm² (Figura 5). O número de “palitos” perdidos prematuramente durante o seccionamento dos dentes foi anotado durante esta fase.

Os corpos-de-prova de resina-dentina, oriundos de cada dente foram então divididos entre as metodologias empregadas nos experimentos (resistência de união, nanoinfiltração e grau de conversão).

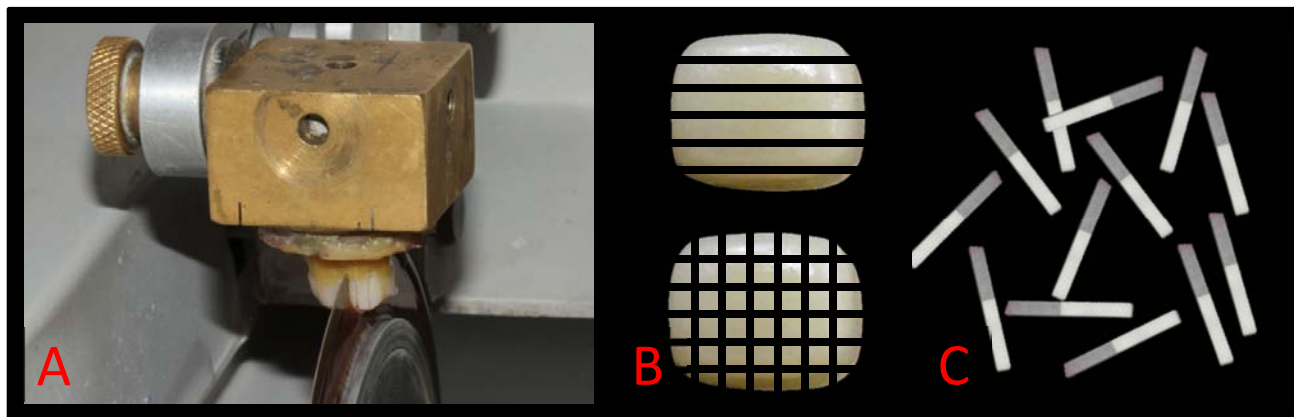


Figura 5. Preparo dos corpos-de-prova. **A** – Dente fixado na máquina de corte. **B** – Cortes no eixo longitudinal e vertical. **C** – Palitos obtidos.

3.1.5 TESTE DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO (RU)

Cada corpo-de-prova teve sua área de secção transversal mensurada com o auxílio de um paquímetro digital (Absolute Digimatic, Mitutoyo, Tóquio, Japão). Em seguida, foi fixado com cola de cianoacrilato em gel (454, Loctite, São Paulo, SP, Brasil) a garra de Geraldelli, que foi acoplada à máquina de ensaios universal (Kratos Dinamometros, Cotia, SP, Brasil), de maneira que as tensões de microtração ocorressem perpendicularmente à interface de união, numa velocidade de 0,5 mm/min, obtendo-se então os valores de resistência de união em MPa (Figura 6).

A análise dos espécimes fraturados foi realizada em estereomicroscópio (OLYMPUS-BX 51, Olympus, Tokyo, Japão) com 40X de aumento e classificada nos seguintes padrões: coesiva (fratura exclusivamente na resina composta ou na dentina); adesiva/mista (fratura na interface resina/dentina ou fratura na interface resina/dentina que incluía também fraturas coesivas nos substratos próximos) e perdidos prematuramente.

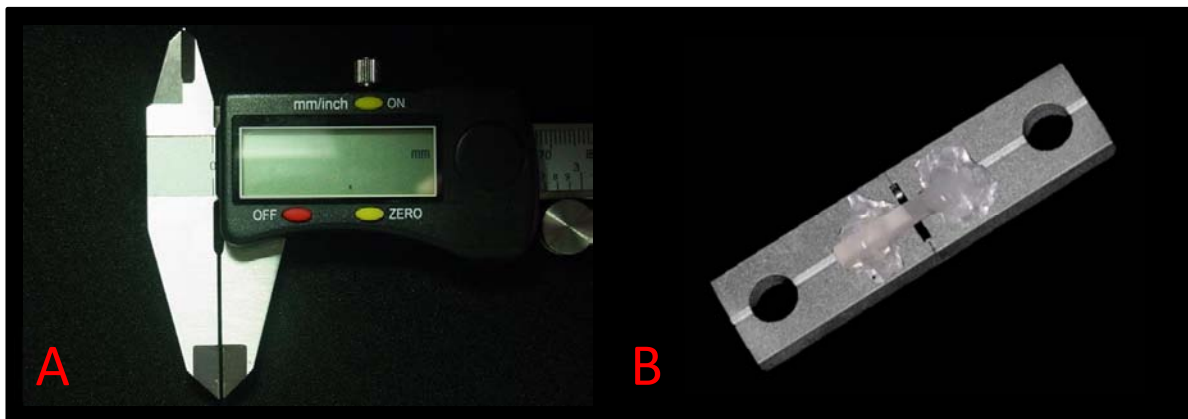


Figura 6. Preparo para ensaio de microtração. **A** – Paquímetro digital para mensuração da área de secção. **B** – Palito colado na garra de Geraldelli.

3.1.6 ANÁLISE DA NANOINFILTRAÇÃO (NI) POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

Com o intuito de verificar possíveis falhas nanométricas na interface de união decorrente da tensão de contração de polimerização da resina composta inserida nas diferentes técnicas restauradoras, o teste de nanoinfiltração foi realizado. Para essa análise microscópica das interfaces, dois palitos de cada dente, selecionados aleatoriamente, não foram testados no teste de resistência de união, porém foram reservados para análise do padrão de nanoinfiltração. Um total de 60 palitos, sendo 10 palitos por condição experimental, foram avaliados nesta metodologia. Os corpos-de-prova foram imersos em solução aquosa de nitrato de prata amoniacal 50% em peso e mantidos em ambiente escuro por um período de 24 h. Em seguida, foram cuidadosamente lavados com água destilada por 10 min, secos com papel absorvente e imersos em uma solução reveladora (Kodak, Rochester, NY, EUA) por 8 h sob uma luz fluorescente para que a redução dos íons de prata dentro da interface de união fosse possível (Tay et al.⁴³ 2002).

Os espécimes foram lavados novamente em água destilada, secos e colados aos *stubs* de alumínio. O polimento foi realizado com lixas de carbetto de silício de granulação 1000, 1500, 2000 e 2500 e pastas diamantadas de granulação de 1 μm , $\frac{1}{4}$ μm (Arotec, São Paulo, SP, Brasil) em feltros, sob irrigação com água em uma politriz universal (AROPOL, São Paulo, SP, Brasil). Intercalando cada agente de polimento as amostras receberam banhos com água destilada por 15 min

em cuba ultrassônica (Dabi Atlante - 3L, Ribeirão Preto, SP, Brasil) para a remoção de possíveis resíduos resultantes do polimento. Alguns outros cuidados também foram tomados para evitar que a imagem posteriormente obtida pudesse ser comprometida: 1) observação em microscópio óptico (Olympus, Shinjuku-ku, Tóquio, Japão) com 40 X de aumento após a utilização de cada lixa e pasta de polimento, evitando assim riscos profundos e falhas; 2) troca da água destilada para cada banho ultrassônico realizado em cada amostra e; 3) troca das luvas entre os diferentes agentes de polimento. Após todo o processo de polimento, foi realizado um banho final de 30 min em cuba ultrassônica.

Os corpos-de-prova foram desidratados para evitar formação de fendas na interface de união em função do vácuo inerente a metodologia. Para isso, foram colocados em um recipiente hermeticamente fechado, com sílica desidratada, por 24 h em temperatura ambiente. Em seguida, foram levadas para o dessecador por 24 h e, finalmente foram para a estufa a 37°C pelo mesmo tempo. As amostras já polidas e desidratadas foram então metalizadas com ouro (MED 010, Balzers Union, Balzers, Liechtenstein) e observadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV – SSX-550, Shimadzu, Tóquio, Japão) no modo de elétrons retroespalhados com 12 kV de voltagem. As etapas laboratoriais estão representadas na Figura 7.

Três fotomicrografias com ampliação de 1200 X foram feitas em cada palito: uma no centro da camada híbrida e as outras duas 0,3 mm para direita ou para esquerda da primeira imagem (Reis et al.⁴⁴ 2007). Como foram realizados cinco dentes para cada condição experimental e dois palitos de cada foram levados em MEV, um total de 30 imagens foram realizadas por grupo. O técnico operador desconhecia as condições experimentais do estudo.

A porcentagem relativa (%) de nitrato de prata dentro da área ocupada pela camada de adesivo e camada híbrida de cada imagem foi mensurada usando o *Software* ImageTool 3.0 (Departamento de Diagnóstico, Universidade do Texas, Centro de Ciência da Saúde, San Antonio, Texas, EUA). Primeiramente, foi realizada a mensuração da área total correspondente à soma da camada de adesivo e da camada híbrida. Em seguida, a área marcada com nitrato de prata foi mensurada e a proporção relativa da área total vs. áreas impregnadas foi calculada (Reis et al.⁴⁴ 2007).

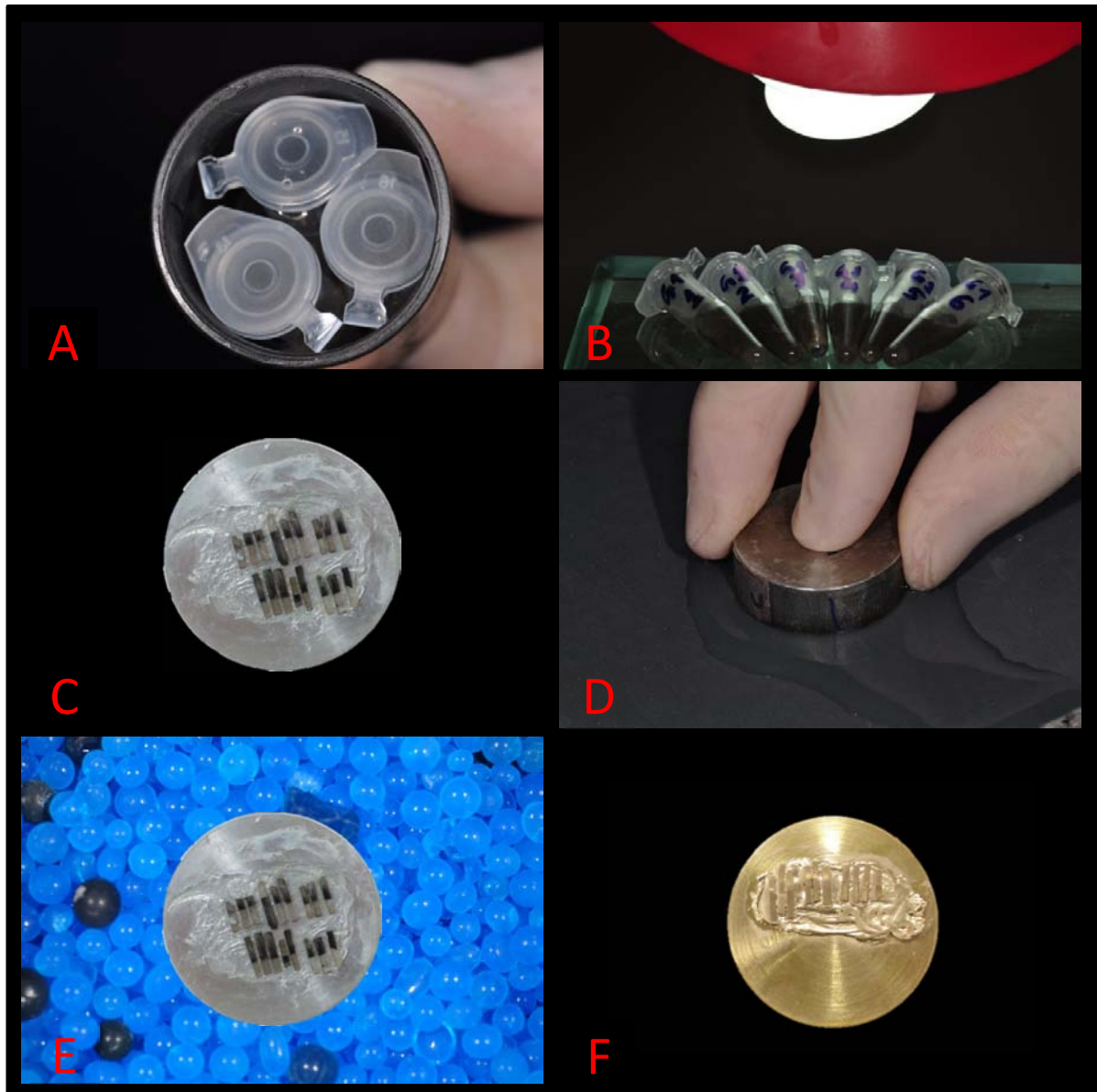


Figura 7. Preparo para nanoinfiltração em MEV. **A** – Corpos-de-prova imersos em nitrato de prata amoniacal 50% no escuro por 24 h. **B** – Corpos-de-prova imersos em solução reveladora sob luz fluorescente por 8 h. **C** – Palitos colados no *stub* metálico. **D** – Polimento com lixas de carbeto de silício com granulação crescente. **E** – Desidratação em sílica. **F** – Corpos-de-prova metalizados

3.1.7 ANÁLISE DO GRAU DE CONVERSÃO (GC) POR ESPECTROSCOPIA EM MICRO-RAMAN

A espectroscopia micro-Raman (BruckerOptikGmbH, Ettlingen, Baden-Württemberg, Alemanha) foi utilizada para avaliação do grau de conversão *in situ* dos sistemas adesivos utilizados no experimento. Um total de 3 palitos de cada dente foram utilizados para esta metodologia, totalizando 15 para cada condição experimental. Os espécimes foram lavados em cuba ultrassônica por 10 min e armazenados em água destilada por 24 h a 37°C antes da leitura.

Cada espécime foi posicionado sobre o *stage*, no foco da objetiva (aumento de 100 X) (Figura 8). Um sistema de imagem acoplado ao aparelho permitiu verificar o correto posicionamento do laser de Neônio com 532 nm de comprimento de onda. Foram realizadas 3 leituras por espécime no centro da camada híbrida, sob os seguintes parâmetros: abertura confocal do laser (spot) foi 25 μm , sob potência de 20 mW, uma resolução espectral de 5 cm^{-1} , com 30 s de tempo de acumulação e 6 co-adições. A região espectral de interesse foi 1785-875 cm^{-1} . Como seis mensurações foram feitas em cada espécime, uma média aritmética foi feita para cada amostra. Para investigar as diferenças no grau de conversão de cada grupo, os espectros obtidos para análise foram: o pico 1637 cm^{-1} (indica as duplas ligações de carbono alifáticas) e o pico 1608 cm^{-1} (indica as duplas ligações de carbono aromáticas das moléculas monoméricas) (Figura 8). Para fins de comparação do GC, espectros dos adesivos não polimerizados foram realizados como referência. Após a aquisição dos espectros (Figura 8), os dados foram trabalhados utilizando o software Opus Spectroscopy (version 6.5, BrukerOptikGmbH, Ettlingen, Baden-Württemberg, Alemanha) para determinação dos valores da área integrada dos picos registrados. O grau de conversão de duplas ligações do monômero em polímero foi calculado de acordo com a equação:

- (1) $GC (\%) = (1 - R_{\text{polimerizado}} / R_{\text{não polimerizado}}) \times 100$
- (2) $R_{\text{polimerizado}} = \text{Área } 1637 \text{ cm}^{-1} / \text{Área } 1608 \text{ cm}^{-1} \text{ do sistema adesivo polimerizado};$
- (3) $R_{\text{não polimerizado}} = \text{Área } 1637 \text{ cm}^{-1} / \text{Área } 1608 \text{ cm}^{-1} \text{ do sistema adesivo não polimerizado}.$

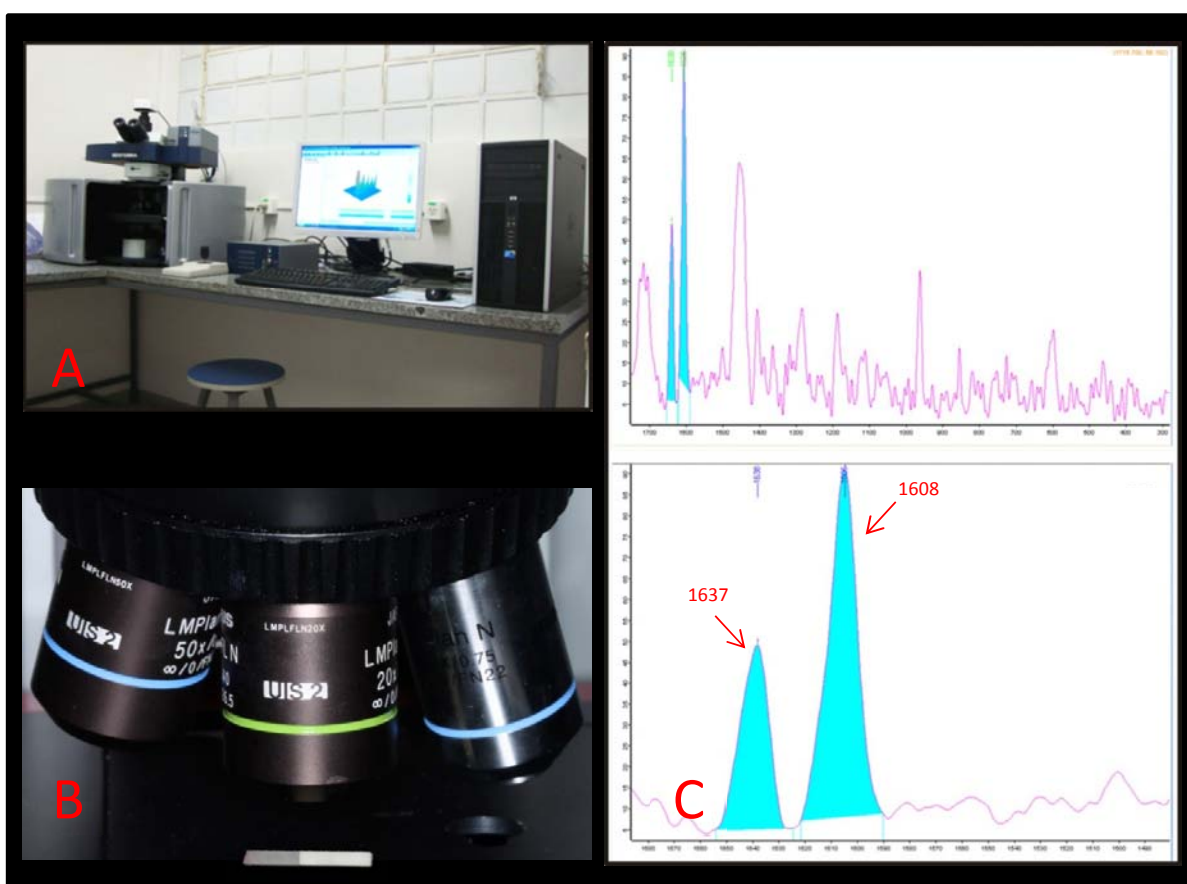


Figura 8. Análise do grau de conversão por espectroscopia micro-Raman. **A** – Aparelho de espectroscopia micro-Raman. **B** - Stage de posicionamento micronizado com o corpo-de-prova para leitura. **C** – Espectros obtidos para análise (pico $1,637 \text{ cm}^{-1}$, que indica as duplas ligações de carbono alifáticas e o pico $1,608 \text{ cm}^{-1}$, que indica as duplas ligações de carbono aromáticas das moléculas monoméricas).

3.1.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para avaliar a distribuição normal dos dados e igualdade de variâncias, os testes de Shapiro-Wilk e Barlett foram empregados (Montgomery⁴⁵ 1991). Uma média de todos os palitos oriundos de cada dente foi realizada. Os dados de cada dente de RU (MPa), NI (%) e GC (%) foram submetidos a uma análise de variância de dois fatores (técnica de inserção vs. material restaurador) e Teste de Tukey para contraste das médias a um nível de significância de 5%.

3.2 EXPERIMENTO 2

3.2.1 DESENHO DO ESTUDO

O desenho deste estudo seguiu o protocolo do CONSORT – *Consolidated Standards of Reporting Trials* (Schulz et al.⁴⁶ 2011). Trata-se de um ensaio clínico randomizado, duplo-cego (avaliador e paciente) com um desenho de boca dividida para cada sistema adesivo e com uma taxa de alocação igual entre os quatro grupos em avaliação. O mesmo foi conduzido na clínica da Faculdade de Odontologia da UEPG, entre Junho de 2013 à Dezembro de 2014.

3.2.2 SELEÇÃO DOS MATERIAIS

Os materiais empregados no presente estudo foram: o adesivo convencional simplificado Tetric N-Bond (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) com o ácido fosfórico Total Etch (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), o sistema adesivo autocondicionante simplificado Tetric N-Bond SE (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e a resina composta Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). A composição, o lote, o fabricante, bem como a apresentação comercial e o modo de aplicação dos materiais utilizados no estudo estão descritos no Quadro 3.

Quadro 3. Materiais utilizados no experimento 3: fabricante, lote, apresentação comercial, composição e modo de aplicação.

Material (Fabricante/ Lote)	Apresentação Comercial	Composição	Modo de Aplicação*
Ácido Fosfórico Total Etch (Ivoclar Vivadent/ N05612)		Ácido fosfórico (37% em peso), espessante e pigmentos	1. Aplicação no esmalte e subsequentemente na dentina; 2. Deixar agir por 15 s; 3. Lavar abundantemente com spray de água; 4. Secar as superfícies do dente com jato de ar; 5. Evitar desidratação da dentina.
Adesivo Tetric N-Bond (Ivoclar Vivadent/ N40889)		Bis-GMA, uretano dimetacrilato, dimetacrilato, hidroxietil metacrilato, acrilato de ácido fosfônico, nanopartículas (SiO ₂), etanol, iniciadores e estabilizadores	1. Aplicar vigorosamente uma camada do adesivo por 10 s; 2. Evaporar solvente; 4. Fotoativar por 10 s (intensidade de luz ≥ 500 mW/cm ²).
Adesivo Tetric N-Bond SE (Ivoclar Vivadent/ R59913)		Derivados de Bis-acrilamida, Bis-metacrilamida dihidrogenofosfato, acrilamida de aminoácidos, hidroxialquil metacrilamida, água, nanopartículas (SiO ₂), etanol, iniciadores e estabilizadores	1. Aplicar uma fina camada de adesivo no esmalte e na dentina e agitar por no mínimo 30 s; 2. Remover o excesso de solvente com um forte jato de ar, até não observar mais movimentação do material; 3. Fotoativar por 10 s (intensidade de luz ≥ 500 mW/cm ²).
Resina Composta Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent/ R52450)		Dimetacrilatos, pré-polímero, partícula de vidro de bário, trifluoreto de itérbio, óxido misto, aditivos, iniciadores, estabilizadores e pigmentos	1. Depois da aplicação do sistema adesivo, aplicar a resina composta em incrementos de até 4 mm; 2. Fotoativar (intensidade de luz ≥ 1000 mW/cm ² por 10 s)

*De acordo com as normas do fabricante.

3.2.3 SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES

Dois avaliadores previamente calibrados, realizaram exame clínico para a seleção dos pacientes utilizando um espelho intrabucal (SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), uma sonda exploradora (SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e uma sonda periodontal milimetrada (#6 Satin Steel Handle; mm, Hu-Friedy, Chicago, IL, EUA). Um total de 95 pacientes que procuraram atendimento nas clínicas odontológicas da Universidade Estadual de Ponta Grossa foram avaliados para verificar se atendiam os critérios de inclusão e exclusão e destes, 72 voluntários foram selecionados em uma amostra de conveniência (Figura 9). Todos os participantes foram informados sobre a natureza e objetivos do estudo e assinaram antes do início do tratamento Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Apêndice A).

