



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Trabalho de Conclusão de Curso

Aluno(a): Lucas Eduardo Sicca Guiduce

Orientador(a): Regina Maria Puppim Rontani

Ano de Conclusão do Curso: 2011

Assinatura do(a) Orientador(a)

Lucas Eduardo Sicca Guiduce

“Formação de fendas em restaurações de compósito após simulação de mastigação: Influência da elasticidade dos forradores resinosos”

Monografia apresentada ao curso de Odontologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, para obtenção do diploma de Cirurgião-Dentista.

Orientadora: Regina Maria Puppim Rontani

Piracicaba

2010

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

G942f Guiduce, Lucas Eduardo Sicca, 1989-
Formação de fendas em restaurações de compósito
após simulação de mastigação: influência da
elasticidade dos forradores resinosos / Lucas Eduardo
Sicca Guiduce. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2011.

Orientador: Regina Maria Puppini Rontani.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) –
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba.

1. Microscopia eletrônica de varredura. I. Puppini-
Rontani, Regina Maria, 1959- II. Universidade Estadual
de Campinas. Faculdade de Odontologia de
Piracicaba. III. Título.

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

Dedico este trabalho aos meus pais, Marcos e Ivone, e meus irmãos Marcos e Fabio e minha avó Ivone, pois estes depositaram em mim grande confiança e investimento.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus, onde me apoio sempre.

Agradeço aos meus pais, Marcos e Ivone, que nunca mediram esforços para me ajudar a conseguir realizar meus sonhos.

Aos meus irmãos, Marcos e Fabio, que sempre passaram juntos comigo todos os momentos difíceis da minha vida, e sempre tive apoio.

A minha avó, Ivone, que sempre cuidou de mim como uma mãe.

A minha família, que sempre foi o meu pilar para a vida.

A minha namorada Marina, que me acompanha de perto nessa caminhada, batalhando comigo a ser um profissional de sucesso.

A minha orientadora, Roberta, que me ajudou de todos os aspectos a realizar esse projeto da melhor forma.

Aos meus amigos, Bruno Micaroni, Dinael Carvalho, Jozé Aziz, Bruno Bueno, Bruno Vitti, Mario Rodolpho, Staline Fatuda, Daniel Pereira, Renato Peloso, Guilherme Pietrobom, Diogo Silva, João Otavio, Clovis, Gabriel Lino, Frederico Moura, Mabelle de Freitas, Larissa Rezende, Tathiana Darchy, Léo Girckus, Yuri Turbiani, Tiago Panariello, José Rodrigues Neto, Julio Barbosa, Renan Silvério e Ademir Turri.

Resumo

Forradores resinosos com baixo módulo de elasticidade quando aplicados sob restaurações de compósito podem reduzir os efeitos deletérios da contração de polimerização na interface de união do material restaurador com a estrutura dental devido às suas propriedades relativamente elásticas. Entretanto, devido às suas propriedades mecânicas inferiores podem reduzir a resistência da restauração a tensões mecânicas, como a mastigação. Diante desta possibilidade de efeitos antagônicos, este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade interfacial de restaurações de compósito confeccionadas com diferentes forradores resinosos, submetidas ou não a degradação termo-mecânica, através da análise da formação de fendas marginais e internas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Para tanto, 80 incisivos bovinos foram selecionados e desgastados até expor uma área plana em esmalte, onde uma cavidade conica foi confeccionada. Os dentes foram distribuídos em 8 grupos (n=10), segundo o forrador resinoso (CV – técnica convencional – nenhum forramento; 3C – forramento com 3 camadas de resina hidrofoba (*bond*) do sistema de união Scotchbond Multi Purpose; FS – Forramento com Fluoroshield; FF – Forramento com Filtek Z350 flow) e protocolo de degradação (ND: nenhuma degradação – controle; CTM: ciclagem termo-mecânica com 500 ciclos termicos e 100.000 ciclos mecânicos realizados simultaneamente em máquina de ciclagem termo-mecânica Erios). Em todas as cavidades, o procedimento restaurador foi padronizado: o sistema de união Single Bond 2 foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante e o compósito P60 será inserido em incremento único, o forramento foi realizado de acordo com o grupo. As amostras foram então submetidas ao protocolo de degradação segundo o grupo a que pertencem. Após os protocolos de degradação, uma réplica de cada restauração foi obtida em resina epóxica para avaliação das margens superficiais. Para avaliação da adaptação interna, as amostras foram seccionadas e réplicas da secção longitudinal foram obtidas. Todas as réplicas foram observadas em MEV para determinar a porcentagem de fenda ao longo da margem cavitária ou interface de união. Os dados foram submetidos ao teste não-paramétrico de kruskal Wallis., com 5% de

significância. Como resultados observou-se que a adaptação superficial não foi influenciada nem pela técnica restauradora e nem pela ciclagem termo-mecânica. Com relação a adaptação interna, na condição ND, o grupo 3C apresentou menor porcentagem de fendas que as demais; FS apresentou resultados intermediários; CV e FF apresentaram os piores resultados. Já na condição CTM, houve aumento significativo na incidência de fendas internas para os grupos que utilizaram forramento com materiais de baixo módulo de elasticidade (3C, FS e FF). Apenas a técnica convencional não apresentou aumento significativo de fendas internas após CTM. Conclui-se que a aplicação de três camadas de adesivo pode melhorar a adaptação interna imediata de restaurações em compósito, entretanto, a degradação termo-mecânica aumenta a incidência de fendas internas em restaurações nas quais forradores com baixo módulo de elasticidade são empregados.

Palavras chave: Ciclagem termo-mecânica, Compósito resinoso, Formação de fendas, Forradores resilientes, microscopia eletrônica de varredura, Restauração dentária.

Abstract

Resin liners with low modulus of elasticity when applied under composite restorations can reduce the deleterious effects of polymerization shrinkage at the bonded interfaces of the restorative material to tooth structure due to its relatively elastic properties. However, due to their inferior mechanical properties, they can reduce the strength of the restoration the mechanical stresses, such as chewing. In this way, this study aimed to evaluate the quality of interfacial composite restorations restored with different resin liners, submitted or not the thermo-mechanical degradation, by analyzing the superficial and internal gap formation by Scanning Electron Microscopy (SEM). For this, 80 bovine incisors were selected and ground to expose a flat enamel area, where a conical cavity was prepared. The teeth were distributed into eight groups (n = 10), according to the resin liner (CV – conventional technique - no liner; 3C - 3 layers of liner with hydrophobic resin (bond) of the adhesive system Scotchbond Multi Purpose; FS - Lining with Fluoroshield; FF- Lining with Filtek Z350 flow) and degradation protocol (ND: No degradation – control; TMC: Thermo-mechanical cycling with 500 thermal cycles and 100,000 cycles mechanical machine made simultaneously in thermo-mechanical cycling Erios). In all preparations, restorative procedure was standardized: the adhesive system Single Bond 2 was applied according to the manufacturer's instructions and P60 composite is placed a single increment, the lining was performed in accordance with the group. The samples were then subjected to the protocol of degradation according to the group they belong to. Following the protocols of degradation, a replica of each restoration was obtained in epoxy resin surface for evaluation of margins. To evaluate the internal adaptation, samples were sectioned and replicas of the longitudinal section were obtained. All replicas were observed by SEM to determine the percentage of gaps along the superficial margins of cavity or bonding interface. Data were submitted nonparametric Kruskal Wallis test, at 5% significance level.

