UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

LARISSA MARINHO AZEVEDO

**Efeito da base de cimento de ionômero de vidro
modificado por resina e técnicas de inserção de resina
composta na interface dentina/restauração adesiva**

BAURU
2011

LARISSA MARINHO AZEVEDO

**Efeito da base de cimento de ionômero de vidro
modificado por resina e técnicas de inserção de resina
composta na interface dentina/restauração adesiva**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Odontologia, na área de Dentística Restauradora.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Teresa Atta

Versão corrigida

BAURU
2011

Azevedo, Larissa Marinho
Az25e Efeito da base de cimento ionômero de vidro
modificado por resina e técnicas de inserção de resina
composta na interface dentina/restauração adesiva/ Larissa
Marinho Azevedo - Bauru,2011.

108p. il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia
de Bauru da Universidade de São Paulo.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Teresa Atta

Nota: A versão original desta dissertação/tese encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru - FOB/USP.

Autorizo exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a
reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por
processos fotocopiadores e/ou meios eletrônicos.

Assinatura do autor:_____

Data:_____/_____/_____

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em
Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru
– USP (Processo nº 146/2009), em reunião datada
de 1 de Outubro de 2009, conforme documento
anexo. (Anexo C)

FOLHA DE APROVAÇÃO

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente **aos meus pais**, a quem devo tudo, e que sempre, sempre, fizeram o possível e o impossível para que eu pudesse fazer o que mais me deixasse feliz, Paulo Roberto e Marluce, amo vocês incondicionalmente; **aos meus irmãos** Andressa, Paulinha e Paulo Roberto, que juntos conseguiram tolerar e amar essa irmã tão complicada; e **aos meus avós**, vovô Chichico e vovó Maria, que sempre rezaram por mim e demonstram o orgulho que sentem por essa neta que conseguiu chegar tão longe da realidade que eles conhecem.

A todos vocês meu eterno amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

À Deus

Que além de ter me dado a vida, me proporcionou diariamente, que ela seja livre de problemas. Tenho uma família maravilhosa, amigas verdadeiras, um namorado amoroso e que ainda me presenteou com um “quase” filho.

Aos meus pais, Paulo e Marluce

Que nunca mediram esforços pra me ver feliz e satisfazer meus desejos. Sempre com muito trabalho e dedicação, transformaram cada sonho meu em realidade, desde às idas aos Shows da Xuxa, até o desejo de vir morar em Bauru pra fazer Pós-Graduação. Juntos, vocês conseguiram passar esse amor tão imenso que sentem um pelo outro, pra todos os seus 4 filhos. Espero um dia conseguir retribuir tudo isso a vocês.

Aos meus irmãos

Andressa, que muitas vezes parecia ser a irmã mais velha para conseguir me ajudar com meus problemas. Paulinha, que com toda sua fé sempre me falava palavras de conforto nas dificuldades. Paulo Roberto, que sempre teve paciência pra agüentar a irmã mais velha fazendo cobranças e ainda retribuía com beijos e abraços apertados.

À toda minha família Marinho Azevedo

Pela torcida, incentivo e amor acolhedor em cada volta pra casa.

Ao meu namorado, Caê

Que desde a época do colégio já demonstrava que seria o amor da minha vida. Nos conhecemos ainda criança, nos afastamos e então nos reencontramos pra finalmente conseguir viver nossa história de amor. Saiba que toda sua trajetória de vida me orgulha e me incentiva à crescer cada dia mais. Não teria conseguido chegar até aqui se não fosse seu amor e companheirismo TODOS os dias desde quando cheguei nessa cidade. Obrigada por ser meu amigo acima de tudo. Apesar dessa distância, nosso amor sempre falou mais alto. Espero conseguir te fazer feliz por toda a vida.

Ao meu “filho” João Pedro

Quando você apareceu na minha vida, nunca imaginei que seria pra unir ainda mais seu pai a mim, saiba que você foi um presente abençoado de Deus e que com você, não só seu pai, mas eu, também aprendi a ser uma pessoa muito melhor. Apesar de ser meio maluquinha essa “mãedrastra”, como você mesmo diz, te ama demais.

Aos meus sogros Ângela e Lavôr, à minha cunhada Andréa, à minha princesa Priscila e à toda família Gois

Que mesmo de longe sempre se mostraram presentes e preocupados com minha estadia fora de casa, e por fazerem de cada retorno a minha cidade, uma eterna festa.

Às minhas amigas-irmãs Paula e Nara

E lá se vão 15 anos de amizade. Às vezes eu me questiono se eu realmente mereço vocês na minha vida, sei que não sou nem de longe a amiga que vocês são comigo, mas saibam que o amor que sinto por vocês é imenso. Obrigada DE VERDADE pela amizade tão presente que vocês mantêm comigo, dividindo os momentos de alegria e principalmente os mais sofridos. Não sei o que seria de mim sem vocês.

Aos meus amigos do colégio

Adelina, Camila, Mariana, Lulu, Virna, Érika, Fernando, Paulinho, Tiago, Guilherme, Cícero, Lourenço que compartilharam além dos conflitos da adolescência os descobrimentos da vida adulta. Cada um com sua vida, cada um com sua profissão, mas quando juntos, aqueles velhos e mesmos VERDADEIROS AMIGOS.

Aos meus amigos da Faculdade

Ticiane, Diego, Mariana, Morgana, Samuel, Elvira, Michelli e em especial à minha eterna dupla **Lissa**, amiga nossa amizade ultrapassou a época da graduação, quando dividimos o medo de atender pela primeira vez, a primeira cirurgia, o primeiro isolamento, a felicidade da formatura, o orgulho de ambas passarem em pós fora de Fortaleza. Nem a distância foi capaz de diminuir a confiança, amor e consideração que tenho por ti. Obrigada por sempre me ouvir, me confortar e me ensinar a ser uma pessoa menos complicada. Sinto muito sua falta, sem você a Odontologia teria sido muito mais difícil.

À minha eterna orientadora Dr. Andréia

Que sempre teve paciência não só pra me ensinar Dentística, mas também pra me mostrar um pouco mais da palavra de Deus. Tenho muito orgulho de ser não ser apenas sua ex-aluna, mas sim sua amiga.

Ao querido Diego Peres

Que com muito carinho ajudou para que essa pesquisa fosse desenvolvida.

Às minhas conterrâneas

Que no início da minha moradia em Bauru me ajudaram muito a conseguir viver longe da minha terra amada.

À turma de Mestrado e Doutorado da Dentística

Em especial: **Carol**, obrigada pela paciência e convívio diário, não sei se outra pessoa conseguiria ser minha dupla; **Kiki**, sempre disposta a ajudar e ouvir, desde a especialização estava lá e eu sem perceber, ainda bem que consegui recuperar o tempo perdido; **Luciana Mascas**, nunca vou esquecer das nossas conversas, as que nos faziam chorar e principalmente as que nos faziam rir; **Flávia**, a amiga mais doce, calma, paciente, prestativa, você foi um anjo que apareceu na minha vida; **Lulu**, sempre me dando conselhos, brigando quando precisava e me ensinando a ser menos chatinha; **Leslie**, que teve toda a paciência de me ensinar a ser uma mestranda e desenvolver minha pesquisa; **Tchela, Gabi, Ana Miriam, Yvette, Luciana Francisconi**, adoro todas vocês.

Aos professores do Departamento de Dentística

Pelos ensinamentos e contribuição para minha formação profissional desde a Especialização.

À professora Linda

Por todos os momentos de ensinamento, alegria e diversão, dentro e fora da faculdade.

À Professora Dra. Maria Teresa Atta

Além de orientadora exerceu um papel de mãe na minha vida. Minha admiração pela senhora começou na época da especialização por ser uma mulher linda, jovem e inteligente, pra completar algum tempo depois descobri uma orientadora atenciosa, dedicada e prestativa. Obrigada por além de me ajudar durante toda a realização desse trabalho, ter conseguido me ensinar a ser menos ansiosa, mais paciente, mais determinada. Tenho muito orgulho em dizer que sou sua orientada.

Aos funcionários do Departamento de Dentística

Por sempre estarem dispostos ajudar.

Ao professor Dr. Lauris e Linda

Pela dedicação e ajuda nas análises estatísticas deste trabalho.

Aos funcionários do CIP

Pela disponibilidade e concretização da realização neste trabalho.

Aos funcionários da biblioteca e pós-graduação

Sempre dispostos a tirar nossas dúvidas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Órgão de fomento deste trabalho.

À todos os funcionários da FOB-USP

Que de alguma maneira me ajudaram a crescer como profissional.

... muito obrigada!!

RESUMO

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR) e das técnicas de inserção incremental de resina composta na interface de parede circundante de restauração adesiva à dentina. Foram confeccionadas cavidades com 4,5mm X 3mm X 5mm em 52 molares humanos extraídos divididos em 4 grupos: Grupo 1 (controle): Sistema Adesivo (Adper™ Single Bond) + Resina Composta (Filtek Z250) com inserção em 2 incrementos horizontais (Fator C = 5); Grupo 2: Sistema Adesivo (Adper™ Single Bond) + Resina Composta (Filtek Z250) em 4 incrementos oblíquos (Fator C=2); Grupo 3: Base de CIVMR (Vitrebond) + Sistema Adesivo (Adper™ Single Bond) + Resina Composta (Filtek Z250) em 2 incrementos horizontais (Fator C = 5) e Grupo 4: Base de CIVMR (Vitrebond) + Sistema Adesivo (Adper™ Single Bond) + Resina Composta (Filtek Z250) em 4 incrementos oblíquos (Fator C = 2). Após a restauração, os dentes permaneceram em água deionizada em estufa a 37°C por 24 horas. Depois foram seccionados em uma máquina de cortes com disco de diamante em espessura de 0,8mm no sentido vestibulolingual. Uma fatia de cada dente foi separada aleatoriamente para análise em Microscópio Confocal para verificação e mensuração de fendas internas na interface dentina/resina composta. As demais fatias foram seccionadas para a confecção de palitos (0,8mm X 0,8mm) que foram submetidos a testes de microtração em uma máquina de ensaios universal EMIC. Os resultados de resistência de união foram submetidos à análise de variância a dois critério ANOVA a 5% e ao teste de Fisher para as variáveis de presença de fendas internas. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os quatro grupos ($p > 0,05$) com relação à resistência adesiva. Quanto à presença de fendas internas, foi evidenciada sua presença nos grupos 1, 3 e 4, sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados ($p > 0,05$). Conclui-se, portanto, que o uso da base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina e das técnicas de inserção incremental de resina composta não influenciam a resistência adesiva e presença de fendas da resina composta à dentina.

PALAVRAS-CHAVE: Preparo da cavidade dentária. Cimentos de ionômeros de vidro. Resinas Compostas. Polimerização. Resistência à tração.

ABSTRACT

ABSTRACT

Effect of resin-modified-glass-ionomer lining and composite placement on adhesive interface

The aim of this study was to evaluate the effect of resin-modified-glass-ionomer lining and incremental technique on the bond strength of the composite restoration interface. Methods: Cavities were made (4.5mm X 3mm X 5mm) in 52 extracted human molars, divided into 4 groups: Group 1 (control) – no lining + two horizontal increments (C Factor = 5); Group 2: no lining + four oblique increments (C Factor = 2); Group 3: RMGIC lining (Vitrebond) + two horizontal increments; and Group 4: RMGIC lining (Vitrebond) + four oblique increments. All teeth were restored with Adper™ Single Bond and Filtek Z250 and stored in deionized water at 37°C for 24 hours before sectioned into 0.8mm sticks (bucco-lingually). One slice of each tooth was randomly selected for confocal microscopy for analysis of the interface resin/dentin. The other slices were sectioned in sticks (mesio-distally) for microtensile test in a Universal Testing Machine (EMIC) at 0.5mm/min. The data were analyzed by Two-way ANOVA (5%) and Fisher's test for variables of presence of gap. No statistical difference on adhesive strength among groups (G1 – 14.55 ± 4.228 MPa, G2 – 17.25 ± 7.31 MPa, G3 – 12.81 ± 4.97 MPa and G4 – 13.39 ± 4.115 MPa). No significant statistical difference was observed regarding the presence of gap at the interface dentin/resin among groups ($p > 0.05$). It can be concluded, that resin-modified glass-ionomer cement lining and resin composite techniques showed no effect on the adhesive interface to dentin.

KEYWORDS: Dental cavity preparation. Glass ionomer cement. Composite resins. Polymerization. Tensile strength.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Superfície planificada	43
Figura 2- Início do preparo cavitário com broca carbide em alta rotação	43
Figura 3- Acabamento com a mesma broca em baixa rotação	44
Figura 4 - Acabamento da cavidade com enxada monoangulada 8/9.....	44
Figura 5 - Vista oclusal do preparo cavitário. Comprimento méseo distal de 5mm e 3mm de largura no sentido vestibulo lingual.....	44
Figura 6- Corte ao longo eixo do dente. Profundidade de 4,5mm	44
Figura 7 - Condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37%.....	46
Figura 8 - Aplicação do Sistema Adesivo acrescido de Rodamina B, em duas camadas	46
Figura 9 - Cavidade após aplicação do adesivo com Rodamina B.....	46
Figura 10 - Vista oclusal da cavidade após inserção da Resina Composta.....	46
Figura 11 - Aplicação do CIVMR inserido na cavidade com aplicador de Hidróxido de Cálcio. Fotoativação por 30 segundos.....	47
Figura 12 - Dente fixado na placa da máquina de corte digital com cera pegajosa. Corte em sentido vestibulolingual	48
Figura 13 - Corte do dente em fatias com disco diamantado em máquina de cortes seriados	48
Figura 14 - Fatia obtida para análise em microscopia Confocal.....	49
Figura 15 - Corte da fatia em palitos com disco diamantado em máquina digital de corte seriado.....	50
Figura 16 - Palito obtido para o teste de microtração de 0,8x0,8mm	50
Figura 17- Palito fixado no dispositivo do tipo Bencor pronto para teste de microtração.....	51

Figura 18 - Palito fixado no dispositivo do tipo Bencor já rompido após teste de microtração	51
Figura 19 – Imagem da superfície de área da fratura resultante obtida pelo Estereomicroscópio (Leica MZ6)	52
Figura 20 - Fratura tipo adesiva (Ta). Imagem obtida pelo Estereomicroscópio das superfícies da área de fraturado palito.....	56
Figura 21 - Fratura do tipo mista (Tm). Imagem obtida pelo Estereomicroscópio das superfícies da área de fratura do palito.....	56
Figura 22 - Fratura Coesiva em Resina Composta (Tcr) e Fratura Coesiva em Dentina (Tcd). Imagens obtidas pelo Estereomicroscópio das superfícies da área de fratura do palito.....	57
Figura 23 - Imagem obtida pelo microscópio confocal de um espécime do Grupo 1 (D: Dentina; A: Adesivo; R: Resina; T: Tags de Resina).....	59
Figura 24 - Imagem obtida pelo microscópio confocal em espécime do Grupo 2 (D: Dentina; A: Adesivo; R: Resina; T: Tags de Resina; B: Bolha contida no Adesivo).	60
Figura 25 - Imagem obtida pelo microscópio confocal em espécime do Grupo 3 (D: Dentina; A: Adesivo; T: Tags de Resina; F: Fenda).....	60
Figura 26 - Imagem obtida pelo microscópio confocal em espécime do Grupo 4 (D: Dentina; A: Adesivo; F: Fenda).....	61

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Médias (MPa) da resistência adesiva dos grupos testados (G1,G2,G3,G4).....	55
Gráfico 2 – Porcentagem de espécimes dos grupos testados, segundo o tipo de fratura resultante.....	57
Gráfico 3 – Representação gráfica em números absolutos sobre a presença ou ausência de fendas marginais na interface dos grupos testados	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos principais materiais empregados no presente trabalho	41
Tabela 2 - Médias e desvios-padrão da resistência.....	55
Tabela 3 – Fendas marginais dos grupos testados em números absolutos	58
Tabela 4 – Teste de Fisher	59

