

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

NATÁLIA MARIA APARECIDA PINTO HERNANDES

**INFLUÊNCIA DA ESPESSURA DA RESINA DE BAIXA VISCOSIDADE E DA
TÉCNICA RESTAURADORA NA INFILTRAÇÃO MARGINAL EM
RESTAURAÇÕES REALIZADAS COM COMPÓSITO DENTAL**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do Título de Mestre em Clínica Odontológica, área de concentração em Dentística.

FLÁVIO HENRIQUE BAGGIO AGUIAR

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação

Defendida pela aluna Natália Maria Aparecida Pinto Hernandez, e orientada pelo Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar.

Assinatura do Orientador

PIRACICABA-SP

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
GARDÊNIA BENOSSI – CRB8/8644 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

43i
Hernandes, Natália Maria Aparecida Pinto, 1986-
Influência da espessura da resina de baixa viscosidade e da
técnica restauradora na infiltração marginal em restaurações
realizadas com compósito dental / Natália Maria Aparecida Pinto
Hernandes. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2011.

Orientador: Flávio Henrique Baggio Aguiar.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Infiltração dentária. 2. Restauração dentária permanente. 3.
Adaptação marginal dentária. I. Aguiar, Flávio Henrique Baggio. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia
de Piracicaba. III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital

Título em Inglês: Influence of the thickness of two flowable composite resins and the restorative technique on microleakage of simulated class II composite resin restorations

Palavras-chave em Inglês:

Dental leakage

Dental restoration, permanent

Dental marginal adaptation

Área de concentração: Dentística

Titulação: Mestre em Clínica Odontológica

Banca examinadora:

Flávio Henrique Baggio Aguiar [Orientador]

Renato Sussumu Nishioka

Giselle Maria Marchi Baron

Data da defesa: 10-06-2011

Programa de Pós-Graduação: Clínica Odontológica



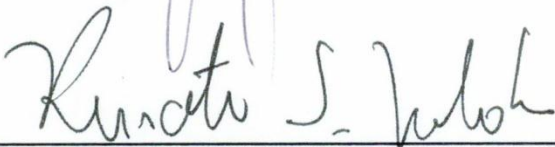
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 10 de Junho de 2011, considerou a candidata NATALIA MARIA APARECIDA PINTO HERNANDES aprovada.



Prof. Dr. FLÁVIO HENRIQUE BAGGIO AGUIAR



Prof. Dr. RENATO SUSSUMU NISHIOKA



Profa. Dra. GISELLE MARIA MARCHI BARON

DEDICATÓRIA

A *Deus*, pela oportunidade de ter a vida e as belezas que ela nos proporciona, o amor, a compreensão, a humildade e a sabedoria para cumprir as tarefas com justiça e amor.

A *Nossa Senhora de Aparecida*, por sua intercessão e graça.

A minha família, minha mãe *Maria*, minha irmã *Mariana*, meus avós *Wenceslau* e *Augusta*, pelo apoio carinho e exemplo de toda uma vida. Amo vocês incondicionalmente.

Ao meu noivo *Gabriel*, por todo amor, dedicação, incentivo e compreensão. Com você eu aprendi a sonhar e com você ao meu lado sou capaz de realizar meus sonhos. Amo você, para sempre.

Aos meus sogros, *Antonio* e *Ana Lúcia*, por todo carinho e amizade.

Aos meus cunhados, *Guilherme*, *Mariana* e *Laura*, por todas as horas de indescritíveis alegrias e descontração. Obrigada.

*“Você se fez presente em todos os momentos firmes e trêmulos.
E, passo a passo, pude sentir a sua mão na minha, transmitindo-me a
segurança necessária para enfrentar meu caminho e seguir...”
(Vinícius de Moraes)*

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador, Prof. *Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar*, agradeço por todas as oportunidades oferecidas, pela orientação e principalmente pela amizade. Com ele tive a oportunidade de amadurecer como profissional e ser humano. Muito obrigado pela sua dedicação, paciência, sensibilidade, por sempre estar disposto a me ajudar e ensinar. A você minha gratidão e profunda admiração.

A *Maria Cecília Giorgi* os meus mais sinceros agradecimentos pelo apoio e disponibilidade, contribuindo de maneira expressiva para a finalização deste trabalho.

Aos meus irmãos de coração, *Giulliana e Anderson*, por toda ajuda, todo carinho, pelo suporte nos momentos difíceis e por todos os momentos de risadas ao longo desse trabalho. Que Deus sempre ilumine o caminho de vocês.

A todos os colegas de Mestrado – *Boniek, Carlos, Diogo, Eduardo, Giovana, Larissa, Livia, Lucinha, Maria Beatriz, Mayra, Milena, Priscila, Robson e Vermelho* por todos os momentos de companheirismo, amizade e aprendizado.

A minha família piracicabana, *Anderson, Bruno, Carlos, Cintia, Eduardo, Diogo, Giu, Marina e Lucinha*. Pelo incentivo, dentro e fora da FOP, pelos conselhos, pelo companheirismo e pelas risadas, que sempre me fizeram tão bem. Vocês são a família que Deus colocou no meu caminho e sempre serão lembrados com muito carinho.

“... *Se procuro entre minhas lembranças as que deixaram o gosto durável,
se faço o balanço das horas que valeram a pena,
certamente só encontro aquelas que nenhuma fortuna do mundo ter-me-ia presenteado.
Não se compra uma amizade de um companheiro
a quem estamos ligados para sempre pelas provas sofridas juntos...*”
(*Antoine de Saint-Exupéry*)

A minha amiga *Giovana*, que sempre me encheu de açúcar e alegria.

Gi, você é uma pessoa extremamente lutadora e merecedora. Suas vitórias são nossas e o contrário também é válido! Força e fé sempre!

A minha amiga *Larissa* com que compartilhei momentos tão bons e engraçados. Lari, você faz meus dias mais felizes e com você eu muito aprendi.

Amo você!

As minhas amigas *Andrea, Bárbara, Iáscara e Náthali*, que tanto me incentivaram e me encorajam. Aonde quer que eu vá, levo vocês no coração. Obrigada pela amizade.

Aos meus amigos, vizinhos, conselheiros e co-orientadores *Carlos e Diogo*, que sempre incentivaram e animaram meus dias. Vocês são pessoas incomparáveis!

As minhas amigas de república, *Maria Gabriela, Lenita, Michele, Camila, Juliana, Vanessa e Vânia*, que sempre participaram das minhas grandes decisões, escutaram meus problemas e fizeram de uma simples casa, um verdadeiro lar. Foi extremamente enriquecedor conhecer e conviver com cada uma de vocês.

"Há pessoas que transformam o sol numa simples mancha amarela, mas há aquelas que fazem de uma simples mancha amarela o próprio sol." (Pablo Picasso)

AGRADECIMENTOS

A Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade de Campinas, na pessoa de seu diretor, Prof. Dr. Jacks Jorge Júnior, e diretor associado, Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia.

A coordenadoria do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade de Campinas na pessoa da Profa. Dra. Renata da Cunha Matheus Rodrigues Garcia

Ao Profa. Dra. Glaucia Maria Bovi Ambrosano, minha primeira orientadora, por ter despertado em mim o interesse na pesquisa científica e por ajudar nas análises estatísticas desse trabalho.

Ao Prof. Dr. José Roberto Lovadino, pelo carinho e atenção desde minha graduação e teve uma enorme contribuição para minha formação profissional e pessoal.

Ao Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins e Prof. Dr. Luis Alexandre Maffei Sartini Paulillo, que foram grandes responsáveis pelo meu interesse na área.

A Profa. Dra. Giselle Maria Marchi Baron por toda atenção prestada e pela convivência durante o Mestrado.

Ao corpo docente da Área de Dentística Restauradora, Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar, Profa. Dra. Debora Alves Nunes Leite Lima, Profa. Dra. Gisele Maria Marchi Baron, Dr. José Roberto Lovadino, Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins, Prof. Dr. Luis Alexandre Maffei Sartini Paulillo, Prof. Dr. Marcelo Giannini, faróis iluminadores de uma jornada.

Aos professores Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins, Prof. Dr. Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo, Profa. Dra. Débora Alves Nunes Leite Lima pelas contribuições e conhecimentos transmitidos durante o exame de qualificação.

Ao Departamento de Farmacologia, Anestesiologia e Terapêutica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-Unicamp- na pessoa do Prof. Dr. Francisco Carlos Groppo, pela utilização do aparelho de espectrofotometria.

Aos funcionários da Área de Dentística, Sr. Pedro e Mônica, sempre dispostos a ajudar. Obrigada pela confiança, carinho e paciência.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de Bolsa durante este trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

EPÍGRAFE

*“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”
(Cora Coralina)*

RESUMO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar quantitativamente a infiltração marginal ao redor de restaurações dentais, realizadas com compósito resinoso microhíbrido, variando a espessura, a resina de baixa viscosidade e a técnica restauradora. As superfícies proximais de cento e trinta incisivos bovinos foram preparadas e divididas de acordo com a resina de baixa viscosidade (Filtek Z350 Flow - Z350F e SureFil®SDR™ Flow - SUR), espessura da resina de baixa viscosidade (0,5 mm, 1,0 mm ou 2,0 mm) e técnica restauradora (resina de baixa viscosidade aplicada na parede gengival, até o ângulo cavo-superficial - CS; resina de baixa viscosidade aplicada na parede gengival, até a junção amelo-dentinária - JAD) (n=10). Um grupo controle foi realizado sem o uso de resina de baixa viscosidade. Após os procedimentos restauradores (resina microhíbrida Filtek Z250) e termociclagem, os dentes foram imersos em azul de metileno por 2 horas. As amostras foram trituradas e o pó foi preparado para a análise de absorbância em espectrofotometria. Os resultados foram lidos e interpretados através da análise estatística ANOVA ($p=0,05$) em esquema fatorial $2 \times 3 \times 2$ com 1 tratamento adicional e teste de Tukey ($p=0,05$). A comparação com o grupo controle foi realizada pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Os resultados mostraram que não houve diferença estatística entre os compósitos de baixa viscosidade testados. Para SUR, não houve diferença estatística entre as técnicas restauradoras. Para Z350F, a técnica JAD apresentou menor infiltração marginal quando utilizou-se camada de 1,0 ou 2,0 mm de espessura. E para ambas as técnicas e compósitos de baixa viscosidade, 0,5 mm de espessura apresentou menor infiltração que 2,0 mm. Comparando com o grupo controle, Z350F (0,5 mm para técnica CS e JAD, e 1,0 mm para técnica JAD) e SUR (0,5 mm para a técnica JAD) apresentaram menor infiltração marginal. É possível concluir que o uso de menor espessura de resina de baixa viscosidade proporcionou menor infiltração marginal, sugerindo melhor selamento da interface dente restauração.