The results showed that the adaptation surface was not influenced neither by the restorative technique and not the thermo-mechanical cycling. Concerning internal adaptation, provided ND, the 3C

group had a lower percentage than other slots; FS showed intermediate results, CV and FF showed the worst results. In the CTM condition, a significant increase in the incidence of internal rifts to the groups that used liner materials with low modulus of elasticity (3C, FF and FS). Only the conventional technique showed no significant increase in internal rifts after CTM. We conclude that the application of three layers of adhesive can improve the internal adaptation of composite restorations immediately, however, the thermo-mechanical degradation increases the incidence of internal rifts in restorations where liners with low modulus of elasticity are employed.

Keywords: Thermo-mechanical cycling, composite resin, formation of cracks, resilient liners, scanning electron microscopy, dental restoration.

Sumário

1. Introdução/ Revisão da literatura.....	11
2. Proposição.....	14
3. Material e Métodos.....	15
3.1. Confecção das amostras.....	15
3.2. Avaliação da formação de fendas.....	18
3.3. Forma de análise dos resultados – avaliação em MEV.....	19
3.4. Análise estatística.....	20
4. Resultados.....	20
5. Discussão.....	21
6. Conclusão.....	25
7. Referências.....	26

1. Introdução/ Revisão de literatura

A compreensão dos processos degenerativos que se desenvolvem no órgão dental e o desenvolvimento de materiais e técnicas restauradoras que permitem a recuperação do elemento dental com preservação dos tecidos remanescente permitiram um aumento considerável da atuação da Odontologia na promoção de saúde. Isto foi possível principalmente pela possibilidade de união adesiva dos materiais restauradores resinosos às estruturas dentais. Este fato, somado à capacidade de reprodução estética da estrutura dental perdida e propriedades físicas e mecânicas satisfatórias acarretaram em expressiva popularização dos compósitos resinosos, que atualmente são considerados o material de escolha para restauração direta de dentes anteriores e posteriores.¹⁻³

Entretanto, os compósitos têm como desvantagem inerente a contração de polimerização.⁴⁻⁷ Atualmente, diversas técnicas e materiais vêm sendo desenvolvidos com o intuito de reduzir ou mesmo eliminar a contração de polimerização.⁷⁻⁹

Quando os compósitos polimerizam *in situ*, na cavidade dentária, e portanto, em condição restrita, ocorre o desenvolvimento de tensões na interface dente-restauração.¹⁰⁻¹³ Se a união for suficientemente forte para resistir a contração, ocorrerá deformação do dente (deflexão de cúspide, por exemplo).¹⁴ Se tais tensões forem superiores à resistência de união imposta pelo sistema adesivo, inevitavelmente formar-se-ão fendas,¹⁵⁻¹⁹ que certamente representarão locais propícios para a instalação e proliferação bacteriana. A colonização bacteriana desses locais pode resultar em manchamento da interface, sensibilidade pós-operatória, cárie recorrente e inflamação pulpar, culminando no fracasso da restauração.²⁰

Todavia, apesar da contração de polimerização ser a causa, as tensões por ela geradas são consideradas o mecanismo responsável pelos problemas de união na prática clínica.^{10, 18} Dessa maneira, uma vez que a contração de polimerização é uma característica inerente de cada compósito e função direta do seu grau de conversão^{7, 21-23}, a tensão de contração incidente na interface dente-compósito deve ser encarada como fator a ser reduzido, ou

preferencialmente eliminado, para a manutenção de uma boa integridade marginal das restaurações.

Dessa maneira, considera-se que o primeiro desafio ao qual a integridade marginal das restaurações em compósito é submetida é a contração de polimerização e a tensão dela decorrente.

Na tentativa de minimizar os efeitos deletérios da contração de polimerização diversas técnicas vêm sendo propostas, como o controle da configuração cavitária (Fator C),^{13, 24} a modulação da intensidade luminosa durante a fotoativação,²⁵⁻²⁸ técnica restauradora incremental^{29, 30} e o uso de forramento com materiais com baixo módulo de elasticidade.³¹⁻³⁷

No caso da técnica restauradora que emprega o forramento cavitário, resinas sem carga e compósitos de baixa viscosidade têm sido propostos, em virtude do baixo módulo de elasticidade e conseqüente resiliência, facilidade de aplicação e possibilidade de íntimo contato com as paredes cavitárias. Estes materiais com módulo de elasticidade reduzido tem sido recomendados pois acredita-se que possam absorver as tensões advindas das alterações volumétricas do compósito restaurador pela sua deformação/alongamento (característica elástica), de modo a compensar a contração de polimerização dos compósito restauradores com maior módulo (mais rígidos). De acordo com *Cara et al (2007)*³⁸ e *Alomari et al (2001)*³¹, há redução significativa da deflexão de cúspide quando um forramento com material resiliente é aplicado em restaurações de compósito. *Yazici et al (2003)*³⁹ demonstrou, através de um teste de microinfiltração, haver completo selamento marginal de restaurações em que compósito de baixa viscosidade foi utilizado como forrador em cavidades classe V. Adicionalmente, *Alonso et al (2004)*³³ demonstrou melhora significativa da adaptação marginal de restaurações confeccionadas com o uso de forradores resilientes. *Cunha et al (2006)*³⁶ demonstrou haver redução significativa dos valores de tensão de contração quando o compósito de baixa viscosidade foi empregado. Dessa maneira, pode-se constatar a eficiência desses materiais em reduzir os efeitos deletérios das tensões de contração.

Entretanto, apesar dos resultados positivos descritos na literatura, a total eficiência desta técnica restauradora ainda não pode ser comprovada. De acordo com *Braga et al (2003)*⁴⁰, o efeito de redução das tensões depende do módulo de elasticidade do forrador. Compósitos de baixa viscosidade com

módulo de elasticidade que varia entre 4.1 e 5.3 GPa exibem comportamento inconsistente no que se refere a capacidade de deformação para compensar a contração de polimerização do compósito restaurador.⁴⁰

Neste sentido, outro fator que deve ser considerado é que as tensões advindas da carga mastigatória também podem interferir na interface de união dente/restauração.

Já em 1970, Jørgensen⁴¹ introduziu o termo "percolação mecânica" para indicar que fatores mecânicos podem produzir tensões assimétricas nas restaurações e no líquido que preenche o microespaço entre o material restaurador e a estrutura dental, acarretando em perda de resistência de união. Além disso, Qvist (1983)⁴² concluiu que tensões funcionais têm influência na qualidade das restaurações, uma vez que as restaurações submetidas as tensões mastigatórias do dente antagonista apresentaram maior incidência de infiltração marginal que as restaurações não sujeitas às tensões funcionais.