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	por cento
ANOVA	Análise de Variância
°C	grau(s) Celsius
=	igual
+	mais
®	marca registrada
Nº	número
N	Newton(s)
µm	micrômetro(s)
MM	massa molecular
g/mol	grama(s) por mol
Bis-EMA	Bisfenol a-glicidil metacrilato etoxilado
Bis-GMA	Bisfenol glicidil metacrilato
HEMA	2-hidroxi-etil metacrilato
TEGDMA	Trietileno Glicol dimetracrilato
UDMA	Uretano dimetacrilato
MET	Microscopia eletrônica de transmissão
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
TM	Trademark
New RD	New Road
UK	United Kingdom (Reino Unido)
St. Paul	Saint Paul
Wi	Wisconsin
USA	United States of America (Estados Unidos da América)
CT	connecticut
3M/ESPE	3M do Brasil Ltda.- Produtos Dentários
Ltda.	Limitada
>	maior
<	menor

n	número de espécimes
mm	milímetro(s)
mm/min	milímetro(s) por minuto
mg	miligrama(s)
ml	mililitro(s)
mw/cm ²	miliwatt(s) por centímetro quadrado
cm ²	centímetro quadrado
Kgf	quilograma(s) - força
±	maios ou menos
p	nível de significância
Dp	desvio padrão
NS	não significante
FOB	Faculdade de Odontologia de Bauru
USP	Universidade de São Paulo
RJ	Rio de Janeiro
SP	Sã Paulo
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
G1	Grupo 1
G2	Grupo 2
G3	Grupo 3
G4	Grupo 4
CIV	cimento(s) de ionômero de vidro
CIVMR	cimento(s) de ionômero de vidro modificado(s) por resina
Fator C	Fator de configuração cavitária
LED	Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)
MPa	megapascal(s)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	23
3 PROPOSIÇÃO	35
4 MATERIAL E MÉTODOS	39
4.1 MATERIAIS UTILIZADOS:	41
4.2 PREPARO DOS ESPÉCIMES	42
4.2.1 Obtenção dos dentes humanos.....	42
4.2.2 Delineamento experimental.....	42
4.2.3 Preparo cavitário	43
4.2.4 Marcação do Sistema Adesivo (Adper™ Single Bond 2®) com Rodamina B.....	45
4.2.5 Procedimento Restaurador.....	45
4.2.6 Preparo dos espécimes para análise em microscopia confocal	48
4.2.7 Preparo dos espécimes para o teste de microtração	49
4.2.8 Análise do tipo de fratura.....	51
4.2.9 Análise estatística utilizada	52
5 RESULTADOS.....	53
5.1 RESISTÊNCIA ADESIVA	55
5.2 TIPO DE FRATURA.....	56
5.3 ANÁLISE DAS FENDAS INTERNAS AVALIADAS EM MICROSCOPIA CONFOCAL	58
6 DISCUSSÃO	63
7 CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS.....	81
APÊNDICE.....	99
ANEXOS	103

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A restauração de dentes posteriores com materiais de inserção direta mudou significativamente nos últimos anos. Antes de 1980, o amálgama era claramente o material restaurador de escolha para tais casos, sendo o mais empregado pela maioria dos cirurgiões-dentistas. No entanto, uma série de implicações como a constante busca por procedimentos restauradores menos invasivos, a controvérsia relacionada ao mercúrio, além da solicitação cada vez maior dos pacientes por uma restauração agradável do ponto de vista estético, começou a direcionar os profissionais para o estudo de materiais alternativos ao amálgama.

Buonocore, em 1955, deu início à evolução dos sistemas restauradores estéticos, através da técnica de condicionamento ácido do esmalte, seguido pelo desenvolvimento das resinas compostas por Bowen, em 1962 e pelo conceito de hibridização da dentina formulado por Nakabayashi et al., em 1982. Esses três eventos são responsáveis por grandes avanços na Odontologia Restauradora.

Atualmente, as resinas compostas são a opção de tratamento da maioria dos pacientes (GORDAN et al., 2007; OTTENGÅ; MJÖR, 2007; NIU et al., 2009; TAGAMI et al., 2010) e vários estudos clínicos comprovam o excelente desempenho clínico destas (OPDAM et al., 2007; KRÄMER et al., 2009; KIREMITCI; ALPASLAN; GURGAN, 2009; OPDAM et al., 2010; ARHUN; CELIK; YANAMEL, 2010).

Apesar das diversas vantagens das resinas compostas, a contração de polimerização é considerada seu maior problema (LABELLA et al., 1999; CUNHA et al. 2007; FERRACANE, 2008; PETROVIC; ATANACKOVIC, 2008; TAKAHASHI, et al., 2010), pois refere-se a uma aproximação molecular quando existe a conversão dos monômeros em polímeros (cadeia polimérica) durante a reação de polimerização (SAKAGUCHI et al., 1992; CONDON; FERRACANE, 2000; VAN ENDE et al., 2010), o que é representado na prática por uma diminuição no volume da restauração (IRIE; SUZUKI; WATTS, 2002; PETROVIC, ATANACKONIC, 2008). Esse acontecimento é inevitável por ser inerente ao processo de “endurecimento” do material (RUEGGERBERG, 1999; SAKAGUCHI, 1999; CHO et al., 2006; KAKABOURA et al., 2007). Assim, quanto maior a conversão dos monômeros em polímeros, maior a contração de polimerização (RUEGGEBERG, 1999, OKAMURA;

MIYASAKA; HAGIWARA, 2006; VAN DIJKEN; LINDBERG, 2009). Dessa forma, a contração de polimerização pode comprometer a adaptação marginal da restauração, originando aberturas microscópicas nas margens cavitárias e permitindo a passagem de bactérias, fluidos, substâncias químicas, moléculas e íons, que é definida como microinfiltração (KIDD, 1976; CALHEIROS et al., 2004; FLEMING et al., 2007; CADENARO et al., 2008).

A infiltração marginal que ocorre entre o material restaurador e o dente é um grande indicativo de insucesso das restaurações, pois conduz à descoloração marginal, sensibilidade pós-operatória, hipersensibilidade crônica, reincidência de cárie e complicações pulpares (GOING, 1972; KIDD, 1976; GORDAN et al., 2007; CABRERA; MACORRA, 2007; KRÄMER et al, 2009).

Alguns fatores envolvidos na tentativa de minimizar os efeitos negativos da contração de polimerização são: técnica incremental (DAVIDSON; DE GEE; FEILZER, 1984; HE et al., 2008; PARK et al., 2008; VAN ENDE et al., 2010), que consiste na inserção de pequenos incrementos de resina composta na cavidade, polimerizados separadamente, o que favorece o relaxamento do material pelo aumento da área de superfície livre para alívio das tensões de contração de polimerização; utilização de bases cavitárias de alta resiliência e baixo módulo de elasticidade (KEMP-SCHOLTRE; DAVIDSON, 1990, CHUANG et al., 2003; SVIZERO et al., 2005); modulação da fotoativação da resina composta, para um posicionamento mais favorável das moléculas durante a polimerização, diminuindo a tensão interna do material na interface (FEILZER; DE GEE; DAVIDSON, 1987; CHYE et al., 2005; NEO et al., 2005; PFEIFER; BRAGA; FERRACANE, 2006; CUNHA et al., 2007).

A utilização de uma camada intermediária (MASON; FERRARI, 1994) com um material de alta resiliência e baixo módulo de elasticidade (KEMP-SCHOLTRE; DAVIDSON, 1990; DAUVILLIER; AARNTS; FEILZER, 2000; BRAGA; HILTON; FERRACANE, 2003; DE JAGER; PALLAV; FEILZER, 2004), como o cimento de ionômero de vidro (CIV) ou o cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR), permite um alívio das tensões provenientes da contração de polimerização e da própria mastigação, além de proporcionar a necessidade de uma menor quantidade de resina composta para preencher a cavidade (KREJCI I.; LUTZ; KREJCI D., 1988; ARAÚJO, et al., 1995).

Além do uso de uma base resiliente, outro fator que pode contribuir para a diminuição das tensões na interface adesiva é a configuração cavitária (Fator-C), que define a relação existente entre a forma do preparo cavitário e a capacidade de alívio das tensões provenientes da contração de polimerização e que se expressa pela razão entre o número de superfícies aderidas e o número de superfícies livres do incremento de resina composta (FEILZER; DE GEE; DAVIDSON, 1987). Quanto menor a relação entre o número de superfícies aderidas e de superfícies livres, maior o relaxamento das tensões oriundas da contração de polimerização, favorecendo, assim, a interface adesiva (CARVALHO et al., 1996; FEILZER; DE GEE; DAVIDSON, 1988; HE et al., 2008). Dessa forma, quanto mais áreas de superfícies livres forem estabelecidas após a inserção do material, maior a possibilidade de alívio do estresse após a polimerização (FEILZER; DE GREE; DAVIDSON, 1987; REIS et al., 2003; NIU et al., 2009). A técnica de inserção incremental permite a redução do fator C (FRANCO; LOPES, 2003, NIKOLAENKO et al., 2004; TSAI; MEYERS; WALSH, 2004; LOGUERCIO; REIS; BALLESTER, 2004), principalmente quando utilizada a forma oblíqua de inserção, em que uma pequena porção é inserida na cavidade sem unir a parede vestibular com a lingual, reduzindo os vetores de força neste sentido vestibulo-lingual, o qual tem maior potencial para romper a união dente-restauração (FRANCO; LOPES, 2003; NIU et al., 2009)

Assim, considerando que os efeitos negativos da contração de polimerização podem ser diminuídos de acordo com a técnica de inserção de resina composta e o uso de bases de cimento de ionômero de vidro, este estudo se propôs avaliar o efeito da base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina e das técnicas de inserção incremental de resina composta na interface de parede circundante de restauração adesiva à dentina.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

O desenvolvimento de um material restaurador estético de uso direto com características permanentes sempre foi a maior preocupação da Odontologia. As resinas compostas surgiram como resposta aos anseios à obtenção de um material que atendesse às exigências dos pacientes por uma restauração agradável do ponto de vista estético, além da constante busca por procedimentos restauradores menos invasivos.

São basicamente constituídas por uma matriz orgânica, partícula inorgânica e por um agente silano de ligação, que conecta a partícula e a matriz. A matriz orgânica contém um ou mais monômeros de base, tais como o Bis GMA (bisfenol A glicidilmetacrilato) e/ou UDMA (uretano dimetacrilato), monômeros diluentes como TEGDMA (trietileno glicoldimetacrilato) e vários aditivos, como fotoiniciadores (comumente a canforoquinona), co-iniciadores, inibidores de polimerização e fotoestabilizadores (POLYDOROU et al., 2007). Essa adição de diluentes é necessária para que seja possível a manipulação do Bis GMA, pois trata-se de um monômero de alta viscosidade. No entanto, a adição de diluentes é o fator responsável pelo aumento da sorção de água e contração de polimerização (CONDON; FERRACANE, 2000; WEINMANN; THALACKER; GUGGENBERGER, 2005; ILIE et al., 2007).

As resinas compostas fotopolimerizáveis vêm sofrendo aprimoramento na sua composição, tipo, formato e quantidade de carga inorgânica, proporcionando restaurações com bom desempenho clínico (MITRA; WU; HOLMES, 2003; MANHART; CHEN; HICKEL, 2009; CELIK; ARHUN; YAMANEL, 2010; ARHUN; CELIK; YAMANEL, 2010). Entretanto, apesar dessa constante evolução, ainda apresentam limitações, tais como baixa resistência ao desgaste, principalmente nas regiões de contato oclusal, e contração de polimerização (RUEGGERBERG et al., 1993; MAZUR, 2001; TAKAHASHI et al., 2010).

As moléculas de monômeros encontram-se separadas umas das outras a uma distância determinada por forças de coesão secundárias denominadas de Van der Waals. Todavia, no momento da formação da rede polimérica, ligações covalentes são estabelecidas. Como a distância de 0,3 a 0,4 nanômetros

determinada pelas forças de Van der Waals entre as moléculas de monômeros é maior quando comparada à distância de 0,15 nanômetros das ligações covalentes estabelecidas durante a reação, ocorre, como consequência, a aproximação dessas moléculas, resultando em uma redução no volume do material durante a fotopolimerização (PEUTZFELDT, 1997; FERRACANE, 2005). Essa transformação é chamada de grau de conversão e determina a contração volumétrica da resina (DEWAELE et al. 2006a). A contração de polimerização e o grau de conversão dos monômeros são manifestações do mesmo processo. Muitos autores relacionam a quantidade de contração com o grau de conversão considerando que a contração volumétrica aumenta com o aumento do grau de conversão dos monômeros (BRAGA; FERRACANE, 2002; FERRACANE, 2005; DEWAELE et al., 2006a; VAN DIJKEN; LINDBERG, 2009).

Como resultado desse processo, durante a conversão dos monômeros e a ocorrência da contração de polimerização, tensões são geradas na interface adesiva e se essa tensão for de uma magnitude superior à resistência adesiva do material restaurador ao substrato dental, uma fenda marginal irá se formar na interface dente/restauração, resultando no aparecimento de microinfiltrações permitindo a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede cavitária e o material restaurador (KIDD, 1976 SAKAGUCHI et al., 1992; CALHEIROS et al., 2004; FLEMING et al., 2007; CADENARO et al., 2008), e é acompanhada de possíveis sequelas tais como, fratura do substrato dental, sensibilidade térmica, irritação pulpar e cárie recorrente (DAVIDSON; DE GEE, 1984; PEUMANS et al., 2000; LEE et al., 2007; KRÄMER et al., 2009).

A tensão produzida dentro e ao redor da restauração, dependendo da magnitude, pode gerar diferentes mecanismos de falhas: falha coesiva que ocorre dentro do mesmo material ou do dente, ou falha adesiva na interface, que pode ocorrer na interface interna, levando à formação de uma fenda entre o material e a superfície dentária (DAVIDSON; DE GEE; FEILZER, 1984; FIGUEIREDO REIS et al., 2003; FÉLIX et al., 2007). Essa magnitude das tensões provenientes da contração de polimerização difere entre os materiais, especialmente pela variação encontrada na concentração de partículas de carga, que conduz a diferentes valores de módulos de elasticidade e de contração linear (CRIM, 1988; KEMP-SCHOLTE; DAVIDSON, 1990; FERRACANE, 2005). Materiais que apresentam menor rigidez proporcionam maior escoamento do estresse de contração, o que resulta em restaurações com

melhores selamentos marginais (KEMP-SCHOLTRE; DAVIDSON, 1990; DAUVILLIER et al., 2000; OPDAM et al., 2010; TAKAHASHI, 2010).

A microinfiltração marginal está presente em todas as restaurações dentárias, após algum tempo da sua realização, uma vez que não há material restaurador com as mesmas propriedades físicas e mecânicas das estruturas dentárias, entretanto, é nas restaurações de resina composta que ela se apresenta em grande magnitude, devido à própria constituição da resina composta e aos fenômenos envolvidos na sua polimerização (DA CUNHA MELLO et al., 1997; DE MUNCK, 2005; ATTA, 2006; HASHIMOTO, 2010)

Hanning e Friedrichs (2001) demonstraram que a porcentagem de fendas existentes em restaurações de resinas compostas realizadas *in vivo* pode variar entre 14% e 54% do total de interfaces, dependendo do material e da técnica utilizada.

Atualmente, é bem estabelecido e aceito, que a magnitude da tensão de contração gerada depende de fatores como a geometria do preparo cavitário, o volume de resina composta inserida, a composição do material restaurador e a forma de se proceder a fotoativação (DAVIDSON; DE GEE, 1984; BOUSCHLECHER; RUEGGEBERG, 2000; CHYE et al., 2005; FERRACANE 2005; VAN DIJKEN, 2010).

Bausch et al. (1982) definiram a contração de polimerização como o resultado do reordenamento molecular em um espaço menor ao requerido durante a fase líquida (gel viscoso) do material. A polimerização de radicais ocorre em três fases: pré-gel, ponto de geleificação e pós-gel. Durante a polimerização de um material que apresenta alta fluidez e baixo módulo de elasticidade, fase pré-gel, ele é capaz de fluir ou sofrer deformações livremente nas superfícies não aderidas, compensando o estresse da contração de polimerização (RUEGGEBERG, 1999; PEUTZFELDT; ASMUSSEN, 2004). Porém, enquanto ocorre a progressão da polimerização, a viscosidade aumenta e sua capacidade de fluxo diminui. Da mesma maneira, o módulo de elasticidade também aumenta e torna a deformação plástica mais difícil (KEMP-SCHOLTE; DAVIDSON, 1990; CUNHA et al., 2007). O momento em que o material não pode compensar totalmente a contração de polimerização, traduzindo o movimento em forças de contração, é definido como ponto de geleificação (RUEGGEBERG, 1999; SAKAGUCHI, 1999). A contração pós-gel é caracterizada pelo desenvolvimento de forças internas no material, consequência do reordenamento molecular (movimentos viscoelásticos) e da sua impossibilidade em

compensar a contração de polimerização através de fluxo e de deformação plástica, transformando esse movimento em forças de contração (FEILZER; DE GEE; DAVIDSON, 1987; VERSLUIS; TANTBIROJN, 1999; FERRACANE, 2008). Estas forças podem ser capazes de romper a união adesiva da restauração às paredes cavitárias (CARVALHO et al., 1996; FERRACANE 2008).

A fase pré-gel desempenha um papel importante para o alívio das tensões geradas pela contração de polimerização, influenciando as características de escoamento do material e sendo útil para melhorar a adaptação marginal das restaurações. Dessa forma, parece razoável entendermos que a reação de polimerização deveria ocorrer da forma mais lenta possível, a fim de se ter uma fase pré-gel extensa (FEILZER et al, 1995; MEHL; HICKEL; KUNZELMANN, 1997; CUNHA et al., 2007).