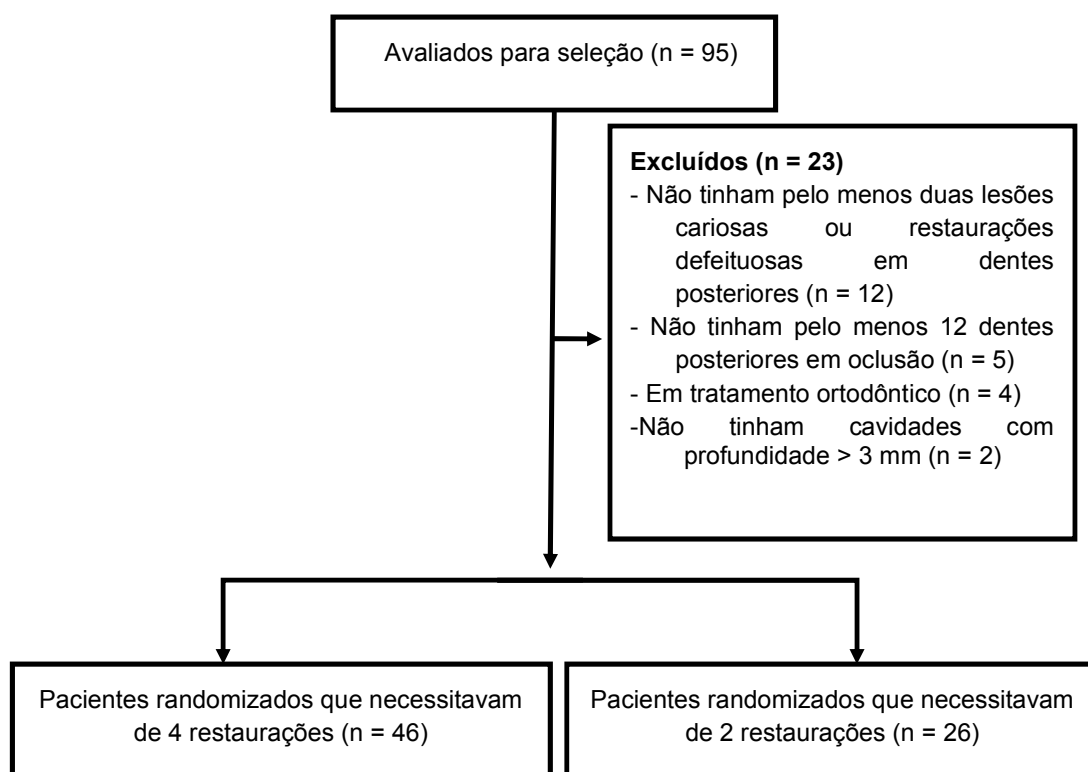


Figura 9. Diagrama de fluxo do ensaio clínico, incluindo informação detalhada sobre os participantes excluídos.

3.2.4 CÁLCULO AMOSTRAL

O risco à sensibilidade pós-operatória foi o desfecho primário do presente experimento. Considerando a taxa de sensibilidade pós-operatória em dentes posteriores restaurados com resina composta em cavidades profundas e largas como sendo de aproximadamente 30% em estudos anteriores (Unemori et al.⁴⁷ 2001, Briso et al.⁴⁸ 2007, Wegehaupt et al.⁴⁹ 2009) e com o objetivo de se determinar uma diferença na taxa de sensibilidade de 20% entre os grupos com um nível alfa de 5% e um poder estatístico de 80%, o tamanho da amostra foi minimamente estimado em 59 restaurações para cada grupo.

3.2.5 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Para serem incluídos no estudo, os participantes deveriam ser saudáveis, ter no mínimo 12 dentes posteriores em oclusão e idade mínima de 18 anos. Além disso, cada paciente precisaria ter no mínimo duas lesões de cárie ou restaurações defeituosas que necessitassem de substituição em dentes posteriores (cárie adjacente à restauração, material restaurador fraturado ou opção do paciente por estética). Os dentes a serem restaurados deveriam estar em oclusão com o antagonista e responderem positivamente ao teste de vitalidade pulpar, realizado com a aplicação de frio (Roeko-Endo-Frost, Coltène/Whaledent, Langenau, Alemanha). As cavidades a serem restauradas deveriam ter profundidade mínima de 3 mm, verificada previamente por meio de exame radiográfico interproximal.

Cavidades Classe II de Black com término subgengival não foram incluídas na pesquisa. Participantes com higiene oral deficiente, com doença periodontal, com próteses extensas (fixas ou removíveis) ou em tratamento ortodôntico foram excluídos do estudo. Não foram incluídos no estudo participantes com alergia conhecida a materiais resinosos ou qualquer outro material utilizado neste estudo, pacientes que fazem uso crônico de anti-inflamatórios, analgésicos e psicotrópicos, mulheres grávidas ou lactantes.

3.2.6 AVALIAÇÃO INICIAL E REGISTRO DAS CAVIDADES

Na primeira sessão de atendimento, foram coletados dados pessoais dos pacientes (nome completo, idade, gênero, profissão, endereço, telefone, e-mail), bem como sua queixa principal. Uma anamnese detalhada foi realizada para averiguar o estado de saúde geral e bucal do paciente. Além disso, possíveis parafunções foram avaliadas (bruxismo auto-referido ou apertamento, hipertrofia do músculo masseter, aumento do desgaste dentário). Estando dentro dos critérios de inclusão do estudo, os pacientes assinaram o TCLE.

Uma radiografia panorâmica (Orthophos 3 Ceph, Sirona, Bensheim, Alemanha) foi solicitada para comprovação da ausência de lesão periapical e verificação da condição bucal geral do paciente. Além disso, um levantamento interproximal completo (regiões de MD, PMD, ME e PME) foi realizado, utilizando um aparelho de raios-X (Timex 70 E, Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com os seguintes fatores de exposição para cada radiografia: tempo de exposição de 0,4 s, 70 kVp e 7 mA. Essas radiografias foram importantíssimas para definição do diagnóstico pela verificação de diversos fatores: relação entre a cavidade ou lesão de cárie e a câmara pulpar; estimativa da profundidade da cavidade; distância entre a parede gengival da cavidade e a altura da crista óssea alveolar (em cavidades Classe II de Black).

Após a seleção dos dentes a serem restaurados, foi registrado na ficha do paciente o dente em questão (1^o ou 2^o pré-molar ou 1^o, 2^o, 3^o molar), as faces envolvidas (oclusal [O], mesial [M], distal [D], vestibular [V] ou palatina/lingual [P/L]) o grau de complexidade (simples, composta ou complexa), bem como o tipo da cavidade pela classificação de Black (I ou II) e a profundidade estimada da cavidade em mm medida com a ajuda de uma sonda periodontal milimetrada (#6 Satin Steel Handle; mm, Hu-Friedy, Chicago, IL, EUA). Além disso, fotografias intra-bucais iniciais foram realizadas antes de qualquer intervenção.

3.2.7 CALIBRAÇÃO DOS OPERADORES

Quatro operadores calibrados participaram desta pesquisa. No momento da condução do estudo, todos possuíam mais de cinco anos de experiência clínica e eram alunos de doutorado com especialização em dentística. Para o processo de calibração intra-operadores e inter-operadores, um professor, com mais de 15 anos de experiência clínica e pesquisadora, com especialização em dentística, foi responsável pela confecção de uma restauração de cada grupo experimental, na presença de todos os operadores, a fim de que todos pudessem identificar os passos clínicos envolvidos. Em seguida, cada operador restaurou quatro dentes para cada condição experimental sob a supervisão do professor. As deficiências das restaurações foram mostradas ao grupo antes de iniciar o estudo e foram discutidas. Só depois disso, os operadores foram considerados calibrados para iniciar o estudo. Os mesmos operadores responsáveis pela triagem e seleção dos pacientes foram os mesmos que restauraram os dentes sob a supervisão de um clínico experiente.

3.2.8 DIVISÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS, RANDOMIZAÇÃO E MECANISMO DE ALOCAÇÃO SIGILOSA

Foram realizados dois processos de randomização diferentes: um para pacientes que possuíam quatro dentes com necessidade de tratamento e outro para pacientes que possuíam apenas dois dentes.

Para os pacientes com quatro dentes, a aleatorização foi feita em uma base intra-individual, onde cada paciente recebeu uma restauração para cada condição experimental, resultante da combinação dos fatores: estratégia adesiva (convencional [CON] ou autocondicionante [AUT]) e técnica de inserção da resina composta (incremental [INC] ou incremento único [UNI]).

Para os pacientes com dois dentes, duas randomizações diferentes foram realizadas, com tamanho de 2 e 4 blocos (para garantir o tamanho da amostra semelhante entre os grupos e impedir a divulgação da alocação sigilosa). A primeira lista de randomização definiu o tipo de estratégia adesiva utilizado em cada

paciente. A segunda lista de randomização definiu a técnica de inserção da resina composta.

As randomizações foram realizadas em um software estatístico gratuito disponível online (www.sealedenvelope.com). Este procedimento foi realizado por um pesquisador não envolvido nas outras etapas da pesquisa, como restauração e avaliação. Envelopes opacos e lacrados com a identificação dos grupos e sua ordem de restauração foram confeccionados. A alocação dos grupos foi revelada com a abertura desses envelopes apenas no momento do procedimento restaurador, após a confecção da cavidade.

Em todos os casos, a ordem das restaurações obedeceu à notação dentária numérica da FDI, onde o primeiro dígito corresponde ao quadrante em que o elemento se situa, e o segundo dígito ao número do dente no hemiarco. Portanto, iniciou-se as restaurações pelo quadrante 1, em ordem crescente, até o quadrante 4 e do dente 8, em ordem decrescente para o 1. Ou seja, sempre do dente mais posterior para o mais anterior de cada quadrante, seguindo a sequência dos quadrantes, de acordo com a necessidade restauradora do paciente. Sendo assim, o dente com o maior número do primeiro quadrante recebeu o tratamento mencionado no primeiro envelope, enquanto que o dente com o menor número do último quadrante recebeu o tratamento mencionado no último envelope.

3.2.9 CEGAMENTO

Os operadores responsáveis pela inserção das restaurações não foram cegados dos grupos experimentais do estudo. Entretanto, os participantes, os avaliadores, bem como o estatístico que avaliou os dados foram mantidos cegos para alocação dos grupos.

3.2.10 INTERVENÇÃO: TRATAMENTO RESTAURADOR

Duas semanas antes do procedimento restaurador, todos os voluntários receberam profilaxia dental com pedra-pomes (SS White Prod. Odontol. Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) e água com o auxílio de taça de borracha (#8040RA, KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), orientação de higiene bucal e assinaram o TCLE.

Nas sessões seguintes, cada paciente recebeu quatro ou duas restaurações. Em caso de dentes localizados no mesmo quadrante, cada dente foi restaurado em uma sessão, para que não houvesse confusão da sensibilidade dental durante a avaliação. As restaurações foram realizadas de acordo com o seguinte protocolo (Figuras 9 e 10):

1) anestesia do dente ou da região (Mepisv 3%, NovaDFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil);

2) limpeza com pasta de pedra-pomes (SS White Prod. Odontol. Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) e água com taça de borracha (#8040RA, KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), seguido de enxágue e secagem;

3) confecção do isolamento absoluto com dique de borracha (SS White Prod. Odontol. Ltda. Petrópolis, RJ, Brasil) e grampo (Duflex, SS White Prod. Odontol. Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil);

4) preparo da cavidade (restrita à remoção de tecido cariado ou restauração defeituosa) com brocas de aço inoxidável (# 329, 330 e/ou 245, KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) ou pontas diamantadas esféricas (#1012, 1014, KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil);

5) registro em prontuário e fotografia da extensão da cavidade em mm com auxílio de uma sonda milimetrada (#6 Satin Steel Handle; mm, Hu-Friedy, Chicago, IL, EUA);

6) abertura do envelope de randomização;

7) aplicação do sistema adesivo do grupo experimental, de acordo com as instruções do fabricante: Tetric N-Bond (após condicionamento com ácido fosfórico Total Etch por 15 s e enxágue pelo mesmo tempo, foi aplicado vigorosamente por 10 s, evaporado solvente) e Tetric N-Bond SE (foi aplicado sob agitação por 30 s e evaporado solvente), ambos fotativados por 10 s a 1200 mW/cm^2 , com o Bluephase (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein), no modo High;

8) adaptação de matriz (Unimatrix, TDV Dental Ltda., Pomerode, SC, Brasil) e cunha de madeira (TDV Dental Ltda., Pomerode, SC, Brasil) para cavidades Classe II de Black;

9) inserção do material restaurador (Tetric N-Ceram Bulk Fill) de acordo com o grupo experimental: em INCREMENTO ÚNICO de até 4 mm, fotoativado por 10 s a 1200 mW/cm^2 (Bluephase, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) (recomendações do fabricante) – em casos onde a profundidade da cavidade foi maior, uma segunda camada horizontal foi aplicada com a profundidade excedente e fotoativada por 10 s a 1200 mW/cm^2 (Bluephase, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein), este dado foi registrado no prontuário - e em INSERÇÃO INCREMENTAL, com camadas horizontais e oblíquas de no máximo 2 mm, fotoativando cada camada por 10 s a 1200 mW/cm^2 (Bluephase, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Em preparos cavitários compostos ou complexos, as cavidades das faces circundantes foram restauradas anteriormente à face oclusal, de acordo com o grupo experimental. O número de camadas bem como suas posições foram anotados no prontuário. Nenhum material de base ou forramento foi utilizado;

10) remoção do isolamento absoluto;

11) checagem da oclusão com papel carbono (Accufilm, Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A, Londrina, PR, Brasil), ajuste oclusal e acabamento, realizados com pontas diamantadas de granulação fina (#1012F, 1111F, 3118F, 3168F, 3195F, KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), em alta rotação sob refrigeração constante;

12) polimento, realizado na mesma sessão, com OptraPol NG (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e Astrobrush (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) em baixa rotação.

13) para verificação da qualidade do contato interproximal e da adaptação cervical em casos de Classe II de Black, foi utilizado fio dental e radiografias interproximais finais. Quando necessário, tiras de lixas abrasivas interproximais (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foram utilizadas.

14) realização de fotografias intra-orais finais em todas as restaurações para fins de documentação.



Figura 10. Protocolo restaurador. **A** – Profilaxia com pedra pomes e água; **B** – Isolamento absoluto; **C** – Remoção da restauração defeituosa e tecido cariado; **D, E e F** – Avaliação da extensão da cavidade (comprimento, largura e profundidade); **G** – aplicação do sistema adesivo autocondicionante; **H** - Fotoativação.

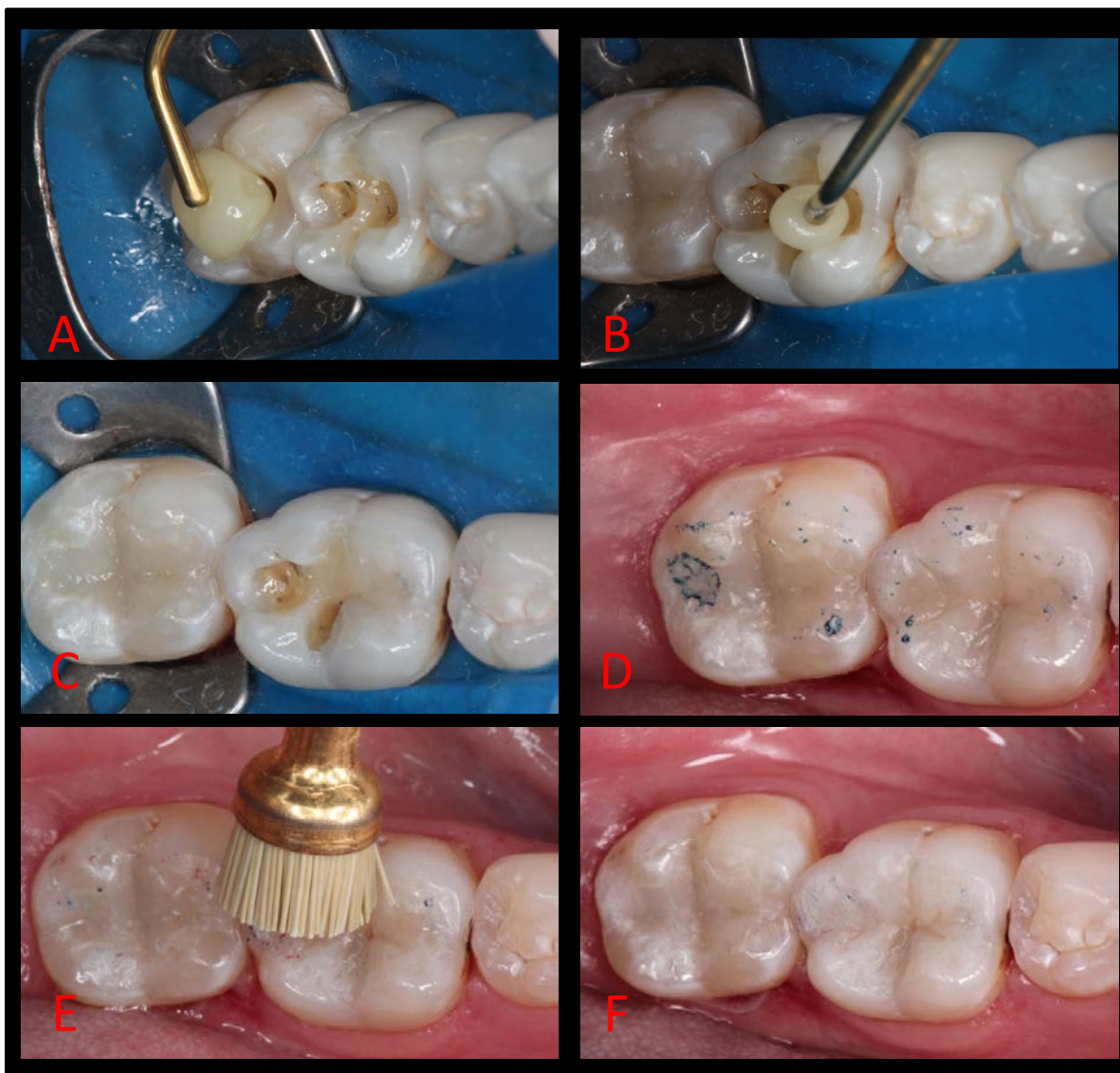


Figura 11. Continuação do protocolo restaurador. **A** – Inserção da resina composta em incremento único no dente 47. **B e C** – Inserção da resina composta de forma incremental; **D** – Ajuste oclusal; **E** – Polimento das restaurações com escova de carbeto de silício; **F** – Aspecto final das restaurações imediatamente após a confecção.

3.2.11 AVALIAÇÃO CLÍNICA

Dois examinadores experientes e previamente calibrados, que não participaram da etapa restauradora, realizaram as avaliações das restaurações de acordo com os critérios da Federação Dental Internacional - FDI (Hickel et al.⁵⁰ 2007, Hickel et al.⁵¹ 2010), uma semana após a inserção das mesmas (baseline).

Para a avaliação do desfecho primário, foi avaliada a ocorrência ou não de sensibilidade dental pós-operatória, bem como sua intensidade. Para isso, os pacientes receberam e preencheram um diário de sensibilidade (Apêndice B), relatando o que sentiam imediatamente após o efeito do anestésico utilizado durante a confecção das restaurações e durante os próximos sete dias. Eles responderam a três métodos distintos para avaliar a intensidade da sensibilidade dental: escala de estimativa numérica (NRS) com valores de 0-4, onde os participantes foram instruídos a informar diariamente a sensibilidade pós-operatória como 0 = nenhum, 1 = leve, 2 = moderado, 3 = considerável, e 4 = severa; escala visual analógica (VAS) de 0-10, variando do 0 (sem dor) a 10 (dor insuportável), onde o paciente deveria cortar uma linha horizontal de 10 cm com uma linha vertical na região correspondente a sua dor e a mensuração foi realizada com uma régua milimetrada; escala de estimativa numérica (NRS) 0-100, onde os participantes deveriam atribuir um número dentre 0 (sem dor) e 100 (dor insuportável). Adicionalmente, os pacientes foram orientados a marcar a causa da dor: espontânea ou induzida por mastigação e/ou estímulo térmico (quente ou frio). Caso os pacientes apresentassem sensibilidade dental após o período de avaliação, os mesmos foram instruídos a entrarem em contato com os pesquisadores.

Apenas os itens mais relevantes para testar o desempenho de resina composta em dentes posteriores foram avaliados como desfechos secundários: fratura / perda de retenção, cárie marginais, descoloração marginal e adaptação marginal, textura da superfície e combinação de cores. As variáveis foram classificadas nos seguintes pontuações: clinicamente muito bom; clinicamente bom; clinicamente suficiente / satisfatório; clinicamente insatisfatório, mas podem ser reparados e clinicamente ruins, que necessitam de substituição. Para a adaptação marginal e descoloração marginal, foi empregado o critério semi-quantitativo SQUACE, proposto por Hickel e colaboradores (Hickel et al.⁵⁰ 2007, Hickel et al.⁵¹ 2010). Os resultados deste critério de avaliação serão publicados posteriormente.

Os examinadores avaliaram todas as restaurações uma vez e de forma independente. No caso de divergências, eles chegaram a um consenso antes de dispensar o paciente.

3.2.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O estatístico desconhecia os grupos do estudo e as análises seguiram o protocolo de intenção-de-tratar (Schulz et al.⁴⁶ 2011). Os participantes que apresentaram pelo menos um evento de sensibilidade operatória (independentemente da intensidade) durante uma semana de avaliação foram considerados com sensibilidade pós-operatória.

O risco de sensibilidade pós-operatória entre os grupos foi comparada usando o teste Qui-quadrado e teste exato de Fisher. A intensidade da sensibilidade pós-operatória foi avaliada pelos testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. A comparação entre a sensibilidade pós-operatória imediata (até 48 h após o procedimento restaurador) e a sensibilidade pós-operatória uma semana após (uma semana após o procedimento restaurador) foi realizada com o teste exato de Fisher. Adicionalmente, o risco de sensibilidade pós-operatória de acordo com o tipo do dente, profundidade da cavidade e número de faces envolvidas foram comparados utilizando o Teste Qui-quadrado. Em todos os testes, o nível de significância foi de 5%.

3.3 EXPERIMENTO 3

O experimento 3 foi um caso clínico que seguiu o mesmo protocolo do estudo clínico, com acompanhamento de dois anos (Figuras 10 e 11).

Iniciou-se com a avaliação dos contatos oclusais com fitas de carbono (AcculFilm II, Parkell, EUA) em máxima intercuspidação habitual (MIH), anestesia do campo (Citanest®, Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil), limpeza (Figura 1) com pasta de pedra-pomes (SS White Prod. Odontol. Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) e água com escova Robinson (#10601002, Microdont, Socorro, SP, Brasil), seguido de enxague e secagem para então realizar a seleção da cor da resina composta. Essas resinas geralmente não apresentam muitas cores, nem mesmo divisão entre esmalte e dentina. Para os casos abaixo, a resina composta selecionada foi a Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

Promoveu-se então o isolamento absoluto do campo operatório com dique de borracha (SS White Prod. Odontol. Ltda. Petrópolis, RJ, Brasil) e grampo (Duflex®, SS White Prod. Odontol. Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) a fim de evitar

contaminação e umidade durante o procedimento operatório. Na sequência, foi realizada a remoção das restaurações de amálgama existentes com broca (#245, KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), em alta rotação sob refrigeração, seguida de remoção do tecido cariado com broca esférica em baixa rotação (#4, KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil).