Nesse sentido, os resultados obtidos por Nikaido *et al* (2002)⁴³ sugerem que a fadiga mecânica pode acelerar a degradação do substrato adjacente a camada híbrida. A fadiga por tensão mecânica na cavidade oral tende a enfraquecer a união do compósito restaurador à dentina, especialmente nas áreas mais profundas onde a resistência de união é menor. Além disso, deformações na restauração podem ocorrer devido a ciclagem mecânica, o que pode culminar na criação de microseparações entre na interface adesiva ou na deformação plástica dessa interface (dependendo de seu módulo de elasticidade). Desta forma, deve-se considerar que se a integridade marginal durante e imediatamente após o procedimento restaurador puder ser estabelecida, pode ocorrer ainda infiltração quando a restauração estiver em função devido a deterioração química, tensões mecânicas e térmicas. Abdalla & Davidson (1996)⁴⁴ observaram que há aumento dos níveis de microinfiltração em decorrência da ciclagem mecânica e que o módulo de elasticidade do compósito restaurador deve ser maior que o da dentina para que este possa resistir à deformação por tensões oclusais. Entretanto, deve-se considerar que materiais mais rígidos aumentam a tensão incidente na interface favorecendo a desadaptação marginal.^{7, 12, 16, 21, 45} Assim, a técnica restauradora com o uso de forradores resilientes em conjunto com compósitos restauradores mais rígidos parece ser uma alternativa viável para reduzir a tensão na interface

(devido à característica elástica do material forrador) e evitar as deformações por carga oclusal, uma vez que o compósito restaurador apresenta módulo de elasticidade superior ao da dentina. Nesse sentido, poucos estudos tem avaliado o efeito do uso dos forradores resilientes em restaurações submetidas a carga oclusal. Alonso *et al* (2005)⁴⁶ observaram aumento dos níveis de microinfiltração em restaurações que apresentavam forradores resilientes quando submetidas a ciclagem mecânica.

Assim, de acordo com a literatura pertinente, observou-se a necessidade de pesquisas com o propósito de melhorar a qualidade marginal das restaurações em compósito, objetivando aumentar sua longevidade, especialmente quando estas estão sujeitas às tensões mastigatórias.

2. Proposição

O objetivo deste estudo é avaliar a qualidade interfacial de restaurações de compósito confeccionadas com forradores resinosos com diferentes características elásticas, submetidas ou não a degradação termo-mecânica, através da análise da formação de fendas marginais e internas em Microscopia Eletrônica de Varredura.

As hipóteses testadas serão:

- 1) Forradores resinosos reduzem a formação de fendas na interface dente/restauração.
- 2) Quanto menor o módulo do forrador resinoso maior é o efeito de redução na formação de fendas nos grupos não submetidos à ciclagem termo-mecânica.
- 3) A ciclagem termomecânica acarretara em efeitos deletérios mais acentuados para as restaurações com forradores com menor módulo.
- 4) O forramento de restaurações com materiais de baixo módulo de elasticidade afeta negativamente o selamento de restaurações submetidas a altas tensões oclusais.

3. Material e Métodos

3.1 Confeção das amostras

Foram selecionados 80 incisivos bovinos recém-extraídos (Figura 1A), os quais tiveram a raiz seccionada e a superfície vestibular desgastada de modo a expor uma área plana em esmalte com pelo menos 6 mm de diâmetro (Figura 1B). Considerando a área planificada, a coroa dental foi seccionada de modo a se obter um bloco, onde foi confeccionada uma cavidade com dimensões de 3 mm de largura por 3 mm de comprimento e 2 mm de profundidade (Figura 2B), com auxílio de uma máquina padronizadora de preparos (Figura 2A). Nesta condição, o volume da cavidade é 18 mm³ e o Fator C é 3,6.

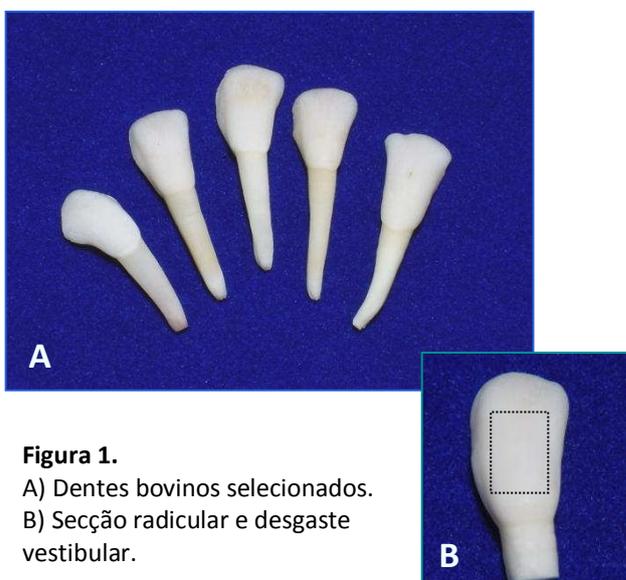


Figura 1.
A) Dentes bovinos selecionados.
B) Secção radicular e desgaste vestibular.

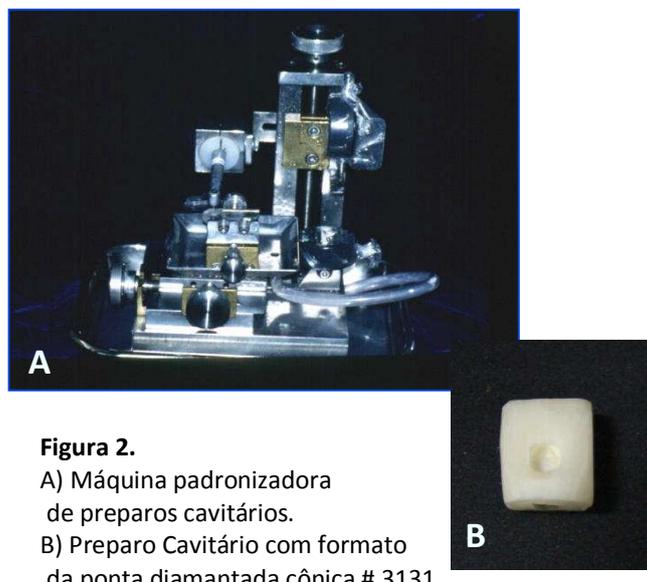


Figura 2.
A) Máquina padronizadora de preparos cavitários.
B) Preparo Cavitário com formato da ponta diamantada cônica # 3131.

Após o preparo das cavidades, as amostras foram incluídas com resina acrílica em tubos de PVC de ¾ de polegada e aleatoriamente distribuídas em 4 grupos de acordo com o forrador resinoso que foram utilizados (1 – controle – nenhum forramento; 2 – forramento com 3 camadas de resina hidrófoba (bond) do sistema sistema SBMP; 3 – Forramento com Fluoroshield; 4 – Forramento com Filtek Z350 flow). A seleção dos materiais para forramento foi baseada no módulo de elasticidade (Resina hidrofoba (bond) do sistema sistema SBMP –

menor módulo; Fluoroshield – módulo intermediário; Filtek Z350 flow – maior módulo)

O sistema de união Single Bond 2 (3M ESPE, St Paul, EUA) foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante e todas as cavidades foram restauradas em incremento único com o compósito P60 (3M ESPE, St Paul, EUA) e fotoativadas com aparelho LED Flash Light (Discus) com intensidade de 1200 mW/cm² durante 20 s.