Para o sucesso das restaurações adesivas de resina composta é preciso uma íntima adaptação da restauração com o substrato dentário e para isso faz-se necessário o domínio da técnica adesiva desde o condicionamento ácido, preconizado por Buonocore, em 1955, até a aplicação da resina fluida para alcançar uma adequada união entre o material restaurador e a dentina, que é auxiliado, em grande parte, pela formação da camada híbrida (NAKABAYASHI et al. 1982) que se faz importante não apenas pela determinação de uma adesão às estruturas dentárias, mas também por exercer um papel fundamental no relaxamento das tensões na interface, uma vez que apresenta um módulo de elasticidade inferior ao da dentina mineralizada subjacente podendo atuar como uma camada elástica e consequentemente proporcionar o relaxamento dessas tensões (VAN MEERBEEK et al., 1993; MJÖR, 1997; MJÖR; TOFFENETTI, 2000).

O processo adesivo no esmalte e dentina ocorre de maneira diferente. No esmalte é baseado na desmineralização seletiva dos prismas, originando microporosidades que posteriormente serão infiltradas pelo sistema adesivo resultando em uma retenção micromecânica. O esmalte condicionado é essencial para garantir o selamento marginal, embora a retenção esteja baseada nas características retentivas do preparo e/ou na adesão à dentina. Desde o desenvolvimento da técnica de condicionamento ácido do esmalte em 1955, pouco tem sido modificado nesse processo de adesão. Isso se deve ao fato da estrutura do esmalte ser bastante homogênea, constituída por grande quantidade de componentes minerais e muito pouco por matéria orgânica e água, promovendo uma

adesão estável e não sujeita à presença de umidade durante o processo adesivo, como ocorre na dentina (DE MUNCK et al., 2003; DE MUNCK et al., 2005; PEUMANS et al., 2005).

Na dentina, por sua vez, o processo adesivo é bastante complexo e imprevisível, decorrente da sua composição que tem apenas cerca de 70% do volume mineralizado com cristais de hidroxiapatita. Esse baixo conteúdo mineral permite maior deformação elástica durante a aplicação de carga (VAN DIJKEN; SUNNEGÅRDH-GRÖNBERG; LINDBERG, 2007; VAN DIJKEN; PALLESEN, 2008).

A incapacidade do sistema adesivo em manter a união da resina composta às estruturas dentárias, devido às tensões que se instalam na interface adesiva, pode resultar na formação de fendas marginais levando ao insucesso da restauração (PERDIGÃO, 2010; VAN DIJKEN; PALLESEN, 2011).

Várias estratégias têm sido desenvolvidas com a finalidade de reduzir as tensões oriundas da contração de polimerização. Além dos componentes do processo adesivo, outros fatores como o próprio material restaurador (WEINMANN; THALACKER; GUGGENBERGER, 2005; ILIE et al., 2007) e todos os fenômenos relacionados à sua inserção (DAVIDSON; DE GEE; FEILZER, 1984; HE et al., 2008; NIU et al., 2009; VAN ENDE et al., 2010; PETROVIC et al., 2010), polimerização (CHYE et al., 2005; NEO et al., 2005; PFEIFER; BRAGA; FERRACANE, 2006; CUNHA et al., 2007), comportamento na cavidade oral, além do uso do cimento de ionômero de vidro como base podem influenciar a estabilidade da interface adesiva (DAUVILLIER et al., 2000; ATTA, 2006; MITRA et al., 2009).

Como a contração de polimerização é uma característica intrínseca da resina composta, algumas manobras para controlar os seus efeitos sobre a interface adesiva envolvem modificações na formulação da resina, como o desenvolvimento de resinas contendo silorano ou oxirano, que apresentam menor contração devido à inclusão de partículas de carga nanométricas silanizadas ou não, sem ligações duplas de carbono, diminuindo as tensões de contração (FERRACANE, 2005; WEINMANN; THALACKER; GUGGENBERG, 2005; ILIE et al., 2007; PAPADOGIANNIS et al., 2009).

A tensão de polimerização também é dependente do módulo de elasticidade da resina (CONDON; FERRACANE, 2000; LABELLA et al., 1999; FIGUEIREDO REIS et al., 2003), sendo a tensão na interface dente/restauração durante a contração de polimerização diretamente relacionada com a rigidez do material

(FEILZER; DE GEE; DAVIDSON, 1990; YAMAMOTO et al., 2009). Sabe-se também que o módulo de elasticidade aumenta à medida que o processo de polimerização se desenvolve (BRAEM, et al, 1987; STANSBURY et al., 2005). Uma vez que a maioria das resinas não apresenta fluidez adequada, a interface dente/restauração está sujeita à grande tensão durante a polimerização, principalmente em cavidades com fator de configuração alto (DAUVILLIER et al., 2000; HE; SHIMADA, TAGAMI, 2007; HE et al., 2008; VAN ENDE et al., 2010). Sendo assim, um fator importante para a diminuição da possibilidade de formação de fendas na interface adesiva é o uso de bases que permitam o relaxamento dessas tensões em função do seu baixo módulo de elasticidade (KEMP-SCHOLTE; DAVIDSON, 1990; DAUVILLIER et al., 2000; ANDERSSON-WENCKERT; VAN DIJKEN; KIERI, 2004; SVIZERO et al., 2005). A espessura dessa camada também influencia na redução de estresse, uma vez que quanto menor a espessura melhor a liberação de estresse de contração de polimerização, sendo aplicado idealmente em uma espessura de 0,5mm (UNTERBRINK; LIEBENBERG, 1999).

Como a utilização de base de material de baixo módulo de elasticidade em restaurações de resina composta pode aliviar a tensão de contração de polimerização nas paredes cavitárias, materiais como resina composta do tipo *flow*, cimento de ionômero de vidro convencional e cimento de ionômero de vidro modificado por resina podem ser utilizados com essa finalidade em restaurações de resina composta (BRAGA; HILTON; FERRACANE, 2003; FIGUEIREDO REIS et al., 2003; DE JAGER; PALLAVER; FEILZER, 2004; DEWAELE et al., 2006b).

As resinas do tipo *flow* são de baixa viscosidade por apresentarem em sua composição partículas de carga do mesmo tamanho das resinas híbridas tradicionais, mas em menor quantidade (HELVATJOGLU-ANTONIADES et al., 2006). Entretanto, as resinas fluidas apresentam maior quantidade de monômero em sua composição o que resulta em maior contração de polimerização, em torno de 6%, o que pode levar a altos valores de estresse na integridade da interface (LABELLA, et al., 1999; ÖLMEZ; ÖZTAS; BODUR, 2004).

O cimento de ionômero de vidro foi desenvolvido por Wilson e Kent em 1972 e introduzido no mercado no final da década de 70. Originalmente o cimento de ionômero de vidro era composto por pó (em cuja composição encontrava-se partículas vítreas contendo alumínio, cálcio, sílica e fluoretos, entre outros) e líquido (composto por ácido polialcenóico, geralmente ácido poliacrílico ou polimaleico).

Conseguiu-se assim o desenvolvimento de um material restaurador que veio agregar as características favoráveis do pó de cimento de silicato, ligeiramente modificado, e do ácido poliacrílico, como componente líquido, incorporado após pesquisas relacionadas à sua utilização ao cimento de policarboxilato de zinco (WILSON; KENT, 1972; KENT; LEWIS; WILSON, 1973).

Embora apresentasse propriedades importantes como liberação de flúor para o ambiente bucal, adesão química à estrutura dentária, e compatibilidade com os tecidos bucais (SWIFT, 1988; MARKOVIC; PETROVIC; PERIC, 2008), além de uma atividade antibacteriana (VERMEERSCH et al., 2005), o cimento de ionômero de vidro ainda se mostrava pouco resistente, pois apresentava um alto potencial de solubilidade devido a grande sensibilidade ao ganho ou perda de água, o que resultava em propriedades mecânica que não alcançavam um padrão satisfatório devido à sua baixa resistência aos esforços mastigatórios (SWIFT, 1988; XIE et al., 2000). A alta opacidade do cimento também inviabiliza seu uso em regiões mais estéticas e, apesar dos esforços para a melhora do tempo de trabalho, ainda existia uma grande dificuldade para tal procedimento (GUGGENBERGER; MAY; STEFAN, 1998; CHAIN M.; CHAIN J.; LEINFELDER 2000).

Antonucci, Mc Kinney e Stansbury (1988) acrescentaram monômeros resinosos na composição do líquido do cimento de ionômero de vidro, modificando-o e dando origem a um material de presa dual, com a reação ácido-base dos cimentos convencionais e a polimerização da parte resinosa, originando o cimento de ionômero de vidro modificado por resina, com melhores propriedades mecânicas comparado ao cimento de ionômero de vidro convencional.

O tempo de trabalho passou a ser mais controlado, já que a reação de presa típica do ionômero se tornaria mais lenta, devido à presença dos monômeros resinosos (ATTIN, et al., 1995; YIU et al., 2004; McCABE; RUSBY, 2004). Essa modificação no material também acrescentou um melhor padrão de translucidez, sendo assim possível sua utilização em áreas bucais que requerem melhor estética. Houve ainda uma melhora nas propriedades mecânicas com valores maiores de resistência ao desgaste, à flexão, à compressão e à tração (MATHIS; FERRACANE, 1989; GUGGENBERGER; MAY; STEFAN, 1998; CEFALY et al., 2006; SIDHU, 2010). A presença da porção resinosa também proporcionou um aumento da resistência adesiva às estruturas dentais (MITRA, 1991; SIDHU, 2010) e foi observado que algumas características positivas, inerentes ao cimento de ionômero

de vidro convencional, como a liberação de flúor e adesão química às estruturas dentárias, foram preservadas, já que no processo de reação de presa, a troca iônica do tipo ácido-base, relativa ao ionômero convencional, também está presente (MATHIS; FERRACANE, 1989; McCABE, 1998; ALOMARI; AJLOUNI; OMAR, 2007). Além disso, o cimento de ionômero de vidro modificado por resina apresenta baixo módulo de elasticidade, propriedade relevante na determinação da integridade marginal, fazendo com que os índices de infiltração marginal das restaurações com cimento de ionômero de vidro sejam baixos (CHUANG et al., 2003; SVIZERO, et al., 2005).

Devido às características do cimento de ionômero de vidro e do cimento de ionômero de vidro modificado por resina, eles têm sido recomendados como base para proporcionar redução das tensões originadas na interface adesiva no momento da polimerização da resina composta (ARAÚJO et al, 1995; DAUVILLIER et al., 2000; ATTA, 2006; MITRA et., 2009).

A tensão da contração de polimerização na interface adesiva pode ainda ser parcialmente controlada por manobras operatórias como a técnica incremental de inserção da resina composta, preconizada por Lutz et al., 1986. Inicialmente essa técnica foi desenvolvida acreditando que a resina composta apresentava contração de polimerização em direção à fonte de luz. A resina era inserida por camadas e fotopolimerizada, primeiro pelas paredes vestibular e lingual e, por último, por oclusal. A partir de então, alguns estudos compararam a técnica para inserção em bloco único com várias técnicas de múltiplos incrementos. Dentre eles, Fisbein et al. (1988) com incrementos gengivoclusal, Leclaire et al. (1988) com dois incrementos oblíquos (gengival e oclusal), Koenigsberg, Fuks, Grajower (1989), com incrementos gengivoclusal e vestibulolingual. Os resultados obtidos pela análise da infiltração marginal se mostraram mais favoráveis às técnicas incrementais.

Sakaguchi et al. (1992) e Mehl, Hickel, Kunzelmann (1997) mostraram que realmente havia uma diminuição da infiltração marginal, mas não pelo fato da resina composta se contrair em direção à fonte de luz e sim, porque a aplicação da técnica incremental proporcionava uma polimerização gradual da resina com intensidade de luz mais baixa, permitindo uma passagem mais lenta da fase pré-gel, onde a resina encontra-se menos viscosa e capaz de aliviar as tensões provenientes da contração de polimerização, em pós-gel, quando ocorre uma diminuição do escoamento da resina e incapacidade de relaxamento dessas tensões, diminuindo

consequentemente, a tensão na interface adesiva. Técnicas de polimerização que permitem um prolongamento da fase pré-gel e diminuição da fase pós-gel levam a um melhor selamento marginal da restauração.

Koenigsberg, Fuks, Grajower (1989), assim como Löesch (1999), afirmaram que a técnica de inserção incremental é considerada capaz de reduzir a concentração de tensão que surge na interface adesiva durante a polimerização das resinas.

Resultados semelhantes foram encontrados por He et al. (2008) em um estudo onde avaliaram o uso da técnica incremental em cavidades do tipo Classe I de diferentes tamanhos e concluíram que o seu uso é indicado para cavidades extensas. Assim como Niu et al. (2009) que afirmaram que a inserção incremental interfere na resistência adesiva entre resina composta e dentina, reduzindo as tensões que surgem nessa interface.

Versluis et al. (1996) em um estudo de elemento finito, observaram que a técnica com vários incrementos proporcionou maior acúmulo de tensões que a técnica de bloco único. Fato atribuído à deformação da cavidade provocada pela contração de polimerização que a cada incremento reduzia o volume da cavidade, de modo que ao final, o volume de resina inserido era menor que o volume original da cavidade provocando maior tensão na interface. A técnica de inserção oblíqua apresentou concentração de tensões mais severas ao longo da interface.

Resultados semelhantes foram apresentados por Winkler et al. (1996) onde observaram que a inserção em bloco único apresentou as menores tensões transitórias, tanto em esmalte como em dentina, e a de incrementos oblíquos, os maiores picos de tensões de cisalhamento. Achados também confirmados por Jedrychowski et al. (1998) em um estudo pelo método fotoelástico onde concluíram que a técnica para inserção em bloco único apresentam as menores tensões de contração de polimerização e a técnica de inserção oblíqua as maiores.

Pfeifer, Braga, Cardoso (2006) observaram que inserção incremental da resina composta não tem relação com os valores de microinfiltração da restauração.

A técnica de inserção incremental da resina composta também favorece o relaxamento do material pelo aumento da área de superfície livre, devendo-se considerar ainda que, quanto maior o seu volume, maior a contração e seus possíveis efeitos (FEILZER; DE GEE; DAVIDSON, 1988; NIKOLAENKO et al., 2004), sendo então uma técnica bastante utilizada com objetivo de minimizar os

efeitos negativos da contração de polimerização (HE et al., 2008; PARK et al., 2008; VAN ENDE et al., 2010).

A contração de polimerização é diretamente proporcional ao volume da resina. Incrementos de maior volume resultam em maior contração, logo, recomenda-se que a resina seja inserida em pequenas porções, não mais de 2mm de espessura, polimerizadas uma a uma, resultando em contração menor do que quando inserida em um único volume. Além disso, pela técnica de inserção é possível controlar o fator de configuração cavitária, ou fator C, que é a relação entre as paredes aderidas da cavidade e as paredes livres. O fator de configuração cavitária determina que deva haver a maior relação possível entre paredes livres e paredes aderidas, dessa maneira, durante a contração de polimerização, as tensões seriam dissipadas pelas paredes livres. Dessa forma, quanto menor o fator C, maior o alívio das tensões e menor infiltração marginal (CARVALHO et al., 1996; FEILZER; DE GEE; DAVIDSON, 1990; PARK et al, 2008). Conjugando o princípio de diminuição de volume de resina inserida e fator de configuração cavitária, a resina deve ser inserida em incrementos pequenos e colocada de forma oblíqua na cavidade (ATTA, 2006; FÉLIX et al., 2007; OZEL; SOYMAN, 2009).

Considerando esses aspectos abordados, o objetivo desse trabalho foi determinar o efeito do uso da base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina e da técnica de inserção incremental da resina composta na interface dentina/resina composta de paredes circundantes de preparos cavitários do tipo Classe I Oclusal.