Com a cavidade preparada e limpa, fez-se a aplicação do sistema adesivo, de acordo com as orientações do fabricante. Neste caso, selecionamos um adesivo autocondicionante simplificado Tetric N-bond SE (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), pois permite um menor tempo clínico. Aplicou-se uma camada de modo ativo por 30 s, seguido de evaporação de solvente com jato de ar (até não observar mais a movimentação do material) e fotoativação por 10 s a 1200 mW/cm^2 (Bluephase [modo high], Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

Iniciou-se a inserção da resina composta. No dente 47, seguimos a recomendação do fabricante: aplicação de uma única camada do material, em cavidades com até 4 mm de profundidade, com fotoativação por 10 s a 1200 mW/cm^2 (Bluephase [modo high], Ivoclar-Vivadent). No dente 46, utilizamos o mesmo material, porém, a inserção da resina composta foi realizada de modo incremental, sendo reconstruída cúspide a cúspide, e cada incremento foi fotoativado como o mesmo aparelho e pelo mesmo tempo.

Para finalizar, realizou-se a checagem dos contatos oclusais, seguido de acabamento e polimento da restauração. Utilizamos a ponta diamantada 3168F (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) para o ajuste oclusal e realizamos o polimento com uma escova de carbeto de silício (Astrobrush - Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

4 CAPÍTULOS

- 4.1 Artigo **Bonding properties of bulk and incremental filling composites**
- 4.2 Artigo **A randomized clinical trial of post-operative sensitivity in posterior restorations: effects of adhesive strategy and bulk-fill composite resin placement** submetido para avaliação na revista *Operative Dentistry*.
- 4.3 Artigo **Restaurações com resina composta *bulk fill*: acompanhamento de dois anos** submetido para avaliação na *Revista Brasileira de Dicas em Odontologia*.

4.1 Artigo **Bonding properties of bulk and incremental filling composites**

Bonding properties of bulk and incremental filling composites

Thays Regina Ferreira da Costa¹, Bruna Fortes Bittencourt², Alessandro Dourado Loguercio², Alessandra Reis²

¹ DDS, MS, PhD student. Department of Restorative Dentistry. School of Dentistry. State University of Ponta Grossa. Paraná, Brazil.

² DDS, MS, PhD. Professors. Department of Restorative Dentistry. School of Dentistry. State University of Ponta Grossa. Paraná, Brazil.

Corresponding author

Alessandro Loguercio. Av. General Carlos Cavalcanti, 4748. Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

CEP: 84.030-900. Telefone: +55-42-3220-3740. Bloco M, Sala 04. e-mail:

aloguercio@hotmail.com

Abstract

Objectives: The aim of this *in vitro* study was to evaluate the microtensile bond strength (μ TBS), nanoleakage (NL) and degree of conversion (DC) of different bulk-filling resin-based materials compared to the traditional incremental filling. **Materials and methods:** Thirty extracted teeth had an exposed flat dentin surface and then were randomly assigned into 6 experimental conditions ($n = 5$). Composite buildups were constructed according to the combination of the variables filling technique (bulk [single 4-mm thick layer] and incremental filling [two 2-mm thick layers]) and composite resin (Filtek Bulk Fill Flow [FIL], 3M ESPE, Tetric N-Ceram Bulk Fill [TET], Ivoclar Vivadent and SureFil SDR Flow [SDR], Dentsply Caulk) with their respective adhesive systems. Teeth were sectioned to obtain bonded sticks (0.8 mm^2) to be tested in tension ($v = 0.5 \text{ mm/min}$) for μ TBS. For NL, two bonded sticks from each tooth were placed in 50% silver nitrate, polished with SiC paper and analyzed under SEM. For DC, spectra were taken at three sites in three bonded specimens per tooth in a micro-Raman spectroscopy. The mean μ TBS (MPa) NL (%) and DC (%) data were submitted to a two-way ANOVA and Tukey's test ($\alpha = 0.05$). **Results:** Similar (FIL 57.5 ± 3.5) or higher (TET 52.6 ± 7.8 ; SDR 54.9 ± 4.3) μ TBS values were observed for the bulk fill technique than the incremental filling (FIL 51.8 ± 4.1 ; TET 47.9 ± 4.5 ; SDR 49.7 ± 3.8 [$p > 0.05$]). No significant difference was observed among the materials tested ($p > 0.05$). No significant difference was detected in NL (FIL [7.6 ± 1.9 I and 10.3 ± 2.3 B]; TET [10.9 ± 3.3 I and 12.8 ± 4.0 B]) and DC (FIL [87.9 ± 7.0 I and 85.6 ± 8.4 B]; TET [92.2 ± 3.4 I and 83.3 ± 5.4 B]) between filling techniques ($p > 0.05$). Higher NL values (13.0 ± 3.6 I and 14.8 ± 2.5 B [$p = 0.001$]) and lower DC (49.7 ± 8.3 I and 48.6 ± 4.0 B [$p = 0.003$]) were found when SDR was used. **Conclusions:** The filling technique did not affect the bond strength, degree of

conversion and nanoleakage of the bulk fill materials tested in this study.

Introduction

Polymerization shrinkage, an inherent characteristic of resin-based materials, has been the object of many investigations in recent years (Davidson & Feilzer, 1997; Braga & Ferracane, 2004; Ferracane 2008; Rutterman et al. 2010; Oliveira et al. 2012). This concern is based on the premise that contraction generated by the resinous material can cause stress in dental substrate (Stansbury et al. 2005), and if this polymerization shrinkage stress exceeds the adhesion to the substrate, it may also lead to adhesive failure at the substrate-resin interface, resulting in staining, microleakage and secondary caries (Braga & Ferracane 2004; Ferracane 2008) as well as cuspal deflection (Kwon, Ferracane, Lee 2012), hypersensitivity or microcracks (Ferracane, 2008).

The incremental filing technique, which consists of placing composite increments of 2 mm-thick or less (Feilzer, Gee, Davidson 1987; Park et al. 2008) has been one of the ways to overcome the deleterious effects of composite resin shrinkage. It reduces the polymerization shrinkage (by reducing the volume of composite resin placed) as well as the C-factor, which is the ratio between bonded to unbonded areas of the cavity preparation (Carvalho et al. 1996; Kleverlaan & Feilzer, 2005). On the other hand, this technique may lead to contamination or incorporation of voids between layers. Additionally, this technique is more time demanding, which is against the clinician's need for simplification (Abbas et al., 2003; Lazarchik et al., 2007).

Composite resins for "bulk filling technique" allows composite resin placement in increments of up to 4-5 mm thickness. The facility and speed of this technique (Christensen 2012; Jackson 2012) makes this method very popular (Walter, Swift 2013), since the

material's manufacturers ensures that increments of up to 4-5 mm may be inserted at once (Scientific Documentation Tetric N-Ceram Bulk Fill). The newest bulk fill composite resins have adequate degree of conversion (Alshali et al. 2013), microhardness (Flury et al. 2012; Czasch, Ilie, 2013), low volumetric shrinkage and high depth of cure (Christensen 2012; Finan et al. 2013; Alrahlah, 2014) even when used in thickness of 4 mm.

As described above, most of the studies about bulk fill composites focus on the analysis of physical, chemical and mechanical properties of the materials and few studies have compared the bonding performance of the newest bulk-fill materials *versus* incremental composites to the dental substrates (Chikawa et al. 2006; Nayif et al. 2008; Van Enden et al. 2013; Alshali et al. 2013).

Based on the aforementioned considerations, the purpose of this *in vitro* study was to evaluate the microtensile bond strength (μ TBS), nanoleakage (NL) and degree of conversion (DC) of different bulk-filling resin-based materials compared to the traditional incremental filling.

Material and methods

Teeth selection and preparation

Thirty human third molars were used in the study after approval by the National Ethics Committee (CONEP - CAAE number 109.846). The teeth were disinfected in 0.5% chloramine, stored in distilled water and used within six months after extraction. The occlusal enamel were flattened on # 180 grit SiC paper, and the exposed dentin surfaces were further polished on wet # 600-grit silicon-carbide paper for 60 s to standardize the smear layer. Peripheral enamel was also removed with the aid of diamond burs # 2135 (KG

Sorensen, Cotia, São Paulo, SP, Brazil) at high speed with constant water irrigation so leave only dentin substrate for dentin bonding.

Experimental groups and restorative procedures

The teeth were randomly assigned into 6 experimental conditions (n = 5 per group) by a table of random numbers according to the combination of the independent variables *filling technique* (bulk and incremental filling) and *composite resin brand* (Filtek bulk-fill flow [FIL], 3M ESPE, St. Paul, MN, USA, Tetric N-Ceram bulk-fill [TET], Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein and SureFil SDR [SDR], Dentsply Caulk, Milford, DE, USA).

To avoid any type of mismatch between composite resin and bonding adhesive chemistry, each composite resin was used with an etch-and-rinse adhesive from its respective manufacturer. The FIL composite was bonded with the etch-and-rinse Adper Single Bond 2 (3M ESPE), the TET composite was bonded with the etch-and-rinse Tetric N-bond (Ivoclar Vivadent) and finally the composite SDR was bonded with the etch-and-rinse XP Bond (Dentsply). The composition, batch number and application modes of the adhesive systems as well as the composite resins are described in Table 1.

Prior the adhesive application, a phosphoric acid (Condac, FGM Prod. Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) was applied for 15 s on dentin surface, rinsed and dried for the same time. The adhesives were applied in accordance with the manufacturers' directions. The adhesives were light cured using a quartz-tungsten halogen light with a light intensity of 600 mW/cm² (Optilux, Demetron, Orange, CA, USA). Resin composite build-up crowns were constructed for all the experimental groups in bulk or in increments. For the incremental filling, two 2-mm thick layers were placed and individually light-cured with the same light intensity. For the bulk filling, composites were placed with a single 4-mm thick layer, and

then light-cured. All bonding and restorative procedures were carried out by a single operator at 20°C and constant relative humidity.

Resin-dentin microtensile tensile bond-strength (μ TBS)

After storage in distilled water at 37°C for 24 h, all restored teeth were longitudinally sectioned in both “x” and “y” directions across the bonded interface, using a diamond saw in a Isomet 1000 machine (Buehler, Lake Bluff, IL, USA). The resin-dentin bonded sticks obtained per tooth, each with a cross-sectional area of approximately 0.8 mm², were measured with a digital caliper (Absolute Digimatic, Mitutoyo, Tokyo, Japan). The number of premature failures (PF) per tooth during specimen preparation was recorded.

All resin-dentin specimens were used for the measurement of the immediate bond strength values, except five (randomly selected) that were employed for the nanoleakage evaluation and degree of conversion test.

The resin-dentin bonded sticks were then attached to a modified device for microtensile testing with cyanoacrylate resin (454, Loctite, São Paulo, SP, Brazil) and subjected to a tensile force in a universal testing machine (Kratos, São Paulo, SP, Brazil) at a crosshead speed of 0.5 mm/min.

Fractured specimens were examined under a stereomicroscope (OLYMPUS-BX 51, Olympus, Tokyo, Japan) at 40X magnification and classified as cohesive (failure exclusive within dentin or resin composite), adhesive (failure at resin/dentin interface), or adhesive/mixed (failure at resin/dentin interface that included cohesive failure of the neighboring substrates).

Nanoleakage evaluation

Two randomly selected resin-bonded sticks from each tooth were immersed in a tracer solution (ammoniacal silver nitrate) prepared according to an earlier protocol (Tay, Pashley, Yoshiyama, 2002) in the absence of light for 24 h. After this storage period, specimens were washed thoroughly in distilled water for 10 min. Specimens were then photo-developed for 8 h under fluorescent light to reduce silver ions to metallic silver grains within voids along the bonded interface.

Specimens were polished with a 1000-, 1500-, 2000- and 2500-grit SiC papers and 1 and 0.25 μm diamond paste (Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA) on a polishing cloth. They were ultrasonically cleaned, air dried, mounted on stubs and coated with carbon-gold (MED 010, Balzers Union, Balzers, Liechtenstein). The interfaces were analyzed in scanning electron microscope (SEM) operated in the backscattered electron mode at 12 kV (SSX-550, Shimadzu, Tokyo, Japan).

Three pictures were taken of each specimen: one in the center of the stick, and the other two were taken 0.3 mm to the left and to the right of the first picture (Reis et al. 2007). Considering that a total of five teeth were used for each experimental condition and two resin-dentin sticks were used per total, a total of 30 images were obtained per group. They were all taken by a technician who was blinded to the experimental conditions under evaluation.

The relative percentage of silver nitrate uptake within the adhesive and hybrid layer areas was measured in all pictures using the UTHSCSA ImageTool 3.0 software (University of Texas Health Science Center, San Antonio, TX, USA). First of all, the total area of the adhesive plus hybrid layer was recorded. Then the area occupied by the silver nitrate deposits was delimited using a software tool, summed, and the relative ratio of the total

area vs. the impregnated areas was calculated to give the percentage of NL within each specific bonding interface (Reis et al. 2007).

Degree of conversion (DC)

Three specimens per tooth were ultrasonically cleaned for 10 min and then stored in water for 24 h at 37°C and taken to a micro-Raman spectroscopy (SENTERRA, Brucker Optics, Ettlingen, Baden-Wurttemberg, Germany) for DC readings.

The micro-Raman equipment was first calibrated for zero and then for coefficient values using a silicon sample. The spectrometer consisted of a 20 mW Neon laser with 532 nm wavelength, spatial resolution of $\approx 3 \mu\text{m}$, spectral resolution $\approx 5 \text{ cm}^{-1}$. The slit width of the spectrograph was set at $25 \mu\text{m}$. Six co-additions were performed with an accumulation time of 30 s, at 100 X magnification (Olympus UK, London, UK) to a $\approx 1 \mu\text{m}$ beam diameter. Spectra were taken at three sites per each specimen at the hybrid layer. The spectral region analyzed was $1785\text{-}875 \text{ cm}^{-1}$.

The ratio of double-bond content of monomer to polymer in the adhesive was calculated according to the following formula: $\text{DC (\%)} = (1 - R_{\text{cured}}/R_{\text{uncured}}) \times 100$, where “R” is the ratio of aliphatic (1639 cm^{-1}) and aromatic peak (1609 cm^{-1}) intensities, respectively at 1639 cm^{-1} and 1609 cm^{-1} in polymerized and uncured adhesives.

Statistical Analysis

Shapiro-Wilk test to assess whether the data followed a normal distribution and Barlett’s test for equality of variances was performed (Montgomery, 1991). The μTBS (MPa), NL (%) and DC (%) values of all sticks from the same tooth were averaged for statistical purposes.

The resin-dentin bonded sticks with premature and cohesive failures were not included in the tooth mean due to their low frequency in the present study. The mean μ TBS (MPa) NL (%) and DC (%) data were submitted to a two-way ANOVA (*filling technique* vs. *composite resin brand*). Tukey's test was used for pairwise comparisons at $\alpha = 0.05$.

Results

Resin-dentin microtensile tensile bond-strength (μ TBS)

The majority of the specimens (57.1 to 80.5%) showed adhesive/mixed failures, except for Filtek Bulk Fill Flow when used in the bulk filling technique (36.1%) (Table 2). Similar or higher bond strength values than the incremental filling ($p > 0.05$, Table 3) were observed for the bulk fill technique. No significant difference was observed among the materials tested ($p > 0.05$, Table 3).

Nanoleakage evaluation (NL)

A nanoleakage-free interface was not observed for any of the experimental conditions. No significant difference was detected between the bulk-fill technique and incremental filling for the materials ($p > 0.05$, Table 4). Higher NL values were found when SureFil SDR was used when compared to others resin composite brand ($p = 0.001$, Table 4). One representative figure of the nanoleakage pattern within the hybrid layer can be seen in Figure 1.

Degree of conversion (DC)

The filling technique did not produce any significant difference on the degree of conversion of the etch-and-rinse adhesives ($p > 0.05$, Table 5). However a significant lower degree of conversion was observed for the SureFil SDR composite in comparison with the

other composite resins ($p = 0.003$, Table 5).

Discussion

In the current study, the microtensile bond strength (μ TBS), nanoleakage (NL) and degree of conversion (DC) of recently introduced bulk-fill composites resins were investigated and compared to the traditional incremental filling. It was assumed that polymerization shrinkage stress would impose tensile stress to the adhesive interface and thus this could affect the bond integrity.

We observed that the filling technique did not affect the μ TBS values, nanoleakage and the DC values of the materials evaluated. This means that the materials could polymerize well even at higher polymerization depths. The mechanisms by which each bulk fill material herein tested have good polymerization depths is different but they all seem to be efficient (Fronza et al. 2015, Ilie et al. 2013, Li et al. 2015, Par et al. 2015, Papadogiannis et al. 2015, Zorzin et al. 2015) due to the similar performance in all tests when they were used in both filling techniques.

Bulk-fill materials can be placed and cured in one layer of up to a thickness of 4 mm (Zorzin et al. 2015, Finan et al. 2013). They do not have particular monomers composing their organic matrix and therefore they do not constitute a group of materials that differentiate them from conventional resin-composites (Alshali et al. 2015).

In general, manufacturers of bulk-fill composites improve polymerization depth by the use of potent photo-initiator systems along with an increased translucency (El-Safty et al. 2012, Flury et al. 2012, Ilie et al. 2013, Bucuta e Ilie 2014) or by addition of polymerization modulators that offsets the inherent stress build up that occurs during light polymerization.

The flowable bulk-fill composite Filtek Bulk Fill Flowable (3M ESPE) contains lower amount of filler (Li et al. 2015). As lower filler loading produces a more translucent composite (Lee 2008), this reduction in the filler loading may have played a role on the good polymerization efficiency of this material.

Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) has an increased translucency (Moszner et al. 2008), which can also improve the DC of the material (Fronza et al. 2015, Li et al. 2015, Par et al. 2015). However, the manufacturer claims that this product also contains an optimized initiator system in the composite formulation, a so-called “initiator booster” (Ivocerin), which is able to polymerize the material in higher depth. Ivocerin is described as a germanium-based initiator system with a higher photocuring activity than camphorquinone/amine system because of its higher absorption in the wavelength region between 400 and 450 nm and the ability to form at least two free radicals to initiate the radical polymerization (Moszner et al. 2008).

The polymerization efficiency at greater depth of SureFil SDR (Dentsply) should probably be ascribed primarily to its high translucency, once is a flowable material and has relatively low filler loading, which enhances the transmission of light through the material (Li et al. 2015, Papadogiannis et al. 2015). In addition, according to the manufacturer’s technical information, a special photo-active group is embedded in the urethane-based methacrylate monomer of SureFil SDR; this group is claimed to interact with camphoroquinone, thereby boosting the polymerization process.

Few studies evaluated the influence of material filling technique on μ TBS. When Class I cavities (2.5 - 5 mm deep) (Chikawa et al. 2006, Nayif et al. 2008, Van Ende et al. 2013) were restored with conventional composite resin, the μ TBS of the bulk-filled groups

were lower than those of incrementally filled groups, even when a highly translucent resin composite were used (He et al. 2007). On the other hand, this difference in the filling technique was not observed when a bulk-fill composite resin (SureFil SDR) was employed either in a Class I (Van Ende et al. 2013) or in a flat dentin surface (Van Ende et al. 2013).

Although we could not detect differences in the filling technique within the same material, differences among materials were detected. Higher nanoleakage and reduced DC was observed for SureFil SDR than the other bulk fill materials. Nanoleakage was originally used to describe microporous zones beneath or within hybrid layers that permitted tracer penetration to occur in the absence of interfacial gaps (Sano et al., 1995). A nanoleakage-free interface was not observed for any of the experimental conditions, which means that small defects were always present in all adhesive interfaces.

Nanoleakage may result from residual unreacted monomers that is eluted from the hybrid layer (Hashimoto et. al. 2003 a,b) creating porosities within the hybrid layer (Sano et. al. 1999) where silver nitrate ions can infiltrate. Indeed this may also be explained by the DC values observed in the present study. Among all materials evaluated in the present study, the lowest DC of the bonded interface was produced by XP Bond and SureFil SDR bulk fill, which may explain the presence of more unreacted resin monomers and the slightly higher deposition of silver nitrate grains. Further evidence of this was observed in a previous *in vitro* study from the literature, which indicated that among other adhesives, XP Bond was the one with the highest water sorption and solubility ratio (Wambier et al. 2014). Furthermore, elution of TEGDMA and HEMA from XP Bond adhesive system was reported (Reichl et. al. 2012), which has a potential impact on structural stability of hybrid layer.

Finally one should report the limitation of the present investigation. We have performed the bonding in a flat dentin surface where there is no effect of cavity constraint on the bonded interface. Further studies should focus on the investigation of the bonded properties on high C-factor cavities in order to investigate whether or not both techniques can perform equally well.

Conclusions

The filling technique did not affect the bond strength, degree of conversion and nanoleakage of the bulk fill materials tested in this study.

References

1. Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J Dent*. 1997;25(6):435-40.
2. Braga RR, Ferracane JL. Alternatives in polymerization contraction stress management. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2004;15(3):176-84.
3. Ferracane JL. Placing dental composites – a stressful experience. *Oper Dent*. 2008;33(3):247-57.
4. Ruttermann S, Dluzeveskaya I, Grossteinbeck C, Raab WH, Janda R. Impact of replacing Bis-GMA and TEGDMA by other commercially available monomers on the properties of resin-based composites. *Dent Mater*. 2010;26(4):353-9.
5. Oliveira KM, Consani S, Gonçalves LS, Brandt WC, Ccahuana-Vásquez RA. Photoelastic evaluation of the effect of composite formulation on polymerization shrinkage stress. *Braz Oral Res*. 2012; 26(3):202-8.
6. Stansbury JW, Trujillo-lemon M, Lu H, Ding X, Li y Ge J. Conversion-dependent shrinkage and strain in dental resins and composites. *Dent Mater*. 2005;21(1):56-67.
7. Kwon Y, Ferracane J, Lee IB. Effect of layering methods, composite type, and flowable liner on the polymerization shrinkage stress of light cured composites. *Dent Mater*. 2012;28(7):801-9.
8. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res*. 1987;66(11):1636-9.
9. Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dent Mater*. 2008;24(11):1501-5.
10. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent*. 1996;21(1):17-24.
11. Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites. *Dent Mater*. 2005;21(12):1150-7.

12. Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC, Burke FJ. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite resin cured in bulk or in increments. *J Dent*. 2003;31(6):437-44.
13. Lazarchik DA, Hammond BD, Sikes CL, Looney SW, Rueggeberg FA. Hardness comparison of bulk-filled/ transtooth and incremental-filled/ occlusally irradiated composite resins. *J Prosthet Dent*. 2007;98(2):129-40.
14. Christensen GJ. Advantages and Challenges of Bulk-Fill Resins. *Clinicians Rep*. 2012;5(1):2.
15. Jackson RD. New posterior composite materials improving placement efficiency. *Compend Contin Educ Dent*. 2012;33(4):292-3.
16. Walter R, Swift Jr, EJ. Bulk-Fill Flowable Composite Resins. *J Esthet Restor Dent*. 2013;25(1):72–6.
17. Scientific Documentation Tetric N-Ceram Bulk Fill, June 2014, Ivoclar Vivadent AG Title Retrieved online Nov 30, 2015, from: <http://www.ivoclarvivadent.in/zoolu-website/media/document/16525/Tetric+N-Ceram+Bulk+Fill>.
18. Alshali RZ, Silikas N, Satterthwaite JD. Degree of conversion of bulk-fill compared to conventional resin-composites at two time intervals. *Dent Mater*. 2013;29(9):e213-e217.
19. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Husler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dent Mater*. 2012;28(5):521–8.
20. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Invest*. 2013;17(1):227-235.
21. Finan L, Palin WM, Moskwa N, McGinley EL, Fleming GJ. The influence of irradiation potential on the degree of conversion and mechanical properties of two bulk-fill flowable RBC base materials. *Dent Mater*. 2013;29(8):906-12.
22. Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dent Mater*. 2014;30(2):149-154.
23. Chikawa H, Inai N, Cho E, Kishikawa R, Otsuki M, Foxton RM, Tagami J. Effect of incremental filling technique on adhesion of light-cured resin composite to cavity floor. *Dent Mater J*. 2006;25(3):503-8.
24. Nayif MM, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Bond strength and ultimate tensile strength of resin composite filled into dentine cavity; effect of bulk and incremental filling technique. *J Dent*. 2008;36(3):228-34.
25. 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(3):269-77.
26. Alshali RZ, Silikas N, Satterthwaite JD. Degree of conversion of bulk-fill compared to conventional resin-composites at two time intervals. *Dent Mater*. 2013;29(9):e213-e217.
27. Tay FR, Pashley DH, Yoshiyama M. Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res*. 2002;81(7):472-76.