Desta forma, os procedimentos restauradores para cada grupo foram:

- 1) Grupo Controle: aplicação sistema de união Single Bond 2 de acordo com as instruções do fabricante e restauração da cavidade em incremento único com o compósito P60.
- 2) Forramento com resina de menor módulo de elasticidade: aplicação sistema de união Single Bond 2 de acordo com as instruções do fabricante, aplicação nas paredes cavitárias de 3 camadas do adesivo (*Bond*) do sistema de união Scotchbond Multi Uso com fotoativação individualizada por 10s cada e restauração da cavidade em incremento único com o compósito P60.
- 3) Forramento com resina de módulo de elasticidade intermediário: Aplicação sistema de união aplicação sistema de união Single Bond 2 de acordo com as instruções do fabricante, aplicação de 1 camada do selante resinoso Fluoroshield nas paredes cavitárias como forramento e restauração da cavidade em incremento único com o compósito P60.
- 4) Forramento com resina de maior módulo de elasticidade: aplicação sistema de união aplicação sistema de união Single Bond 2 de acordo com as instruções do fabricante, aplicação de 1 camada do compósito de baixa viscosidade Filtek Z350 Flow nas paredes cavitárias como forramento restauração da cavidade em incremento único com o compósito P60.

O forramento com compósitos de baixa viscosidade empregado nos grupos 3 e 4 foi realizado com auxílio de um pincel *microbrush*. Para padronizar o volume do material de forramento (compósito de baixa viscosidade), em cada procedimento restaurador, 3 mm deste material foi depositado sobre uma placa

de vidro, recolhido com pincel *microbrush* e em seguida, foi inserido na cavidade e espalhado uniformemente nas paredes laterais e axial, sem, contudo, atingir o ângulo cavo-superficial da cavidade.

Após o procedimento restaurador, as amostras foram armazenadas por 24 h a 37°C em 100% de umidade relativa e, em seguida, submetidas aos procedimentos de acabamento e polimento utilizando lixas d'água de granulação decrescente (#600 e #1200) em politriz automática e pastas diamantadas em discos de feltro. Neste momento, os espécimes de cada grupo foram distribuídos em 2 subgrupos (n=10) segundo o protocolo de degradação a ser empregado:

- 1) Controle: os espécimes não foram submetidos a nenhum tipo de ciclagem;
- 2) Degradação termo-mecânica: 100.000 ciclos mecânicos realizados em ambiente úmido, com frequência de 4Hz e carga de 60N e 500 ciclos térmicos com banhos de 30s a 5°C, 37°C e 55°C realizados simultaneamente em máquina de ciclagem termo-mecânica Erios (Figura 3).

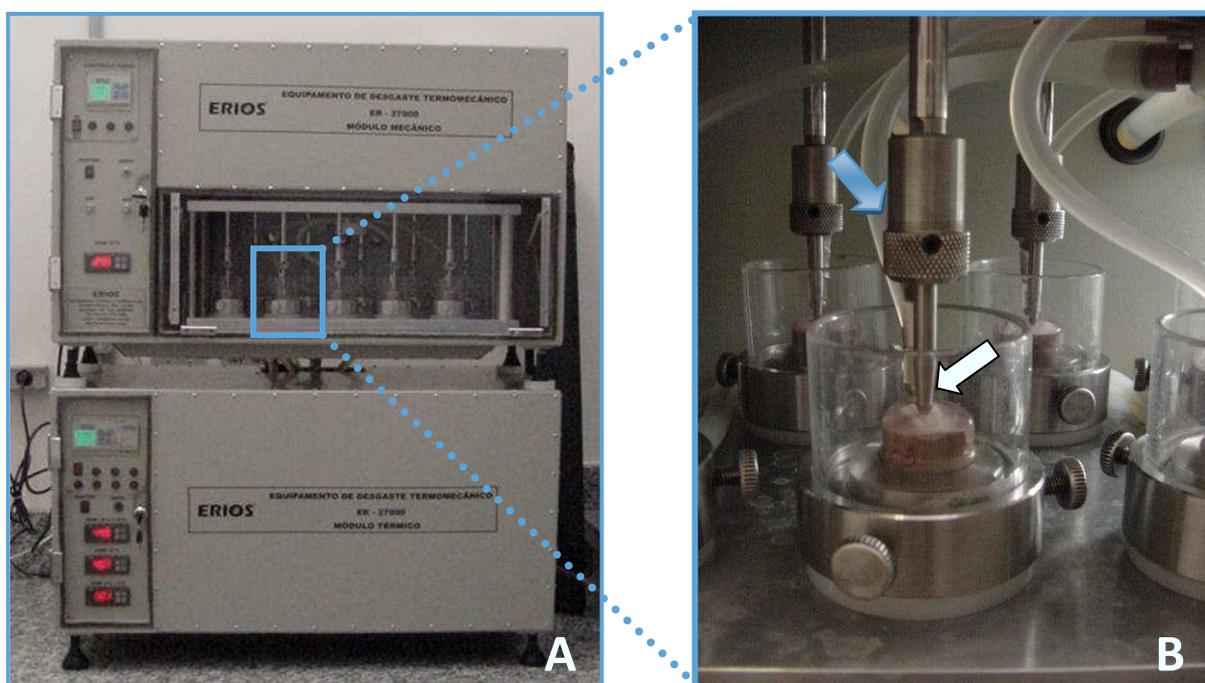


Figura 3. A – Máquina de ciclagem termo-mecânica Erios; B – Detalhe do posicionamento do espécime nos tubos de PVC dentro da máquina. A seta branca indica o pistão que incide a carga de 60N e a seta azul indica a cânula que irriga o espécime com água nas temperaturas de 5°, 37° e 55°C, sendo a temperatura alternada a cada 30s .

3.2. Avaliação da formação de fendas

Para avaliação da adaptação marginal foi realizada moldagem das restaurações com polivinilsiloxano (Aquasil, Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) (Figura 4), as quais foram vazadas com resina epóxica (Buehler, Lake Buff, IL, EUA) (Figuras 5 e 6). Em seguida, as réplicas foram metalizadas (Balzers-SCD 050 Sputter Coater, Liechtenstein) (Figura 7 e 8) e observadas em MEV (JEOL, JSM-5600LV, Scanning Electron Microscope, Japão) (Figura 9) para avaliação das margens e mensuração das fendas formadas.



Figura 4. Dispositivo para moldagem com polivinilsiloxano.



Figura 5. Resina epóxica.



Figura 6. Molde vazado em resina epóxica para obtenção da réplica.



Figura 7. Metalizador Balzers-SCD 050 Sputter Coater, Liechtenstein



Figura 8. Réplicas metalizadas das amostras para avaliação em Microscopia Eletrônica de Varredura.

Para a avaliação da adaptação interna, as cavidades foram seccionadas em 2 fatias, as quais foram lateralmente moldadas com polivinilsiloxano (Aquasil, Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) e vazadas com resina epóxica (Buehler, Lake Buff, IL, USA). Em seguida, as réplicas também foram metalizadas e avaliadas em MEV.