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo se propôs a avaliar o efeito da base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina e das técnicas de inserção incremental de resina composta na interface de parede circundante de cavidades simples, através de testes de microtração e observação em microscopia confocal de varredura a laser, testando as seguintes hipóteses nulas:

1. O uso da base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina não interfere na resistência adesiva da interface dentina/resina composta das paredes circundantes de cavidades simples.
 2. A técnica de inserção de resina composta não interfere na resistência adesiva da interface dentina/resina composta das paredes circundantes de cavidades simples.
 3. O uso da base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina não interfere na formação de fendas na interface dentina/resina composta de cavidades simples.
 4. A técnica de inserção de resina composta não interfere na formação de fendas na interface dentina/resina composta das paredes circundantes de cavidades simples.
-

4 MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS UTILIZADOS:

Para a realização deste estudo foram utilizados os seguintes materiais: Cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitrebond™ Light Cure Glass Ionomer Liner/Base), resina composta (Filtek™ Z250 Universal Restorative®, Cor A3 – 3M ESPE Dental), sistema adesivo (Adper™ Single Bond 2®), ácido fosfórico a 37% (Condicionador Dental Gel®) e o corante fluorescente Rodamina B (Rhodamine B®) (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Características dos principais materiais empregados no presente trabalho

Material	Composição	Lote	Validade	Fabricante
Vitrebond™ Light Cure Glass Ionomer Liner/Base	<i>Pó:</i> Cristais de Fluoaminosilicato (SiO ₂ , AlF ₃ , ZnO, SrO, criolita, NH ₄ F, MgO e P ₂ O ₃). <i>Líquido:</i> Ácido polialquenoico (copolímero do ácido acrílico e itacônico, HEMA (2- hidroxietilmetacrilato), água, fotoiniciador)	20080318	2010-2012	3MESPE Dental Products, St. Paul/MN – USA
Filtek™ Z250 Universal Restorative® - Cor A3	<i>Matriz orgânica:</i> Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, Canforoquinona <i>Parte inorgânica:</i> Zircônia/Sílica (82% em peso, 60% em volume; partículas de 0,6µm	N 107490	2012-06	3MESPE Dental Products, St. Paul/MN – USA
Adper™ Single Bond 2®	Bis-GMA, HEMA, Diuretano dimetacrilato, Copolímero do ácido polialcenóico, Canforoquinona, Água, Etanol, Glicerol 1,3 dimetacrilato, Sílica (5nm; 10% em peso)	8RM	2011-05	3MESPE Dental Products, St. Paul/MN – USA
Condicionador Dental Gel®	Solução de ácido fosfórico na concentração de 37% em gel	145017B	2012-08	Dentsply Indústria e Comércio Ltda., Rio de Janeiro/RJ –Brasil
Rodamina B (Rhodamine B®)	C ₂₈ H ₃₁ ClN ₂ O ₃ MM= 479.02g/mol	33907062	2013-06	Sigma – Aldrich Chemie GmbH, Gillingam/New Rd – UK

4.2 PREPARO DOS ESPÉCIMES

4.2.1 Obtenção dos dentes humanos

Para este estudo foram utilizados 52 terceiros molares humanos extraídos por indicação odontológica. Os dentes foram obtidos por doações de cirurgiões-dentistas que atendem em consultórios particulares, mediante assinatura do termo de Doação de Dentes (Anexos A e B). O estudo foi realizado após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FOB-USP, em 1 de outubro de 2009 (Ofício CEP Processo nº 146/2009/FOB- Anexo C).

Após extração, os dentes foram limpos com curetas (Duflex 55G, SS White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro/RJ – Brasil) e armazenados para evitar proliferação bacteriana em azida de sódio 0,02% por um período não superior a 2 meses à temperatura de $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

4.2.2 Delineamento experimental

Os dentes foram distribuídos em 4 grupos:

- Grupo 1 (n=13 dentes): restauração com sistema adesivo e resina composta com inserção em 2 incrementos horizontais (Fator C = 5);
 - Grupo 2 (n=13 dentes): restauração com sistema adesivo e resina composta em 4 incrementos oblíquos (Fator C=2);
 - Grupo 3 (n=13 dentes): restauração com base de CIVMR seguido da aplicação do sistema adesivo e resina composta em 2 incrementos horizontais (Fator C = 5);
 - Grupo 4 (n=13 dentes): restauração com base de CIVMR seguido da aplicação do sistema adesivo e resina composta em 4 incrementos oblíquos (Fator C = 2).
-

4.2.3 Preparo cavitário

Todos os dentes foram desgastados na máquina de desgaste Politriz / Lixadeira Metalográfica (Erios, Modelo ER 27000, Série 10010) com lixa d'água de granulação 600 (Laboratory Grade Extec®) para planificação da superfície oclusal para facilitar o estabelecimento das dimensões do preparo cavitário (**Figura 1**).

Foram realizadas cavidades padronizadas (aferidas com paquímetro digital Série/Código 500-144B, Mitutoyo Digimatic Caliper, Mitutoyo Sul Americana, Rio de Janeiro/RJ – Brasil) com as seguintes medições: 5,0mm de extensão mésiodistal, 3,0mm de largura vestibulolingual e 4,5mm de profundidade (**Figura 5 e 6**), utilizando-se uma broca carbide cilíndrica nº 56 (KG Sorensen Indústrias e Comércio Ltda., Barueri/SP – Brasil) em alta rotação com abundante refrigeração com spray ar/água (**Figura 2**). Os preparos foram submetidos ao acabamento com a mesma broca em baixa rotação (**Figura 3**) e finalizados com enxada monoangulada 8/9 (SS White Artigos Dentários Ltda, Rio de Janeiro/RJ – Brasil) (**Figura 4**). As brocas carbide foram substituídas a cada 5 preparos realizados e a enxada foi afiada manualmente com pedra de afiação, também após ser utilizada em 5 preparos.

Figura 1- Superfície plana

Figura 2- Início do preparo cavitário com broca carbide em alta rotação

Figura 3- Acabamento com a mesma broca em baixa rotação

Figura 4 - Acabamento da cavidade com enxada monoangulada 8/9

Figura 5 - Vista oclusal do preparo cavitário. Comprimento méso distal de 5mm e 3mm de largura no sentido vestibulo lingual

Figura 6- Corte ao longo eixo do dente. Profundidade de 4,5mm

4.2.4 Marcação do Sistema Adesivo (Adper™ Single Bond 2®) com Rodamina B

Para análise em microscopia confocal foi necessária a marcação do sistema adesivo com o corante fluorescente Rodamina B (Rhodamine B® – $C_{26}H_{31}ClN_2O_3$, Sigma-Aldrich Chemie GmbH Gillingham/New Rd – UK), adicionado na concentração de 0,16 mg/ml. O frasco do Adper Single Bond 2® contém 6ml do produto, portanto, foram adicionados 0,96 mg de Rodamina B diretamente ao frasco para a obtenção da concentração necessária. Essa concentração foi baseada em um estudo que demonstrou não haver interferência na conversão dos monômeros, nem na cinética da reação de polimerização do material (D'ALPINO et al., 2006b).

Após a inclusão do corante, o frasco foi mantido em um dispositivo de agitação (Mesa agitadora; Exakt HS 501 Digital, IKA Labortechnik, Wehrheim – Germany), por um período mínimo de 2 horas para poder garantir sua completa dissolução (D'ALPINO et al., 2006b). Essa operação foi realizada sempre antes de começar o procedimento restaurador de todos os dentes deste estudo.

4.2.5 Procedimento Restaurador

Todos os procedimentos restauradores foram realizados em ambiente com controle de temperatura e umidade relativa do ar. Depois dos preparos das cavidades e a marcação do sistema adesivo, os dentes foram restaurados de acordo com os grupos. A ordem da realização das restaurações foi feita de forma aleatória por meio de sorteio diário dos dentes de cada grupo.

Antes da realização das restaurações todos os dentes receberam na superfície vestibular uma camada de 2mm de resina composta (Prisma APH – Dentsply, Cor C3) para facilitar a obtenção dos palitos para os testes de resistência adesiva e a visualização da superfície na microscopia confocal.

Nos preparos cavitários do Grupo 1 (G1) (grupo controle): os dentes tiveram suas cavidades condicionadas com gel de ácido fosfórico 37% (Dentsply) durante 30 segundos em esmalte e 15 segundos em dentina, lavados com “spray” ar/água abundante por 30 segundos para completa remoção do ácido e secos com papel absorvente (técnica úmida) para remoção do excesso de umidade (**Figura 7**). Em seguida, foram aplicadas 2 camadas do sistema adesivo (Adper™ Single Bond 2®)

marcado com Rodamina B, usando micro-aplicadores (Microbrush® – Microbrush Corporation Garfton Wi USA) (**Figura 8 e 9**). Após 20s, procedeu-se à evaporação do solvente (suave jato de ar a 20cm/10s) antes da fotoativação realizada por 20 segundos com um fotopolimerizador de luz LED Optilight LD Max (Gnatus Equipamentos Médico Odontológico Ltda) com densidade de potência controlada de 500 mw/cm², aferida por um radiômetro específico (Gnatus Equipamentos Médico Odontológico Ltda). Após a polimerização do sistema adesivo, a resina composta (Filtek Z250 Universal Restorative®, cor A3 – 3M ESPE Dental) foi inserida em dois incrementos horizontais (Fator C = 5) de aproximadamente 2mm, com volumes padronizados, utilizando-se de uma espátula de resina (Hu-Friedy® – TNPFIW3 USA). Cada incremento foi fotoativado por 20 segundos e 40 segundos após a restauração pronta, com o mesmo aparelho de luz LED (**Figura 10**).

Figura 7 - Condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37%

Figura 8 - Aplicação do Sistema Adesivo acrescido de Rodamina B, em duas camadas

Figura 9 - Cavidade após aplicação do adesivo com Rodamina B

Figura 10 - Vista oclusal da cavidade após inserção da Resina Composta

Grupo 2 (G2): os dentes foram submetidos aos mesmo procedimentos de aplicação do sistema adesivo. Após a polimerização do sistema adesivo, a resina composta (Filtek Z250) foi inserida em quatro incremento oblíquos (Fator C = 2) de aproximadamente 2mm, com volumes padronizados. Cada incremento foi fotoativado por 20 segundos e 40 segundos após a restauração pronta, com mesmo fotopolimerizador.

Grupos 3(G3): os dentes receberam a base de CIVMR (Vitrebond – 3M/ESPE) manipulado na proporção 1:1 pó/liquido, estabelecida pelo fabricante. A manipulação foi realizada com uma espátula de plástico (Duflex, SS White Artigos Dentários Ltda, Rio de Janeiro/ RJ – Brasil) por 15 segundos. Após a manipulação, o CIVMR foi inserido na cavidade com aplicador de hidróxido de Cálcio (Duflex, SS White Artigos Dentários Ltda, Rio de Janeiro/ RJ – Brasil) sobre a parede pulpar, cobrindo-a com uma espessura de 0,5mm **(Figura 11)**. Essa camada foi fotopolimerizada, no tempo estabelecido pelo fabricante, por 30 segundos com o fotopolimerizador de luz LED Optilight LD Max. Após a polimerização do CIVMR, a profundidade da cavidade foi novamente aferida com auxílio de um paquímetro digital (Série/Código 500-144, Mitutoyo Digimatic Caliper, Mitutoyo Sul Americana, Rio de Janeiro/RJ – Brasil) para verificar a espessura da base (0,5mm). Em seguida, as paredes cavitárias foram condicionadas, receberam sistema adesivo e resina composta nas mesmas condições do Grupo 1.

Figura 11 - Aplicação do CIVMR inserido na cavidade com aplicador de Hidróxido de Cálcio. Fotoativação por 30 segundos

Grupos 4(G4): foi aplicado CIVMR Vitrebond nas mesmas condições e proporção do Grupo 3 sobre a parede pulpar do preparo cavitário, cobrindo-a inteiramente, com uma espessura de 0,5mm. Após a polimerização do CIVMR, foi aplicado o sistema adesivo como nos demais grupos e a resina composta (Filtek Z250) foi inserida em quatro incrementos oblíquos (Fator C = 2) de 2mm, com volumes padronizados. Cada incremento foi fotoativado por 20 segundos e 40 segundos após a restauração pronta, com fotopolimerizador.

Após os procedimentos restauradores, os dentes foram imersos em água deionizada e armazenados em estufa a 37°C por um período de 24 horas.

4.2.6 Preparo dos espécimes para análise em microscopia confocal

Decorridas 24 horas da restauração, os dentes foram removidos da estufa, secos e fixados com cera pegajosa (Asfer Indústria Química Ltda, São Caetano do Sul - São Paulo) em um dispositivo de base cilíndrica para a adaptação na máquina de cortes seriados (Isomet™ Low Speed Saw® Buehler, Lake Bluff – USA). Os dentes foram seccionados no sentido vestibulolingual com disco de diamante (Extec Dia. Wafer blade 5"x.015x1/2, cód 12240 Extec Corp-Einfeld, CT USA) em baixa velocidade sob refrigeração (**Figura 12 e 13**).

Após o primeiro seccionamento, foi selecionada aleatoriamente uma fatia com espessura média de 0,8mm (**Figura 14**) de cada dente para análise em microscopia confocal (Leica TCS SPE, Mannheim – Germany) com uma excitação a laser de diodo de 532nm com a finalidade de analisar a presença de fendas na interface dentina/resina composta.

Figura 12 - Dente fixado na placa da máquina de corte digital com cera pegajosa. Corte em sentido vestibulolingual

Figura 13 - Corte do dente em fatias com disco diamantado em máquina de cortes seriados

Figura 14 - Fatia obtida para análise em microscopia Confocal

As fatias foram mantidas hidratadas até serem analisadas. A interface dentina/resina composta da parede vestibular foi examinada até 20 μ m de profundidade a partir da superfície vestibular e os cortes foram fotografados. A partir das imagens obtidas, sob aumento de 40x, foi possível avaliar a presença de fendas na interface dente/restauração.

4.2.7 Preparo dos espécimes para o teste de microtração

Após a seleção da fatia para avaliação em microscopia confocal, as fatias restantes foram novamente fixadas com cera pegajosa e o dispositivo acoplado à máquina de corte foi girado a 90° para permitir a realização do segundo seccionamento no sentido mesiodistal, perpendicular à interface adesiva da parede cavitária vestibular (**Figura 15**). Dessa maneira, foram obtidos palitos para os testes de microtração com dimensões aproximadas de 0,8mm X 0,8mm (**Figura 16**). Sendo importante ressaltar que tais palitos não podia apresentar esmalte.

Figura 15 - Corte da fatia em palitos com disco diamantado em máquina digital de corte seriado

Figura 16 - Palito obtido para o teste de microtração de 0,8x0,8mm

Para avaliação da resistência adesiva, os palitos foram fixados individualmente ao dispositivo de microtração (baseado no modelo Bencor multi T) com um adesivo à base de cianoacrilato (Loctite Super Bonder Flex Gel Control Henkel Ltda SP-Brasil), pelas extremidades, de modo a posicionar a interface adesiva em orientação perpendicular à força aplicada a uma velocidade 0,5mm/min, utilizando uma célula de carga de 50N em uma máquina de ensaios universal EMIC (Modelo DL 500 DF N°. 5775, N.série 168 EMIC, Curitiba-Brasil) (**Figura 17 e 18**).

Os valores da força de ruptura, expressos em Kgf, foram utilizados para o cálculo de resistência de união. As porções fraturadas foram cuidadosamente removidas e a área transversal de união correspondente à fratura foi medida utilizando um paquímetro digital. O valor da área de secção transversal foi transformado em cm^2 . A resistência de união foi calculada dividindo o valor de força de ruptura (Kgf) pela área (cm^2) e convertida em megapascals (Mpa).

Figura 17- Palito fixado no dispositivo do tipo Bencor pronto para teste de microtração

Figura 18 - Palito fixado no dispositivo do tipo Bencor já rompido após teste de microtração

4.2.8 Análise do tipo de fratura

Após a ruptura dos espécimes, as porções resultantes foram analisadas no Estereomicroscópio (Leica MZ6) para identificar o tipo de fratura resultante (**Figura 19**). As fraturas foram classificadas em tipo adesiva, mista ou coesiva:

Tipo adesiva (Ta): quando a fratura ocorreu na interface adesiva;

Tipo coesiva em dentina (Tcd): quando a fratura ocorreu no substrato dentário (dentina);

Tipo coesiva em resina composta (Tcr): quando a fratura ocorreu no material restaurador (resina composta);

Tipo mista (Tm): fratura adesiva e coesiva.

Figura 19 – Imagem da superfície de área da fratura resultante obtida pelo Estereomicroscópio (Leica MZ6)

4.2.9 Análise estatística utilizada

As médias da resistência adesiva dos diferentes grupos foram submetidas à análise de variância a dois critérios (ANOVA). As imagens obtidas pela avaliação em microscopia confocal estão apresentadas em forma qualitativa e os resultados da presença ou ausência de fendas foram registrados numa tabela e analisados pelo teste de Fisher. Em todos os testes estatísticos foi adotado o nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

5.1 RESISTÊNCIA ADESIVA

As médias e respectivos desvios-padrão da resistência adesiva dos grupos testados encontram-se na **tabela 2** e **gráfico 1**.

Tabela 2 - Médias e desvios-padrão da resistência de união da resina composta

GRUPOS	N	MÉDIA	Dp
Grupo 1	13	14,56 ^a	4,218
Grupo 2	13	17,25 ^a	7,31
Grupo 3	13	12,81 ^a	4,97
Grupo 4	13	13,39 ^a	4,115

$p > 0,05$

Letras iguais, na mesma coluna, indicam semelhança estatística (^a)

A análise dos resultados permitiu verificar que o uso de base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR) e a técnica de inserção incremental não determinaram alteração significativa da resistência adesiva nas paredes circundantes das cavidades restauradas (**Gráfico 1**).