28. Reis A, Grande RH, Oliveira GM, Lopes GC, Loguercio AD. A 2-year evaluation of moisture on microtensile bond strength and nanoleakage. *Dent Mater.* 2007;23(7):862-70.
29. Montgomery DC. Design and analysis of experiments. 5th ed. New York: John Wiley & Sons; 1991.
30. Fronza BM, Rueggeberg FA, Braga RR, Mogilevych B, Soares LE, Martin AA, Ambrosano G, Giannini M. Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dent Mater.* 2015;31(12):1542-51.
31. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent.* 2013;38(6):618–25.
32. Li X, Pongprueksa P, Van Meerbeek B, De Munck J. Curing profile of bulk-fill resin-based composites. *J Dent.* 2015;43(6):664-72.
33. Par M, Gamulin O, Marovic D, Klaric E, Tarle Z. Raman spectroscopic assessment of degree of conversion of bulk-fill resin composites -changes at 24 hours post cure. *Oper Dent.* 2015;40(3):E92-101.
34. Papadogiannis D, Tolidis K, Gerasimou P, Lakes R, Papadogiannis Y. Viscoelastic properties, creep behavior and degree of conversion of bulk fill composite resins. *Dent Mater.* 2015;31(12):1533-41.
35. Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U, Petschelt A, Taschner M. Bulk-fill resin composites: polymerization properties and extended light curing. *Dent Mater.* 2015;31(3):293-301.
36. Alshali RZ, Salim NA, Sung R, Satterthwaite JD, Silikas N. Qualitative and quantitative characterization of monomers of uncured bulk-fill and conventional resin-composites using liquid chromatography/mass spectrometry. *Dent Mater.* 2015;31(6):711-20.
37. El-Safty S, Silikas N, Watts DC. Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dent Mater.* 2012;28(8):928–35.
38. Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Invest.* 2014;18(8):1991–2000.
39. Lee YK. Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. *Dent Mater.* 2008;24(9):1243–7.
40. Moszner N, Fischer UK, Ganster B, Liska R, Rheinberger V. Benzoyl germanium derivatives as novel visible light photoinitiators for dental materials. *Dent Mater.* 2008;24(7):901-7.
41. He Z, Shimada Y, Tagami J. The effects of cavity size and incremental technique on micro-tensile bond strength of resin composite in Class I cavities. *Dent Mater.* 2007;23(5):579–85.
42. Sano H, Yoshiyama M, Ebisu S, Burrow MF, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH. Comparative SEM and TEM observations of nanoleakage within the hybrid layer. *Oper Dent.* 1995;20(4):160-7.

43. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. In vitro degradation of resin–dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. *Biomaterials*. 2003;24(21):3795–803.
44. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. Degradation patterns of different adhesives and bonding procedures. *J Biomed Mater Res B: Appl Biomater*. 2003;66(1):324–30.
45. Sano H, Yoshikawa T, Pereira PN, Kanemura N, Morigami M, Tagami J, Pashley DH. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. *J Dent Res*. 1999;78(4):906-11.
46. Wambier L, Malaquias T, Wambier DS, Patzlaff RT, Bauer J, Loguercio AD, Reis A. Effects of prolonged light exposure times on water sorption, solubility and cross-linking density of simplified etch-and-rinse adhesives. *J Adhes Dent*. 2014;16(3):229-34.
47. Reichl FX, Löhle J, Seiss M, Furche S, Shehata MM, Hickel R, Müller M, Dränert M, Durner J. Elution of TEGDMA and HEMA from polymerized resin-based bonding systems. *Dent Mater*. 2012;28(11):1120-5.

Table 1 – Manufacturers, batch number, composition and application mode of each material used.

Material (Manufacturers/ batch number)	Composition (*)	Application mode
Filtek Bulk Fill Flow (3M ESPE/ N402919)	Bis-GMA; UDMA; Bis-EMA; Procrylat resins; Fillers: Ytterbium Trifluoride and Zirconia/Silica.	- after adhesive application, dispense the composite in the deepest portion of the preparation; - light cure each increment (max 4 mm) with a minimum intensity of 550 mW/cm ² – universal shade: 20 s.
Adper Single Bond 2 (3M ESPE/ 483316)	MDP; Dimethacrylate resins; HEMA; Vitrebond Copolymer; Filler; Ethanol; Water; Initiators; Silane.	- apply 2-3 consecutive coats of adhesive to etched enamel and dentin for 15 s with gentle agitation using a fully saturated applicator; - gently air thin for 5 s to evaporate; - light cure for 10s.
Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent/ R52450)	Dimethacrylates; Fillers: Barium Glass, Ytterbium Trifluoride, Mixed Oxide; Additives; Catalysts; Stabilizers; Pigments	- after the adhesive procedure, the composite should be applied in increments of max. 4mm; - photopolymerization (light intensity $\geq$ 500mW/cm ² for 20s).
Tetric N-Bond (Ivoclar Vivadent/ N40889)	Mixture of Dimethacrylates; Alcohol; Phosphonic Acid Acrylate; HEMA; SiO ₂ ; Initiators; Stabilizers.	- after etching, vigorous apply the adhesive for 10s; - apply a second layer, if necessary; - remove the excess amounts of solvent; - light cure for 10s.
SureFil SDR Flow (Dentsply/ 1107282)	Barium-alumino-fluoro-borosilicate Glass; Strontium alumino-fluoro-silicate Glass; Modified Urethane Dimethacrylate Resin; EBPADMA; TEGDMA; Camphorquinone; Photoaccelerator; BHT; UV Stabilizer; Titanium Dioxide; Fluorescing Agent	- after the adhesive procedure, dispense the material directly into the tooth surface, from the tip using slow, steady pressure (with increments of 4 mm); - photopolymerization (light output at least 550 mW/cm ² – universal shade: 20 s).
XPBond (Dentsply/ 1110000361)	Carboxylic acid modified dimethacrylate (TCB resin); PENTA; UDMA; TEGDMA; HEMA; Butylated benzenediol (stabilizer); Ethyl-4-dimethylaminobenzoate; Camphorquinone; Functionalized amorphous silic; t-butanol	- after etching, apply the adhesive to all the tooth surfaces uniformly (avoid pooling); - this surface should remain undisturbed for 20 s; - evaporate solvent by thoroughly drying with clean, dry air from a dental syringe for at least 5 s; - light cure for 10 s.

*) Bis-GMA: bisphenol-A-glycidyl dimethacrylate; UDMA: urethane dimethacrylate; Bis-EMA: ethoxylated bisphenol A glycol dimethacrylate; methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate; HEMA: 2-hydroxyethylmethacrylate; EBPADMA: ethoxylated bisphenol A dimethylacrylate; triethyleneglycol dimethacrylate; BHT: butylated hydroxyl toluene; PENTA: phosphoric acid modified acrylate resin.

Table 2 – Number and percentage of specimens distributed according to the fracture mode and premature failures for each experimental condition.

Composites	Fracture Mode (*)	Filling Technique	
		Incremental	Bulk
Filtek Bulk Fill Flow	A/M	24 (57.15)	13 (36.11)
	CD	5 (11.90)	2 (5.55)
	CR	11 (26.19)	21 (58.34)
	PF	2 (4.76)	0 (0)
Tetric N-Ceram Bulk Fill	A/M	45 (80.56)	43 (74.13)
	CD	1 (1.78)	0 (0)
	CR	7 (12.50)	13 (22.42)
	PF	3 (5.36)	2 (3.45)
SureFil SDR Flow	A/M	35 (70.00)	18 (69.23)
	CD	5 (10.00)	2 (7.69)
	CR	10 (20.00)	6 (23.08)
	PF	0 (0)	0

*) A/M adhesive/mixed, CD cohesive in dentin, CR cohesive in resin, PF premature failures

Table 3 – Means and standard deviations of microtensile bond strength (MPa) for all experimental groups (n = 5 per group).

Composites	Filling Technique	
	Incremental	Bulk
Filtek Bulk Fill Flow	51.8 ± 4.1 b	57.5 ± 3.5 a
Tetric N-Ceram Bulk Fill	47.9 ± 4.5 b	52.6 ± 7.8 a,b
SureFil SDR Flow	49.7 ± 3.8 b	54.9 ± 4.3 a,b

Groups identified with the same letters are not statistically different.

Table 4 – Means and standard deviations of nanoleakage for all experimental groups (n = 5 per group).

Composites	Filling Technique	
	Incremental	Bulk
Filtek Bulk Fill Flow	7.6 ± 1.9 A	10.3 ± 2.3 A,B
Tetric N-Ceram Bulk Fill	10.9 ± 3.3 A,B	12.8 ± 4.0 B,C
SureFil SDR Flow	13.0 ± 3.6 C	14.8 ± 2.5 C

Groups identified with the same letters are not statistically different.

Table 5 – Means and standard deviations of the in situ degree of conversion (%) for all experimental groups (n = 5 per group).

Composites	Filling Technique	
	Incremental	Bulk
Filtek Bulk Fill Flow	87.9 ± 7.0 A	85.6 ± 8.4 A
Tetric N-Ceram Bulk Fill	92.2 ± 3.4 A	83.3 ± 5.4 A,B
SureFil SDR Flow	49.7 ± 8.3 C	48.6 ± 4.0 C

Groups identified with the same letters are not statistically different.

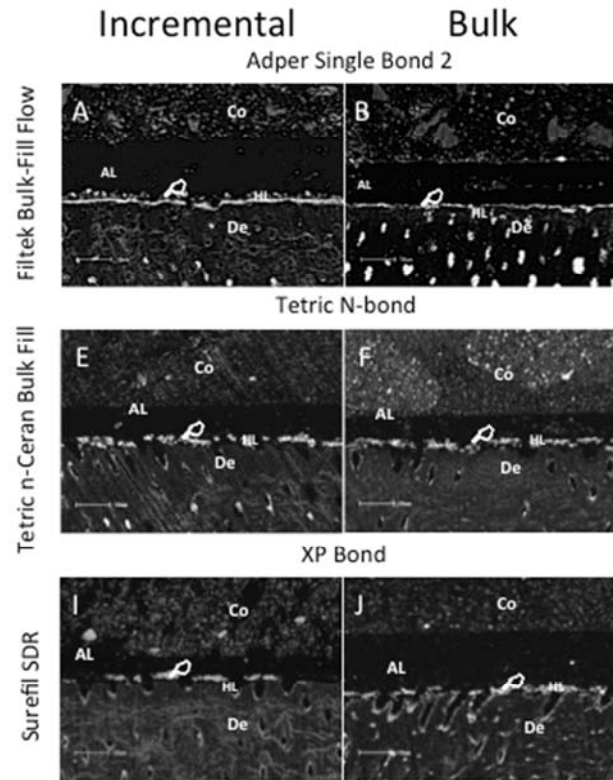


Figure 1. Representative backscattered SEM images of the resin–dentin adhesive interfaces of each adhesive system and composite resin.

- 4.2 Artigo **A randomized clinical trial of post-operative sensitivity in posterior restorations: effects of adhesive strategy and bulk-fill composite resin placement** submetido para avaliação na revista *Operative Dentistry*.

A randomized clinical trial of post-operative sensitivity in posterior restorations: effects of adhesive strategy and bulk-fill composite resin placement

Purpose: This double blind, randomized clinical trial was to compare the postoperative sensitivity of the placement technique (incremental and bulk fill) in posterior composite resin restorations bonded with two different adhesive strategies (self-etch and etch-and-rinse). **Methods:** In 72 participants, we randomly divided 236 posterior dental cavities with a cavity depth of at least 3 mm, in four groups. Restorations were bonded either with the etch-and-rinse Tetric N-Bond (Ivoclar Vivadent) or the self-etch Tetric N-Bond SE (Ivoclar Vivadent). The composite resin Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar-Vivadent) was placed either incrementally or in the bulk fill technique. Two experienced and calibrated examiners performed the evaluation of the restorations using the FDI criteria after one week of clinical service. Spontaneous postoperative sensitivity was assessed using a 0-4 and a 0-100 numerical rating scale, a 0-10 visual analog scale (VAS) up to 48 h after the restorative procedure and one-week later. **Results:** Neither the restorative technique nor the adhesive strategy affected the risk ($p > 0.49$) and intensity of spontaneous postoperative sensitivity ($p > 0.38$). The overall risk of postoperative sensitivity observed was 20.3% (95% CI 15.7-25.9) and occurred practically within the 48 h after the restorative procedure.

Conclusions: The overall risk of immediate postoperative sensitivity was 20.3 and it was neither affected by the adhesive strategy (etch-and-rinse/self-etch) nor the filling technique (incremental/bulk).

Clinical significance: The use of single increment of this new bulk fill material, even in deep restorations, did not generate more postoperative sensitivity when compared to an incremental filling technique.

Key-words: incremental filling, bulk fill, self-etch, etch-and-rinse, postoperative sensitivity, randomized clinical trial

Introduction

Incremental layering has long been accepted as a standard technique for the placement of composite resins in cavity preparations.¹ Typically, this technique consists of placing composite resin with a maximum of 2-mm thick increments to assure adequate curing depth. This technique produces a composite resin restoration with enhanced physical properties (when compared with chemical cured composite resins), improved marginal adaptation and reduced cytotoxicity.^{2,3} Incremental filling also reduces the polymerization shrinkage by reducing the volume of composite resin placed as well as the C-factor, which is the ratio between bonded to unbonded areas of the cavity preparation.^{4,5}

On the other hand, the incremental filling technique has some drawbacks.⁶ Contamination or incorporation of voids between layers can occur. Compared to bulk filling, this technique is more time demanding, which is against the clinician's need for simplification.^{7,8} These drawbacks have led some manufacturers to introduce composite resins for "bulk filling technique" allowing composite resin placement in increments of up to 4-5 mm thickness.

Contrary to the old version of bulk filling composite resins,^{9,10} these newest bulk full composite resins have adequate degree of conversion,¹¹ microhardness,^{12,13} low volumetric shrinkage and a high depth of cure¹⁴⁻¹⁶ even when used in thickness of 4 mm.

Despite these promising laboratory findings, some studies report that the placement of composite resins in increments of 4 or 5 mm thickness may increase cuspal deflection^{17,18} and the stress development at the adhesive interface,¹⁹ which may be clinically apparent by increased postoperative sensitivity. Other studies however report that the filling technique has no influence on the polymerization shrinkage effects at the adhesive interface²⁰⁻²² and the adhesive strategy may be more important than the composite resin placement technique²³ in preventing the deleterious effect of polymerization stress.

There are currently two available adhesive strategies to be used with composite resins: the etch-and-rinse and the self-etch approach.²⁴ Etch-and-rinse adhesives use phosphoric acid for substrate conditioning before adhesive application. After phosphoric acid rinsing, dentin hydration should be adequately managed, otherwise resin monomers do not infiltrate the whole extension of the dentin demineralization²⁵ and do not seal dentin tubules,²⁶ increasing the chances of postoperative sensitivity. Self-etch adhesives do not require multiple steps for bonding. The simultaneous application of a primer and an acidic monomer in a single step results in a lower discrepancy between dentin demineralization and resin infiltration on dentin,²⁷ which may reduce post-operative sensitivity compared to the etch-and-rinse technique.^{28,29} However, the role of adhesive strategy on postoperative sensitivity in posterior teeth is still controversial.^{30,31}

Therefore the objective of this double blind, randomized clinical trial was to compare the postoperative sensitivity of the placement technique (incremental and bulk fill) in posterior composite resin bonded with two different adhesive strategies (self-etch and etch-and-rinse). The null hypothesis tested was that neither the layering technique nor the adhesive strategy influences the postoperative sensitivity of posterior composite resin restorations.

Material and Methods

This study was written according to the CONSORT statement.³² The study was conducted at the clinic of the School of Dentistry from the State University of Ponta Grossa, PR, Brazil. All participants were informed about the nature and objectives of the study; however, they were not aware of what lesion will receive the treatments under evaluation. The Ethics Committee of the State University of Ponta Grossa (UEPG; Paraná, Brazil) reviewed and approved this study under protocol number 109.846. A written informed consent was obtained from all participants before starting the treatment.

Study design

This was a double-blind (evaluator and patient) and split-mouth randomized clinical trial with four study arms and equal allocation ratio.

Participant's recruitment

Two calibrated dental residents performed the selection of the participants, using mouth mirror, an explorer (SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brazil), and a periodontal probe (#6 Satin Steel Handle; mm, Hu-Friedy, Chicago, IL, USA). We recruited eligible patients in the order they appeared for the screening session in the Dental Clinic at the Local University, thus forming a convenience sample of patients.

Sample size calculation

The risk of postoperative sensitivity was the primary outcome of this study. Earlier clinical trials reported that the risk of postoperative sensitivity in deep and wide cavities in posterior teeth was approximately 30%.^{29,33,34} In order to identify a difference of 20% in the risk of postoperative sensitivity between any of the experimental conditions, a minimum sample size of 59 restorations per group were required, with an alpha of 5% and a statistical power of 80%. The sample size calculation was performed by a software, freely available online at www.sealedenvelope.com.

Inclusion and exclusion criteria

Selected participants had to be at least 18 years old. They had to be at least 12 posterior teeth in occlusion and not under orthodontic treatment. Each patient had to be at least two or four posterior teeth in need of restorative treatment (due to carious lesions or defective restorations with secondary caries or fractures or patient's wish of replacement due to esthetic reasons). The dental cavities had to be at least 3-mm deep; which was diagnosed by an interproximal radiograph and a dental probe. Each tooth to be restored had to be a "normal occlusion" with natural antagonists and adjacent teeth.

According to the rules of the School of Dentistry from our University, patients can only be submitted to any restorative procedure when they are no longer caries-active patients and they reach a good level of oral hygiene. For this purpose, they are instructed about oral hygiene and diet. Biofilm formation was revealed by staining with dyes weekly and only when low biofilm formation was observed patients could be submitted to restorative procedures.

We checked the pulp vitality with a cold test (Roeko-Endo-Frost, Coltène/Whaledent, Langenau, Germany). After 10 s of cold application, participants should answer positively to this test indicating a short and transient pain response. We excluded participants with endodontic treatment, non-vital teeth and periodontal problems. Pregnant, breastfeeding women, participants with known allergy to resin-based materials or any other material used in this study and those taking anti-inflammatory, analgesic, or psychotropic drugs were not included in this study.

Characteristics of the cavities and calibration of operators

For each restoration the tooth type (molar/ premolar) and cavity type (number of restored surfaces) were recorded. An interproximal radiograph of each tooth was taken with an exposure time of 0.4 s using the X-ray device (Timex 70 E, Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brazil) set with 70 kVp and 7 mA.

Four operators conducted all restorative procedures. At the time the study was conducted, they all had clinical experience of more than five years and all of them were PhD students with Specialization in Restorative Dentistry. The operators measured the height and depth of the proximal and occlusal cavity boxes with a periodontal probe (#6 Satin Steel Handle; mm, Hu-Friedy, Chicago, IL, USA).

For the calibration of the operators, one professor, specialist in restorative dentistry, with more than 15 years of clinical and research experience placed one restoration of each group in order to identify all restorative steps involved in the application technique. Then, each operator

placed four restorations of each group under the supervision of the experienced clinician. The restoration deficiencies were showed to the operators prior to starting the study and discussed. Only after that, the operators were considered calibrated to perform the restorative procedures. The same calibrated dental residents who participated in the patient screening selection restored all teeth under the supervision of an experienced clinician.

Randomization and allocation concealment mechanism

We performed two different randomization schemes: one for the subjects with four teeth and another scheme for the subjects with two available teeth for restoration. For the subjects with four teeth, the randomization was done on an intra-individual basis so that each subject ended up with four restorations, each one resulting from one of all possible combinations (incremental filling [IF] or bulk filling [BF]) and adhesive strategy (etch-and-rinse [ER] or self-etch [SE]).

In the patients with two teeth, two different randomization lists were performed with block sizes of 2 and 4 (to guarantee equal number of restorations in the groups and prevent disclosure of the allocation concealment). The first randomization list would define the type of adhesive strategy used in that patient. The second randomization list would define the order of the composite resin placement.

These randomization schemes were performed by a software, freely available online at www.sealedenvelope.com. A researcher not involved in the any of the experimental phases performed this procedure. The randomization lists were numbered consecutively and individually placed in opaque and sealed envelopes. These envelopes could only be opened at the day of the restorative intervention to prevent disclosure of the randomization scheme.

In all cases, the tooth with the highest tooth number received the treatment mentioned first, while the one with the lowest number received the treatment mentioned second and this way on until the fourth teeth (for the patients with four teeth). All restorations in the same subject (2 or 4) were always placed in different arches.

Blinding

The operator, who implemented the interventions, was not blinded to the procedure. However, participants and the evaluators were kept blind to the group allocation during examinations.

Interventions: restorative treatment

All patients received oral hygiene instructions and professional tooth cleaning before initiating the operative intervention. The operators anesthetized the teeth (Mepiv 3%, NovaDFL, Rio de Janeiro, RJ, Brazil) and performed rubber dam isolation. The cavity design was restricted to the elimination of carious tissue or defective restorations using spherical diamond bur (# 1015-1017; KG Sorensen, Cotia, SP, Brazil) associated to an air-water hand-piece. No liner or base was used.

Two adhesive systems were used: Tetric N-Bond (two-step etch-and rinse [ER], Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) and Tetric N-Bond SE (one-step self-etch [SE], Ivoclar Vivadent). They were applied following the manufacturer's instructions (Table 1). The composite resin Tetric N-Ceram Bulk Fill (also known as Tetric EvoCeram Bulk-Fill in other countries, Ivoclar-Vivadent) was placed either according to the incremental [IF] or the bulk filling [BF] technique (Table 1).

In the groups assigned for the increment filling, we restored the dental cavity with 2-mm thick horizontal layers. In the incremental filling technique, a small increment of resin composite was removed from the compule, shaped to a ball-like format with the aid of the right thumb and index finger and finally placed in the cavity with a resin spatula. In the groups of bulk filling, we employed one 4-mm thick horizontal layer that was firstly placed at the bottom of the cavity, as well as, previously described by incremental filling technique. If the cavity had a depth higher than 4 mm, additional material was added to fill the whole cavity. We also recorded the number of layers required for the restoration of each dental cavity.

The operators adapted the composite resin with a flat-faced or elliptical condenser and light-cured each increment for 20 s using a Bluephase light-curing unit (Ivoclar-Vivadent) at 1200 mW/cm². The light curing output was checked daily. We performed the occlusal adjustments with fine-grit diamond burs (KG Sorensen) and checked the quality of the interproximal contact and the cervical adaptation by means of dental flossing and interproximal radiographs (using the same parameters described earlier).

We performed the finishing and polishing immediately after the restoration placement using fine-grit diamond burs (KG Sorensen), OptraPol NG (one-step silicon polishing set with diamond particles, Ivoclar Vivadent) and Astrobrush (Ivoclar Vivadent) under constant water-cooling. We used abrasive strips (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) in the interproximal surfaces, when necessary.

Clinical evaluation

Two experienced and calibrated examiners, who were not involved in the placement of the restorations, performed the evaluation using the FDI criteria^{35,36} after one week of clinical service.

For the evaluation of the primary outcome, participants were asked to record whether they experienced sensitivity using a 0-4 numerical rating scale (0 = none, 1 = mild, 2 = moderate, 3 = considerable, and 4 = severe) and a 0-10 and 0-100 visual analog scale (VAS). In the 0-10 VAS scale, the participants had to place a line perpendicular to a 10-mm line, with zero at one end, indicating "no sensitivity" and at 10-mm in the other end indicating "unbearable sensitivity". In the 0-100 NRS scale, participants had to attribute one number varying from zero (no pain) to 100 (unbearable pain) that most represent the postoperative sensitivity. The patients were reported to fill in the pain scale forms 24 h after the restorative procedure and daily up to 7 days. Additionally, we also instructed them to record in a diary if the sensitivity was spontaneous or induced by mastication, air, heat or cold stimulus.