Figura 9. Microscópio Eletrônico de Varredura.

3.3. Forma de análise dos resultados – Avaliação em MEV

Para avaliação da adaptação marginal (réplica da margem superficial) e interna (replica da interface – fatia), inicialmente as amostras foram visualizadas com 25X de aumento, em seguida, as margens foram observadas com aumentos de até 200X para elucidar possíveis dúvidas na qualidade da margem. Em seguida, a mensuração das fendas foi feita diretamente no monitor do microscópio, utilizando a ferramenta *Multi point measuring device*, com aumento de 30X, observando-se o perímetro total das cavidades. Regiões da margem cavitária em que foi observada uma transição contínua e sem fendas entre a restauração e a estrutura dentária foram classificadas como margem perfeita, enquanto regiões que apresentaram perda de adesão interfacial, com ausência de continuidade entre a restauração e a estrutura dentária foram classificadas como fenda marginal e mensuradas. Adicionalmente, o comprimento total da margem cavitária foi mesurado para determinação da porcentagem de fendas.

A formação de fendas (marginais e internas) foi calculada e expressa em porcentagem do perímetro de cada cavidade, através da equação:

$$(1) \quad \% \text{ fendas} = \frac{\text{Soma das Fendas mensuradas } (\mu\text{m}) \times 100}{\text{Margem total mensurada } (\mu\text{m})}$$

3.4. Análise estatística

Os dados (fendas marginais e fendas internas), expressos em porcentagem de fenda, foram submetidos a teste de normalidade de Kolmogorov. O teste de normalidade relevou distribuição não normal e a análise exploratória revelou heterogeneidade de variâncias, os dados foram então submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal Wallis, com nível de significância de 5%.

4. Resultados

Os resultados de adaptação superficial obtidos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Média de fendas superficiais (%) em relação à técnica restauradora e o protocolo de degradação empregado.

Adaptação Superficial	Controle	Degradação Termo-mecânica
Técnica convencional	0,72 aA	5,79 aA
3 camadas de adesivo	0,49 aA	1,88 aA
Forramento Fluoroshield	0,27 aA	0,00 aA
Forramento Filtek Z350 Flow	0,09 aA	1,00 aA

Letras diferentes minúsculas em coluna e maiúsculas em linha indicam diferença significativa de acordo com o Teste de Kruskal Wallis, com nível de significância de 5%.

De acordo com a Tabela 1, observa-se que não houve diferença significativa entre os grupos considerando a adaptação superficial. A degradação termo-mecânica não gerou aumento significativo de fendas superficiais. Não houve diferença entre as técnicas restauradoras na formação de fendas superficiais.

Os resultados de adaptação interna obtidos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Média de fendas internas (%) em relação à técnica restauradora e o protocolo de degradação empregado.

Adaptação Interna	Controle	Degradação Termo-mecânica
Técnica convencional	40,34 cA	44,78 abA
3 camadas de adesivo	18,91 aA	31,29 aB
Forramento Fluoroshield	32,59 bA	48,87 bB
Forramento Filtek Z350 Flow	41,37 cA	56,52 bB

Letras diferentes minúsculas em coluna e maiúsculas em linha indicam diferença significativa de acordo com o Teste de Kruskal Wallis, com nível de significância de 5%.

De acordo com a Tabela 2, observa-se que houve diferença significativa entre as técnicas restauradoras considerando a adaptação interna, a técnica com a aplicação de três camadas de adesivo gerou menor porcentagem de fendas internas que as demais. A técnica que emprega o forramento com Fluoroshield apresentou resultado intermediário, apresentando resultados significativamente superiores às técnicas convencional e com forramento com Filtek Z350 flow.

Com relação à degradação termo-mecânica, observou-se houve aumento significativo na incidência de fendas internas para os grupos que utilizaram forramento com materiais de baixo módulo de elasticidade (3 camadas de adesivo, forramento com Fluoroshield, forramento com Filtek Z350). Apenas a técnica convencional não apresentou aumento significativo de fendas internas após a degradação termo-mecânica. Adicionalmente, nenhuma das técnicas que utilizaram forradores de baixo módulo apresentou resultado superior à técnica convencional após a degradação, embora a técnica que emprega 3 camadas de adesivo tenha acarretado na menor incidência de fendas internas também após a degradação.

5. Discussão

Atualmente, um dos maiores problemas encontrados na realização de uma restauração com resina composta fotopolimerizável nos dentes dos pacientes, é a formação de fendas na interface dente-restauração. Segundo Cox, essas fendas são um lugar favorável para a instalação e proliferação de bactérias, que podem causar inúmeros problemas, entre eles, a cárie recorrente.

De acordo com este estudo, a técnica restauradora não tem influência direta na formação de fendas superficiais. Isso porque a maior parte dos espécimes apresentou selamento perfeito quando foi verificada a adaptação superficial, tanto para as amostras do grupo controle quanto para as amostras que sofreram degradação termo-mecânica. Isso pode ser explicado pela união adequada do compósito ao esmalte (Figura 10), que é uma estrutura altamente mineralizada, que permite uma união resistente e estável utilizando-se a técnica de condicionamento ácido total. Estes resultados corroboram com aqueles encontrados por CORRER ET AL, (2005) e ALONSO ET AL, (2006).

Quando se verifica a formação de fendas internas, entretanto, a situação é bastante diferente: a maior parte dos espécimes apresenta fendas. Pode-se explicar essa grande porcentagem de formação de fendas internas nas restaurações, pelo fato de que a união à dentina é mais complicada. A dentina é um substrato biológico complexo, composto por uma matriz de colágeno preenchida com cristaltos de apatita, contendo 20% de água em sua composição. Além disso, o substrato dentinário apresenta grande variabilidade morfológica e fisiológica. (Marshall GW, Marshal SJ, Kinney JH, Balooch M, 1997). Nesse sentido, a técnica de aplicação dos sistemas de união na dentina deve ser cuidadosa, sendo importante a manutenção da umidade após o condicionamento ácido para que não ocorra o colapamento das fibras colágenas, o que dificulta a penetração dos monômeros nos espaços interfibrilares, resultando em falhas na união. (Kanca J III, 1992; Maciel KT, 1996). Considerando a formação de fendas internas, pôde-se notar que estas ocorreram com maior frequência no ângulo axiopulpar e na parede pulpar, corroborando com os achados de CORRER ET AL., em 2005. Desadaptação no ângulo pode ser atribuída a dificuldade de acomodação do compósito restaurador nesta região, com posterior concentração de tensões nestes defeitos, contribuindo para propagação das fendas nestes locais. Na parede pulpar, as fendas são atribuídas à dificuldade de adesão, pelo aumento do número de túbulos, e no diâmetro tubular e proporcional redução da área de dentina intertubular, o que favorece as tensões de contração superarem a resistência de união.