Gráfico 1 – Médias (MPa) da resistência adesiva dos grupos testados (G1,G2,G3,G4).

5.2 TIPO DE FRATURA

As fraturas tipo adesivas (**Figura 20**), ou seja, as que ocorrem na interface adesiva registram valores reais, enquanto as fraturas tipo mistas (**Figura 21**) ou coesivas (**Figura 22**) sugerem interferências no momento do teste, na execução do preparo cavitário ou no preparo dos espécimes. Houve predomínio de fraturas do tipo adesiva em todos os grupos testados.

Figura 20- Fratura tipo adesiva (Ta). Imagem obtida pelo Estereomicroscópio das superfícies da área de fraturado palito

Figura 21- Fratura do tipo mista (Tm). Imagem obtida pelo Estereomicroscópio das superfícies da área de fratura do palito

Figura 22- Fratura Coesiva em Resina Composta (Tcr) e Fratura Coesiva em Dentina (Tcd). Imagens obtidas pelo Estereomicroscópio das superfícies da área de fratura do palito.

A relação entre ocorrência e tipo de fratura encontra-se no **gráfico 2**.

Gráfico 2 – Porcentagem de espécimes dos grupos testados, segundo o tipo de fratura resultante.

5.3 ANÁLISE DAS FENDAS INTERNAS AVALIADAS EM MICROSCOPIA CONFOCAL

A **Tabela 3** retrata as fendas encontradas na interface resina composta/dentina na parede circundante entre os grupos testados. Foi verificada a presença de fendas em algumas interfaces adesivas da face vestibular das cavidades, com exceção do Grupo 2 (**Gráfico 3**). No entanto, a aplicação do teste de Fisher (**Tabela 4**) não mostrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p>0,05$).

Não foi possível fazer uma correlação entre resistência adesiva e presença de fendas devido ao número muito pequeno e insuficiente de fendas observadas.

Tabela 3 – Fendas internas dos grupos testados em números absolutos

GRUPOS	Presença de fendas marginais
GRUPO 1 (n=10)	1
GRUPO 2 (n=10)	0
GRUPO 3 (n=10)	3
GRUPO 4 (n=10)	2

Gráfico 3 – Representação gráfica em números absolutos sobre a presença ou ausência de fendas marginais na interface dos grupos testados.

Tabela 4 – Teste de Fisher

GRUPOS	P	SIGNIFICÂNCIA
1x2	1,000	Ns
1x3	0,582	Ns
1x4	1,000	Ns
2x3	0,211	Ns
2x4	0,474	Ns
3x4	1,000	Ns

As imagens obtidas pelo microscópio confocal revelaram presença de fendas assim como também evidenciaram a penetração do adesivo acrescido com Rodamina B nos túbulos dentinários (“tags” de resina).

Figura 23 - Imagem obtida pelo microscópio confocal de um espécime do Grupo 1 (D: Dentina; A: Adesivo; R: Resina; T: Tags de Resina)

Na imagem da **figura 23** é possível observar a interface de um espécime do Grupo 1, onde não se encontrou fendas. É possível também verificar a difusão do sistema adesivo dentro dos túbulos dentinários (T) (“tags”).

Figura 24 - Imagem obtida pelo microscópio confocal em espécime do Grupo 2 (D: Dentina; A: Adesivo; R: Resina; T: Tags de Resina; B: Bolha contida no Adesivo).

A imagem da **figura 24** mostra a interface do espécime do Grupo 2 onde não se encontrou fendas. Pode-se observar a presença dos “tags” de resina (T) além de uma bolha (B) dentro do sistema adesivo.

Figura 25 - Imagem obtida pelo microscópio confocal em espécime do Grupo 3 (D: Dentina; A: Adesivo; T: Tags de Resina; F: Fenda).

A imagem da **figura 25** mostra a presença de fenda (F) na interface do espécime do Grupo 3 além da difusão do sistema adesivo dentro dos túbulos dentinários (T).

Figura 26 - Imagem obtida pelo microscópio confocal em espécime do Grupo 4 (D: Dentina; A: Adesivo; F: Fenda).

Na imagem da **figura 26** pode-se observar a presença de fenda (F) na interface do espécime do Grupo 4.

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

As resinas compostas passaram a ser um material bastante difundido para restauração de dentes posteriores devido às suas características como cor semelhante ao dente, adequadas propriedades físicas e mecânicas e possibilidade de preparos cavitários mais conservadores, devido às propriedades de adesão à estrutura dentária. Entretanto, o sucesso das restaurações depende da durabilidade e qualidade dessa adesão.

O grande desafio quando se realiza restaurações adesivas diretas é a manutenção da integridade da interface restauradora, evitando ou reduzindo a infiltração marginal. A contração de polimerização da resina composta, uma característica intrínseca a esse material, é considerada a maior causa da formação de fendas na interface dente/restauração (OLIVEIRA et al., 2010). Uma vez que a adesão entre o dente e a restauração é comprometida, o aparecimento de microinfiltração, sensibilidade pós-operatória, descoloração marginal e cárie recorrente, podem levar ao insucesso da restauração (LEE et al., 2007; KRÄMER et al., 2009).

A contração de polimerização gera tensões na interface das restaurações e é dependente de variáveis como: o volume da resina composta fotopolimerizada, propriedades mecânicas e físicas do material, conteúdo e tipo de monômeros, grau de polimerização, fator de configuração cavitária (Fator C) e técnica de inserção da resina composta (PETROVIC, et al., 2010; VAN DIJKEN; PALLESEN, 2011).

A interface adesiva entre dente e restauração é considerada como a mais susceptível ao aparecimento de tensões e sua durabilidade e estabilidade dependem da formação e manutenção da camada híbrida pelo sistema adesivo e das tensões oriundas da polimerização das resinas compostas (DE MUNK et al., 2005; FERRACANE, 2005). A adaptação marginal de restaurações adesivas em dentina reflete a complexa interação entre união adesiva, de um lado, e a tensão de contração de polimerização, o estresse e o módulo de elasticidade, por outro (TAKAHASHIA et al., 2010).

Devido a esses fatos se torna importante a adoção de estratégias na seleção do material e de procedimentos alternativos que possam reduzir a tensão e influenciar diretamente na qualidade adesiva da restauração, minimizando o

aparecimento de fendas marginais e resultando em uma maior longevidade das restaurações (BRAGA; BALLESTER; FERRACANE, 2005; SCHMIDLIN et al., 2008).

Algumas manobras clínicas são sugeridas para redução dos níveis de tensão causadas pela contração de polimerização da resina composta como a técnica de inserção incremental para controle do fator de configuração cavitária (DAVIDSON; De GREE; FEILZER, 1984; PETROVIC et al., 2010), o uso de bases com baixo módulo de elasticidade e alta resiliência (KEMP- SCHOLTE; DAVIDSON, 1990; FIGUEIREDO REIS et al., 2003; ANDERSON-WENCKERT; VAN DIJKEN; KIERI, 2004; LI et al., 2006) e alteração no modo e velocidade de fotopolimerização (CHYE et al., 2005; NEO et al., 2005; CUNHA et al., 2007).

Com base nesses fatos que envolvem o procedimento de restaurações com resina composta, este trabalho teve por objetivo determinar o efeito do uso da base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina e da técnica de inserção incremental da resina composta na interface dentina/resina composta de paredes circundantes de preparos cavitários do tipo Classe I Oclusal.

O desenvolvimento experimental deste trabalho envolveu a realização de cavidades extensas, o uso de base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina e inserção da resina composta em quatro incrementos oblíquos. Como controle, para determinar se havia ou não influência da base resiliente e técnica de inserção da resina composta sobre a interface adesiva, foi testado um grupo sem presença de base e inserção da resina composta em dois incrementos horizontais. Com intuito de diminuir as fontes de variação, apenas um tipo de cimento de ionômero de vidro, um sistema adesivo, uma resina composta e uma técnica de fotopolimerização foram utilizados, assim como a padronização dos preparos cavitários. Da mesma maneira, todos os preparos cavitários, procedimentos adesivos e restauradores foram realizados pelo mesmo operador.

A vantagem da utilização de preparos cavitários para análise da resistência adesiva, ao invés de superfícies planas na qual o fator de configuração cavitária é pequeno com apenas uma parede aderida, é a reprodução de condições de adesão similares às encontradas em situações clínicas como utilização de broca, presença de “smear layer” não padronizada, presença de umidade, inclinação das paredes no momento da aplicação do sistema adesivo (BOUILLAGUET et al., 2001). A verificação da resistência adesiva em paredes cavitárias só foi possível com o desenvolvimento da técnica de microtração que permite a análise da resistência

adesiva em paredes cavitárias dentro do mesmo dente (SANO et al., 1994). Assim, vários estudos envolvendo a confecção de preparos cavitários, puderam demonstrar a influência do fator de configuração cavitária na resistência adesiva (NIKOLAENKO et al., 2004; HE; SHIMADA; TAGAMI, 2007; NAYIF et al., 2008; NIU, et al., 2009).

A técnica de inserção nos grupos 1 e 3 foi em dois incrementos horizontais de maneira a procurar manter a relação de 5 paredes aderidas para uma parede livre e não ultrapassar a espessura de 2 mm de resina, evitando assim que as camadas mais profundas não fossem polimerizadas pela luz. Nos grupos 2 e 4 a resina composta foi inserida em quatro incrementos oblíquos com o objetivo de diminuir o fator C, que passou de 5 para 2, buscando então minimizar as tensões causadas na interface adesiva pela contração de polimerização resina composta, pois quanto mais incrementos são colocados, menor é a área aderida em cada incremento, proporcionando uma maior área livre para a dissipação das tensões.

Neste trabalho foi utilizado o cimento de ionômero de vidro Vitrebond™ (3M ESPE) que tem como finalidade ser um material para base e forramento de cavidades. Sua aplicação no fundo da cavidade é facilitada, pois após manipulação apresenta consistência fluida. Como os preparos cavitários foram padronizados com 4,5mm de profundidade, aplicou-se na parede de fundo uma camada intermediária de 0,5mm de espessura, o que é apropriado para melhorar a integridade marginal da resina composta (LI et al., 2006).

Para avaliar a integridade marginal das restaurações de resina composta, estudos *in vitro* são indicados, mostrando os caminhos adequados para a aplicação clínica dos materiais dentários. Isso se dá através de diferentes abordagens laboratoriais, tais como testes de resistência adesiva ou de avaliação de microinfiltração, análise microscópica, com objetivo de prever o comportamento clínico desses materiais (GARCÍA-GODOY et al., 2010).

O teste escolhido para este estudo foi o de microtração, introduzido por Sano et al. (1994) com objetivo de avaliar a resistência à tração e módulo de elasticidade da dentina mineralizada e desmineralizada. É calculado como carga da tensão de fratura dividido pela área da interface adesiva (ARMSTRONG et al., 2010). Entretanto, essa resistência só é válida na presença de um estresse uniforme (EL ZOHAIRY et al., 2004; SILVA et al., 2006) com máximo de estresse de tensão presente e homogeneamente distribuída na menor área da interface adesiva (SOARES C.; SOARES P.; SANTOS-FILHO, 2008).

Pashley et al. (1999) defenderam esse teste como sendo um meio para avaliar a durabilidade da adesão resina/tecido dentário. Desde então o teste de resistência adesiva à microtração vem sendo o teste de resistência adesiva mais utilizado (SCHERRER; CESAR; SWAIN, 2010; ARMSTRONG et al., 2010). Apresenta uma série de vantagens em relação aos outros testes, proporcionando avaliar a resistência adesiva de várias paredes cavitárias (BOUILLAGUET et al., 2001; PURK et al., 2004), os efeitos da espessura de dentina remanescente (ARMSTRONG; BOYER; KELLER, 1998; POITEVIN et al., 2008), áreas de espécimes com pequenas dimensões na interface de união (NAKAJIMA et al., 1995), os efeitos do estresse de contração de polimerização (YOSHIKAWA et al., 1999; ARMSTRONG; KELLER; BOYER, 2001). Além disso, esse teste apresenta mais fraturas adesivas e menos coesivas, proporciona a medida de maior resistência adesiva interfacial, médias e variâncias podem ser calculadas em um único dente, permite o teste de superfícies irregulares, permite o teste de superfícies muito pequenas e facilita exames de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e de transmissão (MET) das regiões fraturadas desde que a área de superfície seja aproximadamente de 1mm^2 (PASHELEY et al., 1995).

Vários fatores levam a variações na resistência adesiva observada em espécimes obtidos de um mesmo dente. No presente estudo, cada dente originou cerca de 3 a 4 fatias no sentido mésiodistal. Cada fatia permitiu a obtenção de um ou dois palitos na parede vestibular, devido a isso, acabou sendo necessário um maior número de dentes para obtenção de maior homogeneidade entre os grupos para o teste de microtração.

Uma fatia de cada dente foi selecionada aleatoriamente para análise em microscopia confocal, para a observação da presença de fendas marginais internas da interface dente/restauração.

A Microscopia Confocal permite a obtenção de imagens com alta resolução em espécimes de pouca espessura (WATSON, 1991). A metodologia de preparo dos espécimes que é considerada complicada para análise em MEV e MET, não é necessária para Microscopia Confocal, onde a superfície dos espécimes é produzida de maneira similar às obtidas no MEV, mas com a vantagem da simplicidade da técnica, permitindo um menor risco de artefatos de contração ou ressecamento e ainda possibilitando o estudo do mesmo espécime em outra técnica microscópica adicional (WATSON, 1991; WATSON, BOYER, 1991; PIOCH et al., 1997).

Uma vantagem adicional da Microscopia Confocal é a visualização não apenas da superfície do espécime, mas também da sua subsuperfície. Além de oferecer menos problemas de rejeição de imagens por falta de foco e melhor resolução comparada com imagem convencional, permite um grande avanço nas imagens de estruturas biológicas. Portanto, essa metodologia permite a obtenção de uma imagem tridimensional, proporcionando uma correlação mais precisa e informativa quando comparada à análise bidimensional (WATSON; BOYER, 1991; DIASPRO; ROBELLO, 2000).

Para melhor visualização no microscópio confocal é necessário a utilização de corantes. Neste trabalho foi utilizado a Rodamina B na concentração de 0,16 mg/ml. D'Alpino, em 2005, sugeriu a adição do corante Rodamina B a 0,16 mg/ml ao adesivo Single Bond para a análise da interface adesiva, uma vez que esta concentração não interfere na conversão dos monômeros e na resistência de união entre adesivo e substrato.

A adição de corantes fluorescentes como a Rodamina B a sistemas adesivos permite caracterizar a micromorfologia e a espessura da camada híbrida formada, a distribuição dentro da dentina, a extensão dos “tags” de resina, a espessura da camada adesiva e os possíveis defeitos ou alterações existentes na interface adesiva (WATSON 1997, D'ALPINO et al., 2006a).

A análise do modo de fratura dos espécimes submetidos ao teste de microtração evidenciou um predomínio de fratura do tipo adesiva. Estas fraturas, que ocorrem na interface adesiva, registram valores reais, enquanto que fraturas mistas ou coesivas sugerem interferência no momento do teste, execução do preparo cavitário ou no preparo dos espécimes (SHONO et al., 1999). Niu et al. (2009) também obtiveram um predomínio de fraturas adesivas, nesse caso mais especificadamente na camada híbrida, ao avaliarem os efeitos da técnica incremental na resistência adesiva das restaurações de cavidade oclusal, efetivando então os seus resultados e descartando a presença de interferências no momento do teste, assim como foi verificado no presente estudo.

O cimento de ionômero de vidro modificado por resina tem sido usado por aproximadamente vinte anos. Ele é indicado atualmente para várias situações clínicas como material restaurador, cimento e como base e forramento (SIDHU, 2010). Como descrito anteriormente, o presente estudo utilizou esse cimento como base resiliente para criar uma camada que absorvesse as tensões provenientes pela

contração de polimerização (CHUANG et al., 2003; ATTA, 2006; DEWAELE et al., 2006b) e reduziu o estresse na interface adesiva (KEMP-SCHOLTE; DAVIDSON, 1990) e ainda proporcionasse a redução volumétrica da resina composta. No entanto, a contração de polimerização dos CIVMR observada em estudos recentes (ATTIN et al., 1995; BRYANT; MAHLER, 2007) contradiz a noção de que apresentam contração de polimerização menor do que a resina composta. Assim, o benefício dessas técnicas para reduzir a contração de polimerização e alívio de estresse permanece controverso (BRAGA; HILTON; FERRACANE, 2003; FIGUEIREDO REIS, et al., 2003; DEWAELE et al., 2006b).