The secondary clinical endpoints were restoration fracture/loss of retention, marginal caries, marginal staining, marginal adaptation, surface texture and color match. We ranked these variables into the following scores: clinically very good; clinically good; clinically sufficient/satisfactory; clinically unsatisfactory but can be repaired and clinically poor which need replacement. For marginal adaptation and marginal staining, we employed the semi-quantitative SQUACE criterion, proposed by Hickel et al.^{35,36} The results of these evaluation criteria will be published at a later stage.

Statistical analysis

The statistician was blinded to the study groups and the analyses followed the intention-to-treat protocol.³² Participants that experienced at least one event of postoperative sensitivity (irrespective of the intensity) during the one-week evaluation was considered as having postoperative sensitivity.

The risk of postoperative sensitivity among the groups were compared using the Chi-square test and Fisher exact test. The intensity of the postoperative sensitivity was evaluated using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests. We also compared the immediate postoperative sensitivity (up to 48 h after the restorative procedure) and one-week postoperative sensitivity (one-week after the end of the procedure) with the Fisher's exact test. Additionally, the risk of postoperative sensitivity according to tooth type, cavity depth and number of faces were compared using the Chi-square test. In all statistical tests, alpha was preset at 5% (Statistica for Windows 7.0, StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA).

Results

Characteristics of the participants and cavities

The experimental protocols were implemented exactly as planned and no modification was done. Figure 1 depicts the participant flow diagram in the different phases of the study design.

A total of 52 women and 20 men participated in this study. The mean age of participants was 34 ± 10 years. Two hundred thirty-six restorations were placed, fifty-nine for each group.

The distribution of the restorations was similar between Class I (126) and Class II (110) cavities (Table 2). The homogeneity of cavity characteristics between the study groups can be clearly seen in Table 2. All the participants attended the one-week recall.

Postoperative sensitivity

None of the subjects needed an analgesic drug to reduce postoperative sensitivity. Only two subjects reported with postoperative also had pre-operative sensitivity. Most of the postoperative sensitivity complaints occurred within the first 48 h after the treatment, irrespectively of the group, being this statistically higher than the risk of spontaneous postoperative sensitivity detected one week later (Table 4; $p < 0.002$). Only 2.5% of the participants (95% CI 1.2 to 5.4%) reported spontaneous postoperative sensitivity after one week (Tables 3 and 4). None of the patients reported spontaneous postoperative sensitivity after two weeks.

In 18 out of 48 sensitive restorations, participants reported that the teeth were only sensitive to air. In other 10 restorations, participants reported that their teeth were only sensitive to cold. In six restorations, patients reported that teeth were only sensitive to mastication. Some patients reported that their teeth were sensitive both to air and cold (six participants), air and mastication (four participants) and cold and mastication (four participants).

Neither the restorative technique (incremental vs. bulk) nor the adhesive strategy (etch-and-rinse vs. self-etch) affected the risk (Table 3; $p > 0.49$) and intensity of spontaneous postoperative sensitivity (Table 5; $p > 0.38$; for all pain scales). The overall risk of postoperative sensitivity observed was 20.3% (95% CI 15.7-25.9). Seventy five percent (36/48) of the teeth with postoperative sensitivity was observed in only 11 patients (15% of total number of patients).

When the characteristics of tooth type and cavities were evaluated, only the number of faces was statistically significant ($p < 0.01$). Cavities with three or four faces showed more postoperative sensitivity than cavities with one or two faces. The tooth type ($p > 0.06$) and cavity depth ($p > 0.51$) were not statistically different (Table 6).

Other FDI parameters

At the one-week recall, all restorations were rated as clinically very good in all other clinical parameters.

Discussion

In the present randomized clinical trial, restorations placed with the bulk-fill technique showed a risk and intensity of postoperative sensitivity similar to composite resin restorations placed with the traditional 2-mm incremental technique. Taking in account that one characteristic of an ideal dental composite resin restorative would be that it can be effectively cured in a single increment, facilitating placement, this is a very interesting result³⁷ and it may be attributed to some singular properties of the bulk-fill material herein employed, which makes it very similar to conventional composite resins cured incrementally, except the fact that they can achieve a higher depth of cure.^{12,38-40}

It was already demonstrated that the material used in this study (Tetric N-Ceram Bulk Fill) has an increased translucency,⁴¹ which can play a role on its good depth of cure^{12,38-40} by reducing light scattering and improving deeper blue light penetration.^{42,43} However, this material also possesses a new-patented initiator system. Besides the traditional camphorquinone/amine initiator system, Tetric N-Ceram Bulk Fill has an "initiator booster" (ivocerin), which is able to polymerize the material in higher depth. Ivocerin is described as a germanium-based initiator system with a higher photocuring activity than camphorquinone/amine system because of its higher absorption in the wavelength region between 400 and 450 nm and the ability to form at least two free radicals to initiate the radical polymerization.⁴¹

Additionally, Tetric N-Ceram Bulk-Fill polymerized in bulk presents polymerization shrinkage values^{38-40,44,45} and shrinkage stress^{40,44,45} closer to the conventional composite resins cured in increments. The increased filler content can, to a certain extent, reduce the polymerization shrinkage by increasing the filler-to-monomer ratio,^{5,46} but the presence of pre-polymerized filler particles can also contribute for the lower polymerization shrinkage of this material.⁴⁷ These also explain why the marginal gap formation and marginal integrity of bulk-fill composite resins was not statistically different from what was observed for incremental composite resins.^{38,48}

This was also recently confirmed by Heintze et al.⁴⁹ In an in vitro study, the authors evaluated the marginal quality of composite resin restorations placed with Tetric N-Ceram Bulk-Fill (four mm) or with Tetric EvoCeram in three increments in class II cavities in molars. The microscopy evaluation showed no significant differences in marginal defects of the proximal margins when bulk or incremental technique were compared.⁴⁹

In summary, in vitro studies demonstrates that, the Tetric N-Ceram Bulk-Fill has a good depth of cure, without generates a significant polymerization shrinkage and the associated residual stresses generated from shrinkage when compared to the same resin composite used in the incremental technique, explaining why we observed similar risks of postoperative sensitivity in the present study for both placement techniques.

So far, only few clinical trials evaluated the postoperative sensitivity of bulk-fill materials in posterior restorations.⁵⁰⁻⁵⁴ One limitation of these earlier studies is that they do not report the depth of the included cavities, which is of paramount importance to really evaluate the performance of bulk-fill composite resins. Van Dijken, Pallesen^{50,51} compared the bulk-filling technique (using flowable composite resin plus a capping layer made of composite resin applied in an incremental technique) with a conventional composite resin placed incrementally. Similarly to the present study, these earlier studies^{50,51} reported no significant difference between

postoperative sensitivity between the two techniques evaluated. In another clinical study,⁵²⁻⁵⁴ a single bulk-fill increment was compared to an incremental filled composite resin in posterior restorations. However, postoperative sensitivity was only evaluated after 14 days, preventing us from comparing it with this study's findings.⁵²⁻⁵⁴

The overall absolute risk of postoperative sensitivity of the present study was higher than that observed in a recent systematic review in class II posterior teeth.³⁹ However, in this review, the data from restorations of different studies were pooled together and the effect of cavity depth was not taken into consideration. There are only few studies that compared the postoperative sensitivity in posterior cavities according to the size (depth and width) and they reported risks of postoperative sensitivity ranging from 25% to 40%, which is similar to the ones herein observed.^{29,33,34,55}

According to the results of the present study, the cavity depth did not show any impact in the postoperative sensitivity. As the primary objective of this study was to evaluate the postoperative sensitivity of different placement techniques in posterior composite resin, only patients with a minimum depth of 3 mm was included in the present study. Therefore most of the cavities herein restored had a cavity depth varying from three to five and this is probably responsible for the similarity of results.

However, a closer view of the studies that evaluated the relationship between cavity size and postoperative sensitivity shows controversial results.^{29,34,56-58} This is likely related to the arbitrary classification of the cavity depth, which is usually based on the operator experience,²⁹ as there is lack of strict guidelines for definition of the cut-offs points for deep and shallow cavities.⁵⁹

On the other hand, the number of restored surfaces had a significant impact on the postoperative sensitivity and this finding is in agreement with previous studies.^{55-58,60,61} The increase in the destruction of dental structure³³ and the difficulties faced by clinicians when restoring large preparations⁶⁰ may be the reason for such increased rate of postoperative

sensitivity when the cavity involves more than two faces.

After one-week the risk of postoperative sensitive was very low as previously demonstrated by several clinical studies,³⁰ indicating that the postoperative sensitive generated immediately after placement of the restoration appears to be transient, as well as, previously demonstrated by histological studies even in deep cavities.^{62,63} The immediate postoperative sensitivity might be the result of a slight trauma produced by bur cutting of the dentin substrates as well as those related to the material polymerization.

In the present study only the spontaneous postoperative sensitivity was measured. This is accordance with a recent systematic review and meta-analysis that compared the type of adhesive strategy on the risk and intensity of postoperative sensitivity in posterior composite resin restorations.³¹ In the mentioned study, approximately 50% of the studies including in the meta-analysis, researchers assessed the postoperative sensitivity by asking patients whether or not they experienced spontaneous postoperative sensitivity in a specific timeframe.³¹ Although the use of a stimulus to assess the POS risk and intensity has been used in some studies,⁶⁴⁻⁶⁷ these approaches are especially important to evaluate pulp vitality rather than postoperative sensitivity.

There is a widespread belief among clinicians that self-etch systems lowers the risk of postoperative sensitivity as they do not remove, but incorporate the smear layer in the hybridized complex with the advantage of being less technique-sensitive.⁶⁸ Although there is a biological plausibility behind this belief with some clinical studies reaching this conclusion,^{28,29} the perception that self-etch adhesives cause less postoperative sensitivity than etch-and-rinse systems seems to be more anecdotal than an evidence-based finding,⁶⁹ as other clinical trials do not support this trend.^{64,67}

Indeed, the results of the present investigation are in line with recent systematic review of the literature.³¹ This systematic review concluded that the type of adhesive strategy used in bonding procedures in posterior composite resin restorations does not influence the risk and

intensity of postoperative sensitivity,³¹ immediately after the restorative procedure.

Finally one should report the limitations of the present study design. The present study was conducted in a university setting, in which restorations are placed under ideal conditions to produce restorations as near perfect as possible. Calibrated and experienced operators with deep knowledge about the techniques and materials placed the restorations without time constraints. Additionally, the moisture control was usually done with rubber dam isolation, preventing contamination of the operative field. Private clinicians must provide care with an eye towards minimizing the length of the appointment. A shorter appointment is more comfortable for the patients; it constrains costs, and maintains a reasonable profit level. Additionally just one type of bulk-fill material was evaluated which prevent us to generalizing the findings of the present study to other bulk-fill materials presented in the dental market.

The university setting is more appropriate for determining a material's optimal performance, while a practice-based setting investigates a material's typical performance. Therefore further clinical studies on a practice-based design should be conducted to highlight whether or not this is applicable to less than ideal conditions.

Conclusion

The overall risk of immediate postoperative sensitivity was 20.3 (95% CI 15.7-25.9) and it was neither affected by the adhesive strategy (etch-and-rinse/self-etch) nor the filling technique (incremental/ bulk).

References

1. Heymann HO, Swift EJ & Ritter AV (2013) *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry*. Elsevier: St. Louis.
2. Giachetti L, Scaminaci Russo D, Bambi C & Grandini R (2006) A review of polymerization shrinkage stress: current techniques for posterior direct resin restorations. *Journal of Contemporary Dental Practice* **7(4)** 79-88.
3. Goldberg M (2008) In vitro and in vivo studies on the toxicity of dental resin components: a review. *Clinical Oral Investigation* **12(1)** 1-8.

4. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M & Pashley DH (1996) A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Operative Dentistry* **21(1)** 17-24.
5. Kleverlaan CJ & Feilzer AJ (2005) Polymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites. *Dental Materials* **21(12)** 1150-1157.
6. Ferracane JL (2008) Placing dental composites – A stressful experience. *Operative Dentistry* **33(3)** 247-57.
7. Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC & Burke FJ (2003) Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite resin cured in bulk or in increments. *Journal of Dentistry* **31(6)** 437-444.
8. Lazarchik DA, Hammond BD, Sikes CL, Looney SW & Rueggeberg FA (2007) Hardness comparison of bulk-filled/transtooth and incremental-filled/occlusally irradiated composite resins. *Journal of Prosthetic Dentistry* **98(2)** 129-140.
9. Leinfelder KF, Bayne SC & Swift EJ Jr (1999) Packable composites: overview and technical considerations. *Journal of Esthetic Dentistry* **11(5)** 234-249
10. Poskus LT, Placido E & Cardoso PE (2004) Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. *Dental Materials* **20(8)** 726-732.
11. Alshali RZ, Silikas N & Satterthwaite JD (2013) Degree of conversion of bulk-fill compared to conventional resin-composites at two time intervals. *Dental Materials* **29(9)** e213-217.
12. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J & Lussi A (2012) Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dental Materials* **28(5)** 521-528.
13. Czasch P & Ilie N (2013) In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clinical Oral Investigation* **17(1)** 227-235.
14. Christensen GJ (2012) Advantages and challenges of bulk-fill resins. *Clinicians Report* **5(1)** 1-2.
15. Finan L, Palin WM, Moskwa N, McGinley EL & Fleming GJ (2013) The influence of irradiation potential on the degree of conversion and mechanical properties of two bulk-fill flowable RBC base materials. *Dental Materials* **29(8)** 906-912.
16. Alrahlah A, Silikas N & Watts DC (2014) Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dental Materials* **30(2)** 149-154

17. Chikawa H, Inai N, Cho E, Kishikawa R, Otsuki M, Foxton RM & Tagami J (2006) Effect of incremental filling technique on adhesion of light-cured resin composite to cavity floor. *Dental Materials Journal* **25(3)** 503-508.
18. Park J, Chang J, Ferracane J & Lee IB (2008) How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dental Materials* **24(11)** 1501-1505.
19. Kwon Y, Ferracane J & Lee IB (2012) Effect of layering methods, composite type, and flowable liner on the polymerization shrinkage stress of light cured composites. *Dental Materials* **28(7)** 801-809.
20. Versluis A, Douglas WH, Cross M & Sakaguchi RL (1996) Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *Journal of Dental Research* **75(3)** 871-878.
21. Loguercio AD, Reis A & Ballester RY (2004) Polymerization shrinkage: effects of constraint and filling technique in composite restorations. *Dental Materials* **20(3)** 236-243.
22. Loguercio AD, Reis A, Schroeder M, Balducci I, Versluis A & Ballester RY (2004) Polymerization shrinkage: effects of boundary conditions and filling technique of resin composite restorations. *Journal of Dentistry* **32(6)** 459-470.
23. Blanchard P, Wong Y, Matthews AG, Vena D, Craig RG, Curro FA & Thompson VP (2013) Restoration variables and postoperative hypersensitivity in Class I restorations: PEARL Network findings. Part 2. *Compendium Continuum Education in Dentistry* **34(4)** e62-68.
24. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P & Vanherle G (2003) Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative Dentistry* **28(3)** 215-235.
25. Pashley DH, Tay FR, Carvalho RM, Rueggeberg FA, Agee KA, Carrilho M, Donnelly A & García-Godoy F (2007) From dry bonding to water-wet bonding to ethanol-wet bonding. A review of the interactions between dentin matrix and solvated resins using a macromodel of the hybrid layer. *American Journal of Dentistry* **20(1)** 7-20.
26. Tay FR, Gwinnett AJ & Wei SH (1996) The overwet phenomenon: an optical, micromorphological study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *American Journal of Dentistry* **9(1)** 43-48.
27. Carvalho RM, Chersoni S, Frankenberger R, Pashley DH, Prati C & Tay FR (2005) A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives. *Biomaterials* **26(9)** 1035-1042.

28. Opdam NJ, Feilzer AJ, Roeters JJ & Smale I (1998) Class I occlusal composite resin restorations: in vivo post-operative sensitivity, wall adaptation, and microleakage. *American Journal of Dentistry* **11(5)** 229-234.
29. Unemori M, Matsuya Y, Akashi A, Goto Y & Akamine A (2001) Composite resin restoration and postoperative sensitivity: clinical follow-up in an undergraduate program. *Journal of Dentistry* **29(1)** 7-13.
30. Heintze SD & Rousson V (2012) Clinical effectiveness of direct Class II restorations - A meta-analysis. *Journal of Adhesive Dentistry* **14(5)** 407-431.
31. Reis A, Loguercio AD, Schroeder M, Luque-Martinez I, Masterson D & Cople Maia L (2015) Does the adhesive strategy influence the post-operative sensitivity in adult patients with posterior resin composite restorations? A systematic review and meta-analysis. *Dental Materials* **31(9)** 1052-1067.
32. Schulz KF, Altman DG, Moher D & CONSORT Group (2011) CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *International Journal of Surgery* **9(8)** 672-677.
33. Briso AL, Mestreneur SR, Delício G, Sundfeld RH, Bedran-Russo AK, de Alexandre RS & Ambrosano GM (2007) Clinical assessment of postoperative sensitivity in posterior composite restorations. *Operative Dentistry* **32(5)** 421-426.
34. Wegehaupt F, Betke H, Solloch N, Musch U, Wiegand A & Attin T (2009) Influence of cavity lining and remaining dentin thickness on the occurrence of postoperative hypersensitivity of composite restorations. *Journal of Adhesive Dentistry* **11(2)** 137-141.
35. Hickel R, Roulet JF, Bayne S, Heintze SD, Mjör IA, Peters M, Rousson V, Randall R, Schmalz G, Tyas M & Vanherle G (2007) Recommendations for conducting controlled studies of dental restoratives materials. Science committee project 2/98 – FDI world dental federation study design (Part I) and criteria for evaluation (Part II) of direct and indirect restoration including onlays and partial crowns. *Journal of Adhesive Dentistry* **9 (Suppl 1)** 121-147.
36. Hickel R, Peschke A, Tyas M, Mjör I, Bayne S, Peters M, Hiller KA, Randall R, Vanherle G & Heintze SD (2010) FDI World dental federation – clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations. Update and clinical examples. *Journal of Adhesive Dentistry* **12(4)** 259-272.
37. Ferracane JL, Alex G & Margeas R (2014) Are bulk-fill composites a good idea? *Inside Dentistry* **10(10)** 42-44.

38. Benetti AR, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen MK & Pallesen U (2015) Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Operative Dentistry* **40(2)** 190-200.
39. Jang JH, Park SH & Hwang IN (2015) Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk-fill resin composites and highly filled flowable resin. *Operative Dentistry* **40(2)** 172-180.
40. Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U, Petschelt A & Taschner M (2015) Bulk-fill resin composites: polymerization properties and extended light curing. *Dental Materials* **31(3)** 293-301.
41. Moszner N, Fischer UK, Ganster B, Liska R & Rheinberger V (2008) Benzoyl germanium derivatives as novel visible light photoinitiators for dental materials. *Dental Materials* **24(7)** 901–907.
42. Ilie N, Bucuta S & Draenert M (2013) Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Operative Dentistry* **38(6)** 618–625.
43. Ilie N & Stark K (2014) Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites. *Journal of Dentistry* **42(8)** 977-985.
44. El-Damanny H & Platt J (2014) Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Operative Dentistry* **39(4)** 374-382.
45. Kim RJ, Kim YJ, Choi NS & Lee IB (2015) Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *Journal of Dentistry* **43(4)** 430-439.
46. Braga RR, Ballester RY & Ferracane JL (2005) Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: A systematic review. *Dental Materials* **21(10)** 962-970.
47. Blackham JT, Vandewalle KS & Lien W (2009) Properties of hybrid resin composite systems containing prepolymerized filler particles. *Operative Dentistry* **34(6)** 697-702.
48. Al-Harbi F, Kaisarly D, Bader D & El Gezawi M (2015) Marginal integrity of bulk versus incremental fill class II composite restorations. *Operative Dentistry* 2015 Aug 12. [Epub ahead of print].
49. Heintze SD, Monreal D & Peschke A (2015) Marginal quality of class II composite restorations placed in bulk compared to an incremental technique: evaluation with SEM and stereomicroscope. *Journal of Adhesive Dentistry* **17(2)** 147-154.

50. Van Dijken JW & Pallesen U (2015) Randomized 3-year clinical evaluation of Class I and II posterior resin restorations placed with a bulk-fill resin composite and a one-step self-etching adhesive. *Journal of Adhesive Dentistry* **17(1)** 81-88.
51. Van Dijken JW & Pallesen U (2014) A randomized controlled three year evaluation of "bulk-filled" posterior resin restorations based on stress decreasing resin technology. *Dental Materials* **30(9)** e245-251.
52. Manhart J, Chen HY, Neuerer P, Thiele L, Jaensch B & Hickel R (2008) Clinical performance of the posterior composite QuiXfil after 3, 6, and 18 months in Class 1 and 2 cavities. *Quintessence International* **39(9)** 757-765.
53. Manhart J, Chen HY & Hickel R (2009) Three-year results of a randomized controlled clinical trial of the posterior composite QuiXfil in class I and II cavities. *Clinical Oral Investigation* **13(3)** 301-307.
54. Manhart J, Chen HY & Hickel R (2010) Clinical evaluation of the posterior composite Quixfil in class I and II cavities: 4-year follow-up of a randomized controlled trial. *Journal of Adhesive Dentistry* **12(3)** 237-243.
55. Berkowitz G, Spielman H, Matthews A, Vena D, Craig R, Curro F & Thompson V (2013) Postoperative hypersensitivity and its relationship to preparation variables in Class I resin-based composite restorations: findings from the practitioners engaged in applied research and learning (PEARL) Network. Part 1. *Compendium Continuum Education in Dentistry* **34(3)** e44-52.
56. Akpata ES & Sadiq W (2001) Post-operative sensitivity in glass-ionomer versus adhesive resin-lined posterior composites. *American Journal of Dentistry* **14(1)** 34-38.
57. Akpata ES & Behbehani J (2006) Effect of bonding systems on post-operative sensitivity from posterior composites. *American Journal of Dentistry* **19(3)** 151-154.
58. Auschill TM, Koch CA, Wolkewitz M, Hellwig E & Arweiler NB (2009) Occurrence and causing stimuli of postoperative sensitivity in composite restorations. *Operative Dentistry* **34(1)** 3-10.
59. Weiner RS, Weiner LK & Kugel G (1996) Teaching the use of bases and liners: a survey of North American dental schools. *Journal of the American Dental Association* **127(11)** 1640-1645.
60. Hayashi M & Wilson NH (2003) Failure risk of posterior composites with post-operative sensitivity. *Operative Dentistry* **28(6)** 681-688.

61. Agbaje LO, Shaba OP & Adegbulugbe IC (2010) Evaluation of post-operative sensitivity and secondary caries in posterior composite restorations: a 12 month study. *Niger Journal of Clininic Practice* **13(4)** 441-444.
62. Murray PE, Windsor LJ, Hafez AA, Stevenson RG & Cox CF (2003) Comparison of pulp responses to resin composites. *Operative Dentistry* **28(3)** 242-250.
63. Murray PE, Smith AJ, Windsor LJ & Mjör IA (2003) Remaining dentine thickness and human pulp responses. *International Endodontic Journal* **36(1)** 33-43.
64. Perdigão J, Anauate-Netto C, Carmo AR, Hodges JS, Cordeiro HJ, Lewgoy HR, Dutra-Correa M, Castilhos N & Amore R (2004) The effect of adhesive and flowable composite on postoperative sensitivity: 2-week results. *Quintessence International* **35(10)** 777-784.
65. Casselli DS & Martins LR (2006) Postoperative sensitivity in Class I composite resin restorations in vivo. *Journal of Adhesive Dentistry* **8(1)** 53-58.
66. Bottenberg P, Jacquet W, Alaerts M & Keulemans F (2009) A prospective randomized clinical trial of one bis-GMA-based and two ormocer-based composite restorative systems in class II cavities: Five-year results. *Journal of Dentistry* **37(3)** 198-203.
67. Burrow MF, Banomyong D, Harnirattisai C & Messer HH (2009) Effect of glass-ionomer cement lining on postoperative sensitivity in occlusal cavities restored with resin composite—a randomized clinical trial. *Operative Dentistry* **34(6)** 648-655.
68. Frankenberger R, Krämer N & Petschelt A (2000) Technique sensitivity of dentin bonding: effect of application mistakes on bond strength and marginal adaptation. *Operative Dentistry* **25(4)** 324-330.
69. Perdigão J & Swift Jr EJ (2013) Critical appraisal: post-op sensitivity with direct composite restorations. *Journal of Esthetic & Restorative Dentistry* **25(4)** 284-288.

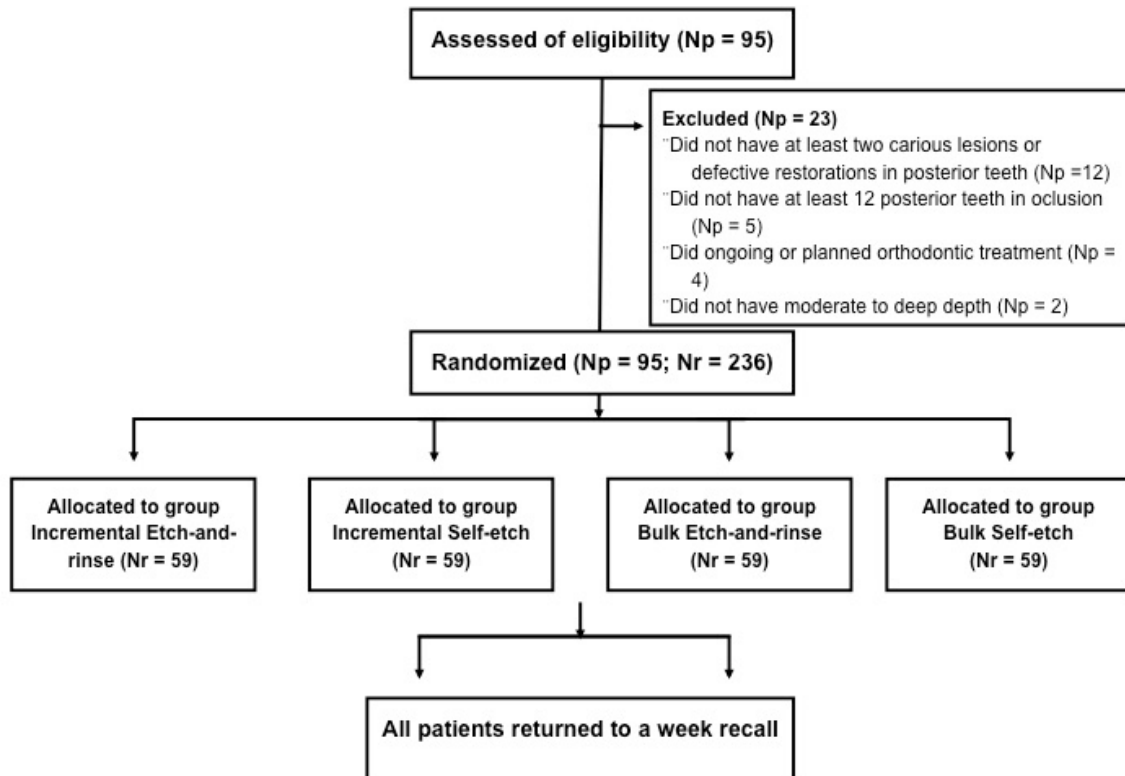


Figure 1. Participant flow diagram in the different phases of the study design. *Abbreviations: Np – number of participants; Nr – number of restorations.*

Table 1. Application mode of each material used in the study.

Material (manufacturer) batch number	Composition (*)	Application mode
Total N-Etch (Ivoclar Vivadent) N05612	Phosphoric acid (37%), thickness agent and color pigments	Apply phosphoric acid on the prepared enamel and then flow the etchant onto the prepared dentin. The etchant was left to react on the enamel for 15 to 30 seconds, and on the dentin for 10 to 15 seconds. After that, the phosphoric acid was removed with a vigorous water spray for at least 5 seconds. Excess moisture was removed with air gun leaving the dentin surface with a slightly glossy wet appearance (wet- bonding).
Tetric N-Bond (Ivoclar Vivadent) N40889	Bis-GMA, urethane dimethacrylate, dimethacrylate, hydroxyethyl methacrylate, phosphonic acid acrylate, nanofillers (SiO ₂), ethanol, initiators and stabilizers	After acid-etching, apply a thick layer of adhesive on the enamel and dentin surfaces, using a microbrush. Brush the material gently into the dentin for 10 seconds. Remove excess material and the solvent by a gentle stream of air so that the adhesive completely covers the enamel and dentin without pooling. Light-cure adhesive for 10s (light intensity 1200 mW/cm ²). A shiny tooth surface prior to the application of the composite shows that all surfaces are completely covered.
Tetric N-Bond Self-Etch (Ivoclar Vivadent) R59913	Bis-acrylamide derivatives, Bis- methacrylamide dihydrogenphosphate, amino acid acrylamide, hydroxyalkyl methacrylamide, water, nanofillers (SiO ₂), initiators and stabilizers	No applied acid etching. Apply a thick layer of adhesive on the enamel and dentin surfaces, using a microbrush. Brush the material gently into the dentin for 30 seconds. Remove excess material and the solvent by a gentle stream of air so that the adhesive completely covers the enamel and dentin without pooling. Light-cure adhesive for 10s (light intensity 1200 mW/cm ²). A shiny tooth surface prior to the application of the composite shows that all surfaces are completely covered.
Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) R52450	- Dimethacrylates, Prepolymer, Barium glass filler, Ytterbium trifluoride, Mixed oxide, Additive, Initiators, Stabilisers, Pigments	Apply resin composite in layers of max. 2 mm (incremental technique) or 4 mm (bulk technique) and contour/adapt the material to the cavity walls using a suitable instrument. Light-cure each increment for 20 s (light intensity 1200 mW/cm ²).

Table 2. Characteristics of the dental arches and cavities.

Characteristic	Number of restorations			
	ER - IF	ER - BF	SE - IF	SE - BF
Tooth distribution				
Premolar	19	18	23	18
Molar	40	41	36	41
Spontaneous pre-operative sensitivity				
Yes	9	5	9	9
No	50	54	50	50
Cavity depth				
3 mm	43	42	43	36
4 mm	8	9	9	11
> 4 mm	8	8	7	12
Black Classification				
I	33	32	32	29
II	26	27	37	30
Number of restored surfaces				
1	26	22	21	23
2	27	30	30	30
3	5	4	6	5
4	1	3	2	1
Reasons for replacement				
Marginal fracture	6	5	7	5
Esthetic reasons	33	32	25	32
Marginal Discoloration	4	5	3	5
Bulk fracture	7	4	5	5
Primary of secondary caries lesion	9	13	19	12

Abbreviations: ER – etch-and-rinse; SE – self-etch; IF – incremental filling; BF – bulk filling

Table 3. Comparison of the number of patients who experienced spontaneous postoperative sensitivity during the one-week follow-up as well as the absolute risk (n = 59 per group).

Adhesive strategy	Placement technique	Tooth sensitivity		Absolute risk (95% CI)
		(number of patients)		
		Yes	No	
Etch-and-rinse	Incremental	13	46	22.0 (13-34)
	Bulk	10	49	17.0 (9-28)
Self-etch	Incremental	14	45	23.7 (15-36)
	Bulk	11	48	18.6 (12-44)
Overall		48	188	20.3 (15.7-25.9)

(*) Chi-square test ($p > 0.49$).

Table 4. Number of patients (%) who experienced spontaneous postoperative sensitivity in two different time assessments (n = 59 per group).

Time assessment	Etch-and rinse		Self-etch		Overall risk and 95% CI
	Incremental	Bulk	Bulk	Incremental	
Up to 48 h	13 (22.0%) A	10 (17.0%) A	11 (18.6%) A	14 (23.7%) A	20.3 (15.7-25.9)
One-week later	2 (3.4%) B	1 (1.7%) B	1 (1.7%) B	2 (3.4%) B	2.5 (1.2 – 5.4)

The same uppercase letter indicates no statistically significant difference between groups (Fisher exact test, $p < 0.002$).

Table 5. Means (standard deviations) of spontaneous postoperative sensitivity experienced by patients for all groups using three pain scales (*).

Pain scales	Etch-and-rinse		Self-etch	
	Incremental	Bulk	Incremental	Bulk
NRS scale	0.4 (0.8) A	0.2 (0.4) A	0.4 (0.9) A	0.3 (0.6) A
NRS scale (0-100)	5.9 (14.9) a	4.5 (11.6) a	8.0 (18.2) a	5.2 (13.1) a
VAS scale (0-10)	0.5 (1.5) ^a	0.4 (1.0) ^a	0.7 (1.7) ^a	0.5 (1.4) ^a

() For each scale, the treatment groups were compared with Kruskal-Wallis and Mann-Whitney. Statistically similar groups are represented by the same uppercase letter (NRS scale), lower case letter (NRS scale [0-100]) or superscript letter (VAS scale [0-100]) ($p = 0.38$; $p = 0.63$ and $p = 0.67$, respectively).*

Table 6. Comparison of the number of patients (and the %) who experienced spontaneous postoperative sensitivity during the one-week follow-up according to the characteristics of dental arches and cavities (*).

Characteristic		Númer of sensitive teeth (%)		p-value (*)
		No	Yes	
Tooth distribution	Premolar	68 (87.2)	10 (12.8)	0.06
	Molar	120 (75.9)	38 (24.1)	
Cavity depth	3 mm	133 (81.1)	31 (13.1) 18.9	0.51
	≥ 4 mm	55 (76.4)	17 (23.6)	
Number of restored surfaces	1 + 2 faces	172 (82.3)	37 (17.7)	0.01
	3 + 4 faces	16 (59.3)	11 (40.7)	

(*) *Chi-square test.*

4.3 Artigo **Restaurações com resina composta *bulk fill*:**
 acompanhamento de dois anos

Restaurações com resina composta *bulk-fill*: acompanhamento de dois anos.

Bulk Fill resin restorations: a two-year follow-up.

Descritores: restauração dentária; resina composta; preenchimento dental.

Keywords: dental restoration; composite resin; dental filling.

COSTA, Thays Regina Ferreira da ¹; REZENDE, Márcia ²; BITTENCOURT, Bruna Fortes ³; SAKAMOTO JUNIOR, Antonio Setsuo ⁴; LOGUERCIO, Alessandro Dourado ⁵; REIS, Alessandra ⁶.

¹ Doutoranda e Mestre em Dentística pela UEPG; Especialista em Radiologia pela ABO-PG; Professora de graduação da UEPG e da UNIUV;

² Aluna de Pós-doutorado em Dentística pela UEPG; Doutora e Mestre e em Dentística pela UEPG; Especialista em Ortodontia pela ACDC-Campinas;

³ Doutora e Mestre em Dentística pela UEPG; Especialista em Dentística pela ABO-PG; Professora de graduação da UEPG;

⁴ Doutor e Mestre em Dentística pela UEPG; Especialista em Dentística pelo CETAO; Professor de pós graduação (especialização) da ILAPEO;

⁵ Doutor em Materiais Dentários pela FO-USP; Mestre e Especialista em Dentística pela UFPel; Professor de graduação e pós-graduação (mestrado e doutorado) da UEPG;

⁶ Doutora em Materiais Dentários pela FO-USP; Professora de graduação e pós-graduação (mestrado e doutorado) da UEPG ;

Autor para correspondência

Prof^ª. Dr^ª. Alessandra Reis.

Faculdade de Odontologia – Universidade Estadual de Ponta Grossa. Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 – Bloco M – sala 64 – CEP 84030-900. Email: reis_ale@hotmail.com

Restaurações com resina composta *bulk-fill*: acompanhamento de dois anos.

Bulk Fill resin restorations: a two-year follow-up.

Por que é importante?

As resinas compostas vêm gradualmente substituindo as restaurações de amálgama nas últimas décadas¹ e isso vem estimulando o desenvolvimento e a evolução dos materiais restauradores. Recentemente, foi lançado no mercado nacional novos materiais restauradores *bulk fill*, indicadas para restaurações em incremento único de até 4 mm. Esta técnica apresenta vantagens sobre a técnica de inserção incremental reduzindo a possibilidade de contaminação entre os incrementos, incorporação de bolhas entre camadas e o tempo clínico para a execução do procedimento².

Esses novos materiais têm demonstrado resultados bastante promissores, tanto em estudos laboratoriais (adequado grau de conversão³, baixa contração volumétrica e boa profundidade de polimerização^{4,5}) quanto em ensaios clínicos randomizados^{6,7}. Além disso, são bastante versáteis, podendo ser utilizados como material de forramento (versões *flow*) ou para reconstruções de grandes perdas coronárias⁸.

O que é necessário?

- Instrumental de dentística (espelho, sonda, pinça clínica, seringa carpule, escavadores de dentina, alta e baixa rotação, brocas e pontas diamantadas esféricas e compatíveis com o tamanho da cavidade, espátulas para inserção de resina composta);
- Papel carbono;
- Anestésico e agulha;
- Pedra pomes;
- Taça de borracha ou escova para profilaxia;
- Resina composta para incremento único;

- Sistema adesivo;
- Pincéis tipo micro-brush;
- Material para isolamento absoluto (dique de borracha, grampo, pinça porta grampo, pinça para perfuração, arco porta-dique);
- Fotopolimerizador (intensidade de luz $\geq 500 \text{ mW/cm}^2$ por 20 s ou $\geq 1000 \text{ mW/cm}^2$ por 10 s, de acordo com as recomendações do fabricante);
- Pontas abrasivas ou escova de carbeto de silício para polimento.

Como fazer?

O protocolo é básico, os mesmos procedimentos para realização de uma restauração são executados, porém com o diferencial de poderem ser inseridas em incremento único de até 4 mm. Aqui, duas restaurações de amálgama foram substituídas, lado a lado, com o mesmo material restaurador. Porém, em uma cavidade, a resina composta foi inserida de modo incremental e, na outra, em um incremento único de até 4 mm.

Iniciou-se com a avaliação dos contatos oclusais com fitas de carbono (AcculFilm II, Parkell, EUA) em máxima intercuspidação habitual (MIH), anestesia do campo (Citanest®, Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil), limpeza (Figura 1) com pasta de pedra-pomes (SS White Prod. Odontol. Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) e água com escova Robinson (#10601002, Microdont, Socorro, SP, Brasil), seguido de enxágue e secagem para então realizar a seleção da cor da resina composta. Essas resinas geralmente não apresentam muitas opções de cores e apresentam uma translucidez maior que as resinas compostas convencionais. Para os casos abaixo, a resina composta selecionada foi a Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

Promove-se então o isolamento absoluto do campo operatório com dique de borracha (SS White Prod. Odontol. Ltda. Petrópolis, RJ, Brasil) e grampo (Duflex®, SS White Prod. Odontol. Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) a fim de evitar contaminação e umidade

durante o procedimento operatório (Figura 2). Na sequência, foi realizada a remoção das restaurações de amálgama existentes com broca (#245, KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), em alta rotação sob refrigeração, seguida de remoção do tecido cariado com broca esférica em baixa rotação (#4, KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) (Figura 3).

Com a cavidade preparada e limpa, faz-se a aplicação do sistema adesivo, de acordo com as orientações do fabricante (Figura 4). Neste caso, selecionamos um adesivo autocondicionante simplificado Tetric N-bond SE (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), pois permite um menor tempo clínico. Aplicou-se uma camada de modo ativo por 30 s, seguido de evaporação de solvente com jato de ar (até não observar mais a movimentação do material) e fotoativação por 10 s a 1200 mW/cm^2 (Bluephase, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

Iniciou-se a inserção da resina composta. No dente 47, seguimos a recomendação do fabricante: aplicação de uma única camada do material, em cavidades com até 4 mm de profundidade (Figura 5), com fotoativação por 10 s a 1200 mW/cm^2 (Bluephase, Ivoclar-Vivadent). No dente 46, utilizamos o mesmo material, porém, a inserção da resina composta foi realizada de modo incremental, sendo reconstruída cúspide a cúspide (Figura 6), e cada incremento foi fotoativado como o mesmo aparelho e pelo mesmo tempo.

Para finalizar, realizou-se a checagem dos contatos oclusais, seguido de acabamento e polimento da restauração. Utilizamos a ponta diamantada 3168F (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) para o ajuste oclusal e realizamos o polimento com uma escova de carbetto de silício (Astrobrush - Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) (Figura 7). A Figura 8 mostra o resultado final das restaurações, imediatamente após a confecção.

Considerações finais

Após dois anos de acompanhamento de três pacientes, restaurados com o mesmo protocolo descrito, não foi observado nenhum tipo de falha na restauração, principalmente

no que diz respeito à integridade marginal (Figura 9). As resinas de *bulk fill* utilizadas de forma incremental e em incremento único não mostraram diferenças expressivas nestes pacientes ao longo de dois anos. Uma desvantagem do material é sua translucidez, que pode ser minimizada com a utilização de um último incremento com resina composta convencional⁸. A inserção em incremento único envolve menor quantidade de passos clínicos, o que torna a técnica menos sensível, diminuindo a chance de erros por parte do operador, além de diminuir o tempo para sua execução, satisfazendo as necessidades dos clínicos (facilidade e agilidade).

Referências

- 1 Sunnegårdh-Grönberg K, Van Dijken JWV, Funegårdh U, Lindberg A, Nilsson M. Selection of dental materials and longevity of replaced restorations in Public Dental Health clinics in northern Sweden. J Dent 2009; 37: 673-8.
- 2 Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC, Burke FJ. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite resin cured in bulk or in increments. J Dent 2003; 31(6): 437-44.
- 3 Alshali RZ, Silikas N, Satterthwaite JD. Degree of conversion of bulk-fill compared to conventional resin-composites at two time intervals. Dent Mater 2013; 29: e213-7.
- 4 Christensen GJ. Advantages and challenges of bulk-fill resins. Clinicians Report. 2012; 5(1): 1-2.
- 5 Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Husler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: Is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? Dent Mater 2012; 28(5): 521-8.
- 6 Van Dijken JW, Pallesen U. Randomized 3-year clinical evaluation of Class I and II posterior resin restorations placed with a bulk-fill resin composite and a one-step self-etching adhesive. J Adhes Dent. 2015;17(1): 81-8.

- 7 Van Dijken JW, Pallesen U. A randomized controlled three year evaluation of "bulk-filled" posterior resin restorations based on stress decreasing resin technology. Dent Mater 2014; 30(9): e245-51.
- 8 Hirata R, Kabbach W, de Andrade OS, Bonfante EA, Giannini M, Coelho PG. Bulk Fill Composites: An Anatomic Sculpting Technique. J Esthet Restor Dent. 2015 Nov;27(6):335-43.



Figura 1. Profilaxia com pedra pomes e água.



Figura 2. Após isolamento absoluto do campo operatório.



Figura 3. Remoção das restaurações de amálgama e remoção do tecido cariado adjacente às restaurações.



Figura 4. Aplicação do sistema adesivo de acordo com as recomendações do fabricante.



Figura 5. Dente 47: inserção da resina composta em incremento único de até 4 mm.



Figura 6. Dente 46: reconstrução com resina composta de modo incremental.



Figura 7. Polimento das restaurações.



Figura 8. Resultado final, imediatamente após a confecção das restaurações.

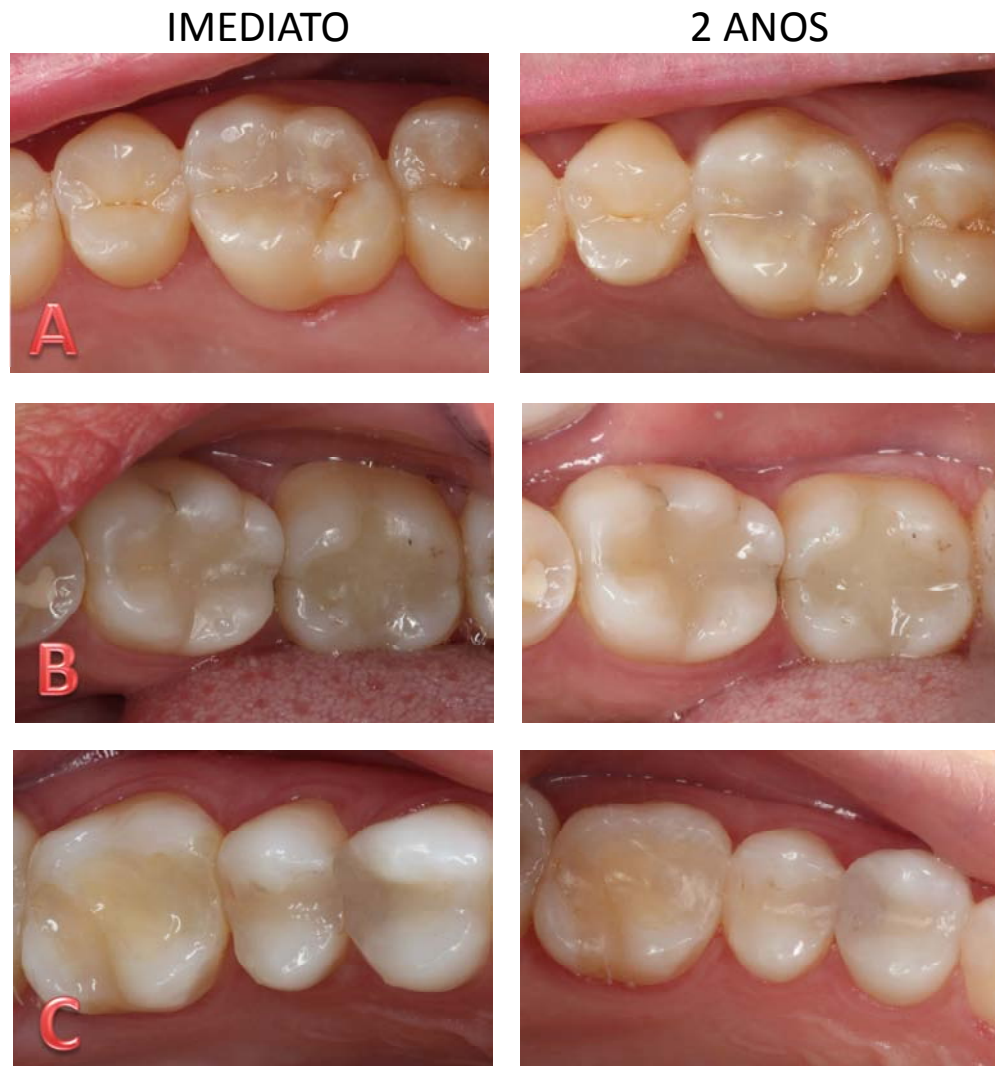


Figura 9. Resultado após dois anos de acompanhamento de três pacientes. A – Dente 26 com incremento único; B – Dentes 46 e 47, ambos com incremento único; C - Dentes 14 e 15 com inserção incremental e 16 com incremento único.

5 DISCUSSÃO

No primeiro experimento desse trabalho, a resistência de união (RU), nanoinfiltração (NI) e grau de conversão (GC) de resinas compostas *bulk fill* foram avaliadas variando a técnica de inserção (incremental [INC] ou incremento único [UNI]). Supunha-se que o estresse gerado pela contração de polimerização poderia resultar em uma tensão na interface adesiva, afetando a integridade da adesão.