Dentre os fatores que podem levar a falhas imediatas da união e formação de fendas, a tensão gerada pela contração de polimerização é muito

importante.^{50,51} A tensão de contração está diretamente proporcional à contração volumétrica do material durante sua polimerização e, inversamente proporcional ao módulo de elasticidade do material restaurador.⁶² Assim, quanto mais rígido é o compósito restaurador, maior é a tensão que incide na interface. Em contraste, também é importante que os materiais restauradores apresentem rigidez suficiente para resistir à carga oclusal.^{70,71}

Com base nestes conceitos foram propostas técnicas restauradoras utilizando materiais de baixo módulo de elasticidade como forradores, associados a compósitos restauradores rígidos.^{63,65,66,67,68,75} Desta forma seria possível melhorar a adaptação das restaurações mantendo a resistência mecânica pela soma da flexibilidade do material de forramento com a rigidez do material restaurador. Diversos autores comprovaram as vantagens dessa técnica na redução da infiltração marginal^{75,66}, da formação de fendas marginais⁶⁵ e da tensão de contração⁶⁸. Neste estudo, a técnica restauradora com a aplicação de três camadas de adesivo gerou menor porcentagem de fendas internas que as demais, o que pode ser atribuído a redução na tensão de contração, como observado por Cunha et al, em 2006. Adicionalmente, cabe ressaltar que dentre os forradores resinosos testado neste estudo o adesivo SBMP é o que apresenta o menor módulo de elasticidade (4,5Gpa) (Labela, 1999). O material com menor módulo de elasticidade pode absorver as tensões provindas das alterações volumétricas do material restaurador. As três camadas de adesivo formam uma camada elástica, com capacidade de deformação ou alongamento que compensam a contração de polimerização dos compósitos restauradores.

A técnica que emprega o forramento com Fluoroshield apresentou resultado intermediário, apresentando resultados significativamente superiores às técnicas convencional e com forramento com Filtek Z350 flow,.

Contrariamente às demais técnicas avaliadas, o forramento com o compósito de baixa viscosidade Filtek Z350 Flow não apresentou efeito positivo na adaptação interna das restaurações. Este fato pode ser explicado de duas maneiras: 1) apesar de módulo de elasticidade inferior ao módulo de elasticidade do material restaurador, o módulo de elasticidade do Filtek Z350 Flow não seria baixo o suficiente para promover significativo alívio significativo da tensão de contração;⁷⁴ 2) a tensão de contração produzida pelo compósito

de baixa viscosidade pode ter sido alta o suficiente (devido a sua alta taxa de contração de polimerização) para gerar falha adesiva na interface dente/material de forramento.

Estudos apontam efeito adverso da ciclagem termo-mecânica na adaptação de restaurações de compósito. A fadiga mecânica tende a enfraquecer a união a dentina especialmente nas áreas de resistência de união mais baixas, como a parede e ângulos pulpares⁷². Tensões mecânicas e/ou térmicas podem gerar deformações na restauração que podem, resultar em fendas ou em alongamento da camada de adesivo. De acordo com os resultados do presente estudo, o efeito da degradação termo-mecânica depende da técnica restauradora empregada. Restaurações confeccionadas com a técnica convencional, apenas com o compósito Filtek P60 não foram afetadas pela ciclagem termo-mecânica. Entretanto, a exposição de restaurações com forramento (3 camadas de adesivo, Fluoroshield e Filtek Z350 flow) à ciclagem mecânica aumentou significativamente a incidência de fendas internas. De forma que podemos considerar que o baixo módulo de elasticidade do material de forramento pode ter reduzido a resistência mecânica da restauração como um todo, alterando dessa forma seu comportamento frente à ciclagem mecânica, culminando em aumento das fendas internas.

Assim, a técnica restauradora que utiliza forramento com compósito de baixa viscosidade em combinação com compósitos restauradores rígidos parece não ser uma alternativa satisfatória para reduzir tensão na interface dente-compósito, uma vez que, o baixo módulo de elasticidade poder alterar a rigidez da restauração, permitindo deformação maior por carga oclusal quando comparada a restauração confeccionadas com a técnica convencional. Nesse tipo de cavidade, em locais sujeitos à alta tensão mastigatória, outras estratégias para reduzir a tensão de contração devem ser adotadas, tal com a técnica de inserção incremental, a modulação da intensidade luminosa de fotoativação, o uso de técnica indireta, etc

Apesar dos resultados desse estudo não indicarem o uso de forradores de baixo módulo em cavidades sujeitas a alta carga oclusal, tal técnica pode ser uma alternativa viável em situações nas quais a tensão mastigatória seja baixa, como restaurações classe V.

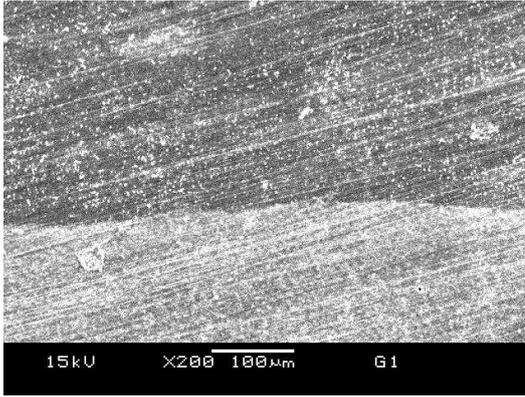


Figura 10. Imagem de selamento adequado em esmalte

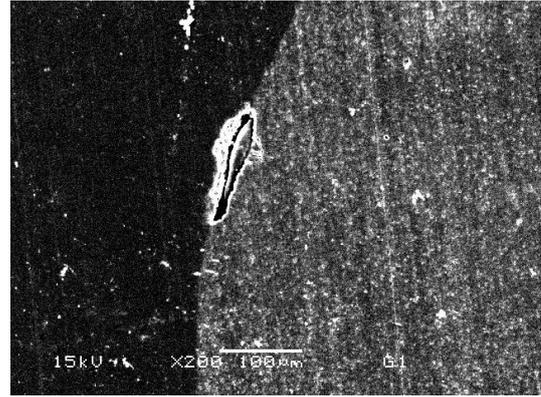


Figura 11. Imagem de fenda superficial em esmalte

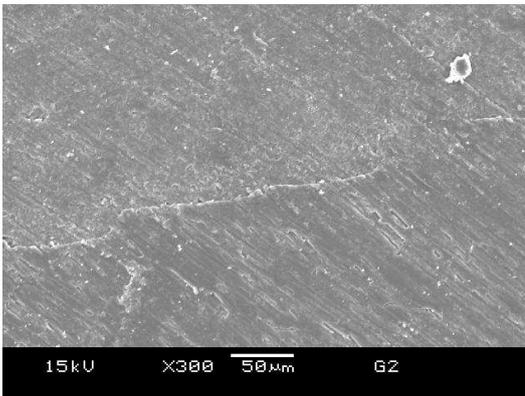


Figura 12. Selamento adequado em dentina

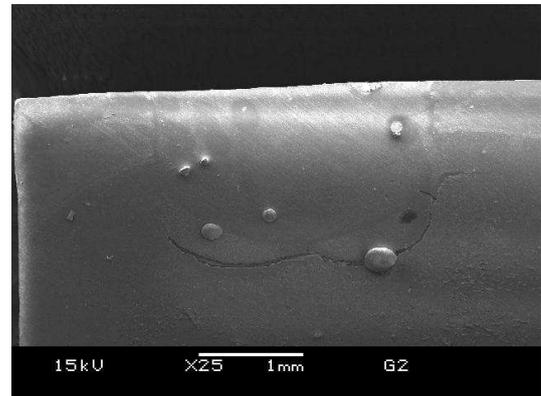


Figura 13. Formação de fenda interna em dentina

6. Conclusão

Com base nos resultados obtidos, pôde-se concluir que:

1. A técnica restauradora e a ciclagem termo-mecânica não afeta a adaptação superficial de restaurações de compósito com margens em esmalte.
2. A aplicação de três camadas de adesivo pode melhorar a adaptação interna imediata de restaurações em compósito.
3. A degradação termo-mecânica aumenta a incidência de fendas internas em restaurações nas quais forradores com baixo módulo de elasticidade são empregados.