Neste estudo, o uso da base de CIVMR, não mostrou diferença estatisticamente significativa da resistência adesiva da interface dentina/resina composta entre os grupos testados. Diferente dos estudos de Alomari, Reinhardt e Boyer (2001), e Atta (2006) que mostraram que o uso de bases resilientes, como CIV e CIVMR é capaz de aumentar a resistência adesiva e, conseqüentemente, diminuir a quantidade de infiltração marginal. O que vai de acordo ainda com a revisão feita por Alomari, Ajlouni, Omar (2007) que afirmaram que o uso de base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina diminui o estresse de contração de polimerização, a formação de fendas e a microinfiltração marginal.

Chuang et al. (2003) e Dewaele et al. (2006b) também apresentaram resultados diferentes do presente estudo, observando que o uso de base de CIV e CIVMR possui a capacidade de reduzir o estresse de contração de polimerização das resinas compostas e aumentar o selamento marginal.

Como visto no presente estudo, o uso da base de CIVMR não afetou a resistência adesiva à microtração das restaurações. Oliveira et al. (2010) por sua vez, mostraram que o uso dessa base resiliente resultou em aumento do estresse de contração de polimerização, isso porque, segundo os autores, o CIVMR apresenta uma contração maior que a resina composta devido à ausência de umidade. Completamente diferente dos achados de Tolidis, Nobecourt, Randall (1998), que relataram que o uso de CIVMR como base promovia uma redução da contração de polimerização das resinas compostas em aproximadamente 61%.

Assim como verificado neste trabalho, Peliz, Duarte e Dinelli (2005) demonstraram que o uso do CIVMR como base não alterou a resistência adesiva da dentina para resistir à contração de polimerização da resina composta.

Chuang et al. (2011) ao analisar a influência da geometria da cavidade e uso de materiais como base na contração de polimerização das resinas compostas, concluíram que o uso da base de CIVMR não teve influencia sobre a diminuição das tensões causadas pela contração de polimerização, resultado semelhante ao encontrado no presente estudo.

O aparecimento de fendas marginais na interface adesiva depende de alguns fatores como o tipo de resina composta utilizada, propriedades físicas e mecânicas do material, fator de configuração cavitária, o volume de monômero fotopolimerizado, o grau de fotopolimerização, o tipo de técnica restauradora (VAN DIJKEN; PALLESEN, 2011). O presente estudo mostrou que o uso da base de cimento de ionômero de vidro não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados, quanto à presença de fendas marginais internas. Resultados diferentes foram observados por outros autores, que concluíram que o uso da base de cimento de ionômero de vidro resultou em aumento no número de fendas marginais (HOTTA; AONO, 1994; CIUCCHI et al., 1997). Devido a essas controvérsias, o benefício da base de CIV no selamento marginal das restaurações continua questionável.

Foi possível observar no estudo atual, através da microscopia confocal, fendas marginais entre o sistema adesivo e a dentina nos grupos experimentais G3 e G4. Entretanto, apesar de em menor quantidade, o aparecimento de fenda também esteve presente no grupo sem base de CIVMR, grupo G1. O uso do CIVMR então não influenciou na formação dessas fendas, o que concorda com resultados obtidos por Peliz, Duarte e Dinelli (2005) e Chuang et al. (2011). Isso se deve em parte pela excelente duração da adesão química entre dentina e cimento de ionômero de vidro e ainda pela presa dual que ocorre no CIVMR sendo esta responsável pelo alívio do estresse da contração de fotopolimerização (MITRA et al., 2009).

No presente estudo, não foi possível fazer uma correlação entre resistência adesiva e presença de fendas devido ao número muito pequeno e insuficiente de fendas observadas. Diferente dos resultados de Peutzfeldt e Asmussem (2004) que, ao investigarem as determinantes da formação de fendas *in vitro*, sugeriram que a resistência adesiva não é um fator determinante direto da qualidade marginal de uma restauração. E ainda Petrovic et al. (2010) que mostram bons resultados de

selamento marginal e ausência de fendas mesmo no grupo que apresentou piores resultados de resistência à adesão.

O desenho experimental deste trabalho utilizou preparos extensos com alto fator de configuração cavitário e inserção da resina composta pela técnica de inserção incremental horizontal e oblíqua. A inserção da resina composta foi realizada de duas formas: nos grupos G1 e G3 foi aplicado 2 incrementos horizontais de cerca de 2mm cada, mantendo uma parede livre para cinco aderidas, fator C igual a 5, enquanto nos grupos G2 e G4 foi aplicado 4 incrementos oblíquos, resultando então na diminuição do fator C para 2. Vários estudos demonstram que ocorre um aumento do estresse causado pela contração de polimerização e maior infiltração marginal quando o incremento excede 2mm de espessura (LUTZ; KREJCI; BARBAKOW, 1991; DA CUNHA et al., 1997).

O uso da técnica incremental para restaurações de resina composta pode influenciar no fator de configuração cavitário e na contração de polimerização do compósito utilizado. Isso ocorre porque com a aplicação em incrementos de pequenas porções de resina composta, a contração de polimerização da resina ocorre dentro de cada porção, e assim sobra uma maior superfície que ainda não esta aderida para permitir o fluxo de resina em cada polimerização. Quando cada incremento da resina é aplicado ele pode compensar a contração de polimerização e o acúmulo do estresse na camada anterior, aumentando a força de adesão com a dentina e diminuindo a possibilidade de formação de fendas e surgimento de microinfiltrações (CHIKAWA et al., 2006; NIU et al., 2009).

Neste estudo, a análise da resistência adesiva de diferentes técnicas restauradoras, técnica incremental horizontal e técnica incremental oblíqua, associada ou não ao uso de base de cimento de ionômero de vidro nas restaurações das cavidades de Classe I, não mostrou diferença estatisticamente significativa da resistência adesiva da interface dentina/resina composta entre os grupos testados. Diferente do estudo *in vivo* de Van Dijken (2010), que ao avaliarem a durabilidade de restaurações de resina composta do tipo Classe I que foram aplicadas com técnica incremental oblíqua, fotopolimerização indireta e uso de uma base resiliente, concluíram que tais restaurações tiveram uma excelente durabilidade apesar do elevado fator de configuração cavitária das cavidades. Lindberg, Van Dijken, Hörstedt (2005) demonstraram um significativo aumento do selamento marginal das resinas compostas restauradas sozinhas, sem uso de base resiliente.

No presente estudo, foram realizadas apenas restaurações por meio da técnica de inserção incremental, horizontal e oblíqua, por influenciar no fator de configuração cavitária e no estresse da contração de polimerização da resina compósita utilizada. Resultados de vários estudos comprovam a efetividade da técnica incremental, horizontal ou oblíqua, quando comparada com uso da técnica em bloco único. Abbas (2003) afirmaram que a microinfiltração marginal dos dentes restaurados em bloco único foi significativamente maior do que os dentes restaurados com a técnica incremental. Nikolaenko et al. (2004) verificaram o efeito do fator de configuração cavitário na adesão à dentina da parede pulpar utilizando diversas técnicas de inserção da resina composta e concluíram que o uso da técnica incremental permite uma melhor adaptação da resina composta. He, Shimada, Tagami (2007) analisaram a relação que a técnica incremental e o tamanho da cavidade têm na resistência adesiva à microtração de resinas compostas restauradas em cavidades classe I de dentes bovinos e concluíram que em cavidades planas, o uso da técnica incremental não tem nenhum efeito sobre a resistência adesiva das resinas compostas, entretanto em preparos cavitários extensos o uso da técnica incremental é indicado para aumentar a resistência adesiva. O uso da técnica em bloco único (FC=5) proporcionou uma redução significativa da resistência adesiva tanto em cavidades pequenas quanto extensas, o que está de acordo com estudos realizados por Tjan, Bergh, Linder (1992).

Em 2008, He et al. avaliaram, além do uso da técnica incremental, a colocação de uma base fluida em cavidades do tipo Classe I para análise da resistência adesiva da resina composta e concluíram que a técnica incremental e o uso de base fluida devem ser recomendadas para o preenchimento de cavidades amplas, pois interferem na resistência adesiva da resina composta. Em situações com elevado fator C, a técnica incremental tem sido preconizada para minimizar os efeitos negativos provocados pela contração de polimerização (LUTZ; KREJCI; BARBAKOW, 1991; TSAI; MEYERS; WALSH, 2004). No presente estudo, os resultados foram diferentes, pois mostraram que o uso de base resiliente e técnica de inserção incremental das restaurações em cavidade do tipo classe I, não influenciaram a resistência adesiva e a presença de fendas na interface adesiva.

Apesar deste estudo não ter demonstrado a influência do uso da técnica incremental na resistência adesiva das restaurações de resina composta, Bouillaguet et al. (2001), Figueiredo Reis et al. (2003) e Loguércio, Reis e Ballester

(2004) observaram que a técnica incremental pode aumentar a resistência adesiva em cavidades do tipo classe I e classe II. Félix et al. (2007) também concluíram que o uso da técnica incremental, independente do tipo de adesivo escolhido, em cavidades extensas do tipo classe I, aumenta a resistência adesiva da resina composta. Em 2009, foi a vez de Ozel e Soyman concluírem que o uso da técnica incremental diminui os efeitos negativos da contração de polimerização e a microinfiltração das resinas compostas em cavidades do tipo classe II MOD. Ainda em 2009, Niu et al. analisaram os efeitos dessa técnica incremental nas restaurações de resina composta e, para isso, testaram grupos com diferentes tipos de técnica incremental oblíquas e a técnica incremental horizontal foi seu grupo controle. Fizeram análise da resistência adesiva à microtração e verificação dos tipos de fratura em MEV. Concluíram que o uso da técnica incremental oblíqua resulta em maior resistência adesiva à microtração e há um predomínio de fraturas do tipo adesivas.

Segundo esses autores citados acima, o uso da técnica incremental (horizontal ou oblíqua) é capaz de reduzir a tensão da contração de polimerização devido à redução do volume de resina composta e diminuição do fator C, entretanto, ainda não está claro qual técnica incremental é a mais apropriada (PARK et al., 2008; PETROVIC et al., 2010). Enquanto nossos resultados mostram que o uso da técnica incremental não tem influência na resistência adesiva à microtração das restaurações.

Assim como os resultados observados no presente estudo, alguns trabalhos que não observaram influência da técnica incremental sobre os efeitos da contração de polimerização da resina composta e, conseqüentemente, sobre a resistência adesiva e microinfiltração. Pfeifer, Braga, Cardoso (2006) concluíram que a inserção da resina composta em dois incrementos horizontais em cavidades do tipo classe V não teve nenhuma influência nos valores de microinfiltração. O mesmo foi observado nesse estudo com relação à resistência adesiva. Assim como no estudo de Duarte, Dinelli, Silva (2007) que concluíram que nenhuma técnica de inserção da resina composta, seja ela em bloco único ou incremental, é capaz de eliminar a microinfiltração em cavidades com alto fator de configuração cavitária.

Diferente dos resultados obtidos no presente trabalho existem estudos que contraindicam o uso da técnica incremental na tentativa de aumentar a resistência adesiva das restaurações de resina composta. Nayif et al. (2008) concluíram que a

resistência adesiva das restaurações de cavidade do tipo classe I eram maiores quando se usava a técnica de inserção em bloco único. Assim como resultados encontrados por Mangum et al. (1994), Winkler; Katona; Paydar (1996), Versluis et al. (1996) que demonstraram que o uso da técnica em bloco único induz à diminuição do estresse de contração. Resultados encontrados também por Katona, Winkler, Huang (1996) e Katona, Winkler (1994) que afirmaram que o estresse de contração de polimerização do volume total do incremento único é menor que o estresse de contração da resina aplicada com a técnica incremental.

Apesar das diversas controvérsias analisadas sobre o uso ou não da aplicação da técnica incremental da resina composta, essa técnica vem sendo amplamente recomendada para as restaurações adesivas diretas por permitir uma diminuição no fator de configuração cavitária, o que não se sabe ao certo ainda é qual o tipo de inserção incremental, horizontal ou oblíqua, é a mais indicada, apesar dos inúmeros estudos indicando a técnica oblíqua (PARK, et al., 2008; PETROVIC et al., 2010).

Quanto à presença de fendas internas nos grupos com técnica de inserção incremental oblíqua, foi evidenciada sua presença no grupo 4, sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados. E não foi possível fazer uma correlação entre resistência adesiva e presença de fendas devido ao número muito pequeno e insuficiente de fendas observadas.

Os resultados do presente trabalho mostram que o uso da base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina e das técnicas de inserção de resina composta não influenciam a resistência adesiva e a formação de fendas internas na interface da parede circundante. Isso somado às várias propriedades do cimento de ionômero de vidro, como capacidade de liberação de flúor, biocompatibilidade, coeficiente de expansão térmica linear semelhante aos das estruturas dentárias e a adesividade ao esmalte e dentina; associado ainda à técnica de inserção incremental oblíqua da resina composta com volumes pequenos, sem unir duas paredes opostas, promovendo uma diminuição do fator de configuração cavitária, fazem estas técnicas serem bastante recomendadas no uso de restaurações adesivas diretas. No entanto, diante das diversas controvérsias quanto à qualidade da interface adesiva das restaurações, a realização de mais estudos se fazem necessários.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

Após análise estatística dos resultados, pode-se concluir que:

1. O uso da base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina não interfere na resistência adesiva da interface dentina/resina composta das paredes circundantes de cavidades simples.
2. A técnica de inserção de resina composta não interfere na resistência adesiva da interface dentina/resina composta das paredes circundantes de cavidades simples.
3. O uso da base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina não interfere na formação de fendas marginais na interface dentina/resina composta de cavidades simples.
4. A técnica de inserção de resina composta não interfere na formação de fendas na interface dentina/resina composta das paredes circundantes de cavidades simples.

Dessa forma as hipóteses nulas testadas foram aceitas.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC, Burke FJ. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or in increments. *J Dent*. 2003 Aug;31(6):437–44.
- Alomari QD, Ajlouni R, Omar R. Managing the polymerization shrinkage of resin composite restorations: a review. *SADJ*. 2007 Feb;62(1):12,14,16.
- Alomari QD, Reinhardt JW, Boyer DB. Effect of liners on cusp deflection and gap formation in composite restorations. *Oper Dent*. 2001 Jul-Aug;26(4):406-11.
- Andersson-Wenckert I, Van Dijken JWV, Kieri C. The durability of extensive Class II open-sandwich restorations with a resin-modified glass ionomer cement after six years. *Am J Dent*. 2004 Feb;17(1):43–50.
- Antonucci JM, McKinney JE, Stansbury RW. “Resin Modified Glass Ionomeric Cement” US Patent Application, n. 160856, 1988.
- Araújo MAM, Marsílio AL, Mello JB, Mendes AJD. Avaliação da infiltração marginal na interface resina composta – cimento de ionômero de vidro e deste com a dentina. *Rev Odont UNESP*. 1995 Jan-Jul;24(1):69-78.
- Arhun N, Celik C, Yamanel K. Clinical Evaluation of Resin-based Composites in Posterior Restorations: Two-year Results. *Oper Dent*. 2010 Jul-Aug;35(4): 397-404.
- Armstrong S, Geraldeli S, Maia R, Raposo LHA, Soares CJ, Yamagawa J. Adhesion to tooth structure: A critical review of “micro” bond strength test methods. *Dent Mater*. 2010 Feb;26(2):e50-62.
- Armstrong SR, Boyer DB, Keller JC. Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. *Dent Mater*. 1998 Jan;14(1):44–50.
- Armstrong SR, Keller JC, Boyer DB. The influence of water storage and C-factor on the dentin–resin composite microtensile bond strength and debond pathway utilizing a filled and unfilled adhesive resin. *Dent Mater*. 2001 May;17(3):268–76.
- Atai M, Ahmadi M, Babanzadeh S, Watts DC. Synthesis, characterization, shrinkage and curing kinetics of a new low-shrinkage urethane dimethacrylate monomer for dental applications. *Dent Mater*. 2007 Aug;23(8):1030–41.
- Atai M, Watts DC. A new kinetic model for the photo polymerization shrinkage-strain of dental composites and resin-monomers. *Dental Mater*. 2006 Aug;22(8) 785–91.
-

Atta MT. Interface dentina/ resina composta: Efeito da base de cimento de ionômero de vidro convencional ou modificado por resina. Bauru- SP: Universidade de Sao Paulo; 2006.

Attin T, Buchalla W, Kielbassa AM, Helwig E. Curing shrinkage and volumetric changes of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Dent Mater*. 1995 Nov;11(6):359-62.

Bausch JR, de Lange K, Davidson CL, Peters A, de Gee AJ. Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins. *J Prosthet Dent*. 1982 Jul;48(1):59-67.

Bouillaguet S, Ciucchi B, Jacoby T, Wataha JC, Pashley D. Bonding characteristics to dentin walls of class II cavities, in vitro. *Dent Mater*. 2001 Jul;17(4):316-21.

Bouschlicher MR, Rueggeberg FA. Effect of ramped light intensity on polymerization force and conversion in a photoactivated composite. *J Esthet Dent*. 2000;12(6):328-39.