Palavras-chave: microinfiltração, compósito de baixa viscosidade, espectrofotometria de absorbância.

ABSTRACT

The aim of this in vitro study was to evaluate the microleakage in Class II cavities, restored with dental composite, varying the thickness of two flowable composite resins and the restorative technique. One hundred and thirty cavities were prepared on proximal surfaces of bovine teeth, and were randomly divided according to the flowable composite resin (Filtek Z350 Flow - Z350F and SureFil®SDR™ Flow - SUR), thickness of flowable composite (0.5, 1.0, or 2.0 mm) and restorative technique (flowable composite applied until cavosurface angle - CS; or flowable composite applied until amelo-dentinal junction - ADJ) (n=10). A control group was performed without using flowable composite. Following restorative procedures (microhybrid composite Filtek Z250) and the thermocycling, the samples were immersed in methylene blue for 2 hours. The samples were ground and the powder was prepared for analysis in an absorbance spectrophotometer. All results were statistically analyzed by three-way ANOVA and Tukey test, and Dunnett test were applied to comparisons with control group ($p \leq 0.05$). Results showed that there was no statistical difference between the flowable composite tested. For SUR, there is no statistical difference between the restorative techniques. For Z350F, the restorative technique ADJ showed lower microleakage than technique CS only when the flowable composite was applied to 1.0 and 2.0 mm thickness. And for both techniques and flowable composite resins, 0.5 mm sample thicknesses showed lower microleakage than 2.0 mm thickness. Comparing with the control group, the lower thickness of Z350F (0.5 mm for technique CS and 2 and 1.0 mm for JAD) and SUR (0.5 mm for technique ADJ) showed lower microleakage. It is possible to conclude that a lower thickness of flowable composite resin provided lower microleakage, suggesting better sealing tooth-restoration interface.

Key World: microleakage; flowable composite resin; absorbance spectrophotometer.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	1
2- CAPÍTULO ÚNICO	4
Influence of the thickness of two flowable composite resins and the restorative technique on microleakage of simulated Class II composite resin restorations	
3- CONCLUSÃO GERAL	24
REFERÊNCIAS	25
APÊNDICE	26

1- INTRODUÇÃO

A crescente busca por estética fez com que houvesse uma evolução nas propriedades dos compósitos resinosos, o que tem propiciado o uso rotineiro destes materiais na prática odontológica em dentes posteriores (Yesil *et al.*, 2008).

Muitos fatores podem gerar tensões elevadas sobre as margens cavitárias, contribuindo, significativamente, para a falta de integridade marginal, deterioração da união entre estrutura dentária e material restaurador e consequente infiltração marginal. Dentre eles estão: contração de polimerização (Davidson *et al.*, 1984; Mandras *et al.*, 1991), módulo de elasticidade do material restaurador e condições do meio bucal que estão sujeitas às variações químicas, térmicas e mecânicas (Nikaido *et al.*, 2002).

Apesar das melhorias nas formulações dos compósitos resinosos, a contração de polimerização ainda é uma desvantagem (Hilton, 2002), pois induz tensão sobre a estrutura dental (Davidson & Feilzer, 1997) e contribui para a formação de falhas na interface compósito-dentina (Davidson & Feilzer, 1997, Carvalho *et al.*, 1996), dando origem a espaços microscópicos (Ciucchi *et al.*, 1997), permitindo a formação de um trajeto no qual ocorre passagem de fluidos bucais, bactérias, moléculas ou íons, o que leva ao fenômeno de infiltração marginal.

O uso de uma camada de resina elástica intermediária entre o compósito e o sistema adesivo tem sido proposto como alternativa para criar interface dente-restauração sem presença de fendas (Behle, 1998; e Unterbrink, 1999), pois esta camada intermediária também é capaz de absorver a tensão de contração do compósito durante a polimerização (Condon & Ferrance, 2000; Montes *et al.*, 2001). Os compósitos de baixa viscosidade são comercializados como materiais capazes de amenizar as tensões geradas durante a contração de polimerização e promover selamento mais eficaz à estrutura dental devido ao seu menor módulo de elasticidade (Sabbagh *et al.*, 2002; Montes *et al.*, 2001), sendo efetivo na redução de fendas entre a restauração e o elemento dental

(Estafan *et al.*, 2000 e Chuang *et al.*, 2001), reduzindo desta forma a infiltração marginal (Tung *et al.*, 2000; Leevailoj, 2001).

As resinas compostas de baixa viscosidade são caracterizadas por apresentar menor quantidade de carga ou maior proporção de monômeros diluentes em suas formulações (Payne, 1999). Devido à menor viscosidade, estas apresentam melhor adaptação à cavidade interna parede, inserção mais fácil e maior elasticidade quando comparadas às resinas compostas com maior viscosidade (Payne, 1999).

Outras diferenças entre as resinas compostas de baixa viscosidade e resinas compostas de maior viscosidade foram mostradas em alguns estudos, em que se notaram diferenças no módulo de elasticidade e contração volumétrica (Sabbagh *et al.*, 2002; Ilie & Hickel, 2010). O baixo módulo de elasticidade (Braga *et al.*, 2003), teoricamente suportaria e dissiparia a tensão gerada por tensões térmicas e mastigatórias (Kleverlaan & Feilzer, 2005), agindo como um redutor de tensão entre resina composta convencional e parede interna do dente (Estafan *et al.*, 2000).

Entretanto, a interferência da espessura do compósito dental de baixa viscosidade e a técnica restauradora, na qual é aplicada, é pouco estudada na literatura. Diferentes espessuras de resina composta de baixa viscosidade foram descritas na literatura: 0,2 a 0,5 mm (Giachetti, 2004); 0,5 mm de espessura (Peris *et al.*, 2003; Reis *et al.*, 2003; De Goes, 2008; Radhika *et al.*, 2010); 0,5 mm a 1mm de espessura (Estefan & Leinfelder, 2000,); 1 mm (Ziskind *et al.*, 2005; Pandurick, 2007; Sadeghi, 2009; Kanca III, 2009; Sadeghi e Lynch, 2009; Fabianelli *et al.*, 2010) e 1,4 mm de espessura (Braga, 2003). Outros estudos não descreveram a espessura de resina utilizada (Attar e Kormaz, 2007; Campos *et al.*, 2008; Pongprueksa, 2008) e, ainda, há estudos que não padronizaram a espessura (Cara, 2007; Senawongse *et al.*, 2010). Estes estudos não compararam se diferentes espessuras interferem na resistência de união e qualidade da interface resina-dente, e apresentaram resultados controversos em relação aos benefícios do uso da resina composta de baixa viscosidade. Dessa forma, torna-se difícil estabelecer qual espessura de resina composta de baixa viscosidade é a melhor para a redução das tensões durante a polimerização da resina composta.

Da mesma forma, não há definição de qual técnica é melhor para a confecção de restaurações, pois não há consenso se a camada de resina composta de baixa viscosidade deve chegar até o ângulo cavo superficial de cavidade Classe II, ou deve estar aquém.

Sendo assim, torna-se importante avaliar quantitativamente a infiltração marginal ao redor de restaurações dentais, realizadas com compósito resinoso, variando a espessura da resina de baixa viscosidade e a técnica restauradora, bem como as resinas de baixa viscosidade utilizadas atualmente.

O objetivo deste estudo “in vitro” foi avaliar quantitativamente, por meio da espectrofotometria, a infiltração marginal de corante em restaurações dentais realizadas com compósito dental, variando a espessura de duas resinas compostas de baixa viscosidade e a técnica restauradora.

2 - CAPÍTULO ÚNICO¹

Influence of the thickness of two flowable composite resins and the restorative technique on microleakage of simulated Class II composite resin restorations.

Short Title: Effect of restorative technique on microleakage.

¹ Formatação do texto de acordo com: “*Operative Dentistry*”.

ABSTRACT

The aim of this *in vitro* study was to evaluate the microleakage in Class II cavities, restored with dental composite, varying the thickness of two flowable composite resins and the restorative technique. One hundred and thirty cavities were prepared on proximal surfaces of bovine teeth, and were randomly divided according to the flowable composite resin (Filtek Z350 Flow – Z350F and SureFil®SDR™ Flow - SUR), thickness of flowable composite (0.5, 1.0, or 2.0 mm) and restorative technique (flowable composite applied until cavosurface angle - CS; or flowable composite applied until amelo-dentinal junction ADJ)(n=10). A control group was performed without using flowable composite. Following restorative procedures (microhybrid composite Filtek Z250) and the thermocycling, the samples were immersed in methylene blue for 2 hours. The samples were ground and the powder was prepared for analysis in an absorbance spectrophotometer. All results were statistically analyzed by three-way ANOVA and Tukey test, and Dunnett test were applied to comparisons with control group ($p \leq 0.05$). Results showed that there was no statistical difference between the flowable composite tested. For SUR, there is no statistical difference between the restorative techniques. For Z350F, the restorative technique ADJ showed lower microleakage than technique CS only when the flowable composite was applied to 1.0 and 2.0 mm thickness. And for both techniques and flowable composite resins, 0.5 mm sample thicknesses showed lower microleakage than 2.0 mm thickness. Comparing with the control group, the lower thickness of Z350F (0.5 mm for technique CS and ADJ and 1.0 mm for technique JAD) and SUR (0.5 mm for technique ADJ) showed lower microleakage. It is possible to conclude that use a lower thickness of flowable composite resin provided less microleakage, suggesting better sealing tooth-restoration interface.

Key World: microleakage; flowable composite resin; absorbance spectrophotometer

CLINICAL RELEVANCE

The use of flowable composite resin as elastic layer is effective to reduce microleakage, however it should be applied with lower thickness.

INTRODUCTION

The polymerization reaction in dental composites occurs through the conversion of monomer molecules in a structure of crosslinked polymers^{1,2}. The formation of polymer macromolecules is associated with shrinkage of the composite due to polymerization^{1,2}. Consequently, the shrinkage that occurs during the polymerization of the composite resin could induce mechanical stress on the tooth structure³ and contribute to the formation of gaps in the composite-dentin interface⁴, initiating the microleakage process.

The use of an elastic resin layer between the composite resin and adhesive system has been proposed as an alternative to creating tooth-restoration interface without the presence of gaps^{5,6}. This intermediary layer is able to minimize the shrinkage stress of composites during polymerization^{7,8}. Studies has been suggested that flowable composite resins are capable of relieving the stress generated during polymerization shrinkage and promote more effective sealing to the tooth structure due to its lower modulus of elasticity^{8,9} and, consequently, is effective in reducing gaps between the restoration and tooth^{10,11}, thus reducing leakage^{12,13}.

In addition, the low-viscosity resins have a lower amount of charge and a higher proportion of diluent monomers in their formulation, which offers lower viscosity, resulting in better adaptation to the internal wall cavity, easier insertion and greater elasticity, compared to conventional composites¹⁴. The low modulus of elasticity¹⁵ may imply that the material support and dispelling of tension generated by thermal stresses and chewing¹⁶ acts as a modulator of stress between conventional composites and the inner wall of the tooth¹⁰.

However, few studies have been conducted with the aim of verifying the interference of the thickness of the flowable composite resin and the restorative technique. Different thicknesses of flowable composites were described in the literature: 0.2 mm to 0.5 mm¹⁷, an intermediate layer of 0.5 mm¹⁸⁻²¹, 0.5 mm to 1 mm¹⁰, 1 mm²²⁻²⁷ and 1.4 mm thickness¹⁵. Other studies didn't describe the thickness of flowable composite²⁸⁻³⁰ and there were also studies that did not standardize the thickness³¹.

Furthermore, there may be differences between the flowable composite resins. Conventional flowable composites may produce higher shrinkage stress³⁰. On the other hand, a new composite resin (SureFil®SDRTM Flow - SUR) was launched with the intention of being used as an intermediate layer of composite resin restoration. This material presents a modification in the composition due to the incorporation of a photoactive group in the urethanedimethacrylate, which provides a reduction in shrinkage stress in the resin compared to conventional methacrylate, resin-based and flowable composites³².

So, it is important to quantitatively evaluate the microleakage around dental restorations that are performed with a composite resin by varying the thickness of the two flowable composite resins and the restorative techniques. Thus, it was hypothesized that: 1) The flowable composite resin leads to lower microleakage at the cervical interface of a restoration; 2) lower thickness of flowable composite resin promotes lower microleakage; 3) flowable composite resin applied to the cavosurface angle - restorative technique CS - promotes lower microleakage than when applied until amelo-dentinal junction - restorative technique ADJ; 4) SureFil®SDRTM Flow - SUR- presents lower microleakage than Filtek Z350 Flow - Z350F.

METHODS AND MATERIALS

One hundred thirty extracted bovine incisors were collected, cleaned with a periodontal curette, polished with a Robinson brush and pumice paste under water, and then they were stored in distilled water until they were used. The teeth had part of their roots embedded in cold-cure polystyrene resin (Piraglass, Piracicaba, SP, Brazil) and, afterwards, were split obliquely 11 mm from the amelodentinal proximal junction using a double-faced diamond disc (KG Sorensen, Barueri, SP, Brazil). After cutting, the incisal surfaces were finished with 600-grit water-abrasive papers to obtain a smooth surface.

Specimen Preparation: Cavities were made using a diamond tip #3146 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brazil) coupled to a cavity preparation unit on the flattest proximal surface, simulating Class II, measuring 8 mm high, 4mm wide and 1.5mm deep (Figure 1), under irrigation with an air/water jet. The burrs were replaced after every five preparations. The cavities were randomly restored, following the manufacturers' instructions. The preparations were etched for 30 seconds in enamel and 15 seconds in dentin, using 37% phosphoric acid (3M ESPE Products, St Paul, MN, USA), washed for 15 seconds and gently dried with filter paper to prevent excessive dentin drying. The adhesive system Adper Single Bond 2 2 (3M ESPE Products, St Paul, MN, USA) was applied in two consecutive coats, lightly air dried for 10 seconds and light-polymerized for 10 seconds using a Bluephase 16i light curing unit (Vivadent - Bürs-Austria A-6706) with irradiance of 1100 mW/cm². The tip of the light-curing unit was positioned perpendicular to the incisal surface of the tooth without touching it.

Next, the flowable composite resin Filtek Z350 flow - Z350F - (3M ESPE Products, St Paul, MN, USA) or SureFil[®]SDR[™] Flow - SUR- (DENTSPLY CAULK, Milford, DE) was applied to the cervical wall, according to the thickness (0.5, 1.0 or 2.0 mm) and restorative technique (flowable composite applied until cavosurface angle - CS; or flowable composite applied until amelo-dentinal junction - ADJ) (Figures 2 A-2 C and 3 A- 3C) (n=10). The thickness of the flowable composite was controlled using a millimetric probe. The micro-hybrid resin composite, Filtek Z250 (shade A2) (3M ESPE Products, St Paul, MN, USA), was inserted in horizontal increments, 2mm thick each. The first increment was

applied until the desired height of 2mm (1.5 or 1.0 mm, depending on the height of the flowable composite resin – 0.5 or 1.0 mm). All increments were polymerized using the light curing unit Bluephase 16, for 20 s. A control group was performed using 4 increments of Filtek Z250 (shade A2), without previous use of flowable composite resin.

After 24 hours' storage at 37°C, the restorations were finished and polished with Sof-Lex Pop-on aluminum oxide disks (3M ESPE, St Paul, MN, USA), in decreasing order of granulation. The samples were thermal cycled 1,000 times ($5 \pm 2^\circ\text{C}$, $37 \pm 2^\circ\text{C}$ and $55 \pm 2^\circ\text{C}$) with a dwell time of 1 minute each at each temperature and a transfer interval of 5 seconds.

Dye Immersion: After these procedures, the entire sample (except the cervical interface between the restoration and the tooth) was protected with two layers of fast-setting Superbond cyanoacrylate-based adhesive (Loctite Adesivos, Ltda). Before dye immersion, a 1mm strip of adhesive (Fix-Baby, Embalando, Fitas adesivas Ltda., Arujá, SP, Brazil) tape was placed around the area that was infiltrated and two layers of nail varnish were applied. Then the tape was removed, the interface was cleaned with sterile gauze and the specimens were totally immersed in 2% neutral methylene blue solution for 2 hours. After this period, the blocks were removed from the dye solution, washed under running water and dried. The nail varnish was removed using a periodontal curette and the dye on the restoration was worn off 0.05 mm from the surface, controlled by a caliper.

Sample Trituration: To take a reading of the infiltrated dye color, specimens (dental block + restoration) were initially split up and weighed. After the weighing the specimens were triturated in a hard fabric grinder (MA-475 - Marconi Equip. Ltda, Piracicaba –SP, Brazil) in order to obtain a powder composed of tooth/restoration and then weighed again. If the difference between the initial and final weight were higher than 10%, the specimen would be discarded. In this study, no specimen was discarded.

Dissolution: After trituration, the powder obtained from each sample was separately immersed in a test tube containing 4 ml of absolute alcohol PA for 24 hours to dissolve the dye that leaked through the tooth/restoration interface. The solution obtained was centrifuged at 3000 rpm for 3 minutes, so that the powder and other elements decanted. The supernatant of the centrifuged solution was submitted to quantitative analysis of the dye present in the

solution with a Spectrophotometry (Beckman DU-65 - Instruments, Inc., Fullerton – CA, USA, 92631-5) unit through absorbance reading.

The absorbance reading was taken in an adjusted unit at a wavelength of 668 nm, corresponding to the maximum absorbance of methylene blue dye. Prior to the readings, the spectrophotometry unit had been adjusted by spectral reading with pattern solutions at the concentrations of 0.1; 0.2; 0.3; 0.5; 1; 2; 4; 6 µg/ml, to obtain the maximum spectral absorbance wavelength. Readings of the solutions were made using the wavelength value to find the maximum value of spectral absorbance. Through the ABS-concentration system, one obtains the r^2 value (0.9999) and the equation of the line ($y = a + bx$). The following regression was obtained: absorbance = 0.22759 x (dye concentration) + 0.0011. From this regression, dye concentration could be calculated. A graph of lines in a Cartesian system of axes was drawn, using the values of dye concentration in micrograms per milliliters on the axis of the abscissas and the optical density obtained on the axes of the ordinates. The linear regression was obtained from Y as a function of X to determine the equation of the line, from which the concentration of dye was calculated.

The microleakage data of experimental groups was submitted to three-way ANOVA and Tukey testing. The Dunnett test was applied to comparisons between the experimental groups and the control group. The level of statistical significance was 5%.

RESULTS

The microleakage results are shown in Table 1. There was no statistical difference between the two flowable composite resins tested in all experimental conditions. For SUR, there is no statistical difference between the restorative techniques. For both techniques, the 0.5 mm sample thicknesses showed lower microleakage than 2.0 mm thickness, and the 1.0 mm thickness showed intermediary results, with no statistical differences for 0.5 and 2.0 mm. For Z350F, restorative technique ADJ showed lower microleakage than technique CS only when the flowable composite was applied to 1.0 and 2.0 mm thickness. For both techniques and flowable composite resins, the 0.5 mm sample thickness showed lower microleakage than the 2.0 mm thickness.

Compared with the control group, the lower thickness of Z350F (0.5 mm for technique CS and ADJ and 1.0 mm for technique ADJ) and SUR (0.5 mm for technique ADJ) showed lower microleakage.

DISCUSSION

The aim of this *in vitro* study was to evaluate the microleakage of two different techniques of restoration using two different flowable composite resins with different thickness. So, four hypotheses were formulated. The first hypothesis was partially accepted. Flowable composite resin with smaller thicknesses would lead to the lowest microleakage, and they were statistically different from the control group, with the exception of the SUR group restored with technique CS. The use of low-thickness flowable composite resin improved the marginal adaptation of the Class II composite resin due to the low modulus of elasticity that enables elastic deformation to absorb polymerization shrinkage stresses, reducing the possibility to open margins of composite resin restorations²⁷. Besides that, the elastic intermediary layer formed by the flowable composite with lower thickness may absorb the stress that occurs by the functional loading of the restored teeth³³, or by sudden temperature changes as simulated in the present study.

In addition, the ability of these materials to fill the irregular margin of the proximal box had been stated in previous studies^{27,33} due to their low viscosity and wettability, facilitating the initial adaptation of the composite into the irregularities caused by the diamond burs, and consequently reducing the microleakage. This fact also corroborates the results of the present study, when the restorative techniques were compared. Technique CS (flowable composite was applied at enamel and dentin) showed similar microleakage when compared with technique ADJ (flowable composite applied only in dentine) when Z350F was used with lower thickness (0.5 mm) or SUR was used with any thickness. In this way, the third hypothesis was not accepted.

However, only the groups Z350F with thickness of 0.5 mm (technique CS or ADJ) or 1.0 mm (technique ADJ), or SUR with thickness of 0.5 mm (technique ADJ) showed lower microleakage than the control group. Extending the flowable composite to the cavosurface angle decreased the microleakage means only when Z350F was used with a thickness of 0.5 mm. The flowable composite resins show higher coefficient of thermal expansion than the microhybrid composite resin used in this study due to lower filler content (Z350F – 65% wt; SUR – 68% wt; Filtek Z250 – 75-85% wt), and the exposition of

the flowable composite to the thermocycling can lead to marginal discrepancy of the restorations.

Besides that, it seems that the thickness of the flowable composites has an important role in decreasing microleakage. In the present study, the thickness of 0.5mm showed lower microleakage means than thicknesses 1.0 mm and 2.0mm, and it was significantly different from the control group (Table 1). So, the second hypothesis was accepted. In Fabianelli et al. (2010)²⁷ and Qingshan et al. (2006)'s studies³³, the flowable composite was applied at a 0.5 mm thickness and they showed improvement in marginal adaptation. In Oliveira et al.'s study (2010)³⁴, the use of flowable composite with a thickness of 2.0 mm displayed more shrinkage stress in the cervical wall of composite resin restorations than cavities restored without flowable composite resin. In a prospective clinical study (Stefanski & van Dijken, in press³⁵), there was no statistical difference in Class II composite resin restorations performed with or without 1.0–1.5 mm intermediary layer of flowable composite resin, after 2 years of evaluation.

Two factors may explain these results: 1- the way that the polymerization occurs in the first increment of the restoration; 2- the elastic modulus and the magnitude of the polymerization contraction, and how they will affect shrinkage stress.

When the first increment is light activated, a high polymerization rate occurs on the top surface of the composite resin increment and a lower polymerization rate on the bottom surface. This situation creates a stress flow of polymerization shrinkage from the cervical walls to the surrounding walls (buccal and lingual³⁶), increasing the stress concentration in the adhesive layer of the cervical wall³⁴, which can open a gap in the cervical interface³⁶. In the present study, the thin increment showed lower microleakage, probably due to a better polymerization of the bottom surface of the increment³⁷, thus better distributing the shrinkage stress for the surrounding and cervical walls.

Besides that, the C factor of the increment was reduced by decreasing the thickness of the increment, because a smaller amount of flowable composite resin was in contact with the surrounding walls of the cavity. Consequently, the direction of the force of contraction was reversed to the cervical wall.

The second factor involves Hooke's law, which says that stress is determined by the stiffness of the material when subjected to a given strain¹⁵. Therefore, the higher the elastic modulus and the polymerization shrinkage of the composite, the higher the shrinkage stress will be¹⁵. However, flowable composite resin tends to exhibit low elastic modulus and higher polymerization shrinkage³², showing similar shrinkage stress of conventional composite resin in thick increments¹⁵. On the other hand, in thin increments and with a lower C factor, the same material may show different behavior, in which the polymerization shrinkage stress would be lower and the elastic modulus would compensate the polymerization shrinkage of the conventional composite resin.

Hooke's law may also explain the similarity of the tested flowable composite resins, Z350F and SUR. The low filler content of Z350F and the high percentage of monomer of lower molecular weight (TEGDMA – 10–15%) reduce the viscosity and increase the shrinkage polymerization. SUR is based on SDR (Stress Decreasing Resin) technologyTM ³⁸ and presents a modification in the polymerization reaction due to the incorporation of a photoactive group in the urethane dimethacrylate, which provides 60–70% reduction in resin shrinkage stress compared to conventional methacrylate resin-based composites³⁹ due to a longer time for this composite resin to reach the gel point during polymerization. However, in Ilie & Hickel's study (in press)³², these flowable composite resins were compared and SUR showed lower shrinkage polymerization and higher elastic modulus than did Z350F, leading to similar behaviors when they were applied to Class II cavities as an elastic layer. In this way, the fourth hypothesis was not accepted.

Thus, based on the results, it is possible to conclude that a lower thickness of flowable composite resin provided lower microleakage, suggesting better sealing tooth-restoration interface..

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by CNPQ (Grant # 132461/2010-2).

REFERENCES

1. Friedl KH, Schmalz G, Hiller KA, Märkl A (2000) Marginal adaptation of class V restorations with and without softstart-polymerization. *Operative Dentistry* **25** 26-32.
2. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL (1990) Quantitative determination of stress reduction by flow in composite restorations. *Dental Materials* **6** 167-171.
3. Davidson CL & Feilzer AJ (1997) Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *Journal of Dentistry*. **25(6)** 435-440.
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. Behle C (1998) Flowable composites: properties and applications *Practice Periodontics* **10(3)** 347, 350-1.
6. Unterbrink GL, Liebenberg WH (1999) Flowable resin composites as “filled adhesives”: literature review and clinical recommendations. *Quintessence Int.* **30(4)** 249-257.
7. Condon JR & Ferrance JL (2000) Assessing the effect of composite formulation on polymerization stress *Journal of The American Dentistry Association* **131(4)** 497-503.
8. Montes MAJR, De Goes MF, Cunha MRB, Soares ABA (2001) Morphological and tensile bond strength evaluation of an unfilled adhesive with low-viscosity composites and a filled adhesive in one and two coats *Journal of Dentistry* **6** 435-441.
9. Sabbagh J, Vreven J, Leloup G (2002) Dynamic and static moduli of elasticity of resinbased-materials *Dental Materials* **18(1)** 64-71.
10. Estafan D, Estafan A & Leinfelder KF (2000) Cavity wall adaptation f resin-based composites lined with flowable composites *American Journal of Dentistry* **13(4)** 192-194.

11. Chuang S, Liu J, Chao C, Lio F, Chen YM (2001) Effects of flowable composite lining and operator experience on microleakage and internal voids in Class II composites restorations *Journal of Prosthet Dentistry* **85** 117-183.
12. Tung FF, Estafan D, Scherer W (2000) Micoleakage of condensable resin composite:an in vitro investigation *Quintessence International* **31** 430-434.
13. Leevailoj C, Cochran MA, Matis BA, Moore BK, Platt JA (2001) Microleakage of posterior packable resin composites with and without flowable liners *Operative Dentistry* **26** 302-307.
14. Payne JH (1999) The marginal seal of class II restorations: flowable composite resin compared to injectable glass ionomer *Journal Clinical Pediatric Dentistry* **23** 123–130.
15. Braga RR, Hilton TJ & Ferracane JL (2003) Contraction stress of flowable composite materials and their efficacy as stress-relieving layers *The American Dentistry Association* **134(6)** 721-728.
16. Kleverlaan CJ & Feilzer AJ (2005) Polymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites *Dental Materials* **21(12)** 1150-1157.
17. Giachetti L, Bertini F, Scamicaci Russo D (2004) Investigation into the nature of dentin tags: a scanning electron microscopic morphological analysis of desmineralized bonded dentin *Journal of Prosthetic Dentistry* **92(3)** 233-238.
18. Peris AR, Duarte RS, Andrade MF (2003) Evaluation of marginal microleakage in Class II cavities: effect of microhybrid, flowable and compactable resins *Quintessence International* **34(2)** 93-8.
19. Reis AF, Giannini M, Ambrosano GMB, Chan DCN (2003) The effects of filling the techniques and a low-viscosity composite liner on bond strength to Class II cavities *Journal of Dentistry* **31** 59-66.

20. De Goes MF, Giannini M, Di Hipólito V, Carrilho MR, Daronch M, Rulggerberg FA (2008) Microtensile bond strength of adhesive systems to dentin with or without application of an intermediate flowable resin layer *Brazilian Dentistry Journal* **19(1)** 51-56.
21. Radhika M, Giriya S (2010) Effect of different placement technique on marginal microleakage of deep class-II cavities restored with two composite resin formulations *Journal of Conservative Dentistry* **13(1)** 9-15.
22. Kwon OH, Kim DH, Park SH (2010) The influence of elastic modulus of base material adaptation of direct composite restoration *Operative Dentistry* **35(4)** 441-447.
23. Pandurick V, Demoli N, Tarle Z, Sariri K, Mandic VN, Knezevic A, Sutalo J (2007) Visualization of marginal integrity of resin-enamel interface by holographic interferometry *Operative Dentistry* **32(3)** 266-272.
24. Sadeghi M, Lynch CD (2009) The effect of flowable materials on the microleakage of Class II composite restorations that extend apical to the cemento-enamel junction *Operative Dentistry* **34(3)** 306-311.
25. Kanca III, J (2009) Class II restorations with margins below the CEJ *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* **21** 193-201.
26. Sadeghi M (2009) Influence of flowable materials on microleakage of nanofilled and hybrid Class II composite restorations with LED and QTH LCUs *Indian Journal of Dental Reserch* **20(2)** 159-163.
27. Fabianelli A, Sgarra A, Goracci C, Cantoro A., Pollington S, Ferrari (2010) Microleakage in Class II Restorations: Open VS Closed Centripetal Build-up Technique *Operative Dentistry* **35(3)** 308-313.
28. Attar N, Kormaz Y (2007) Effect of two light-emitting diode (LED) and one halogen curing light on the microleakage of Class V flowable composite restorations. *The Journal of Contemporary Dental Practice* **8** 80-88.

29. Campos PEGA, Barceleiro MO, Sampaio-Filho HRb e Martins LRM (2008) Evaluation of the cervical Integrity during occlusal loading of Class II restoration Operative Dentistry **33(1)** 59-64.
30. Pongprueksa P, Kuphasuk W, Senawongse P (2008) The elastic moduli across various types of resin/dentin interfaces *Dental Materials* **24(1)** 1102-1106.
31. Senawongse P, Pongprueksa P, Tagaml J (2010) The effect of the elastic modulus of low-viscosity resins on the microleakage of Class V resin composite restorations under occlusal loading. *Dental Materials* **29 (3)** 324-329.
32. Ilie N, Hickel R (2011) Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology. *Dental Materials* doi:10.1016/j.dental.2010.11.014.
33. Qingshan L, So`ren J, Hans-Karl A, Jo`rg E (2006) Flowable materials as an intermediate layer could improve the marginal and internal adaptation of composite restorations in Class-V-cavities. *Dental Materials* **22** 250-257.
34. Oliveira LCA, Duarte Jr S, Araujo CA, Abrahão (2010) A Effect of low elastic modulus liner and base as stress-absorbing layer in composite resin restorations *Dental Materials* **26 (3)** 159-169.
35. Stefanski S, van Dijken JWV Clinical performance of a nanofilled resin composite with and without an intermediary layer of flowable composite: a 2-year evaluation *Clinical Oral Investigative*. in press.
36. Agostinho dos Santos RE, Lima AF, Soares GP, Ambrosano GMB, Marchi GM, Lovadino JR, Aguiar FHB (2011) Effect of preheating resin composite and light-curing units on the microleakage of Class II restorations submitted to thermocycling *Operative Dentistry* **36(1)** 60-65.

37. Aguiar FH, Lazzari CR, Lima DA, Ambrosano GM, Lovadino JR (2005) Effect of light curing tip distance and resin shade on microhardness of a hybrid resin composite *Brazilian Oral Research* **19**(4) 302-306.
38. Jin X.US Patents pending.
39. Jin X, Bertrand S, Hammesfahr PD (2009) New radically polymerizable resins with remarkably low curing stress *Journal Dental Research* **88** (Ispec 1651).

LEGENDS

Fig. 1. simulating Class II, measuring 8 mm high, 4mm wide and 1.5mm deep.

Fig. 2. Restorative technique 1: 2A) flowable composite applied until cavosurface angle, thickness determined by the experimental group (X). 2B) Sequence of the composite resin restoration with micro-hybrid (Filtek Z-250, shade A2). 2C) Overview of the restoration completed.

Fig. 3. Restorative technique 2. 3A) flowable composite applied until amelo-dentinal junction, thickness determined by the experimental group (X). 3B) Sequence of the composite resin restoration with micro-hybrid (Filtek Z-250, shade A2). 3C) Overview of the restoration completed.

TABLE

Table 1 – Means of microleakage of experimental groups.

Flowable composite resin	Thickness	Restorative Technique	
		1	2
SureFil®SDR™flow	0.5	0.08 (0.05)Ab	#0.06 (0.04)Ab
	1	0.09 (0.04)Aab	0.09 (0.05)Aab
	2	0.12 (0.03)Aa	0,10 (0.02)Aa
Filtek Z350 flow	0.5	#0.04 (0.05)Ac	#0.02 (0.01)Ab
	1	0.11 (0.06)Ab	#0.05 (0.03)Ba
	2	0.23 (0.09)Aa	0.07 (0.04)Ba
Control	—	0.17 (0.10)	

Means followed by distinct letters (capital letter in the horizontal and lower case in the vertical) differ between them ($p \leq 0.05$). There is no statistical differences between the flowable composite resins ($p > 0.05$). #There is statistical difference from control group ($p \leq 0.05$).

FIGURES

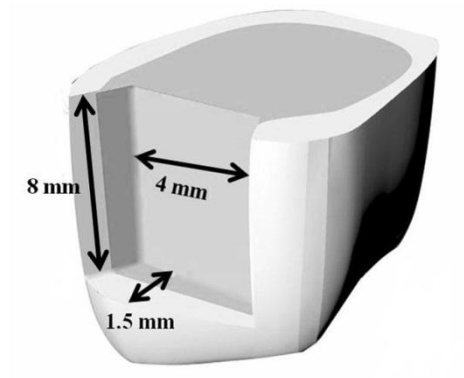


Fig. 1. simulating Class II, measuring 8 mm high, 4mm wide and 1.5mm deep.

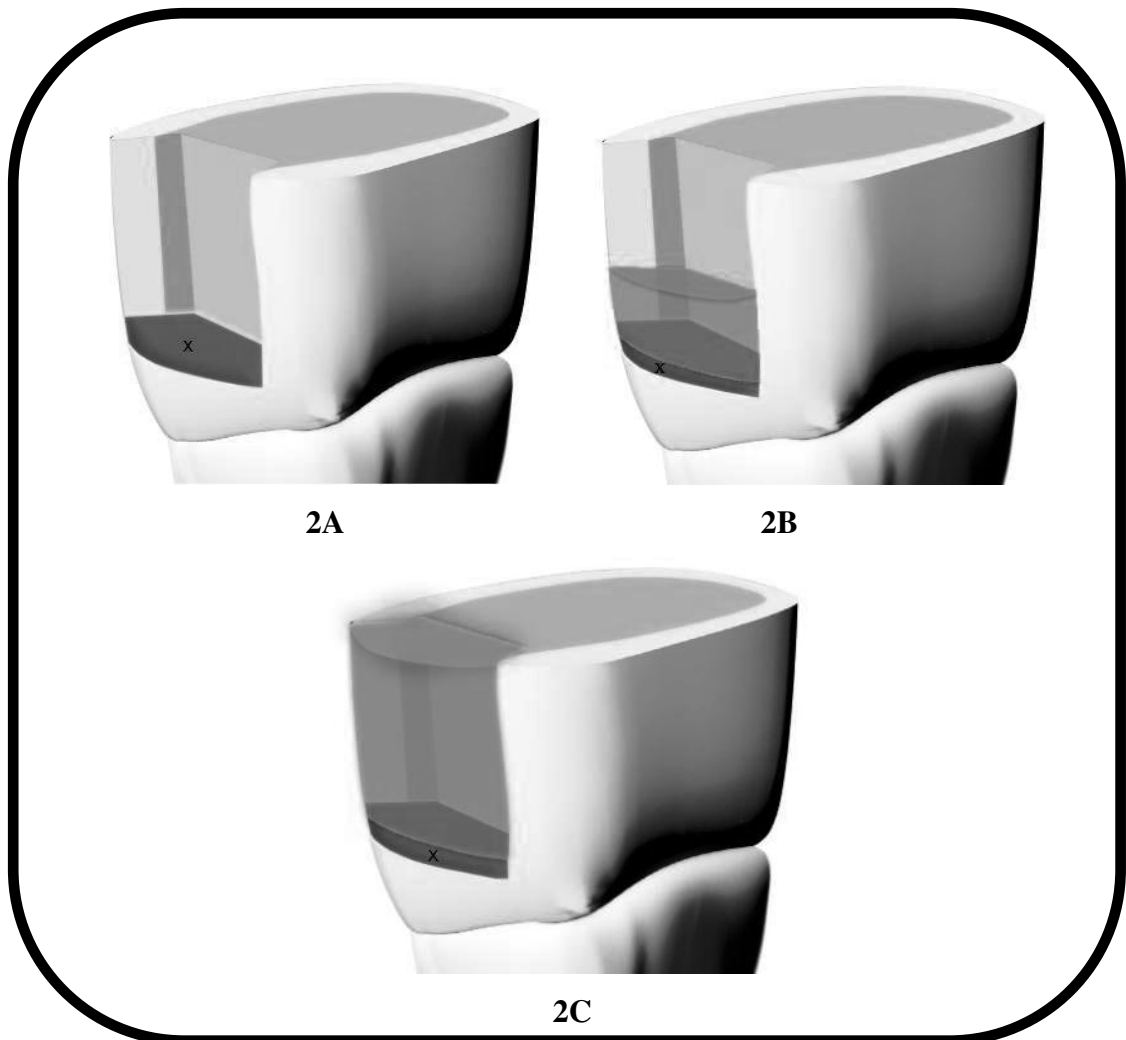


Fig. 2. Restorative technique 1. 2A) flowable composite applied until cavosurface angle, thickness determined by the experimental group (X). 2B) Sequence of the composite resin restoration with micro-hybrid (Filtek Z-250, shade A2). 2C) Overview of the restoration

completed.

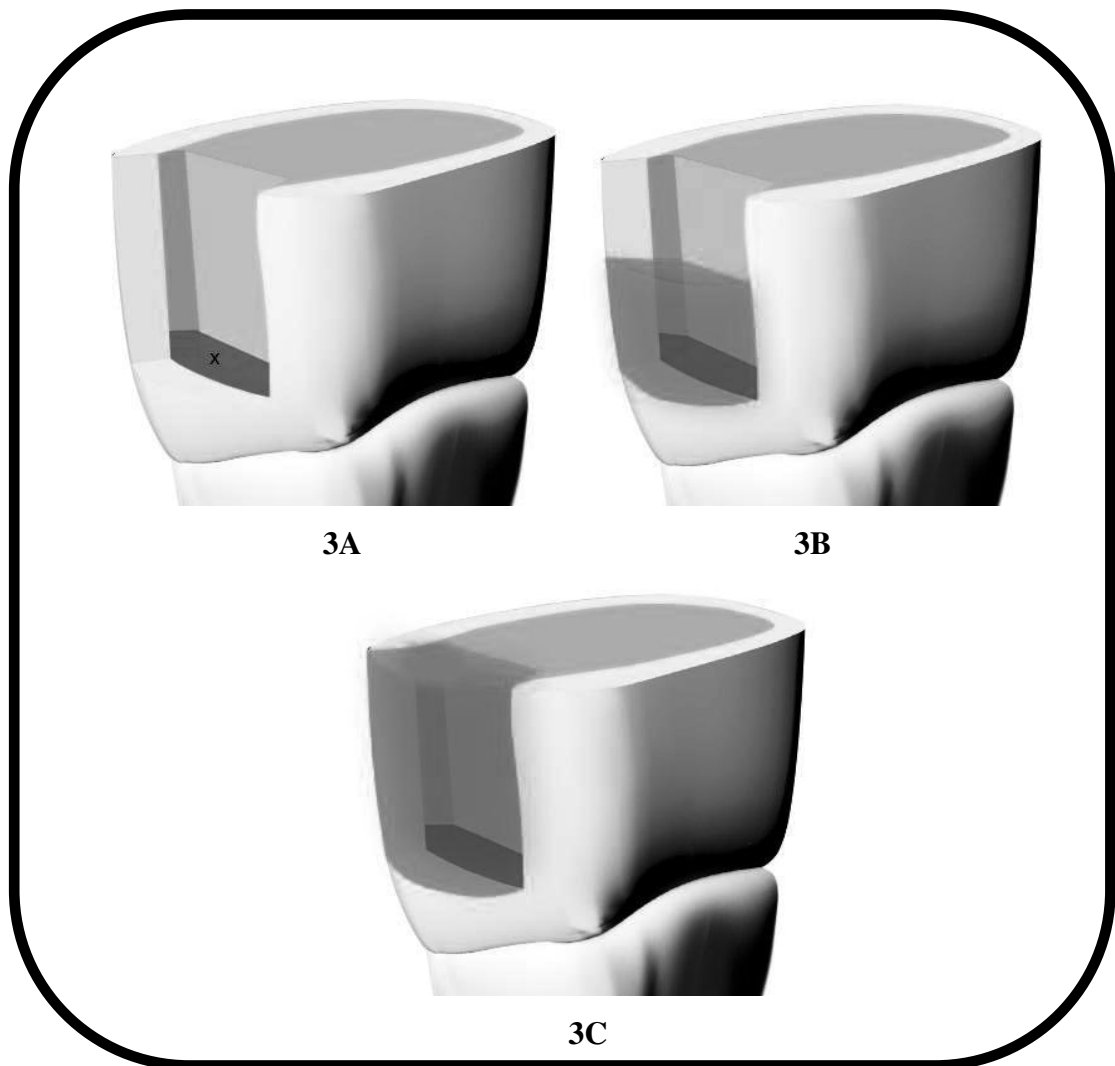


Fig. 3. Restorative technique 2. 3A) flowable composite applied until amelo-dentinal junction, thickness determined by the experimental group (X). 3B) Sequence of the composite resin restoration with micro-hybrid (Filtek Z-250, shade A2). 3C) Overview of the restoration completed.

3 - CONCLUSÃO GERAL

De acordo com as condições experimentais e com base nos resultados obtidos neste estudo, pôde-se concluir que:

1) Menores espessuras de resina de baixa viscosidade promoveram menores valores de infiltração marginal;

2) A aplicação da resina de baixa viscosidade aplicada na parede gengival, até a junção amelo-dentinária (técnica JAD) promoveu maior selamento marginal;

3) Não houve diferença estatística significativa quando utilizou-se as resinas SureFil® SDR™ Flow ou Filtek Z-350 Flow.

REFERÊNCIA^{*}

Cara RR, Fleming GJ, Palin WM, Walmsley AD, Burke FJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with resin-based composites with and without an intermediary layer. J.Dent. 2007; 35(6):482-489

Ciucchi B, Bouillaguet S, Delaloye M, Holz J. Volume of the internal gap formed under composite restorations in vitro. J Dent. 1997; May:Jul; 25(3-4): 305-312.

Davidson CL, de Gee AJ, Feilzer A. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. J Dent Res. 1984; 63(12): 1396-1399.

Hilton TJ. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? In vitro investigations. Part 1. Am J Dent 2002;15:198–210.

Mandras RS, Retief DH, Russell CM. The effects of thermal and occlusal stresses on the microleakage of the Scotchbond 2 dentinal bonding system. Dent Mat. 1991; 7(1): 63-67.

Nikaido T, Kunzelmann KH, Chen H, Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Cox CF, Hickel R, Tagami J. Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. Dent Mat. 2002; 18(3): 269-75.

Yesil ZD, Alapati S, Johnston W, Seghi RR. Evaluation of the wear resistance of new nanocomposite resin restorative materials. J Prosthet Dent 2008, 99: 435-43.

^{*} De acordo com a norma utilizada na FOP/UNICAMP, baseada no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

APÊNDICE

MATERIAIS E MÉTODOS

PREPARO DOS DENTES

Para a presente pesquisa, foram utilizados 130 dentes incisivos bovinos (Figura 1 A). Estes foram submetidos à raspagem manual com cureta periodontal para remoção de debris orgânicos (Figura 1 B), e polidos com escovas de Robinson (Microdont, São Paulo, SP, Brasil) e pasta de pedra pomes (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) com água (Figura 1C). Caso o dente tenha apresentado alguma rugosidade nas superfícies proximais, avaliado através de lupa com aumento de 40X, as mesmas sofreram um pequeno acabamento com lixas de carbeto de silício nº600 (Norton, Guarulhos, SP, Brasil). Em seguida, esses dentes foram armazenados em água destilada até o momento da sua utilização.

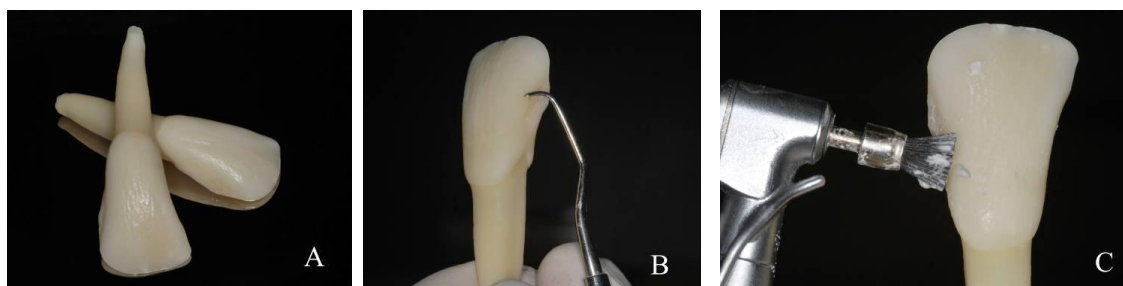


Figura 1 – A) Dentes Bovinos. B) Raspagem manual com cureta periodontal. C) Polimento com escova de Robinson.

Os dentes foram seccionados transversalmente, a uma distância de 11 mm da junção amelo-cementária (JAC) proximal, com o auxílio de discos diamantados dupla face (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) (Figura 2A), obtendo-se, assim, uma superfície plana incisal (Figuras 2B), que foi lixada com lixas de carbeto de silício nº 600 (Norton, Guarulhos, SP, Brasil) conectadas a uma máquina politriz (APL-4, Arotec,

São Paulo, SP, Brasil) (Figura 2C) até altura incisivo-apical de 11 mm entre a JAC e a borda incisal proximal (Figura2D).

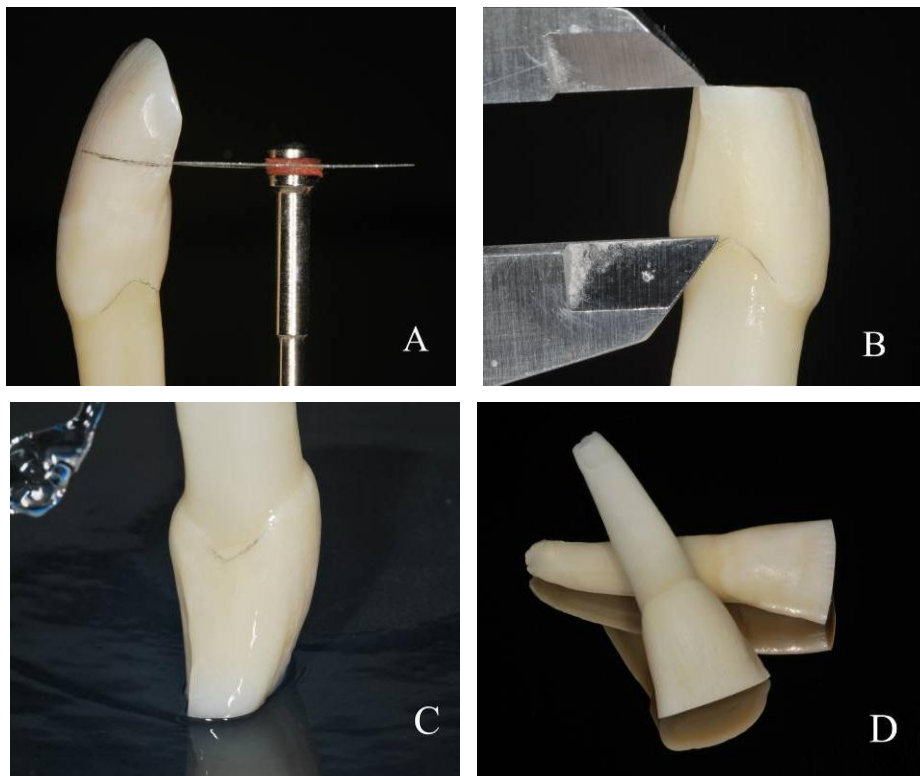


Figura 2 – A) Secção transversal do dente. B) Distância de 11 mm da JAC. C- Dente sendo lixado com lixas de carbeto de silício d’água nº 600. D- Dentes cortados e lixados.

INCLUSÃO DAS RAÍZES

A porção radicular dos dentes bovinos foi incluída em resina de poliestireno (Piraglass, Piracicaba, SP, Brasil). As raízes foram posicionadas lateralmente no interior de tubos de PCV (Tigre Tubos e Conexões S/A, Joinville, SC, Brasil) de 2,1 cm de diâmetro e, aproximadamente 2 cm de altura, os quais foram fixados com cera pegajosa, de modo que a superfície proximal de cada dente ficou posicionada no centro do tubo, perpendicular à base (Figura 3A). Este posicionamento foi efetuado com auxílio de um delineador (Bio Art Ltda, São Carlos, SP, Brasil). A resina de poliestireno foi preparada na proporção de 2% (100g de resina para 2g de catalisador) e vertida no interior dos

tubos de PVC. Após um período de aproximadamente seis horas, os dentes foram removidos dos anéis de PVC (Figura 3B).

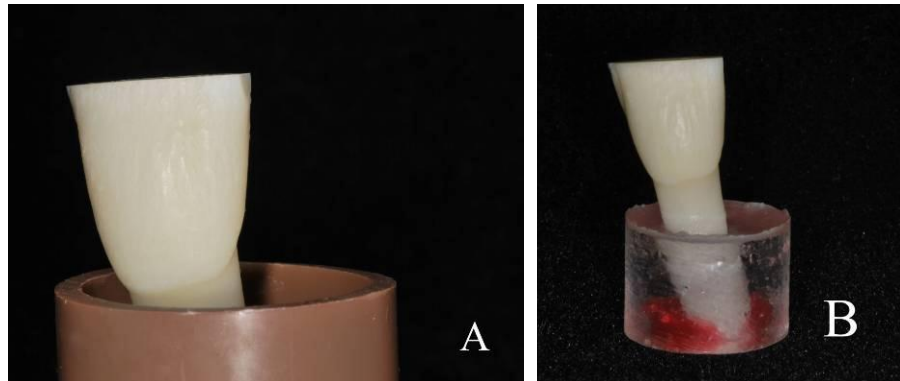


Figura 3 – A) Posicionamento do dente no interior do tubo de PVC com a superfície proximal no centro do tubo perpendicularmente à base do tubo. B) Dente incluído na resina de poliestireno.

Foram realizados preparos na face mesial dos elementos, simulando Classe II, com 8 mm de altura, 4 mm de largura e 1,5 mm de profundidade (Figura 4B), sob irrigação com jato de ar/água, utilizando-se ponta diamantada #3146 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil), com turbina de alta rotação acoplada à máquina de preparo cavitário (Figura 4A). A cada cinco preparos, a ponta foi substituída por outra nova.

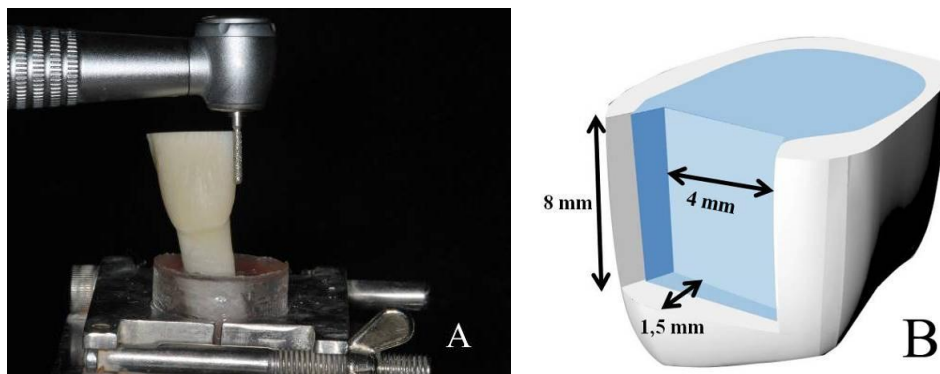


Figura 4 – A) Confeção da cavidade. B) Dimensões do preparo.

RESTAURAÇÕES

Cada cavidade foi lavada abundantemente com água e secada com papéis absorventes (Kleenex, Kimberly-Clark, Mogi das Cruzes, SP, Brasil), evitando o ressecamento da dentina. A cavidade foi condicionada por 15 segundos em dentina e 30 segundos em esmalte, com ácido fosfórico a 35% (Figura 5 A e 5 B), seguida de lavagem por 15 segundos (Figura 5 C) e gentil secagem (Figura D), evitando ressecar a dentina.

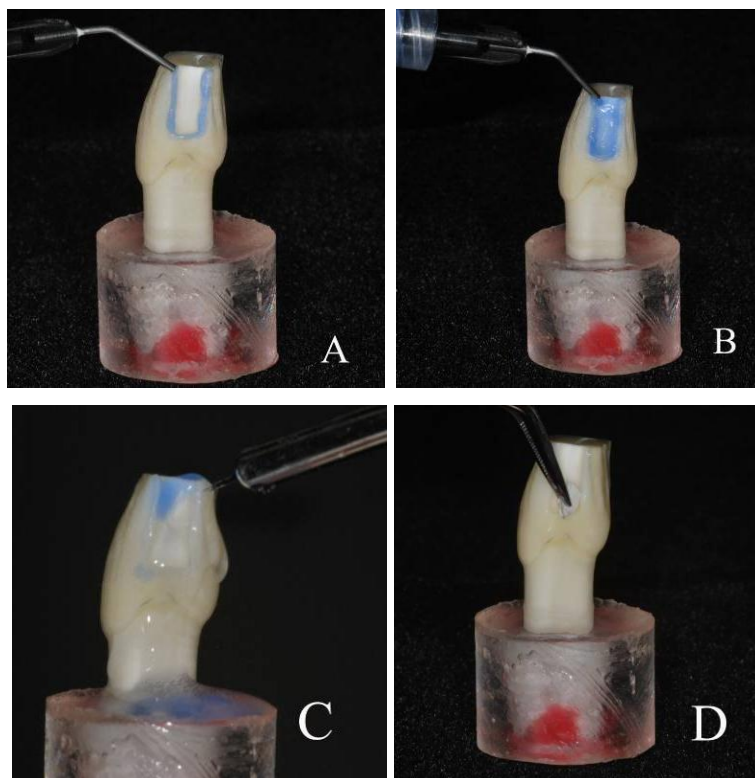


Figura 5 – A) Início de aplicação do ácido fosfórico 35% em esmalte. B) Aplicação do ácido fosfórico em toda cavidade. C) Lavagem do ácido por 15 segundos. D) Gentil secagem com papel filtro.

O sistema adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St Paul, MN, USA) (Figura 6 A) foi aplicado em duas camadas (Figura 6 B), intermediadas por leve jato de ar, e a última fotoativada (fotoativador Bluephase 16i –Vivadent com irradiância de luz de 1100 mW/cm²) por 10 segundos.

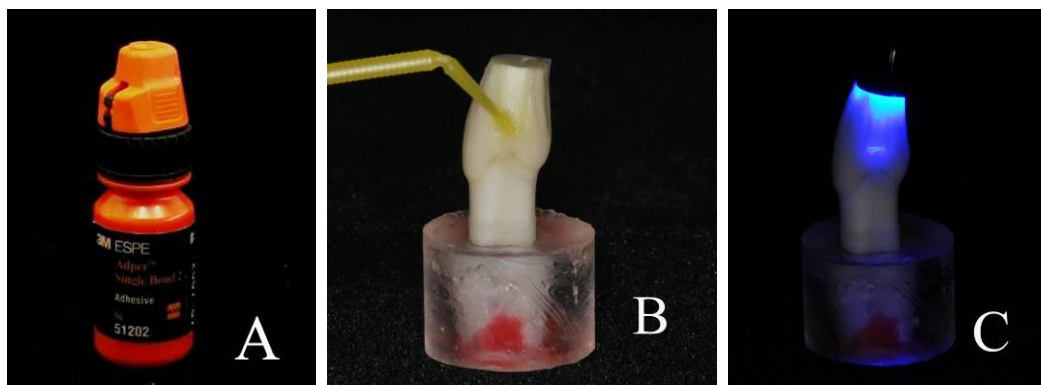


Figura 6 – A) Adesivo Adper Single Bond 2. B) Aplicação do adesivo. C) Fotopolimerização do adesivo.

Em seguida as cavidades foram restauradas em seqüência aleatorizada, detalhadas através do seguinte protocolo por técnica restauradora:

Técnica 1 (Figura 7A-D) - Restauração com a resina de baixa viscosidade aplicada na parede gengival, até o ângulo cavo-superficial (Figura 7 A): A resina composta de baixa viscosidade foi inserida na cavidade, através da ponta dispensadora, na espessura determinada pelo grupo experimental, em único incremento (espessuras de 0,5 , 1 e 2 mm), e fotoativado por 20 segundos. Após isto, a cavidade foi restaurada pela técnica incremental (Figura 7 B), com incrementos de 2 mm, até a parede incisal, utilizando-se resina composta micro-híbrida (Filtek Z-250, cor A2), sendo cada incremento fotoativado por 20 segundos. A espessura de cada incremento foi controlada através de sonda milimetrada (Figura7 D).

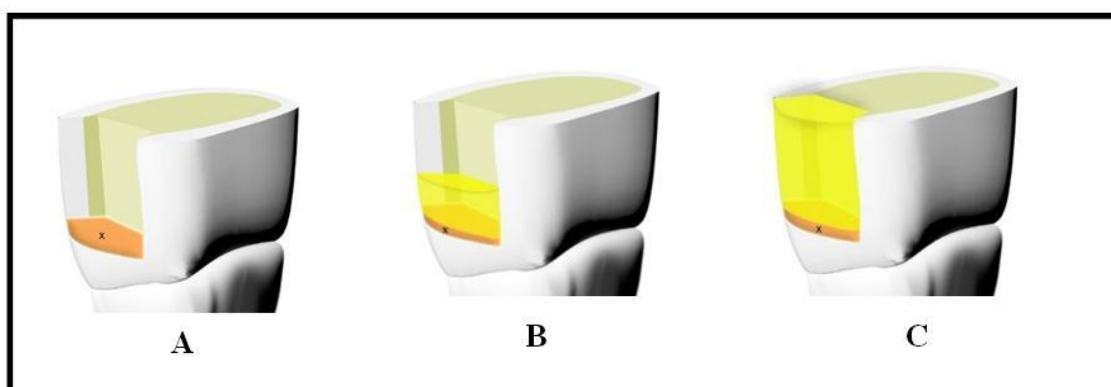


Figura 7– Técnica restauradora 1: A) resina de baixa viscosidade aplicada na parede gengival, até o ângulo cavo-superficial na espessura determinada pelo grupo experimental (X); B) Sequência da restauração com resina composta micro-híbrida (Filtek Z-250, cor A2); C) Visão da restauração concluída.

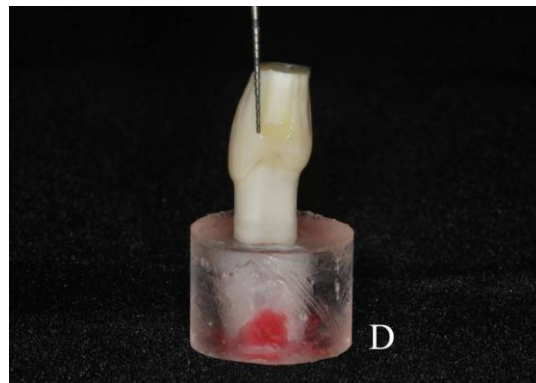


Figura 7 D - Sonda milimetrada sendo utilizada para controle das espessuras da resina de baixa viscosidade.

Técnica 2 (Figura 8A-C) - Restauração com a resina de baixa viscosidade aplicada na parede gengival, somente em dentina: A resina composta de baixa viscosidade foi inserida na parede gengival, até a junção amelo-dentinária, através da ponta dispensadora, na espessura determinada pelo grupo experimental, em único incremento (espessuras de 0,5 , 1 e 2 mm), e fotoativado por 20 segundos. Após isto, a cavidade foi restaurada pela técnica incremental, com incrementos de 2 mm, até a parede incisal, utilizando-se resina composta micro-híbrida (Filtek Z250, cor A2), sendo cada incremento fotoativado por 20 segundos. A espessura de cada incremento será controlada através de sonda milimetrada (Figura 7 D).

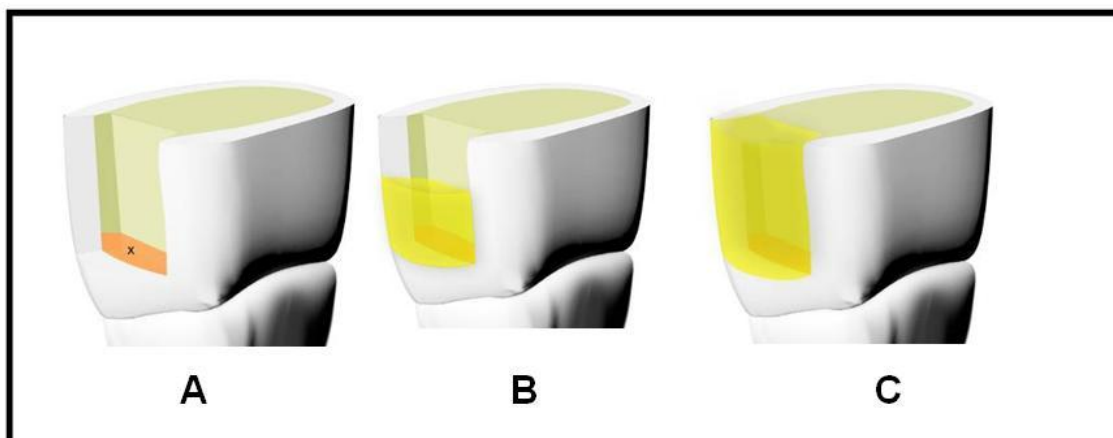


Figura 8 – Técnica restauradora 2: A) resina de baixa viscosidade aplicada na parede gengival, somente em dentina, até a junção amelo-dentinária na espessura determinada pelo grupo experimental (X); B) Sequência da restauração com resina composta micro-híbrida (Filtek Z250, cor A2); C) Visão da restauração concluída.

Seqüência da restauração com resina composta micro-híbrida (Filtek Z250, cor A2) em incrementos horizontais de 2 mm (Figura 9 A e B).

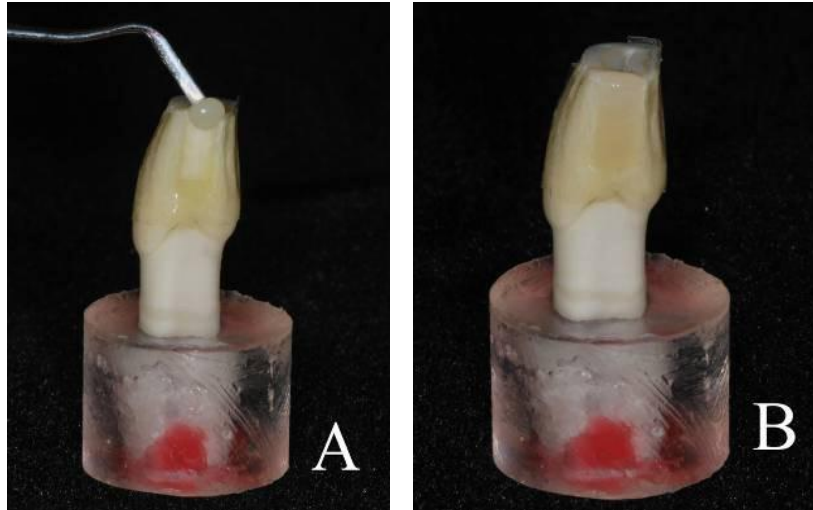


Figura 9 - A) Inserção da resina Z250 em incrementos horizontais de 2 mm. **B)** Restauração finalizada.

GRUPO CONTROLE

Controle Z250- Cavidade restaurada pela técnica incremental horizontal, com incrementos de 2 mm, até a parede incisal, utilizando-se resina composta micro-híbrida Filtek Z250, cor A2 (Figura 10), sendo cada incremento fotoativado por 20 segundos.



Figura 10 - Resina Filtek Z250.

Para a fototivação dos compósitos dentais, utilizou-se o aparelho de fotoativação Bluephase 16i – Vivadent com irradiância de luz de 1100 mW/cm² (Figura 11). Após 24 horas, foram realizados os procedimentos de acabamento e polimento das restaurações, utilizando-se disco de óxido de alumínio Sof-Lex Pop-on (3M ESPE, St Paul, MN, USA) (Figura 12), em ordem decrescente de granulação (Figura 12).



Figura 11 - Aparelho de fotoativação Bluephase 16i – Vivadent

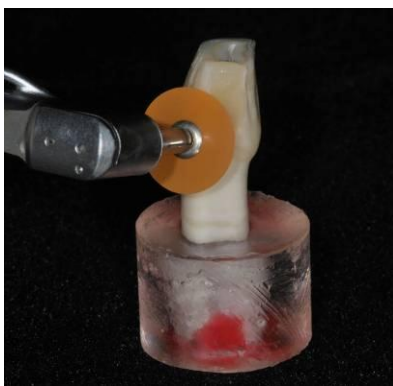


Figura 12 - Acabamento e polimento com de óxido de alumínio Sof-Lex Pop-on.

CICLAGEM TÉRMICA

Os grupos foram termociclados com 1.000 ciclos de temperatura em água destilada entre 5 ± 2 °C, 37 ± 2 °C e 55 ± 2 °C, com 1 minuto de permanência em cada

banho, e 5 segundos de intervalo de transferência, com auxílio de simulador de ciclos térmicos (MSCT – 3 PLUS, São Carlos, SP, Brasil). Protocolo de Soares (2009).

ANÁLISE DA INFILTRAÇÃO MARGINAL

A infiltração foi analisada quantitativamente por meio da Espectrofotometria, pelo aparelho Beckman DU 65 (Instruments, Fullerton, CA, USA) assim como empregada por Aguiar *et al.* (2002), Barros *et al.* (2003), Aguiar *et al.* (2003) e Santos *et al.* (2005) com objetivo de avaliar infiltração marginal.

IMERSÃO EM CORANTE

Toda a amostra, com exceção da interface dente/restauração na área correspondente ao primeiro incremento das resinas compostas, foi protegida com duas camadas do adesivo a base de cianoacrilato de presa rápida Superbond (Loctite Adesivos LTDA, Itapevi, SP, Brasil). Antes da imersão em corante foi colocada uma fita adesiva (6 mm x 4 mm) ao redor da área a ser infiltrada (correspondente ao primeiro incremento da restauração) (Figura 13 A). Em seguida, foram aplicadas duas camadas de esmalte para unha (Figuras 13 B e C). Então, os espécimes foram totalmente imersos em solução neutra de azul de metileno a 2% (Merck, Darmstadt, Germany) por 2 horas (Figura 13 D). Decorrido este período, os blocos foram removidos da solução corante, lavados em água corrente e secados. Realizou-se a remoção do esmalte para unha ao redor da área estudada com cureta periodontal. Com o objetivo de remover o corante depositado na superfície da restauração, esta superfície sofreu um desgaste superficial de 0,05 mm, controlado por um paquímetro digital (Mitutoyo, Tóquio, Japão).

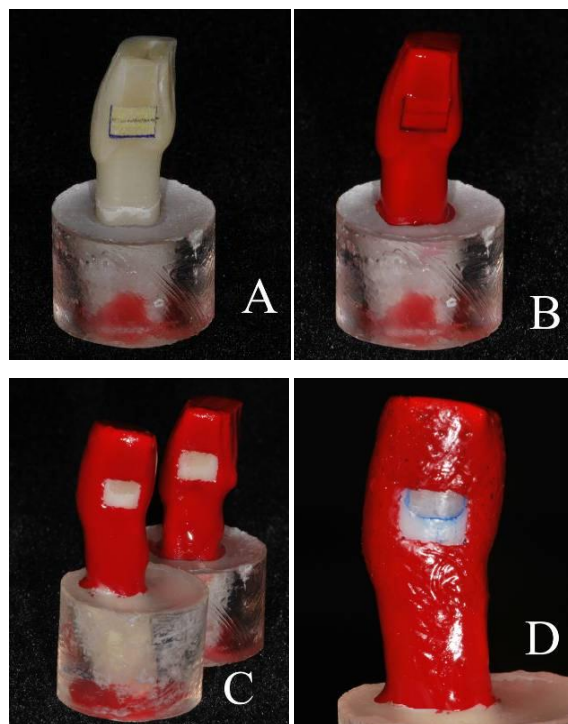


Figura 13 – A) Colocação da fita adesiva. B) Aplicação de duas camadas de esmalte para unhas. C) Após remoção da fita adesiva. D) Após imersão em corante.

TRITURAÇÃO DAS AMOSTRAS

Para preparar a leitura de corante infiltrado, os corpos de prova (bloco dental + restauração) foram pesados e triturados em moinho para tecidos duros (MA-475 - Marconi Equip. Ltda, Piracicaba –SP, Brasil), com o objetivo de obter um pó composto pelo conjunto dente/restauração e pesado novamente. Se a diferença entre os pesos, inicial e final, fossem maior que 10%, a amostra seria descartada. Neste estudo nenhuma amostra foi descartada.

DISSOLUÇÃO

Após a trituração, o pó obtido de cada amostra foi imerso, separadamente, em tubo de ensaio, contendo 4 ml de álcool absoluto PA, por 24 horas, para dissolver o corante infiltrado na interface dente/restauração. A seguir, a solução obtida pelas

amostras trituradas foi centrifugada (3000 rpm por 3 minutos), para que o pó e eventuais impurezas fossem decantados. O sobrenadante da solução centrifugada foi submetido à análise quantitativa de corante presente na solução pelo aparelho de espectrofotometria por meio da leitura de absorbância.

OBTENÇÃO DA ABSORBÂNCIA MÁXIMA DO CORANTE AZUL DE METILENO 2 %

Para a obtenção absorbância máxima do corante Azul de Metileno 2% o aparelho de espectrofotometria foi calibrado, realizando-se uma varredura espectral, utilizando-se de soluções padrão nas concentrações de 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 4; 6 mg / ml, para se obter o comprimento de onda de máxima absorbância espectral.

Utilizando-se desse valor de comprimento de onda, foi realizada a leitura das soluções obtendo-se o valor máximo de absorbância espectral. Através do sistema ABS-Concentração, obtém o valor de r^2 e a equação da reta.

Foi traçado um gráfico de linhas em um sistema de eixos cartesianos, utilizando os valores de concentração de corante em microgramas por mililitros no eixo das abscissas e a densidade óptica obtida nos eixos das ordenadas. Foi obtida a regressão linear de y em função de x e determinada a equação da reta, a partir da qual pôde ser calculada a concentração de corante.