4. Apesar de apresentar resultados inferiores na avaliação imediata, restaurações confeccionadas com a técnica convencional não apresentam degradação interfacial significativa após serem submetidas a ciclagem termo-mecânica.

7. Referências

1. Vidnes-Kopperud S, Tveit AB, Gaarden T, Sandvik L, Espelid I. Factors influencing dentists' choice of amalgam and tooth-colored restorative materials for Class II preparations in younger patients. *Acta Odontol Scand* 2009;67(2):74-79.
2. Burke FJ, McHugh S, Randall RC, Meyers IA, Pitt J, Hall AC. Direct restorative materials use in Australia in 2002. *Aust Dent J* 2004;49(4):185-191.
3. Tveit AB, Espelid I, Skodje F. Restorative treatment decisions on approximal caries in Norway. *Int Dent J* 1999;49(3):165-172.
4. Cadenaro M, Biasotto M, Scuur N, Breschi L, Davidson CL, Di Lenarda R. Assessment of polymerization contraction stress of three composite resins. *Dent Mater* 2008;24(5):681-685.
5. Clifford SS, Roman-Alicea K, Tantbirojn D, Versluis A. Shrinkage and hardness of dental composites acquired with different curing light sources. *Quintessence Int* 2009;40(3):203-214.
6. Li J, Fok AS, Satterthwaite J, Watts DC. Measurement of the full-field polymerization shrinkage and depth of cure of dental composites using digital image correlation. *Dent Mater* 2009;25(5):582-588.
7. Goncalves F, Pfeifer CS, Ferracane JL, Braga RR. Contraction stress determinants in dimethacrylate composites. *J Dent Res* 2008;87(4):367-371.
8. Eick JD, Kotha SP, Chappelow CC, Kilway KV, Giese GJ, Glaros AG, et al. Properties of silorane-based dental resins and composites containing a stress-reducing monomer. *Dent Mater* 2007;23(8):1011-1017.
9. Ilie N, Jelen E, Clementino-Luedemann T, Hickel R. Low-shrinkage composite for dental application. *Dent Mater J* 2007;26(2):149-155.
10. Alomari Q, Ajlouni R, Omar R. Managing the polymerization shrinkage of resin composite restorations: a review. *SADJ* 2007;62(1):12, 14, 16 passim.

11. Davidson CL, de Gee AJ, Feilzer A. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res* 1984;63(12):1396-1399.
12. Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J Dent* 1997;25(6):435-440.
13. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 1987;66(11):1636-1639.
14. Lee SH, Chang J, Ferracane J, Lee IB. Influence of instrument compliance and specimen thickness on the polymerization shrinkage stress measurement of light-cured composites. *Dent Mater* 2007;23(9):1093-1100.
15. Giachetti L, Bertini F, Bambi C, Scaminaci Russo D. A rational use of dental materials in posterior direct resin restorations in order to control polymerization shrinkage stress. *Minerva Stomatol* 2007;56(3):129-138.
16. Pereira RA, Araujo PA, Castaneda-Espinosa JC, Mondelli RF. Comparative analysis of the shrinkage stress of composite resins. *J Appl Oral Sci* 2008;16(1):30-34.
17. Watts DC, Satterthwaite JD. Axial shrinkage-stress depends upon both C-factor and composite mass. *Dent Mater* 2008;24(1):1-8.
18. Cabrera E, de la Macorra JC. Polymerization shrinkage influences microtensile bond strength. *J Dent Res* 2007;86(3):227-231.
19. Alonso RC, Cunha LG, Correr GM, Cunha Brandt W, Correr-Sobrinho L, Sinhorette MA. Relationship between bond strength and marginal and internal adaptation of composite restorations photocured by different methods. *Acta Odontol Scand* 2006;64(5):306-313.
20. Cox CF. Evaluation and treatment of bacterial microleakage. *Am J Dent* 1994;7(5):293-295.
21. Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dent Mater* 2005;21(10):962-970.
22. Braga RR, Ferracane JL. Contraction stress related to degree of conversion and reaction kinetics. *J Dent Res* 2002;81(2):114-118.
23. Dewaele M, Truffier-Boutry D, Devaux J, Leloup G. Volume contraction in photocured dental resins: the shrinkage-conversion relationship revisited. *Dent Mater* 2006;22(4):359-365.

24. 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;20(6):579-585.
25. Alonso RC, Correr GM, Cunha LG, De Moraes Souto Pantoja CA, Puppini-Rontani RM, Sinhoreti MA. Modulated photoactivation methods--effect on marginal and internal gap formation of restorations using different restorative composites. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007;82(2):346-351.
26. Cunha LG, Alonso RC, Pfeifer CS, Correr-Sobrinho L, Ferracane JL, Sinhoreti MA. Modulated photoactivation methods: Influence on contraction stress, degree of conversion and push-out bond strength of composite restoratives. *J Dent* 2007;35(4):318-324.
27. Cunha LG, Alonso RC, Correr GM, Brandt WC, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA. Effect of different photoactivation methods on the bond strength of composite resin restorations by push-out test. *Quintessence Int* 2008;39(3):243-249.
28. Cunha LG, Alonso RC, Pfeifer CS, Correr-Sobrinho L, Ferracane JL, Sinhoreti MA. Contraction stress and physical properties development of a resin-based composite irradiated using modulated curing methods at two C-factor levels. *Dent Mater* 2008;24(3):392-398.
29. 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;10(6):447-453.
30. Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dent Mater* 2008;24(11):1501-1505.
31. Alomari QD, Reinhardt JW, Boyer DB. Effect of liners on cusp deflection and gap formation in composite restorations. *Oper Dent* 2001;26(4):406-411.
32. Neme AM, Maxson BB, Pink FE, Aksu MN. Microleakage of Class II packable resin composites lined with flowables: an in vitro study. *Oper Dent* 2002;27(6):600-605.
33. Alonso RC, Cunha LG, Correr GM, De Goes MF, Correr-Sobrinho L, Puppini-Rontani RM, et al. Association of photoactivation methods and low modulus liners on marginal adaptation of composite restorations. *Acta Odontol Scand* 2004;62(6):298-304.

34. 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;25(3):538-544.
35. Ruiz JL, Mitra S. Using cavity liners with direct posterior composite restorations. *Compend Contin Educ Dent* 2006;27(6):347-351; quiz 352.
36. Cunha LG, Alonso RC, Sobrinho LC, Sinhoreti MA. Effect of resin liners and photoactivation methods on the shrinkage stress of a resin composite. *J Esthet Restor Dent* 2006;18(1):29-36; discussion 36-27.
37. Alonso RC, Cunha LG, Correr GM, Puppim-Rontani RM, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA. Marginal adaptation of composite restorations photoactivated by LED, plasma arc, and QTH light using low-modulus resin liners. *J Adhes Dent* 2006;8(4):223-228.
38. Cara RR, Fleming GJ, Palin WM, Walmsley AD, Burke FJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with resin-based composites with and without an intermediary flowable layer. *J Dent* 2007;35(6):482-489.
39. Yazici AR, Baseren M, Dayangac B. The effect of flowable resin composite on microleakage in class V cavities. *Oper Dent* 2003;28(1):42-46.
40. Braga RR, Hilton TJ, Ferracane JL. Contraction stress of flowable composite materials and their efficacy as stress-relieving layers. *J Am Dent Assoc* 2003;134(6):721-728.
41. Jorgensen KD. Some observations on silicate cement. *Acta Odontol Scand* 1970;28(1):117-127.
42. Qvist V. The effect of mastication on marginal adaptation of composite restorations in vivo. *J Dent Res* 1983;62(8):904-906.
43. Nikaido T, Kunzelmann KH, Chen H, Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, et al. Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. *Dent Mater* 2002;18(3):269-275.
44. Abdalla AI, Davidson CL. Effect of mechanical load cycling on the marginal integrity of adhesive Class I resin composite restorations. *J Dent* 1996;24(1-2):87-90.
45. Cadenaro M, Marchesi G, Antonioli F, Davidson C, De Stefano Dorigo E, Breschi L. Flowability of composites is no guarantee for contraction stress reduction. *Dent Mater* 2009;25(5):649-654.

46. Alonso RC, Vieira EB, Correr GM, Cunha LG, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA. Effect of mechanical loading on microleakage of resin composite restorations lined with low modulus materials. *Oral Science* 2005;1(1):23-28.
47. Nakabayashi N. The hybrid layer: a resin-dentin composite. *Proc Finn Dent Soc.*1992;88(Suppl 1):321-9
48. Marshall GW, Marshal SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate structure and properties related to bonding. *J Dent.*1997;25:441-5
49. ANUSAVICE KJ. Restorative Resins. In: _____. *Phillips' Science of Dental Materials.* 10 Ed. Philadelphia, WB Saunders Company, 1996. Cap12, p.273-300.
50. FEILZER AJ, de GEE AJ, DAVIDSON CL. Curing contraction of composites and glass ionomer cements. *J Prosthet Dent*,v.59, p.297-300, 1988
51. CARVALHO RM, PEREIRA JC, YOSHIYAMA M, PASHLEY DH. A review of polymerization contraction: influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent*, v.21, p.17-24, 1996.
52. DAVIDSON CL, de GEE AJ. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J Dent Res*,v.63, p.146-148, 1984.
54. COX CF. Evaluation and treatment of bacterial microleakage. *Am J Dent*, v.7, p.293-295, 1994
55. KIDD EAM. Microleakage: a review. *J Dent*, v.4, p.199-204, 1976
56. FEILZER AJ, de GEE AJ, DAVIDSON CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res*, v.66, p.1636-1639, 1987.
57. FEILZER AJ, de GEE AJ, DAVIDSON CL. Quantitative determination of stress reduction by flow in composite restoration. *Dent Mat*, v.6, p.167-171, 1990.
58. SAKAGUCHI RL, BERGE HX. Reduced light energy density decreases post-gel contraction while maintaining degree of conversion in composites. *J Dent*, v.26,o p.695-700,1998.
59. UNO S, ASMUSSEN E. Marginal adaptation of restorative resins polymerized at reduced rate. *Scand J Dent*,v.99, p.440-444. 1991.
60. ERNST CP, KURSCHNER R, RIPPIN G, WILLERSHAUSEN B. Stress reduction in resin-based composites with a two-step light curing unit. *Am J Dent*, v.13, p.69-72, 2000.

61. LUTZ F, KREJCI I, BARBAKOW F. Quality and durability of marginal adaptation in bonded composite restoration. *Dent Mat*, v.7, p.107-113, 1991.
62. KEMP-SCHOLTE CM, DAVIDSON CL. Complete marginal seal of class V resin composite restoration effected by increased flexibility. *J Dent Res*, v.69, p.1240-1243, 1990.
63. UNTERBRINK GL, LIEBENBERG WH. Flowable composites as "filled adhesives". Literature review and clinical recommendations. *Quintessence Int*, v.30, p.249-257, 1999.
64. BAYNE SC, THOMPSON JY, SWIFT JR EJ, STAMATIADES P, WILKERSON M. A characterization of first generation of flowable composites. *J Am Dent Assoc*, v.129, p.567-577, 1998.
65. ALONSO RCB. Efeito dos métodos de fotoativação e de forradores resinosos na adaptação marginal de restaurações em compósito. 136p. Piracicaba, 2003. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
66. PEREIRA O. Influência da resina composta de baixa viscosidade no selamento marginal em restaurações de compósito odontológico. 120p. Piracicaba, 2000. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
67. SWIFT JR EJ, TRIOLO JR PT, BARKMEIER WW. Effect of low-viscosity resins on the performance of dental adhesives. *Am J Dent*, v.9, p.100-104, 1996.
68. CUNHA LG. Efeito de diferentes métodos de fotoativação e materiais forradores resinosos sobre a tensão gerada pela contração de polimerização de um compósito odontológico. 126p. Piracicaba, 2003. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
69. ABDALA AI, DAVIDSON CL. Effect of mechanical load cycling on the marginal integrity of adhesive class I resin composite restorations. *J Dent*, v.24, p.87-90, 1996.
70. JØRGENSEN KD. Some observations on silicate cement. *Acta Odontol Scand*, v.28, p.117-127, 1970.
71. QVIST V. The effect of mastication on marginal adaptation of composite restorations in vivo. *J Dent Res*, v.62, p.904-906, 1983.

72. NIKAIDO T, KUNZELMANN KH, CHEN H, OGATA M, HARADA N, YAMAGUCHI S, COX CF, HICKEL R, TAGAMI J. Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. *Dent Mat*, v.18, p.269-275, 2002.
73. De MUNCK, B. VAN MEERBEEK, Y. YOSHIDA, S. INOUE, M. VARGAS, K. SUZUKI, P. LAMBRECHTS, G. VANHERLE. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent*, v.82 (2), p. 136-140, 2003.
74. BRAGA R. R., HILTON T. J., FERRACANE J. L. Contraction stress of flowable composites materials and their efficacy as stress-relieving layers. *JADA*, v.134, p.721-728, 2003.
75. ALONSO R. C. B., SINHORETI M. A. C., CORRER SOBRINHO L., CONSANI S., GOES M. F. Effect of resin liners on the microleakage of class V dental composite restorations. *J Appl Oral Sci*, v.12(1), p.56-61, 2004.
76. WALKER M. P., SPENCER P., EICK J. D. Mechanical property characterization of resin cement after aqueous aging with and without cyclic loading. *Dental Materials* v.19, p.645-652, 2003.