Bowen RL. Dental fillings material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidil acrylate. EUA. 1962;Nov.(PAT. 3.066.112,27)

Braem M, Davidson CL, VanHerle G, Van Doren V, Lambrechts P. The relationship between test methodology and elastic behavior of composites. *J Dent Res*. 1987 May;66(5):1036-9.

Braga RR, Ballester Y, Ferracane LJ. Factors involved in development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dent Mater*. 2005 Oct;21(10):962–70.

Braga RR, Ferracane JL. Contraction stress related to degree of conversion and reaction kinetics. *J Dent Res*. 2002 Feb;81(2):114-8.

Braga RR, Hilton TJ, Ferracane JL. Contraction stress of flowable composite materials and their efficacy as stress-relieving layers. *J Am Dent Assoc*. 2003 Jun;134(6):721-8.

Brandt WC, de Moraes RR, Correr L, Sinhoreti MAC, Consani S. Effect of different photo-activation methods on push out force, hardness and cross-link density of resin composite restorations. *Dent Mater*. 2008 Jun;24(6):846–50.

Bryant RW, Mahler DB. Volumetric contraction in some tooth-coloured restorative materials. *Aust Dent J*. 2007 Jun;52(2):112–7.

Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955 Dec;34(6):849-53.

Cabrera E, Macorra JC. Polymerization shrinkage influences microtensile bond strength. *J Dent Res*. 2007 Mar;86(3):227-31.

Cadenaro M, Biasotto M, Scuor N, Breschi L, Davidson CL, Lenarda RD. Assessment of polymerization contraction stress of three composite resins. *Dent Mater*. 2008 May;24(5):681-5.

Calheiros FC, Sadek FT, Braga RR, Cardoso PE. Polymerization contraction stress of low-shrinkage composites and its correlation with microleakage in Class V restorations. *J Dent*. 2004 Jul;32(5):407-12.

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.

Cefaly DFG, Wang L, de Mello LL, dos Santos JL, dos Santos JR, Lauris JR. Water sorption of resin-modified glass-ionomer cements photoactivated with LED. *Braz Oral Res*. 2006 Oct-Dec;20(4):342-6.

Celik C, Arhun N, Yamanel K. Clinical evaluation of resin-based composites in posterior restorations: 12-month results. *Eur J Dent*. 2010 Jan;4(1):57-65.

Chain MC, Chain JC, Leinfelder KF. Cimentos ionoméricos híbridos: força de adesão à dentina e mecanismo de união. *Rev Gaúcha Odont*. 2000 Jan-Mar;48(1):42-9.

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.

Cho E, Chikawa H, Kishikawa R, Inai N, Otsuki M, Foxton RM, et al. Influence of elasticity on gap formation in a lining technique with flowable composite. *Dent Mater J*. 2006 Sep;25(3):538-44.

Chuang SF, Chang CH, Chen TYF. Spatially resolved assessments of composite shrinkage in MOD restorations using a digital-image-correlation technique. *Dent Mater*. 2011 Feb;27(2):134-43.

Chuang SF, Jin YT, Lin TS, Chang CH, Garcia-Godoy F. Effects of lining materials on microleakage and internal voids of Class II resin-based composite restorations. *Am J Dent*. 2003 Apr;16(2):84-90.

Chye CH, Yap AUJ, Laim YC, Soh MS. Post-gel polymerization shrinkage associated with different light curing regimens. *Oper Dent*. 2005 Jul-Aug;30(4):474-80.

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):305-12.

Condon JR, Ferracane JL. Assessing the effect of composite formulation on polymerization stress. *J Amer Dent Ass.* 2000 Apr;131(4):497-503.

Crim GA. Effect of composite resin on the microleakage of Scotchbond 2 and Gluma. *Am J Dent.* 1988 Oct;1(5): 215-6.

Cunha LG, Alonso RC, Pfeifer CS, Correr-Sobrinho L, Ferracane JL, Sinhoreti MA. Modulated photoactivation methods: influence of contraction stress, degree of conversion and push-out bond strength of composite restoratives. *J Dent.* 2007 Apr;35(4):318–24.

D'Alpino PH. Influência da fonte de luz fotoativadora na resistência de união e na micromorfologia da interface adesiva de restaurações de resina composta - um estudo In vitro com microscopia de fluorescência. Bauru: Universidade de São Paulo; 2005.

D'Alpino PH, Pereira JC, Svizero NR, Rueggeberg FA, Carvalho RM, Pashley DH. A new technique for assessing hybrid layer interfacial micromorphology and integrity: two-photon laser microscopy. *J Adhes Dent.* 2006 Oct;8(5):279-84.a

D'Alpino PH, Pereira JC, Svisero NR, Rueggeberg FA, Pashley DH. Use of fluorescent compounds in assessing bonded resin-based restoration: a literature review. *J Dent.* 2006 Oct;34(9):623-634.b

Da Cunha Mello FS, Feilzer AJ, DeGee AJ, Davidson CL. Sealing ability of eight resin bonding systems in a Class II restoration after mechanical fatiguing. *Dent Mater.* 1997 Nov;13(6):372–6.

Dauvillier BS, Aarnts MP, Feilzer AJ. Developments in shrinkage control of adhesive restoratives. *J Esthet Dent.* 2000;12(6):291-9.

Dauvillier BS, Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Visco-elastic parameters of dental restorative materials during setting. *J Dent Res.* 2000 Mar;79(3):818-23.

Davidson CL, De Gee AJ, Feilzer AJ. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res.* 1984 Dec;63(12):1396-9.

Davidson CL, De Gee AJ. Relaxation of polymerization contraction stress by flow in dental composites. *J Dent Res.* Chicago 1984 Feb;63(2):146-8.

De Jager N, Pallav P, Feilzer AJ. The apparent increase of the Young's modulus in thin cement layers. *Dent Mater.* 2004 Jun;20(5):457-62.

De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res.* 2005 Feb;84(2):118–32.

De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Suzuki K, et al. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res*. 2003 Feb;82(2):136–40.

Dewaele M, Truffier-Boutry D, Devaux J, Leloup G. Volume contraction in photocured dental resins: the shrinkage-conversion relationship revisited . *Dent Mater*. 2006 Apr;22(4):359-365.a

Dewaele M, Asmussen E, Devaux J, Leloup G. Class II restorations: influence of a liner with rubbery qualities on the occurrence and size of cervical gaps. *Eur J Oral Sci*. 2006 Dec;114(6):535–41.b

Diaspro A, Robello M. Two-photon excitation of fluorescence for three-dimensional optical imaging of biological structures. *J Photochem Photobiol B*. 2000 Mar;55(1):1-8.

Duarte S Jr., Dinelli W, Silva MHC. Influence of resin composite insertion technique in preparation with a high C-factor. *Quintessence Int*. 2007 Nov-Dec;38(10):829-35.

El Zohairy AA, de Gee AJ, de Jager N, van Ruijven LJ, Feilzer AJ. The influence of specimen attachment and dimension on microtensile strength. *J Dent Res*. 2004 May;83(5):420–4.

Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Curing contraction of composites and glass-ionomer cements. *J Prosthet Dent*. 1988 Mar;59(3):297-300.

Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Relaxation of polymerization contraction shear stress by hygroscopic expansion. *J Dent Res*. 1990 Jan;69(1):36-9.

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.

Feilzer AJ, Dooren LH, De Gee AJ, Davidson CL. Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface. *Eur J Oral Sci*. 1995 Oct;103(5):322-6.

Félix SA, González-López S, Mauricio PD, Aguilar-Mendoza JA, Bolanós-Carmona. Effects of filling techniques on the regional Bond strength to lateral walls in class I cavities. *Oper Dent*. 2007 Nov-Dec;32(6):602-9.

Ferracane JL. Buonocore Lecture. Placing dental composites – a stressful experience. *Oper Dent*. 2008 May-Jun;33(3):247–57.

Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dent Mater*. 2005 Jan;21(1):36–42.

Figueiredo Reis A, Giannini M, Ambrosano GM, Chan DC. The effects of filling techniques and a low-viscosity composite liner on bond strength to class II cavities. *J Dent*. 2003 Jan;31(1):59–66.

Fisbein S, Holan G, Grajower R, Fuks A. The effect of VLC Scotchbond and an incremental filling technique on leakage around Class II composite restorations. *ASDC J Dent Child*. 1988 Jan-Feb;55(1):29-33.

Fleming GJP, Cara RR, Palin WM, Burke FJT. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with resin-based filling materials cured using a 'soft-start' polymerization protocol. *Dent Mater*. 2007 May;23(5):637–43.

Franco EB, Lopes LG. Conceitos atuais na polimerização de sistemas restauradores resinosos. *Biodonto*. 2003 Mar-Abr;1(2):10-59.

García-Godoy F, Krämer N, Feilzer AJ, Frankenberger. Long-term degradation of enamel and dentin bonds: 6-year results in vitro vs. in vivo. *Dent Mater*. 2010 Nov;26(11):1113-8.

Going RE. Microleakage around dental restorations: a summarizing review. *J Amer Dent Ass*. 1972 June;84(6):1349-57.

Gordan VV, Mondragon E, Watson RE, Garvan C, Mjör IA. A clinical evaluation of a self-etching primer and a giomer restorative material: Results at eight years. *J Am Dent Assoc*. 2007 May;138(5):621-7.

Guggenberger R, May R, Stefan KP. New trends in glass-ionomer chemistry. *Biomaterials*. 1998 Mar;19(6):479-83.

Hannig M, Friedrichs C. Comparative in vivo and in vitro investigation of interfacial bond variability. *Oper Dent*. 2001 Jan-Feb;26(1):3-11.

Hashimoto M. A review – micromorphological evidence of degradation in resin–dentin bonds and potential preventional solutions. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater*. 2010 Jan;92(1):268–80.

He Z, Shimada Y, Sadr A, Ikeda M, Tagami J. The Effects of Cavity Size and Filling Method on the Bonding to Class I Cavities. *J Adhes Dent*. 2008 Dec;10(6):447-53.

He Z, Shimada Y, Tagami J. The effects of size and incremental technique on micro-tensile bond strength of resin composite in Class I cavities. *Dent Mater*. 2007 May;23(5):533-8.

Helvatjoglu-Antoniades M, Papadogiannis Y, Lakes RS, Dionysopoulos P, Papadogiannis D. Dynamic and static elastic moduli of packable and flowable composite resins and their development after initial photo curing. *Dent Mater*. 2006 May;22(5):450-9.

Hotta M, Aono M. Adaptation to the cavity floor of the light-cured glass ionomer cement base under a composite restoration. *J Oral Rehabil*. 1994 Nov;21(6):679-85.

Ilie N, Jelen E, Clementino-Luedemann T, Hickel R. Low-shrinkage composite for dental application. *Dent Mater J*. 2007 Mar;26(2):149–55.

Irie M, Suzuki K, Watts DC. Marginal gap formation of light-activated restorative materials: effects of immediate setting shrinkage and bond strength. *Dent Mater*. 2002 May;18(3):203–10.

Jedrychowski JR, Bleier RG, Caputo AA. Shrinkage stresses associated with incremental composite filling techniques. *ASDC J Dent Child*. 1998 Mar-Apr;65(2):111-5.

Kakaboura A, Rahiotis C, Watts D, Silikas N, Eliades G. 3D-marginal adaptation versus setting shrinkage in light-cured microhybrid resin composites. *Dent Mater*. 2007 Mar;23(3):272-8.

Katona TR, Winkler MM, Huang J. Stress analysis of a bulk-filled class V chemical-cured dental composite restoration. *J Biomed Mater Res*. 1996 Aug;31(4):445-9.

Katona TR, Winkler MM. Stress analysis of a bulk-filled class V light-cured composite restoration. *J Dent Res*. 1994 Aug;73(8):1470-7.

Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Complete marginal seal of Class V resin composite restorations effected by increased flexibility. *J Dent Res*. 1990 Jun;69(6):1240-3.

Kent BE, Lewis BG, Willson AD. The properties of a glass ionomer cement. *Brit Dent J*. 1973 Oct 2;135(7):322-6.

Kidd EAM. Microleakage: a review. *J Dent*. 1976 Sept;4(5):199-206.

Kiremitci A, Alpaslan T, Gurgan S. Six-year Clinical Evaluation of Packable Composite Restorations. *Oper Dent*. 2009;34(1):11-7.

Koenigsberg S, Fuks A, Grajower R. The effect of three filling techniques on marginal leakage around Class II composite resin restorations in vitro. *Quintessence Int*. 1989 Feb;20(2):117-21.

Krämer N, García-Godoy F, Frankenberger R. Evaluation of resin composite materials. Part II. In vivo investigations. *Am J Dent*. 2005 April;18(2):75–81.

Krämer N, Reinelt C, Richter G, Petschelt A, Frankenberger R. Nanohybrid vs. fine hybrid composite in Class II cavities: clinical results and margin analysis after four years. *Dent Mater*. 2009 Jun;25(6):750–9.

Krejci I, Lutz F, Krejci D. The influence of different base materials on marginal adaptation and wear of conventional Class II composite resin restorations. *Quintessence Int.* 1988 Mar;19(3):191-8.

Labella R, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dent Mater.* 1999 Mar;15(2):128-37.

Leclaire CC, Blank LW, Hargrave JW, Pelleu GB Jr. Use of a two-stage composite resin fill to reduce microleakage below the cemento-enamel junction. *Oper Dent.* 1988 Winter;13(1):20-3.

Lee MR, Cho BH, Son HH, Um CM, Lee IB. Influence of cavity dimension and restoration methods on the cusp deflection of premolars in composite restoration. *Dent Mater.* 2007 Mar;23(3):288-95.

Li Q, Jepsen S, Albers HK, Eberhard J. Flowable materials as an intermediate layer could improve the marginal and internal adaptation of composite restorations in Class-V-cavities. *Dent Mater.* 2006 Mar;22(3):250-7.

Lindberg A, Van Dijken JWV, Hörstedt P. In vivo interfacial adaptation of class II resin composite restorations with and without a flowable resin composite liner. *Clin Oral Investig.* 2005 Jun;9(2):77-83.

Löesch GM. Marginal adaptation of Class II composite fillings: guided polymerization vs reduced light intensity. *J Adhes Dent.* 1999 Spring;1(1):31-9.

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.

Lutz E, Krejci I, Barbakow F. Quality and durability of marginal adaptation in bonded composite restorations. *Dent Mater.* 1991 Apr;7(2):107-13.

Lutz E, Krejci I, Oldenburg TR. Elimination of polymerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. *Quintessence Int.* 1986 Dec;17(12):777-84.

Mangun FL Jr, Berry EA, Deschepper E, Rieger MR. Microleakage of incremental versus compression matrix bulk filling of cervical resin composite restorations. *Gen Dent.* 1994 Jul-Aug;42(4):304-8.

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.

Markovic D, Petrovic BB, Peric TO. Fluoride content and recharge ability of five glass ionomer dental materials. *BMC Oral Health.* 2008 Jul;8(1):21-8.

Mason PN, Ferrari M. In vivo evaluation of glass-ionomer cement adhesion to dentin. *Quintessence Int.* 1994 Jul;25(7):499-504.

Mathis RS, Ferracane JL. Properties of a glass-ionomer/resin-composite hybrid material. *Dent Mater.* 1989 Sep;5(5):355-8.

Mazur RF. Microinfiltração marginal em cavidades classe V, com resina composta submetida a diferentes intensidades de luz. *Revisão de Literatura. J Bras Clin Odontol Int.* 2001;5(28):307-10.

McCabe JF. Resin-modified glass-ionomers. *Biomaterials.* 1998 Marc;19(6):521-7.

McCabe JF, Rusby S. Water absorption, dimensional change and radial pressure in resin matrix dental restorative materials. *Biomaterials.* 2004 Aug;25(18):4001-7.

Mehl A, Hickel R, Kunzelmann KH. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without 'softstart-polymerization'. *J Dent.* 1997 May-Jul;25(3-4):321-330.

Mitra SB. Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass-ionomer liner/base. *J Dent Res.* 1991 Jan;70(1):72-4

Mitra SB, Lee CY, Bui HT, Tantbirojn D, Rusin RP. Long term adhesion and mechanism of bonding of a paste-liquid resin modified glass ionomer. *Dent Mater.* 2009 Apr;25(4):459-66.

Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc.* 2003 Oct;134(10):1382-90.

Mjör IA. The reasons for replacement and the age of failed restorations in general dental practice. *Acta Odontol Scand.* 1997 Jan;55(1):58–63.

Mjör IA, Toffenetti F. Secondary caries: a literature review with case reports. *Quintessence Int.* 2000 Mar;31(3):165– 79.

Mount GJ. Glass ionomers: a review of their current status. *Oper Dent.* 1999 Mar-Apr;24(2):115-24.

Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.* 1982 May;16(3):265-73.