A técnica de inserção não afetou os valores de RU e NI dos materiais avaliados. Isto significa que estes materiais podem polimerizar bem até mesmo maiores profundidades, sem prejudicar a camada híbrida. O mecanismo que cada material *bulk fill* utiliza para obter boa polimerização em profundidade é diferente, porém todos são eficientes (Fronza et al.²⁵ 2015, Ilie et al.⁵² 2013, Li et al.⁵³ 2015, Par et al.⁵⁴ 2015, Papadogiannis et al.⁵⁵ 2015, Zorzin et al.⁵⁶ 2015) devido a performance similar em todos os testes avaliados, independentemente da técnica de inserção.

Resinas compostas *bulk fill* podem ser inseridas e polimerizadas em apenas um incremento de até 4 mm (Zorzin et al.⁵⁶ 2015; Finan et al.³¹ 2013). Eles não possuem um monômero particular na composição da matriz orgânica, portanto não constituem um grupo de materiais que diferem das resinas compostas convencionais, exceto para resina SureFil SDR (Dentsply) (Alshali et al.⁵⁷ 2015).

De um modo geral, os fabricantes das resinas compostas *bulk fill* melhoram a profundidade de polimerização com o uso de sistemas fotoiniciadores potentes juntamente com um aumento da translucidez (El-Safty et al.³⁰ 2012, Flury et al.²⁶ 2012, Ilie et al.⁵² 2013, Bucuta e Ilie⁵⁸ 2014) ou pela adição de moduladores de polimerização que compensam o estresse de contração inerente que ocorre durante a fotopolimerização.

A resina composta *bulk fill* do tipo *flow* Filtek Bulk Fill (3M ESPE) contém menor quantidade de carga (Li et al.⁵³ 2015). Quanto menor a quantidade de carga, maior é a translucidez do compósito (Lee⁵⁹ 2008), o que provavelmente desempenhou um papel importante na polimerização eficiente deste material.

Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) tem uma maior translucidez (Moszner et al.⁶⁰ 2008, Bucuta e Ilie⁵⁸ 2014), em relação as resinas convencionais e outras resinas bulk fill, o que pode desempenhar um papel fundamental na sua boa profundidade de polimerização (Benetti et al.⁶¹ 2015, Flury et al.²⁶ 2012, Jang et al.⁶² 2015, Zorzin et al.⁵⁶ 2015), reduzindo a dispersão da luz e melhorando sua profundidade de penetração (Ilie et al.⁵² 2013, Ilie e Stark⁶³ 2014). Contudo, este material possui um novo sistema iniciador patenteado pela empresa. Além do sistema iniciador de canforoquinona/amina tradicional, ele possui um "impulsionador do iniciador" (ivocerin), que é capaz de polimerizar o material em maior profundidade. Ivocerin é descrito como um sistema iniciador à base de germânio com uma atividade de fotopolimerização mais elevada do que o sistema de canforoquinona/amina, devido à sua maior absorção na região de comprimento de onda entre 400 e 450 nm e a capacidade de formar, pelo menos, dois radicais livres para iniciar a polimerização radical (Moszner et al.⁶⁰ 2008).

A eficiência de polimerização em maiores profundidades da resina SureFil SDR (Dentsply) é devido principalmente a sua alta translucidez, uma vez que é um material *flow* e tem uma porcentagem de carga relativamente baixa, o que melhora a transmissão de luz através do material (Li et al.⁵³ 2015, Papadogiannis et al.⁵⁵ 2015). Adicionalmente, de acordo com o perfil técnico do fabricante, um grupo especial de fotoativador foi incorporado no monômero metacrilado à base de uretano deste material, que é capaz de interagir com a canforoquinona, aumentando assim o processo de polimerização.

Poucos estudos avaliaram a influência da técnica de inserção na RU. Quando cavidades Classe I (2,5 – 5 mm de profundidade) (Chikawa et al.³⁶ 2006, Nayif et al.³⁷ 2008, Van Ende et al.³⁸ 2013) foram restauradas com resina composta convencional, a RU dos grupos com inserção em incremento único foram menores que os grupos com inserção incremental, mesmo quando uma resina mais translúcida foi utilizada (He et al.⁶⁴ 2007). Por outro lado, essa diferença na técnica de inserção não foi observada quando uma resina composta *bulk fill* (SureFil SDR) foi utilizada tanto em cavidade Classe I quanto em superfície plana de dentina (Van Ende et al.³⁸ 2013).

Embora não tenha sido encontrada diferença entre a técnica de inserção de um mesmo material, diferenças entre os materiais foram encontradas. Maior NI e menor GC foram observados para SureFil SDR quando comparada com as outras resinas *bulk fill*. A nanoinfiltração foi originalmente utilizada para descrever zonas de microporosidades abaixo ou dentro da camada híbrida, pois permitem que a infiltração do marcador aconteça, mesmo na ausência de falhas na interface (Sano et al.⁶⁵ 1995). Uma interface livre de nanoinfiltração não foi observado para nenhuma condição experimental, o que significa que pequenos defeitos estavam sempre presentes em todas as interfaces adesivas.

A nanoinfiltração pode ser resultado da eluição de monômeros residuais não reagidos presentes na camada híbrida (Hashimoto et al.⁶⁶ 2003, Hashimoto et al.⁶⁷ 2003), criando porosidades (Sano et al.⁶⁸ 1999), onde os íons de nitrato de prata podem infiltrar. De fato, isso também pode ser explicado pelos valores de GC observados no presente estudo. Dentre todos os materiais avaliados, o menor GC da interface adesiva foi obtido quando a resina SureFil SDR foi utilizada com o sistema adesivo XP Bond, o que pode ser explicado pela presença de mais monômeros resinosos não reagidos e uma consequente deposição ligeiramente maior de grãos de nitrato. Outra evidência disso foi observada em um estudo *in vitro* prévio da literatura, que dentre os adesivos testados, XP Bond apresentou maiores índices de absorção de água e solubilidade (Wambier et al.⁶⁹ 2014). Além disso, a eluição dos monômeros TEGDMA e HEMA do sistema adesivo XP Bond já foi relatada (Reichl et al.⁷⁰ 2012), o que tem um grande impacto na estabilidade estrutural da camada híbrida.

Porém, o presente estudo *in vitro* apresenta uma limitação. A adesão foi realizada em uma superfície plana de dentina, onde não há nenhum efeito dos limites cavitários na interface de união. Portanto, novos estudos devem ser conduzidos a fim de avaliar as propriedades adesivas em cavidades com alto fator-C para investigar se ambas as técnicas de inserção se comportariam igualmente bem.

No segundo experimento, com um ensaio clínico randomizado, pode-se observar que as restaurações inseridas em incremento único tiveram o mesmo risco absoluto e intensidade de sensibilidade pós-operatória que as inseridas tradicionalmente com incrementos de até 2 mm. Levando-se em consideração que

uma das características ideais de um material restaurador resinoso seria a possibilidade de polimerização eficaz em um único incremento, facilitando sua inserção, isto é um resultado bastante interessante (Ferracane et al.⁷¹ 2014). Isso pode ser atribuído a algumas propriedades singulares da resina *bulk fill* utilizada neste estudo, que é muito semelhante a resinas compostas convencionais inseridas de forma incremental, exceto pelo fato de atingir uma maior profundidade de polimerização (Benetti et al.⁶¹ 2015, Flury et al.²⁶ 2012, Jang et al.⁶² 2015, Zorzin et al.⁵⁶ 2015), como mencionado anteriormente.

Além disso, Tetric N-Ceram Bulk Fill polimerizada em incremento único apresenta valores de contração de polimerização (Benetti et al.⁶¹ 2005, El-Damanhoury e Platt⁷² 2013, Kim et al.⁷³ 2015, Zorzin et al.⁵⁶ 2015, Jang et al.⁶² 2015) e tensão de contração (El-Damanhoury e Platt⁷² 2013, Kim et al.⁷³ 2015, Zorzin et al.⁵⁶ 2015) mais próximos das resinas compostas convencionais fotopolimerizadas em incrementos. O aumento do teor de partículas inorgânicas pode, até um certo ponto, reduzir o contração de polimerização, aumentando a relação carga-monômero (Braga et al.⁷⁴ 2005, Kleverlaan e Feilzer¹⁷ 2005), mas a presença de partículas de carga pré-polimerizadas também pode contribuir para a menor contração de polimerização deste material (Blackham et al.⁷⁵ 2009). Isto também explica porque a formação de fendas marginais e integridade marginal das resinas compostas *bulk fill* ter sido similar às resinas compostas convencionais (Benetti et al.⁶¹ 2015, Al-Harbi et al.⁷⁶ 2015).

Isso foi recentemente confirmado por Heintze et al.⁷⁷ (2015). Em um estudo *in vitro*, os autores avaliaram a integridade marginal de restaurações realizadas com Tetric N-Ceram Bulk Fill (4 mm) ou com Tetric EvoCeram (três incrementos) em cavidades Classe II em molares. A avaliação microscópica mostrou que não houve diferença em termos de integridade marginal quando a técnica incremental foi comparada com a de incremento único (Heintze et al.⁷⁷ 2015).

Na inserção em incremento único, a quantidade de material inserido é maior, portanto, uma maior sensibilidade pós operatória era esperada. Porém, estudos *in vitro* demonstram que contração de polimerização e as tensões residuais geradas a partir da contração das resinas compostas *bulk fill* é semelhante as resinas compostas incrementais (El-Damanhoury e Platt⁷² 2013, Kim et al.⁷³ 2015,

Zorzin et al.⁵⁶ 2015, Jang et al.⁶² 2015), o que explica riscos de sensibilidade pós-operatória similares neste estudo para as duas técnicas de inserção.

Até o presente momento, poucos ensaios clínicos avaliaram a sensibilidade pós-operatória de restaurações com resinas compostas *bulk fill* em dentes posteriores (Van Dijken e Pallesen⁷⁸ 2015, Van Dijken e Pallesen⁷⁹ 2014, Manhart et al.⁸⁰ 2008, Manhart et al.⁸¹ 2009, Manhart et al.⁸² 2010). Uma limitação desses estudos anteriores é que eles não relatam a profundidade das cavidades incluídas, o que é de suma importância para realmente avaliar o desempenho das resinas *bulk fill*. Van Dijken e Pallesen^{78, 79} 2015 e 2014, comparou o uso de uma resina composta *bulk fill flow* como camada de forramento, em incremento único, seguido de preenchimento da cavidade com resina composta de forma incremental (grupo experimental) com uma resina composta convencional inserida de forma incremental (grupo controle). Da mesma forma que no presente estudo, não houve diferença significativa entre a sensibilidade pós-operatória entre as duas técnicas avaliadas (Van Dijken e Pallesen^{78,79} 2015, 2014). Outro estudo clínico (Manhart et al.⁸⁰⁻⁸² 2008, 2009, 2010), comparou um único incremento de resina *bulk fill* (QuixFil, Dentsply, Milford, DE, EUA) com uma resina convencional (Tetric Ceram, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) inserida de modo incremental em restaurações posteriores. Na avaliação inicial, nenhum dos pacientes apresentou sensibilidade pós operatória para nenhum dos grupos e após 4 anos de acompanhamento, 5,4% dos pacientes apresentaram sensibilidade para o grupo experimental, sendo 2,7% com escore Delta no Critério USPHS (United States Public Health Service). No entanto, a sensibilidade pós-operatória imediata foi avaliada após 14 dias (baseline), o que impede a comparação com os resultados do presente estudo.

O risco absoluto de sensibilidade pós-operatória do presente estudo foi maior do que o observado em uma recente revisão sistemática em classe II de dentes posteriores (Heintze et al.⁸³ 2012). No entanto, nesta revisão, os dados de restaurações de diferentes estudos foram reunidos e o efeito de profundidade da cavidade não foi levado em consideração. Existem poucos estudos que compararam a sensibilidade pós-operatória em cavidades posterior de acordo com o tamanho (profundidade e largura) e relataram riscos de sensibilidade pós-operatória que variam de 25% a 40%, o que é semelhante aos observados neste estudo (Unemori et al.⁴⁷ 2001, Briso et al.⁴⁸ 2007, Wegehaupt et al.⁴⁹ 2009, Berkowitz et al.⁸⁴ 2013).

De acordo com os resultados do presente estudo, a profundidade da cavidade não influencia na sensibilidade pós-operatória. Como o desfecho primário deste estudo foi avaliar a sensibilidade pós-operatória de dentes posteriores restaurados com resinas *bulk fill* variando a técnica de inserção do material (incremental vs. incremento único), apenas pacientes com cavidades de no mínimo 3 mm foram incluídos na amostra. Assim, a maioria das cavidades restauradas tinham uma profundidade variando de 3 a 5 mm, o que seria, provavelmente, o motivo da similaridade de resultados.

No entanto, uma visão mais aprofundada dos estudos que avaliaram a relação entre o tamanho da cavidade e sensibilidade pós-operatória mostra resultados controversos (Akpata et al.⁸⁵ 2001, Unemori et al.⁴⁷ 2001, Akpata et al.⁸⁶ 2006, Wegehaupt et al.⁴⁹ 2009, Auschill et al.⁸⁷ 2009). Provavelmente, isto está relacionado com a classificação arbitrária da profundidade da cavidade, que geralmente é baseada na experiência do operador (Unemori et al.⁴⁷ 2001), assim como há falta de diretrizes rígidas para a definição do que é uma cavidade profunda e rasa (Weiner et al.⁸⁸ 2003).

Por outro lado, o número de superfícies restauradas tem um impacto significativo na sensibilidade pós-operatória e este achado está de acordo com estudos anteriores (Akpata et al.⁸⁵ 2001, Hayashi e Wilson⁸⁹ 2003, Akpata et al.⁸⁶ 2006, Auschill et al.⁸⁷ 2009, Agbaje et al.⁹⁰ 2010, Ivanovic et al.⁹¹ 2013, Berkowitz et al.⁸⁴ 2013). O aumento da destruição da estrutura dental (Briso et al.⁴⁸ 2009), bem como as dificuldades dos clínicos para restaurarem preparos extensos (Hayashi e Wilson⁸⁹ 2003) podem ser as razões para maior sensibilidade pós operatória quando a cavidade envolve mais do que duas faces.

Após uma semana, o risco de sensibilidade pós-operatória foi muito baixo, conforme previamente demonstrado por outros estudos clínicos (Heintze et al.⁸³ 2012), indicando que a sensibilidade pós-operatória gerada imediatamente após a colocação da restauração parece ser transitória, assim como demonstrado anteriormente por estudos histológicos em cavidades profundas (Murray et al.⁹² 2003, Murray et al.⁹³ 2003). A sensibilidade pós-operatória imediata pode ser o resultado de um leve traumatismo produzido pela broca durante o preparo cavitário da dentina, ou ainda relacionada com a polimerização do material.

No presente estudo, apenas a sensibilidade pós operatória espontânea foi mensurada. Isso está de acordo com uma recente revisão sistemática e meta-análise que compara o tipo de estratégia adesiva com o risco e a intensidade da sensibilidade pós-operatória em restaurações de dentes posteriores (Reis et al.⁹⁴ 2015). Neste estudo mencionado, em aproximadamente 50% dos estudos incluídos na meta-análise, os pesquisadores avaliaram a sensibilidade pós-operatória questionando seus pacientes se tiveram ou não sensibilidade pós-operatória espontânea em um determinado período de tempo (Reis et al.⁹⁴ 2015). Embora o uso de um estímulo para avaliar o risco de sensibilidade pós-operatória e sua intensidade tem sido utilizado em alguns estudos (Perdigão et al.⁹⁵ 2004, Casselli et al.⁹⁶ 2006, Bottenberg et al.⁹⁷ 2009), essas abordagens são especialmente importantes para avaliar a vitalidade pulpar ao invés da sensibilidade pós-operatória.

Há uma crença generalizada entre os clínicos que os sistemas adesivos autocondicionantes reduzem o risco de sensibilidade pós-operatória, pois não removem a *smear layer*, mas a incorporam na camada híbrida, tornando a técnica menos sensível (Frankenberger et al.⁹⁸ 2000). Embora haja uma plausibilidade biológica por trás desta crença, com alguns estudos clínicos chegando a essa conclusão (Opdam et al.⁹⁹ 1998, Unemori et al.⁴⁷ 2001), a percepção de que os adesivos autocondicionantes causam menor sensibilidade pós-operatória do que os sistemas adesivos convencionais parece ser mais uma falácia do que uma descoberta baseada em evidência (Perdigão e Swift¹⁰⁰ 2013), uma vez que outros ensaios clínicos não suportam esta tendência (Perdigão et al.⁹⁵ 2004, Burrow et al.¹⁰¹ 2009). De fato, os resultados do presente estudo estão de acordo com recente revisão sistemática e meta-análise da literatura (Reis et al.⁹⁴ 2015). Esta revisão sistemática concluiu que o tipo de estratégia de adesão utilizada em restaurações de resina composta em dentes posteriores não influencia o risco e a intensidade da sensibilidade pós-operatória (Reis et al.⁹⁴ 2015), imediatamente após o procedimento restaurador.

Como o estudo foi realizado em um ambiente universitário, apresenta algumas limitações, uma vez que as restaurações foram realizadas dentro de condições ideais para ficarem o mais próximo da perfeição possível. Todos os operadores eram experientes e calibrados, com profundo conhecimento sobre as

técnicas e materiais utilizados, além de não terem limitações quanto ao tempo de preparo. Além disso, o controle da umidade foi realizado com isolamento absoluto em todas as restaurações, evitando assim a contaminação do campo operatório. O ambiente universitário é mais apropriado para determinar o desempenho ideal de um material, enquanto que um estudo baseado na prática clínica investiga o real desempenho de um material. Portanto, mais estudos clínicos baseados na prática clínica devem ser conduzidos.

Do ponto de vista técnico, as resinas compostas *bulk fill* apresentam algumas vantagens em relação as convencionais, dentre elas a facilidade de inserção e de escultura e, principalmente, considerável redução do tempo clínico, uma vez que podem ser inseridas em apenas um incremento de 4 mm e fotoativadas por menor tempo sem comprometer as propriedades do material, diminuindo a sensibilidade da técnica. Porém possuem desvantagens relacionadas à estética: pouca variedade de cores disponíveis e alta translucidez, que podem facilmente serem minimizadas variando técnicas de inserção e fazendo associação com resinas compostas convencionais (Hirata et al.¹⁰² 2015).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica de inserção das resinas compostas *bulk fill* não afetou as propriedades adesivas dos materiais utilizados no presente estudo. Clinicamente, o risco de sensibilidade pós-operatória imediata não foi afetado pela estratégia de adesão (convencional / autocondicionante) e nem pela técnica de inserção (incremental / incremento único).

REFERÊNCIAS*

1. Sunnegårdh-Grönberg K, Van Dijken JWV, Funegårdh U, Lindberg A, Nilsson M. Selection of dental materials and longevity of replaced restorations in Public Dental Health clinics in northern Sweden. *J Dent*. 2009 Sep;37(9):673-8.
2. Mackert JR, Mahl MJ. Are there acceptable alternatives to amalgam? *J Calif Dent Assoc*. 2004 Jul;32(7):601-10.
3. Fernandes RMRP. Resina composta vs amálgama de prata em restaurações de dentes posteriores. 2014. Dissertação (Mestrado em Medicina Dentária) – Universidade Fernando Pessoa – Porto, 2014.
4. Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J Dent*. 1997 Nov;25(6):435-40.
5. Braga RR, Ferracane JL. Alternatives in polymerization contraction stress management. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2004 Jun;15(3):176-84.
6. Ferracane JL. Placing dental composites – a stressful experience. *Oper Dent*. 2008 May-Jun;33(3):247-57.
7. Ruttermann S, Dluzheveskaya I, Grossteinbeck C, Raab WH, Janda R. Impact of replacing Bis-GMA and TEGDMA by other commercially available monomers on the properties of resin-based composites. *Dent Mater*. 2010 Apr;26(4):353-9.
8. Oliveira KM, Consani S, Gonçalves LS, Brandt WC, Ccahuana-Vásquez RA. Photoelastic evaluation of the effect of composite formulation on polymerization shrinkage stress. *Braz Oral Res*. 2012 May-Jun;26(3):202-8.
9. Stansbury JW, Trujillo-lemon M, Lu H, Ding X, Li Y, Ge J. Conversion-dependent shrinkage and strain in dental resins and composites. *Dent Mater*. 2005 Jan;21(1):56-67.
10. Kwon Y, Ferracane J, 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.
11. Heymann HO, Swift EJ, Ritter AV. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry*. Elsevier: St. Louis, 2013.
12. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res*. 1987 Nov;66(11):1636-9.

* De acordo com a norma do Programa de Pós-graduação em Odontologia Stricto-sensu da UEPG, baseada no modelo Vancouver. Abreviaturas dos periódicos em conformidade com o *Pubmed*.

13. 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.
14. Giachetti L, Scaminaci Russo D, Bambi C, Grandini R. A review of polymerization shrinkage stress: current techniques for posterior direct resin restorations. *J Contemp Dent Pract*. 2006 Sep;7(4):79-88.
15. Alomari Q, Ajlouni R, Omar R. Managing the polymerization shrinkage of resin composite restorations: a review. *SADJ*. 2007 Feb;62(1):12, 14, 16.
16. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent*. 1996 Jan-Feb;21(1):17-24.
17. Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites. *Dent Mater*. 2005 Dec;21(12):1150-7.
18. Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC, Burke FJ. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite resin cured in bulk or in increments. *J Dent*. 2003 Aug;31(6):437-44.
19. Lazarchik DA, Hammond BD, Sikes CL, Looney SW, Rueggeberg FA. Hardness comparison of bulk-filled/transtooth and incremental-filled/occlusally irradiated composite resins. *J Prosthet Dent*. 2007 Aug;98(2):129-40.
20. Christensen GJ. Advantages and challenges of bulk-fill resins. *Clinicians Report*. 2012;5(1):1-2.
21. Jackson RD. New posterior composite materials improving placement efficiency. *Compend Contin Educ Dent*. 2012 Apr;33(4):292-3.
22. Walter R. Critical appraisal: bulk-fill flowable composite resins. *J Esthet Restor Dent*. 2013 Feb;25(1):72-6.
23. Alshali RZ, Silikas N, Satterthwaite JD. Degree of conversion of bulk-fill compared to conventional resin-composites at two time intervals. *Dent Mater*. 2013 Sep; 29(9):e213-7.
24. Abed YA, Sabry HA, Alrobeigy NA. Degree of conversion and surface hardness of bulk-fill composite versus incremental-fill composite. *Tanta Dent J*. 2015 Mar;12:71-80.
25. Fronza BM, Rueggeberg FA, Braga RR, Mogilevych B, Soares LE, Martin AA, Ambrosano G, Giannini M. Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dent Mater*. 2015 Nov 19. [Epub ahead of print].

26. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Husler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: Is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dent Mater.* 2012 May;28(5):521-8.
27. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig.* 2013 Jan;17(1):227-35.
28. Alshali RZ, Salim NA, Sung R, Satterthwaite JD, Silikas N. Analysis of long-term monomer elution from bulk-fill and conventional resin-composites using high performance liquid chromatography. *Dent Mater.* 2015 Nov;31:1587-98.
29. Cebe MA, Cebe F, Cengiz MF, Cetin AR, Arpag OF, Ozturk B. Elution of monomer from different bulk fill dental composite resins. *Dent Mater.* 2015 Jul;31(7):e141-9.
30. El-Safty S, Silikas N, Watts DC. Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dent Mater.* 2012 Aug;28(8):928-35.
31. Finan L, Palin WM, Moskwa N, McGinley EL, Fleming GJ. The influence of irradiation potential on the degree of conversion and mechanical properties of two bulk-fill flowable RBC base materials. *Dent Mater.* 2013 Aug;29(8):906-12.
32. Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dent Mater.* 2014 Feb;30(2):149-54.
33. 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.
34. Francis AV, Braxton AD, Ahmad W, Tantbirojn D, Simon JF, Versluis A. Cuspal flexure and extent of cure of a bulk-fill flowable base composite. *Oper Dent.* 2015 Sep-Oct;40(5):515-23.
35. Furness A, Tadros MY, Looney SW, Rueggeberg FA. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J Dent.* 2014 Apr;42(4):439-49.
36. Chikawa H, Inai N, Cho E, Kishikawa R, Otsuki M, Foxton RM, Tagami J. Effect of incremental filling technique on adhesion of light-cured resin composite to cavity floor. *Dent Mater J.* 2006 Sep;25(3):503-8.
37. Nayif MM, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Bond strength and ultimate tensile strength of resin composite filled into dentine cavity; effect of bulk and incremental filling technique. *J Dent.* 2008 Mar;36(3):228-34.

38. 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 Mar;29(3):269-77.
39. 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.
40. Loguercio AD, Reis A, Ballester RY. Polymerization shrinkage: effects of constraint and filling technique in composite restorations. *Dent Mater*. 2004 Mar;20(3):236-43.
41. Loguercio AD, Reis A, Schroeder M, Balducci I, Versluis A, Ballester RY. Polymerization shrinkage: effects of boundary conditions and filling technique of resin composite restorations. *J Dent*. 2004 Aug;32(6):459-70.
42. Blanchard P, Wong Y, Matthews AG, Vena D, Craig RG, Curro FA, Thompson VP. Restoration variables and postoperative hypersensitivity in Class I restorations: PEARL Network findings. Part 2. *Compend Contin Educ Dent*. 2013 Apr;34(4):e62-8.
43. Tay FR, Pashley DH, Yoshiyama M. Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res*. 2002 Jul;81(7):472-6.
44. Reis A, Grande RH, Oliveira GM, Lopes GC, Loguercio AD. A 2-year evaluation of moisture on microtensile bond strength and nanoleakage. *Dent Mater*. 2007 Jul;23(7):862-70.
45. Montgomery DC. Design and analysis of experiments. 5th ed. New York: John Wiley & Sons; 1991.
46. Schulz KF, Altman DG, Moher D, CONSORT Group. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *Int J Surg*. 2011;9(8):672-7.
47. Unemori M, Matsuya Y, Akashi A, Goto Y, Akamine A. Composite resin restoration and postoperative sensitivity: clinical follow-up in an undergraduate program. *J Dent*. 2001 Jan;29(1):7-13.
48. Briso AL, Mestreneur SR, Delício G, Sundfeld RH, Bedran-Russo AK, de Alexandre RS, Ambrosano GM. Clinical assessment of postoperative sensitivity in posterior composite restorations. *Oper Dent*. 2007 Sep-Oct;32(5):421-6.
49. Wegehaupt F, Betke H, Solloch N, Musch U, Wiegand A, Attin T. Influence of cavity lining and remaining dentin thickness on the occurrence of postoperative hypersensitivity of composite restorations. *J Adhes Dent*. 2009 Apr;11(2):137-41.

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 studies of dental restoratives materials. Science committee project 2/98 – FDI world dental federation study design (Part I) and criteria for evaluation (Part II) of direct and indirect restoration including onlays and partial crowns. *J Adhes Dent*. 2007; 9 Suppl 19:121-47.
51. Hickel R, Peschke A, Tyas M, Mjör I, Bayne S, Peters M, Hiller KA, Randall R, Vanherle G, Heintze SD. FDI World dental federation – clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations. Update and clinical examples. *J Adhes Dent*. 2010 Aug;12(4):259-72.
52. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent*. 2013 Nov-Dec;38(6):618-25.
53. Li X, Pongprueksa P, Van Meerbeek B, De Munck J. Curing profile of bulk-fill resin-based composites. *J Dent*. 2015 Jun;43(6):664-72.
54. Par M, Gamulin O, Marovic D, Klaric E, Tarle Z. Raman spectroscopic assessment of degree of conversion of bulk-fill resin composites--changes at 24 hours post cure. *Oper Dent*. 2015 May-Jun;40(3):E92-101.
55. Papadogiannis D, Tolidis K, Gerasimou P, Lakes R, Papadogiannis Y. Viscoelastic properties, creep behavior and degree of conversion of bulk fill composite resins. *Dent Mater*. 2015 Dec;31(12):1533-41.
56. Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U, Petschelt A, Taschner M. Bulk-fill resin composites: polymerization properties and extended light curing. *Dent Mater*. 2015 Mar;31(3):293-301.
57. Alshali RZ, Salim NA, Sung R, Satterthwaite JD, Silikas N. Qualitative and quantitative characterization of monomers of uncured bulk-fill and conventional resin-composites using liquid chromatography/mass spectrometry. *Dent Mater*. 2015 Jun;31(6):711-20.
58. Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Investig*. 2014 Nov;18(8):1991-2000.
59. Lee YK. Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. *Dent Mater*. 2008 Sep;24(9):1243-7.
60. Moszner N, Fischer UK, Ganster B, Liska R, Rheinberger V. Benzoyl germanium derivatives as novel visible light photoinitiators for dental materials. *Dent Mater*. 2008 Jul;24(7):901-7.

61. Benetti AR, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen MK, Pallesen U. Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Oper Dent*. 2015 Mar-Apr;40(2):190-200.
62. Jang JH, Park SH, Hwang IN. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk-fill resin composites and highly filled flowable resin. *Oper Dent*. 2015 Mar-Apr;40(2):172-80.
63. Ilie N, Stark K. Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites. *J Dent*. 2014 Aug;42(8):977-85.
64. He Z, Shimada Y, Tagami J. The effects of cavity size and incremental technique on micro-tensile bond strength of resin composite in Class I cavities. *Dent Mater*. 2007 May;23(5):533-8.
65. Sano H, Yoshiyama M, Ebisu S, Burrow MF, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH. Comparative SEM and TEM observations of nanoleakage within the hybrid layer. *Oper Dent*. 1995 Jul-Aug;20(4):160-7.
66. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. In vitro degradation of resin-dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. *Biomaterials*. 2003 Sep;24(21):3795-803.
67. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. Degradation patterns of different adhesives and bonding procedures. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2003 Jul 15;66(1):324-30.
68. Sano H, Yoshikawa T, Pereira PN, Kanemura N, Morigami M, Tagami J, Pashley DH. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. *J Dent Res*. 1999 Apr;78(4):906-11.
69. Wambier L, Malaquias T, Wambier DS, Patzlaff RT, Bauer J, Loguercio AD, Reis A. Effects of prolonged light exposure times on water sorption, solubility and cross-linking density of simplified etch-and-rinse adhesives. *J Adhes Dent*. 2014 Jun;16(3):229-34.
70. Reichl FX, Löhle J, Seiss M, Furche S, Shehata MM, Hickel R, Müller M, Dränert M, Durner J. Elution of TEGDMA and HEMA from polymerized resin-based bonding systems. *Dent Mater*. 2012 Nov;28(11):1120-5.
71. Ferracane JL, Alex G, Margeas R. Are bulk-fill composites a good idea? *Inside Dentistry* October 2014, Volume 10, Issue 10.
72. El-Damanhoury H, Platt J. Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Oper Dent*. 2014 Jul-Aug;39(4):374-82.

73. Kim RJ, Kim YJ, Choi NS, Lee IB. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *J Dent*. 2015 Apr;43(4):430-9.
74. Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dent Mater*. 2005 Oct;21(10):962-70.
75. Blackham JT, Vandewalle KS, Lien W. Properties of hybrid resin composite systems containing prepolymerized filler particles. *Oper Dent*. 2009 Nov-Dec;34(6):697-702.
76. Al-Harbi F, Kaisarly D, Bader D, El Gezawi M. Marginal integrity of bulk versus incremental fill class II composite restorations. *Oper Dent*. 2015 Aug;40(6):622-35.
77. Heintze SD, Monreal D, Peschke A. Marginal quality of class II composite restorations placed in bulk compared to an incremental technique: evaluation with SEM and stereomicroscope. *J Adhes Dent*. 2015 Apr;17(2):147-54.
78. Van Dijken JW, Pallesen U. Randomized 3-year clinical evaluation of Class I and II posterior resin restorations placed with a bulk-fill resin composite and a one-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent*. 2015 Feb;17(1):81-8.
79. Van Dijken JW, Pallesen U. A randomized controlled three year evaluation of "bulk-filled" posterior resin restorations based on stress decreasing resin technology. *Dent Mater*. 2014 Sep;30(9):e245-51.
80. Manhart J, Chen HY, Hickel R. Clinical evaluation of the posterior composite Quixfil in class I and II cavities: 4-year follow-up of a randomized controlled trial. *J Adhes Dent*. 2010 Jun;12(3):237-43.
81. Manhart J, Chen HY, Hickel R. Three-year results of a randomized controlled clinical trial of the posterior composite QuiXfil in class I and II cavities. *Clin Oral Investig*. 2009 Sep;13(3):301-7.
82. Manhart J, Chen HY, Neuerer P, Thiele L, Jaensch B, Hickel R. Clinical performance of the posterior composite QuiXfil after 3, 6, and 18 months in Class 1 and 2 cavities. *Quintessence Int*. 2008 Oct;39(9):757-65.
83. Heintze SD, Rousson V. Clinical effectiveness of direct Class II restorations - A meta-analysis. *J Adhes Dent*. 2012 Aug;14(5):407-31.
84. Berkowitz G, Spielman H, Matthews A, Vena D, Craig R, Curro F, Thompson V. Postoperative hypersensitivity and its relationship to preparation variables in Class I resin-based composite restorations: findings from the practitioners engaged in applied research and learning (PEARL) Network. Part 1. *Compend Contin Educ Dent*. 2013 Mar;34(3):e44-52.

85. Akpata ES, Sadiq W. Post-operative sensitivity in glass-ionomer versus adhesive resin-lined posterior composites. *Am J Dent*. 2001 Feb;14(1):34-8.
86. Akpata ES, Behbehani J. Effect of bonding systems on post-operative sensitivity from posterior composites. *Am J Dent*. 2006 Jun;19(3):151-4.
87. Auschill TM, Koch CA, Wolkewitz M, Hellwig E, Arweiler NB. Occurrence and causing stimuli of postoperative sensitivity in composite restorations. *Oper Dent*. 2009 Jan-Feb;34(1):3-10.
88. Weiner RS, Weiner LK, Kugel G. Teaching the use of bases and liners: a survey of North American dental schools. *J Am Dent Assoc*. 1996 Nov;127(11):1640-5.
89. Hayashi M, Wilson NH. Failure risk of posterior composites with post-operative sensitivity. *Oper Dent*. 2003 Nov-Dec;28(6):681-8.
90. Agbaje LO, Shaba OP, Adegbulugbe IC. Evaluation of post-operative sensitivity and secondary caries in posterior composite restorations: a 12 month study. *Niger J Clin Pract*. 2010 Dec;13(4):441-4.
91. Ivanović V, Savić-Stanković T, Karadžić B, Ilić J, Santini A, Beljić-Ivanović K. Postoperative sensitivity associated with low shrinkage versus conventional composites. *Srp Arh Celok Lek*. 2013 Jul-Aug;141(7-8):447-53.
92. Murray PE, Windsor LJ, Hafez AA, Stevenson RG, Cox CF. Comparison of pulp responses to resin composites. *Oper Dent*. 2003 May-Jun;28(3):242-50.
93. Murray PE, Smith AJ, Windsor LJ, Mjör IA. Remaining dentine thickness and human pulp responses. *Int Endod J*. 2003 Jan;36(1):33-43.
94. Reis A, Loguercio AD, Schroeder M, Luque-Martinez I, Masterson D, Cople Maia L. Does the adhesive strategy influence the post-operative sensitivity in adult patients with posterior resin composite restorations?: A systematic review and meta-analysis. *Dent Mater*. 2015 Sep;31(9):1052-67.
95. Perdigão J, Anauate-Netto C, Carmo AR, Hodges JS, Cordeiro HJ, Lewgoy HR, Dutra-Correa M, Castilhos N, Amore R. The effect of adhesive and flowable composite on postoperative sensitivity: 2-week results. *Quintessence Int*. 2004 Nov-Dec;35(10):777-84.
96. Casselli DS, Martins LR. Postoperative sensitivity in Class I composite resin restorations in vivo. *J Adhes Dent*. 2006 Feb;8(1):53-8.
97. Bottenberg P, Jacquet W, Alaerts M, Keulemans F. A prospective randomized clinical trial of one Bis-GMA-based and two ormocer-based composite restorative systems in class II cavities: five-year results. *J Dent*. 2009 Mar;37(3):198-203.

98. Frankenberger R, Krämer N, Petschelt A. Technique sensitivity of dentin bonding: effect of application mistakes on bond strength and marginal adaptation. *Oper Dent*. 2000 Jul-Aug;25(4):324-30.
99. Opdam NJ, Feilzer AJ, Roeters JJ, Smale I. Class I occlusal composite resin restorations: in vivo post-operative sensitivity, wall adaptation, and microleakage. *Am J Dent*. 1998 Oct;11(5):229-34.
100. Perdigão J, Swift Jr EJ. Critical appraisal: post-op sensitivity with direct composite restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2013 Aug;25(4):284-8.
101. Burrow MF, Banomyong D, Harnirattisai C, Messer HH. Effect of glass-ionomer cement lining on postoperative sensitivity in occlusal cavities restored with resin composite - a randomized clinical trial. *Oper Dent*. 2009 Nov-Dec;34(6):648-55.
102. Hirata R, Kabbach W, de Andrade OS, Bonfante EA, Giannini M, Coelho PG. Bulk Fill Composites: An Anatomic Sculpting Technique. *J Esthet Restor Dent*. 2015 Nov;27(6):335-43.

APÊNDICE A
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Avaliação clínica do Tetric N-Ceram Bulk Fill em dentes posteriores.

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)
Doutorado em Odontologia – Área de Concentração Dentística Restauradora

Você está sendo convidado(a) a participar de um projeto de pesquisa que está sendo feito com a aprovação do comitê de ética. As informações seguintes têm por objetivo lhe dar condições para que você tome a decisão de participar deste estudo conscientemente.

1. Este estudo irá avaliar restaurações (obturações) de resina composta (da cor do dente) em seus dentes de duas diferentes formas: Caso 1: colocação do material em várias porções; Caso 2: colocação do material em apenas uma camada (de uma vez só). Todas as restaurações (obturações) serão realizadas seguindo as recomendações do fabricante. Os materiais são similares aos utilizados pelos dentistas de uma forma geral. Infelizmente não se sabe qual das duas formas de inserção é a melhor, sendo este o motivo da presente pesquisa.
2. Suas consultas para tratamento demorarão aproximadamente 1 a 2 horas (cada dois dentes). Após 6, 1, 3 e 5 anos do início de seu tratamento, ou seja, da colocação de sua(s) restauração(ões) você será chamado(a) para um novo exame. Cada consulta para reavaliação demorará aproximadamente 15 a 30 minutos. Não haverá nenhum custo para você por estas consultas de confecção da(s) restauração (ões) e por estas consultas de reavaliação.
3. Se seu(s) dente(s) se tornar (em) sensível (is) e necessite(m) outros tratamentos dentais, a restauração (obturação) será refeita, sem custos (serão cobertos pelo estudo).
4. Você será diretamente beneficiado (a) por participar deste estudo pelo fato de ter seus dentes restaurados (obturados). Se você retornar em suas consultas de reavaliação, as restaurações serão feitas sem custo algum.
5. Todas as anotações relativas ao seu dente e à sua pessoa serão mantidas confidenciais. Você não será identificado(a) em nenhum relatório ou publicação.
6. Restaurações que não cumprirem com os requisitos, independente do tempo de avaliação deste estudo serão refeitas sem custo algum. Todos os esforços serão feitos no intuito de corrigir tais consequências.
7. Você pode sair deste projeto de pesquisa a qualquer hora. A saída não afetará sua oportunidade de obter tratamento na Faculdade de Odontologia ou qualquer outro benefício que você possa receber.
8. Questões sobre o projeto e sua participação nele devem serão respondidas pela Dra. Thays Regina Ferreira da Costa (Telefone para contato: 042 – 9928-2800), pela Dra. Bruna Fortes Bittencour (Telefone pra contato: (042) 9924-4444 e/ou com os Professores Orientadores Alessandra Reis e Alessandro Loguercio (Telefone para contato: 042 – 3227-7898).
9. Este projeto passou por um processo de aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa a nível nacional. Se você tiver qualquer dúvida, poderá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa da UEPG pelo telefone 042 – 3220-3108 e/ou pelo site da UEPG (www.uepg.br).

Tendo lido esta declaração, Eu concordo em participar deste projeto de pesquisa clínica na UEPG.

Assinatura do Paciente

Data

Assinatura do Pesquisador

Data

APÊNDICE B
DIÁRIO DE SENSIBILIDADE

NOME:

DATA DO PROCEDIMENTO:

Presença sensibilidade: () Não

() Sim

Data/Horário: _____

DATA	SENSIBILIDADE				
	0 NENHUMA	1 LEVE	2 MODERADA	3 CONSIDERAVEL	4 SEVERA
1º DIA					
2º DIA					
3º DIA					
4º DIA					
5º DIA					
6º DIA					
7º DIA					

<u>GRAU DE SENSIBILIDADE 0-100</u>	
__ Sessão – Horário: ____:____	
Imediatamente	
1º dia	
2º dia	
3º dia	
4º dia	
5º dia	
6º dia	
7º dia	

Motivo da dor: _____

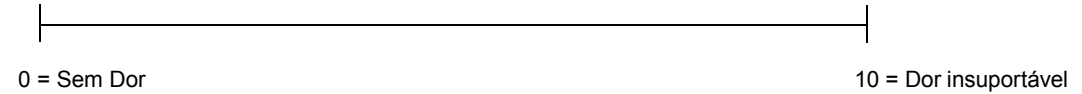
Marque com uma linha vertical no lugar que você considera o nível de sensibilidade:

Imediatamente



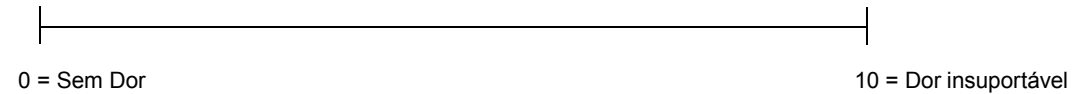
Marque com uma linha vertical no lugar que você considera o nível de sensibilidade:

1º Dia



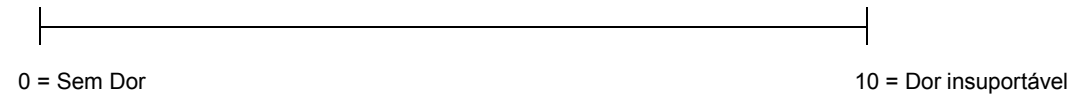
Marque com uma linha vertical no lugar que você considera o nível de sensibilidade:

2º Dia



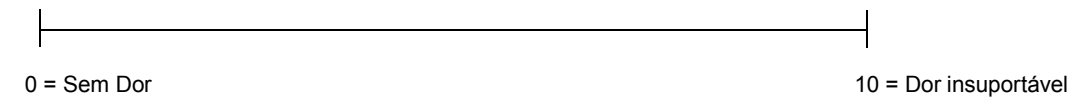
Marque com uma linha vertical no lugar que você considera o nível de sensibilidade:

3º Dia



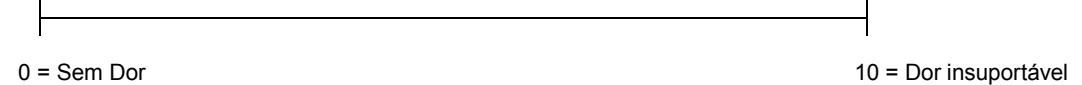
Marque com uma linha vertical no lugar que você considera o nível de sensibilidade:

4º Dia



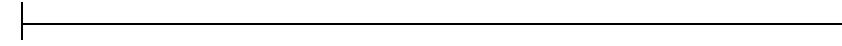
Marque com uma linha vertical no lugar que você considera o nível de sensibilidade:

5º Dia



Marque com uma linha vertical no lugar que você considera o nível de sensibilidade:

6º Dia

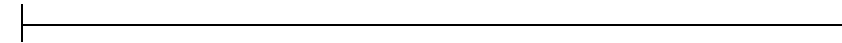


0 = Sem Dor

10 = Dor insuportável

Marque com uma linha vertical no lugar que você considera o nível de sensibilidade:

7º Dia



0 = Sem Dor

10 = Dor insuportável

ANEXO A

APROVAÇÃO DO PROJETO PELA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GRSSA COEP UEPG

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA - UEPG



PROJETO DE PESQUISA

Título: Investigação laboratorial e clínica de uma técnica de inserção de uma resina composta em dentes posteriores

Área Temática:

Área 5. Novos procedimentos ainda não consagrados na literatura.

Versão: 1

CAAE: 08220812.6.0000.0105

Pesquisador: Loguercio

Instituição: Universidade Estadual de Ponta Grossa

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 109.846

Data da Relatoria: 27/09/2012

Apresentação do Projeto:

Investigação laboratorial e clínica de uma técnica de inserção de uma resina composta em dentes posteriores.

Objetivo da Pesquisa:

Comparar a resistência de união à microtração entre resina-dentina de Tetric N-Ceram Bulk Fill inserida em bulk ou em incrementos associado a duas diferentes estratégias de adesão e; Comparar a resistência de união à microtração entre resina-dentina de Tetric N-Ceram Bulk Fill + Tetric N Bond SE a produtos disponíveis no mercado. Conduzir um ensaio clínico randomizado de 5 anos de acompanhamento, controlado, prospectivo e de equivalência, em uma comparação intra-individual, para avaliar o desempenho clínico da nova resina composta Tetric N-Ceram Bulk Fill inserida em único incremento (de até 4 mm) com mesma inserida de forma incremental.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Os pacientes participantes poderão apresentar insatisfações quanto à estética das restaurações, ou mesmo perda das mesmas. Em casos raros poderão apresentar também sensibilidade pós-operatória. Há mínimos riscos de contaminação cruzada. Todos os riscos mencionados são mínimos e passíveis de prevenção e resolução. De acordo com os riscos mencionados anteriormente, todas as medidas cabíveis serão de responsabilidade

por parte dos pesquisadores. Serão realizadas trocas das restaurações quando o paciente estiver insatisfeito quanto a cor ou no caso de perda prematura ou fratura das mesmas. Serão tratados os pacientes que eventualmente apresentarem sensibilidade pós-operatória. Com relação aos riscos inerentes a contaminação, todos os instrumentais utilizados serão previamente esterilizados e toda a equipe responsável pelo estudo estarão

utilizando EPI (Equipamento de Proteção Individual: jaleco, gorro, máscara e luvas descartáveis) completo. A clínica e os equipamentos utilizados serão desinfetados regularmente.

Benefícios: Desenvolvimento de uma nova técnica de inserção de resina composta muito mais rápida e segura, que diminuirá o tempo clínico dos cirurgiões dentistas

bem como a sensibilidade da técnica incremental. Os pacientes receberão profilaxia e instrução de higiene bucal, bem como motivação para a mesma, além receberem tratamento bucal gratuito de um modo geral na instituição.

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748 bl M sala 12

Bairro: CEP: 84.030-900

UF: PR **Município:** PONTA GROSSA

Telefone: (42-)3220-3108

Fax: (42-)3220-3102

E-mail: seccoep@uepg.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
PONTA GROSSA - UEPG



Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa inovadora condizente com o currículo do pesquisador, o que deve ser levado em consideração.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos estão corretos. O TCLE é um pouco indutivo no sentido de ser uma pesquisa com um material novo, porém aceitável. A liberdade do paciente em participar é respeitada e qualquer problema com o dente será tratado pelo pesquisador. A pagina de rosto é assinada pela coordenadora da pós-graduação e não pela chefia do departamento, apenas como constatação.

Recomendações:

Aprovação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

PONTA GROSSA, 28 de Setembro de 2012

Assinado por:
ULISSES COELHO
(Coordenador)

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748 bl M sala 12

Bairro:

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42-)3220-3108

Fax: (42-)3220-3102

E-mail: seccoep@uepg.br