Nakajima M, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Yoshiyama M, Ebisu S, et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *J Dent Res.* 1995 Oct;74(10):1679–88.

Nayif MM, Nkajima M, Foxton R, 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.

Neo BJ, Soh MS, Teo JW, Yap AUJ. Effectiveness of composite cure associated with different light curing regimes. *Oper Dent*. 2005 Nov-Dez;30(6):671-5.

Nikolaenko SA, Lohbauer U, Roggendorf M, Petschelt A, Dasch W, Frankenberger R. Influence of c-factor and layering technique on microtensile bond strength to dentin. *Dent Mater*. 2004 Jul;20(6):579-85.

Niu Y, Ma X, Fan M, Zhu S. Effects of layering techniques on the micro-tensile bond strength to dentin in resin composite restorations. *Dent Mater*. 2009 Jan;25(1):129-34.

Okamura LH, Miyasaka T, Hagiwara T. Development of dental composite resins utilizing low-shrinking and low-viscous monomers. *Dent Mater J*. 2006 Sep;25(3):437-44.

Oliveira LAC, Duarte S, Araújo CA, Abrahão A. Effect of low-elastic modulus liner and base as stress-absorbing layer in composite resin restorations. *Dent Mater*. 2010 Mar;26(3):e159-69.

Ölmez A, Öztas N, Bodur H. The effect of flowable resin composite on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *Oper Dent*. 2004 Nov-Dec;29(6):713-9.

Opdam NJM, Bronkhorst EM, Loomans BA, Huysmans MC. 12-year Survival of Composite vs. Amalgam Restorations. *J Dent Res*. 2010 Oct;89(10):1063-7.

Opdam NJM, Bronkhorst EM, Roeters JM, Loomans BAC. A retrospective clinical study on longevity of posterior composite and amalgam restorations. *Dent Mater*. 2007 Jan;23(1):2-8.

Ottenga ME, Mjor I. Amalgam and composite posterior restorations: curriculum versus practice in operative dentistry at a US dental school. *Oper Dent*. 2007 Sep-Oct;32(5):524-8.

Ozel E, Soyman M. Effect of fiber nets, application techniques and flowable composites on microleakage and the effect of fiber nets on polymerization shrinkage in class II MOD cavities. *Oper Dent*. 2009 Mar-Apr;34(2):174-80.

Papadogiannis D, Kakaboura A, Palaghias G, Eliades G. Setting characteristics and cavity adaptation of low-shrinking resin composites. *Dent Mater*. 2009 Dec;25(12):1509-16.

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.

Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y, et al. The microtensile bond test: a review. *J Adhes Dent*. 1999 Winter;1(4):299–309.

Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater*. 1995 Mar;11(2):117–25.

Peliz MI, Duarte S, Jr., Dinelli W. Scanning electron microscope analysis of internal adaptation of materials used for pulp protection under composite resin restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(2):118-28.

Perdigão J. Dentin bonding – Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater*. 2010 Feb;26(2):e24-37.

Petrovic LM, Atanackovic TM. A model for shrinkage strain in photo polymerization of dental composites. *Dent Mater*. 2008 Apr;24(4):556–60.

Petrovic LM, Drobac MR, Stojanac IL, Atanackovic. A method of improving marginal adaptation by elimination of singular stress point in composite restoration during resin photo-polymerization. *Dent Mater*. 2010 May;26(5): 449-55.

Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater*. 2005 Sep;21(9):864–81.

Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent*. 2000 Mar;28(3):163-77.

Peutzfeldt A, Asmussen E. Determinants of in vitro gap formation of resin composites. *J Dent*. 2004 Feb;32(2):109–15.

Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems.Review. *Eur J Oral Sci*. 1997 Apr;105(2):97-116.

Pfeifer CSC, Braga RR, Cardoso PEC. Influence of cavity dimensions, insertion technique and adhesive system on microleakage of class V restorations. *JADA*. 2006 Feb;137(2):197-202.

Pfeifer CSC, Braga RR, Ferracane JL. Pulse-delay curing: influence of initial irradiance and delay time on shrinkage stress and microhardness of restorative composites. *Operat Dent*. 2006 Sep-Oct;31(5):610-5.

Pioch T, Stotz S, Staehle HJ, Duschner H. Applications of confocal laser scanning microscopy to dental bonding. *Adv Dent Res*. 1997 Nov;11(4):453-61.

Poitevin A, De Munck J, Van Landuyt K, Coutinho E, Peumans M, Lambrechts P, et al. Critical analysis of the influence of different parameters on the microtensile bond strength of adhesives to dentin. *J Adhes Dent*. 2008 Feb;10(1):7–16.

Polydorou O, Trittler R, Hellwing E, Kümmerer K. Elution of monomers from two conventional dental composite materials. *Dent Mater*. 2007 Dec;23(12):1535-41.

Purk JH, Dusevich V, Glaros A, Spencer P, Eick JD. In vivo versus in vitro microtensile bond strength of axial versus gingival cavity preparation walls in Class II resin-based composite restorations. *J Am Dent Assoc*. 2004 Feb;135(2):185-93.

Rueggeberg F. Contemporary issues in photocuring. *Compend Contin Educ Dent Suppl*. 1999 Nov;20(25):4-15.

Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JW, Davis HC. Factors affecting cure at depths within light-activated resin composites. *Amer J Dent*. 1993 Apr;6(2):91-5.

Sakaguchi RL, Peters MC, Nelson SR, Douglas WH, Poort HW. Effects of polymerization contraction in composite restorations. *J Dent*. 1992 Jun;20(3):178-82.

Sakaguchi RL. A review of the curing mechanics of composites and their significance in dental applications. *Compend Contin Educ Dent Suppl*. 1999 Nov;(25):S16-23.

Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength--evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater*. 1994 Jul;10(4):236-40.

Scherrer SS, Cesar PF, Swain MV. Direct comparasion of the bond strength results of the different test methods: A critical literature review. *Dent Mater* 2010 Feb;26(2):e78-e93

Schmidlin PR, Huber T, Gohring TN, Attin T, Bindl A. Effects of total and selective bonding on marginal adaptation and microleakage of Class I resin composite restorations in vitro. *Oper Dent*. 2008 Nov-Dec;33(6):629-35.

Shono Y, Ogawa T, Terashita M, Carvalho RM, Pashley EL, Pashley DH. Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. *J Dent Res*. 1999 Feb;78(2):699-705

Sidhu SK. Clinical evaluations of resin-modified glass-ionomer restoration. *Dent Mater*. 2010 Jan;26(6):7-12.

Silva NR, Calamia CS, Harsono M, Carvalho RM, Pegoraro LF, Fernandes CA, et al. Bond angle effects on microtensile bonds: laboratory and FEA comparison. *Dent Mater*. 2006 Apr;22(4):314–24.

Soares CJ, Soares PV, Santos-Filho PC, Armstrong SR. Microtensile specimen attachment and shape-finite element analysis. *J Dent Res*. 2008 Jan;87(1):89–93.

Stansbury JW, Trujillo-Lemon M, Lu H, Ding X, Lin Y, Ge J. Conversion-dependent shrinkage stress and strain in dental resins and composites. *Dent Mater*. 2005 Jan;21(1):56–67.

Svizero NR, D'Alpino PH, Souza MHS, Carvalho RM. Liner and light exposure effect on in vitro Class V microleakage. *Oper Dent*. 2005 May-Jun;30(3):325-30.

Swift EJ. An update on glass ionomer cements. *Quintessence Int*. 1988 Feb;19(2):125-30.

Tagami J, Nikaido T, Nakajima M, Shimada Y. Relationship between bond strength tests and other in vitro phenomena. *Dent Mater*. 2010 Feb;26(2):e94-9.

Takahashi H, Finger WJ, Wegner K, Utterodt A, Komatsub M, Wöstmann B, Balkenhole M. Factors influencing marginal cavity adaptation of nanofiller containing resin composite restorations. *Dent Mater*. 2010 Dec;26(12):1166-75.

Tjan AH, Bergh BH, Lidner C. Effect of various incremental techniques on marginal adaptation of class II composite resin restoration. *J Prosthet Dent*. 1992 Jan;67(1):62–6.

Tolidis K, Nobecourt A, Randall RC. Effect of a resin-modified glass ionomer liner on volumetric polymerization shrinkage of various composites. *Dent Mater*. 1998 Nov;14(6):417-23.

Tsai PCL, Meyers IA, Walsh LJ. Depth of cure and surface microhardness of composite resin cured with blue LED curing lights. *Dent Mater*. 2004 May;20(4):364-9.

Unterbrink GL, Liebenberg WH. Flowable resin composites as "filled adhesives": literature review and clinical recommendations. *Quintessence Int*. 1999 Apr;30(4):249-57.

Van Dijken JWV, Lindberg A. Clinical effectiveness of a low-shrinkage resin composite: a five-year evaluation. *J Adhes Dent*. 2009 Apr;11(2):143–8.

Van Dijken JWV, Pallesen U. Clinical performance of a hybrid resin composite with and without an intermediate layer of flowable resin composite: A 7-year evaluation. *Dent Mater*. 2011 Feb;27(2):150-6.

Van Dijken JWV, Pallesen U. Long term dentin retention of etch-and-rinse and self-etch adhesives and a resin modified glass ionomer cement in non-carious cervical lesions. *Dent Mater*. 2008 Jul;24(7):915–22.

Van Dijken JWV, Sunnegårdh-Grönberg K, Lindberg A. Clinical long term retention of etch-and-rinse and self-etch adhesive systems in non-carious cervical lesions. A 13 years evaluation. *Dent Mater*. 2007 Sep;23(9):1101–7.

Van Dijken JWV. Durability of resin composite restorations in high C-factor cavities: A 12-years follow-up. *J Dent*. 2010 Jun;38(6):469-74.

Van Ende, A.; De Munck, J.; Mine, A.; Lambrechts, P.; Van Meerbeek, B. Does a low-shrinking composite induce less stress at the adhesive interface? *Dent Mater*. 2010 Mar;26(3):215-22.

Van Meerbeek B, Willems G, Celis JP, Roos JR, Braem M, Lambrechts P, et al. Assessment by nano-indentation of the hardness and elasticity of the resin-dentin bonding area. *J Dent Res*. 1993 Oct;72(10):1434-42.

Vermeersch G, Leloup G, Delmée M, Vreven J. Antibacterial activity of glass-ionomer cements, compomers and resin composites: relationship between acidity and material setting phase. *J Oral Rehabil*. 2005 May;32(5):368-74.

Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stress? *J Dent Res*. 1996 Mar;75(3):871-8.

Versluis A, Tantbirojn D. Theoretical considerations of contraction stress. *Compend Contin Educ Dent Suppl*. 1999 Nov;(25):S24-32.

Watson TF, Boyer A. Confocal light microscopic techniques for examining dental operative procedures and dental materials. A status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent*. 1991 Aug;4(4):193-200.

Watson TF. Applications of confocal scanning optical microscopy to dentistry. *Br Dent J*. 1991 Nov 9;171(9):287-91.

Watson TF. Fact and artefact in confocal microscopy. *Adv Dent Res*. 1997 Nov;11(4):433-41.

Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater*. 2005 Jan;21(1):68–74.

Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. *Br Dent J*. 1972 Feb;132(4):133-5.

Winkler MM, Katona TR, Paydar NH. Finite element stress analysis of three filling techniques for class V light-cured composite restorations. *J Dent Res*. 1996 Jul;75(7):1477-83.

Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater*. 2000 Mar;16(2):129–38.

Yamamoto T, Ferracane JL, Sakaguchi RL, Swain MV. Calculation of contraction stresses in dental composites by analysis of crack propagation in the matrix surrounding a cavity. *Dent Mater*. 2009 Apr;25(4):543–50.

Yiu CKL, Tay FR, King NM, Pashley DH, Carvalho RM, Carrilho MR. Interaction of resin-modified glass ionomer cements with moist dentine. *J Dent*. 2004 Sep;32(7):521-30.

Yoshikawa T, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Pashley DH. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *J Dent Res* 1999 Apr;78(4):898–905.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Comparação entre os grupos (ANOVA a dois critérios)- Média, dp.

Descrição				
Means (dados.sta)				
1 Dependent Variable				
		média	dp	Valid N
Sem	Horiz	14,56	4,22	13
Sem	Obliquo	17,25	7,31	13
Com	Horiz	12,82	4,97	13
Com	Obliquo	13,39	4,11	13

ANOVA 2 critérios (base e incremento)

Summary of all Effects; design: (dados.sta)

1-BASE, 2-INCREMEN

	df	MS	df	MS			
	Effect	Effect	Error	Error	F	p-level	
BASE	1	101,836	48	28,2152	3,60926	0,063	ns
INCREM	1	34,8501	48	28,2152	1,23515	0,272	ns
INTERAÇÃO	1	14,5538	48	28,2152	0,51582	0,476	ns

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO A – Carta de Doação de Dentes Humanos por Cirurgiões-Dentistas

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru
Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru, SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (14)3235-8000 – FAX (14)3223-7720

Termo de doação de Dentes Humanos de Cirurgiões-Dentistas

Eu, _____,
cirurgião dentista, inscrito no CRO _____, doutoranda em
_____ pela Faculdade de Odontologia
de Bauru FOB/USP com nº USP _____ declaro que doarei com autorização
prévia dos pacientes, 40 dentes extraídos por indicação terapêutica, cujos históricos
farão parte dos prontuários dos pacientes de quem se originam, arquivados sob
responsabilidade da FOB – USP. Os dentes serão armazenados em frasco único (o
que impossibilita a identificação dos indivíduos dos quais os dentes foram extraídos)
para a pesquisa **“Efeito da base de cimento de ionômero de vidro modificado
por resina e técnicas de inserção de resina composta na interface
dentina/restauração adesiva”**, vinculada à Faculdade de Odontologia de Bauru
pelo programa de Mestrado em Dentística, que tem como autora Larissa Marinho
Azevedo e orientadora a Profa. Dra. Maria Teresa Atta,. Estou ciente de que estes
dentes serão utilizados pelos pesquisadores deste projeto para realização da
pesquisa acima citada.

Bauru, ____ de _____ de 20__.

Assinatura

ANEXO B – Termo de doação de dentes do paciente

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru
Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru, SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (14)3235-8000 – FAX (14)3223-7720

Termo de doação de Dentes Humanos de Pacientes

Ao Comitê de Ética em Pesquisa da FOB/USP

Eu, _____, RG _____ faço a doação do meu dente extraído por indicação terapêutica para viabilizar a execução da pesquisa intitulada **"Efeito da base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina e técnicas de inserção de resina composta na interface dentina/restauração adesiva"** vinculada a Faculdade de Odontologia de Bauru FOB/USP pelo programa de Mestrado em Dentística, que tem como autora Larissa Marinho Azevedo e orientadora a Profa. Dra. Maria Teresa Atta.

_____, ____ de _____ de 20__

ANEXO C – Aprovação do estudo pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru-USP, sob processo nº 146/2009.

**Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru**

Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-901 – C.P. :
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679

Comitê de Ética em Pesquisa (14)3235-8356
e-mail: mferrari@fob.usp.br

Processo nº 146/2009

Bauru, 1 de outubro de 2009.

Senhora Professora,

O projeto de pesquisa encaminhado a este Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, denominado **"Efeito da base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina e técnicas de inserção de resina composta na interface dentina/restauração adesiva"**, de autoria de Larissa Marinho Azevedo, que será desenvolvido sob sua orientação, foi enviado ao relator para avaliação.

Na reunião de 30 de setembro de 2009 o parecer do relator, **aprovando o projeto**, foi aceito pelo Comitê, considerando que não existem infrações éticas pendentes.

Informamos que qualquer alteração efetuada no trabalho de pesquisa, o pesquisador/orientador deverá comunicar ao CEP-FOB/USP, bem como ao final do trabalho enviar um Relatório para novo parecer, o qual será utilizado para publicação científica.

Atenciosamente,

Profª Drª Ana Lúcia Alvares Capelozza

Vice-Coordenadora

Profª Drª Maria Teresa Atta

Docente do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários

ANEXO D – Aprovação final do estudo pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru-USP, sob processo nº 146/2009.

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru

Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – Brasil – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679

Comitê de Ética em Pesquisa (14)3235-8356
e-mail: mferrari@fob.usp.br

Proc. CEP nº 146/2009

Bauru, 28 de fevereiro de 2011

Senhora Professora,

Informamos Vossa Senhoria que após análise por um Relator deste Comitê de Ética em Pesquisa, o relatório final do trabalho de pesquisa **Efeito da base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina e técnicas de inserção de resina composta na interface dentina/restauração adesiva**", de autoria de Larissa Marinho Azevedo, sob sua orientação foi APROVADO em reunião deste Comitê, realizada no dia **23 de fevereiro de 2011**.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Flávio Augusto Cardoso de Faria
Coordenador

Profª Drª Maria Teresa Atta

Docente do departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários