



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José dos Campos
Faculdade de Odontologia

NATÁLIA CORTEZ GUTIERREZ

**AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO DE FENDAS MARGINAIS E
DA MICROINFILTRAÇÃO APÓS ENVELHECIMENTO
ARTIFICIAL, EMPREGANDO ADESIVOS
AUTOCONDICIONANTES FOTOPOLIMERIZÁVEIS OU
DUAIS ASSOCIADOS À RESINAS COMPOSTAS DE
DIFERENTES VISCOSIDADES**



2012

NATÁLIA CORTEZ GUTIERREZ

**AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO DE FENDAS MARGINAIS E DA
MICROINFILTRAÇÃO APÓS ENVELHECIMENTO ARTIFICIAL,
EMPREGANDO ADESIVOS AUTOCONDICIONANTES
FOTOPOLIMERIZÁVEIS OU DUAIS ASSOCIADOS À RESINAS
COMPOSTAS DE DIFERENTES VISCOSIDADES**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade Dentística.

Orientador: Prof. Assist. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres

São José dos Campos

2012

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres (Orientador)

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos

UNESP- Univ estadual Paulista

Profa. Dra. Alessandra Bühler Borges

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos

UNESP- Univ estadual Paulista

Prof. Dr. Ricardo Amore

Instituto de Ciências da Saúde da UNIBAN

São José dos Campos, 03 de fevereiro de 2012.

DEDICATÓRIA

A Deus, pelo dom da vida, proteção, por ter iluminado minhas escolhas e colocado pessoas tão especiais na minha vida.

A Lucia Helena, Marco e Diego, obrigada por todo carinho, apoio, dedicação e paciência. Por todo incentivo e confiança em mim. Vocês são fundamentais nesta conquista.

Ao Marcelino, Telvina, Jorge, Maria José e Victor pelo carinho e por me ajudarem a tornar este sonho possível, minha eterna gratidão.

A Dercy, Adriana, Sérgio, Ana Paula, Júlio e Carolina, obrigada por estarem sempre presentes e torcendo pelo meu sucesso. Vocês são muito especiais.

A Carolina Anne, Graziela, Carolina Martinelli, Letícia, Maria Beatriz, Beatriz Maria, Heleine e Luciana, obrigada por todos os momentos que compartilhamos juntas, tanto os de descontração e alegria como os de adversidade. Por toda ajuda, conselhos e companheirismo. Vocês foram essenciais nesta jornada.

A Roberta, Júlio, Milena, Joana, Izabella, Cecília, Mozar, Yuri e Lauro, pela amizade, apoio, carinho e por sempre torcerem por mim. Vocês são muito queridos!

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Carlos Rocha Gomes Torres, pela competência, sabedoria, boa convivência, dedicação e por ter tornado possível a realização deste trabalho. Muito Obrigada!

À UNESP, na pessoa do diretor da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Prof. Carlos Augusto Pavanelli e do vice-diretor Prof. Estevão Tomomitsu Kimpara.

Ao Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora, na pessoa da coordenadora Profa. Márcia Valera Valera Garakis e também da coordenadora da especialidade de Dentística, Profa. Maria Amélia Máximo de Araújo.

Ao corpo docente do programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora, por compartilhar seus conhecimentos e experiências. Em especial ao Prof. Alexandre Borges, por sua colaboração com este trabalho.

A secretária e técnicas do departamento de Odontologia Restauradora pela disponibilidade, colaboração e bom humor.

À CAPES pela concessão de bolsa.

SUMÁRIO

RESUMO.....	06
ABSTRACT.....	08
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 Fenda marginal.....	17
2.2 Microinfiltração marginal.....	25
3 PROPOSIÇÃO.....	32
4 MATERIAL E MÉTODO.....	33
4.1 Delineamento Experimental.....	33
4.2 Preparo dos Espécimes.....	34
4.3 Divisão dos Grupos Experimentais.....	36
4.4 Técnica Restauradora.....	38
4.5 Ciclagem Termo- Mecânica.....	40
4.6 Avaliação da Fenda Marginal.....	41
4.7 Avaliação da Microinfiltração Marginal.....	41
4.8 Análise das Propriedades das Resinas.....	43
4.9 Planejamento Estatístico.....	44
5 RESULTADOS.....	46
5.1 Fenda marginal.....	46
5.2 Microinfiltração marginal.....	49
6 DISCUSSÃO.....	54
6.1 Da Metodologia.....	54
6.2 Dos Resultados.....	58
7 CONCLUSÕES.....	65
8 REFERÊNCIAS.....	66
ANEXO.....	73

Gutierrez NC. Avaliação da formação de fendas marginais e da microinfiltração após envelhecimento artificial, empregando adesivos autocondicionantes fotopolimerizáveis ou duais associados à resinas compostas de diferentes viscosidades [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP-Univ Estadual Paulista; 2011.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do tipo de resina composta com relação à viscosidade, do tipo de adesivo autocondicionante e seu modo de presa e do envelhecimento artificial, na formação de fendas marginais e microinfiltração de restaurações de resina composta. Cavidades padronizadas com 4 mm de diâmetro e 2,5 mm de profundidade foram preparadas em 240 incisivos bovinos. Eles foram divididos em 2 grupos de acordo com a viscosidade da resina composta: **GC** - Grandio SO (Voco - viscosidade convencional) e **GF** - Grandio SO Heavy Flow (Voco - baixa viscosidade), ambas com alto conteúdo de carga. Cada grupo foi dividido em seis subgrupos, de acordo com os sistemas adesivos utilizados: **FM** - Futura Bond M (Voco), **FDCF** - Futura Bond DC (Voco) - fotopolimerizado, **FDCQ** - Futura Bond DC (Voco) – apenas polimerização química, **CS** – Clearfil S³ Bond (Kuraray), **CDCF** – Clearfil DC (Kuraray) – fotopolimerizado e **CDCQ** – Clearfil DC (Kuraray) – apenas polimerização química. Metade dos espécimes foi submetida à ciclagem mecânica (300.000 ciclos) e térmica (1.000 ciclos), sendo divididos então em **C** – ciclados e **NC** – não ciclados. A maior fenda marginal presente nas margens de cada restauração foi medida em microscópio óptico, em micrometros. Para a avaliação da microinfiltração, os espécimes foram submersos em solução de nitrato de prata amoniacal 50% por 24h, lavados, colocados em revelador radiográfico por 8h sob luz fluorescente e seccionados. As interfaces foram fotografadas e a microinfiltração mensurada em milímetros. Os dados foram submetidos à ANOVA três fatores. Para fenda marginal foi encontrada diferença significativa para todos os fatores ($p=0,00$). Os resultados de Tukey para resina foram GC: 28,10a e GF: 40,60b; para o adesivo CDCQ: 28,67a, CDCF: 32,25b, CS: 34,12bc, FDCF: 36,10cd, FM: 36,50cd e FDCQ: 38,46d; para a ciclagem SEM: 29,05a e COM: 39,65b. Com relação à microinfiltração, também houve diferença para todos os fatores ($p=0,00$). O resultado de Tukey para resina foi GC: 2,68a e GF: 3,46b; para o fator adesivo FM: 2,85a, CDCQ: 3,00ab, FDCF: 3,08ab, CDCF: 3,15b, CS: 3,16b e FDCQ: 3,19b e para ciclagem NC: 2,66a e C: 3,48b. Foi

constatada uma correlação positiva entre a microinfiltração e a fenda. Concluiu-se que a resina convencional apresentou menores valores tanto para fenda como para microinfiltração. O adesivo CDCQ apresentou menores valores de fenda marginal. A presença da ciclagem termo-mecânica aumentou os valores de fenda e de microinfiltração marginal.

Palavras- Chave: Fenda marginal. Microinfiltração. Resina composta. Adesivos autocondicionantes. Ciclagem termo-mecânica.

Gutierrez NC. Marginal gap and microleakage evaluation after artificial aging, using light-cured or dual self-etch adhesives associated with different viscosities composite resins [dissertation]. São José dos Campos: School of Dentistry of São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2011.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of composite viscosity, adhesive systems type of cure and artificial aging on marginal gap formation and microleakage of composite resin restorations. Cavities with 4mm in diameter and 2,5mm deep were prepared in 240 bovine incisors. Teeth were divided in two groups according to the viscosity of composite resin: **GC** - Grandio SO (Voco - conventional viscosity), **GF** - Grandio SO Heavy Flow (Voco - low viscosity), both with higher filler content. Each group was divided into 6 subgroups, according to the bonding systems: **FM** - Futura Bond M (Voco), **FDCF** - Futura Bond DC (Voco) – light cured, **FDCQ** - Futura Bond DC (Voco) – chemical cured only, **CS** – Clearfil S³ Bond (Kuraray), **CDCF** – Clearfil DC (Kuraray) – light cured and **CDCQ** – Clearfil DC (Kuraray) – chemical cured only. Half of the specimens were subjected to mechanical (300.000) and thermal cycling (1.000). So specimens were then divided into **WITH** and **WITHOUT** thermo-mechanical cycling. The biggest marginal gap for each restoration was measured in an optical microscope in microns. For microleakage evaluation, specimens were submersed in 50% ammoniacal silver nitrate for 24h, washed for 20min and placed in radiographic developer for 8h under fluorescent light. Teeth were sectioned and the interface with the deepest microleakage in millimeters was measured. Data were analyzed with three-way ANOVA and Tukey's test. For marginal gaps significant differences were shown for all factors ($p=0.000$). Tukey's test results for resin were GC: 28.10a e GF: 40.60b; for adhesive CDCQ: 28.67a, CDCF: 32.25b, CS: 34.12bc, FDCF: 36.10cd, FM: 36.50cd e FDCQ: 38.46d; and for artificial aging WITHOUT: 29.05a and WITH: 39.65b. For microleakage, there were also differences for all factors ($p=0.000$). The results of Tukey's test for resin were GC: 2.68a e GF: 3.46b; for adhesive FM: 2.85a, CDCQ: 3.00ab, FDCF: 3.08ab, CDCF: 3.15b, CS: 3.16b e FDCQ: 3.19b; and for artificial aging WITHOUT: 2.66a and WITH: 3.48b. It has been found a positive correlation between microleakage and gap. We concluded that composite with conventional viscosity resulted in narrower marginal gaps and microleakage. CDCQ adhesive showed less marginal gap formation.

The presence of thermo-mechanical cycling increased the values of gap and microleakage.

Keywords: Marginal gap. Microleakage. Composite Resin. Self-etch adhesives. Thermo-mechanical cycling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A) Incisivo bovino, B) Incisivo após remoção radicular, C) Aplainamento do esmalte em politriz, D) Esmalte vestibular aplainado, E) Dente posicionado no molde de silicone e F) Inclusão do dente em resina acrílica.....	34
Figura 2 - A) Espécime embutido, B) Colocação do espécime na politriz, C) Planificação e padronização do espécime, D) Micromotor e relógio comparador acoplados ao delineador, E) Confeção do preparo cavitário e F) Espécime preparado.....	36
Figura 3 - Divisão dos grupos experimentais	37
Figura 4 - A) Cavidade preparada, B) Aplicação do sistema adesivo, C) Inserção da resina de viscosidade convencional, D) Inserção da resina fluida, E) Espécime restaurado e F) Acabamento e polimento da restauração na politriz.....	39
Figura 5 - A) Máquina de desgaste termomecânico e B) Ciclagem do espécime.....	40
Figura 6 - A) Análise do espécime em microscópio ótico e B) Mensuração da fenda marginal.....	41
Figura 7 - A) Aplicação do esmalte para unhas, B) Espécimes impermeabilizados, C) Espécimes imersos em solução de nitrato de prata, D) Espécimes protegidos da luz, E) Espécimes imersos em solução reveladora sob luz de uma lâmpada fluorescente, F) Secção longitudinal do espécime, G) Aspecto do espécime após primeiras secções H) Secção transversal do espécime, I) Espécime seccionado, J) Interfaces, K) Análise em estereomicroscópio, L) Mensuração da microinfiltração no software image tool 3.0.....	43
Figura 8 - Média de largura de fendas marginais para os diferentes grupos.....	49
Figura 9 - Média de microinfiltração para os diferentes grupos.....	52
Figura 10 – Correlação fenda e microinfiltração.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Materiais utilizados, fabricantes, suas composições e lotes.....	38
Tabela 2 - Propriedades das resinas.....	44
Tabela 3 - Resultados da ANOVA para fenda marginal.....	46
Tabela 4 - Resultados do teste de Tukey para o fator resina quanto à fenda marginal.....	46
Tabela 5 - Resultados do teste de Tukey para o fator adesivo quanto à fenda marginal.....	47
Tabela 6 - Resultados do teste de Tukey para o fator ciclagem quanto à fenda marginal.....	47
Tabela 7 - Resultados do teste de Tukey para a interação entre os fatores quanto à fenda.....	48
Tabela 8 - Resultados da ANOVA para microinfiltração.....	49
Tabela 9 - Resultados do teste de Tukey para o fator resina quanto à microinfiltração.....	50
Tabela 10 - Resultados do teste de Tukey para o fator adesivo quanto à microinfiltração.....	50
Tabela 11 - Resultados do teste de Tukey para o fator ciclagem quanto à microinfiltração.....	51
Tabela 12 - Resultados do teste de Tukey para a interação entre os fatores quanto à microinfiltração.....	51

1 INTRODUÇÃO

As restaurações de resina composta são cada vez mais solicitadas pelos pacientes, tanto em dentes anteriores como em posteriores, principalmente, porque este material é agradável do ponto de vista estético. As resinas foram amplamente estudadas e substancialmente melhoradas desde sua criação, principalmente no que diz respeito à correspondência de cor, polimento e resistência ao desgaste (Conceição, 2000; Leinfelder, 1995).

Apesar de todo desenvolvimento, ainda tratamos de um material técnico-sensível e que requer um maior tempo para inserção, quando comparado ao amálgama, principalmente devido ao maior número de etapas como o condicionamento ácido, aplicação do sistema adesivo, uso da técnica incremental e a fotopolimerização (Leinfelder, 1995). A contração e estresse resultante da polimerização são duas características que ainda precisam ser mais controladas, principalmente por que tais fatores se relacionam diretamente a manifestações clínicas como falhas na integridade marginal, aumento da sensibilidade pós-operatória, manchamento marginal, deflexão das cúspides e até mesmo rachaduras em estrutura dental saudável (Weinmann et al., 2005).

O conteúdo de carga presente em uma matriz resinosa é um fator que pode influenciar essas características da resina, pois compósitos de alta viscosidade e conteúdo de carga contraem menos durante a polimerização do que os compósitos chamados de “alto escoamento ou fluidos”, que em geral apresentam menor conteúdo de carga (Moreira da Silva et al., 2007). Desta forma, a incorporação de mais partículas de carga em uma matriz resinosa parecia ser uma solução para a redução da contração de polimerização, além de proporcionar também

um aumento da dureza, resistência física, diminuição do desgaste e aumento da viscosidade (Rawls, Esquivel-Upshaw, 2005). Por outro lado, estes compósitos de maior viscosidade tendem a produzir maior tensão de contração por causa de sua maior rigidez, além de apresentar menor escoamento e adaptação inferior às paredes da cavidade quando comparados às resinas fluidas (Moreira da Silva et al., 2007; Rawls, Esquivel-Upshaw, 2005).

Em geral o conteúdo de carga das resinas fluidas varia em torno de 60% em peso e 45% em volume. Contudo, através do tratamento químico da superfície das partículas nanométricas, alguns fabricantes conseguiram desenvolver materiais de alto conteúdo de carga, em torno de 80% em peso e 70% em volume, mantendo a baixa viscosidade. Espera-se que essas resinas que associam alto conteúdo de carga com baixa viscosidade sejam capazes de unir a qualidade de uma menor contração, mantendo uma boa adaptação e diminuindo as tensões, visando manter a integridade marginal.

Quando não há um selamento hermético das margens das restaurações há formação das fendas marginais (Youngson et al., 1990). Essas fendas são consideradas deletérias, pois permitem a transferência de fluidos ou materiais entre o órgão pulpo-dentinário e meio bucal, fenômeno esse denominado microinfiltração marginal (Ciucchi et al., 1997). Através desta troca de fluidos, existe a possibilidade de contaminação bacteriana nas superfícies das cavidades, e estas serão as principais causadoras de danos pulpares e cáries secundárias (Brännström, Nordenvall, 1978). A presença de microinfiltração ao redor dos materiais restauradores seria capaz de causar também hipersensibilidade, descoloração nas margens da restauração e deterioração precoce do material restaurador (Christen, Mitchell, 1966).

É importante lembrar que não só características da resina, mas também características do adesivo podem influenciar o sucesso de uma restauração. Atualmente, muitos clínicos preferem usar sistemas

adesivos mais simplificados, graças a sua facilidade de aplicação (Duarte et al., 2006). Desta forma, os adesivos autocondicionantes, que não necessitam de condicionamento ácido prévio e que simultaneamente já condicionam a dentina e esmalte, tem sido muito empregados (Pashley, Tay, 2001).

Embora os sistemas autocondicionantes tenham mostrado adequado desempenho em dentina (Frankenberger, Tay, 2005; Van Dijken, Pallesen, 2011), diversos estudos questionam sua eficiência nas margens em esmalte, pela sua menor capacidade de condicionamento em relação ao ácido fosfórico (Van Meerbeek et al., 2003; Frankenberger, Tay, 2005), podendo prejudicar a qualidade do selamento marginal obtido (Hamouda et al., 2011; Loguercio et al., 2006).

Um dos componentes destes sistemas adesivos é o primer autocondicionante ou primer ácido, que aplicado à dentina coberta com smear layer, promove a sua dissolução e desmineralização da dentina subjacente, formando a camada híbrida. Os sistemas adesivos autocondicionantes que possuem o primer separado, apresentam um segundo componente à base de monômeros hidrófobos chamado “bond”, este componente é aplicado sobre o substrato tratado pelo primer. Em alguns materiais, o primer e o bond são unidos em uma única solução (Tay, Pashley, 2001).

As falhas adesivas são capazes de produzir fendas tanto na periferia (fendas marginais) como na interface interna de uma restauração (Ciucchi et al., 1997). Segundo Yu et al. em 1993, a integridade marginal está relacionada com a formulação química, tratamento da smear layer, viscosidade e mecanismo de cura dos materiais.

Para que pudessem ser usados na cimentação de restaurações indiretas e pinos, alguns fabricantes desenvolveram adesivos autocondicionantes de presa dual. Desta forma, nas áreas que a luz da polimerização não for capaz de alcançar, a polimerização dos

monômeros resinosos será totalmente dependente do sistema de ativação química (Oooka et al., 2004; O'Keefe e Powers, 2001; Menezes et al., 2006). É importante que a camada híbrida esteja perfeitamente polimerizada, antes que as tensões resultantes da contração de polimerização da resina composta incidam sobre ela, pois caso contrário esta região seria apenas uma área de colágeno desmineralizado circundado por monômeros livres. Se o sistema químico falhar, uma adaptação insatisfatória pode ser obtida (Menezes et al., 2006). Sendo assim, a influência da efetividade da presa química dos adesivos, na ausência de luz, sobre o comportamento final da restauração é um importante fator a ser investigado.

Uma importante característica dos materiais restauradores que também deve ser levada em consideração se relaciona às alterações dimensionais frente às alterações térmicas do ambiente e a contração de polimerização das resinas (Trowbridge, 1987). As diferenças entre os coeficientes de expansão térmica do dente e do material restaurador induzem tensões na interface que podem levar à propagação dos defeitos interfaciais e aumentar a microinfiltração. Portanto é importante que estudos que avaliam a durabilidade do selamento marginal *in vitro* utilizem alguma forma de estresse térmico, como a termociclagem (Kidd, 1976).

Além do estresse térmico, as forças mecânicas da mastigação produzem estresses mecânicos na interface, que são possíveis agravantes da microinfiltração. Eles são capazes de produzir deformações elásticas que aumentariam as fendas na interface dente/restauração (Trowbridge, 1987). Desta forma, a presença da ciclagem mecânica também se faz necessária.

Mediante o exposto, torna-se importante estudar o desempenho dessas novas resinas com alta fluidez e alto conteúdo de carga presentes no mercado, além da eficácia de diferentes adesivos autocondicionantes e os seus mecanismos de ativação, visando

proporcionar uma melhor integridade marginal e minimizar futuros danos. Assim como, o comportamento das futuras restaurações realizadas in vivo poderá ser melhor previsto e suas indicações mais bem analisadas, se estes materiais forem submetidos a situações/tensões semelhantes às que poderão estar submetidos quando em função na cavidade bucal.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A elaboração desta revisão da literatura tem por objetivo abordar algumas das mais relevantes pesquisas que precederam este estudo e facilitar o entendimento dos assuntos abordados, e será apresentada em dois tópicos principais, que são as fendas marginais e a microinfiltração marginal.

2.1 Fenda Marginal

Hansen e Asmussen, em 1989, avaliaram o efeito da expansão higroscópica e de dois agentes adesivos na adaptação marginal de restaurações com diferentes compósitos. Os dentes humanos usados foram primeiramente divididos em três grupos. No grupo 1 foi usado o sistema adesivo Gluma (Bayer), no grupo 2 o Scotchbond 2 (3M) e no grupo 3 nenhum tipo de adesivo foi usado (controle). Cada grupo então foi dividido em mais 4 subgrupos de acordo com o compósito utilizado. O compósito para dentes anteriores Silux (3M) e os compósitos para dentes posteriores: Estilux Posterior XR (Kulzer), Ful-fil (Caulk) e Occlusin (ICI). A largura da maior fenda marginal de cada espécime foi mensurada em microscópio ótico, após o polimento e após 28 dias de armazenamento em água. Os autores notaram que os grupos em que os sistemas adesivos foram aplicados apresentaram significativa redução de formação de fendas quando comparados ao grupo controle, e não encontraram diferenças entre os dois adesivos usados. Todos os

compósitos apresentaram melhora na adaptação marginal após 28 dias, porém para a resina anterior Silux estas fendas foram completamente fechadas enquanto que os outros compósitos ainda apresentavam uma fenda residual.

Em 1990, Koike et al. avaliaram o efeito da absorção de água na mudança de volume de resinas compostas e na sua adaptação cavitária. Para tal, 40 molares humanos foram preparados, tratados com EDTA e restaurados com a resina Silux (3M). Os espécimes foram divididos em 4 diferentes grupos de acordo com o tratamento recebido. No grupo 1 foi feita aplicação de primer a base de HEMA, no grupo 2 aplicação do primer a base de HEMA e glutaraldeído e no grupo 3 a aplicação de um primer a base de gliceril metacrilato. Todos estes grupos receberam aplicação posterior do agente adesivo Clearfil New Bond (Kuraray). Já o grupo 4 (controle) não recebeu nenhum tratamento. Os espécimes dos grupos 1, 2 e 3 foram armazenados em água por 1, 2, 4 ou 6 horas. Já os espécimes do grupo 4, foram armazenados por 30 min, 24 e 48 h. Os espécimes foram termociclados 60 vezes, em banhos de 10 e 45°C por 30 s e após a ciclagem foi mensurada em um microscópio ótico com aumento de 1024 vezes a largura da maior fenda marginal encontrada por espécime. Os autores observaram que os grupos em que o primer e adesivo foram aplicados, apresentaram menores valores de fenda que o grupo controle. Em todos os grupos as fendas foram fechadas após armazenamento em água, porém para o grupo 1 isto ocorreu após 6 h, para o grupo 2 após 4 h, para o grupo 3 apenas após 1 h e para o grupo 4 após 48 h.

Staninec et al., em 1995, compararam diferentes sistemas adesivos em relação à formação de defeitos interfaciais. Cavidades e restaurações de classe V foram preparadas em 12 molares humanos. Os dentes foram divididos em 4 grupos. Grupo 1: Tenure e Marathon V (DentMat Corp.); Grupo 2: Clearfil Photobond, Clearfil Protect Liner (base de resina fluida) e Clearfil Photo Posterior (Kuraray); Grupo 3: Clearfil

Photobond e Clearfil Photo Posterior (Kuraray) e Grupo 4: Scotchbond 2 e P50 (3M). Todos os espécimes foram termociclados 1.000 vezes em banhos de 4 e 60 °C por 60 s cada. Posteriormente, os dentes foram seccionados e foram obtidas réplicas em resina epóxi para avaliação em MEV, a média da largura das fendas encontradas por espécime foi considerada. Os espécimes originais também foram observados em MEV. Foram observadas fendas mais estreitas nas réplicas do que nos espécimes originais. Todas as fendas observadas se encontravam na interface resina/dentina, no esmalte não foram encontradas fendas marginais. O grupo 2, no qual foi usada uma camada de resina fluida como uma base intermediária, apresentou as menores larguras de fendas quando comparado a todos os outros grupos.

O trabalho realizado em 1997 por Mehl et al., investigou a influência de diferentes condições de fotopolimerização na qualidade marginal de restaurações de compósito. Cavidades de Classe V foram preparadas em 32 dentes, sendo que metade da cavidade se encontrava acima e metade abaixo da junção esmalte/cimento. As cavidades foram restauradas com o agente de união Syntac e com o compósito Tetric (Vivadent) e os dentes foram divididos em quatro grupos. No grupo de referência, a cura foi feita com intensidade máxima de luz (Heliolux GTE, 100%) por 60 s. Nos três outros grupos, a cura inicial foi realizada por 20 s com intensidades 70, 56 e 37%, seguida pela cura final com 100% de intensidade por 40 s. Foram confeccionados moldes de silicone e réplicas em resina epóxi dos espécimes 24h após a restauração e também após 500 ciclos de termociclagem com banhos de 5 e 55 °C por 30 s cada. As réplicas foram avaliadas em MEV com aumento de 200x e os espécimes foram corados com azul de metileno por 5 min e observados em microscópio óptico (20x). Os resultados mostraram que havia uma maior porcentagem de fenda marginal nas margens em dentina e que as margens em esmalte quase não apresentaram fendas. Com relação aos grupos com cura inicial de baixa

intensidade, o de 37% apresentou maior porcentagem de fenda que os grupos de 56 e 70%. O grupo de referência apresentou bom comportamento antes da ciclagem, porém, após a ciclagem grandes porcentagens de fenda foram encontradas. Os autores concluíram que a cura inicial com baixa intensidade de luz de 56 e 70% seguida de cura final com alta intensidade de luz melhora significativamente a integridade marginal de restaurações de resina.

Em 2004, Miguez et al. mediram a formação de fendas interfaciais na parede pulpar de restaurações. Foram preparadas restaurações de classe I em 16 molares humanos. Em metade dos dentes foi aplicada uma base de resina fluida. Tanto no grupo com ou sem essa base, metade dos dentes foi restaurada com resina de forma incremental e metade em incremento único. Após 24 h dos procedimentos restauradores, os dentes foram seccionados e examinados em microscópio óptico com aumento de 400x para avaliação da fenda marginal. Foi registrada para cada espécime a presença ou ausência de fenda. Os autores concluíram que o uso da técnica incremental impediu a formação de fenda, independentemente do uso ou não de uma camada de resina fluida. Observaram ainda que o uso de uma base de resina fluida não garante restaurações livres de fendas.

Um estudo realizado em 2006, por Alonso et al., avaliou e comparou a presença de fendas marginais em restaurações de resina através de teste de manchamento usando corante e por microscópio eletrônico de varredura (MEV). Restaurações com resina híbrida e fluida foram realizadas ao nível de dentina nos 21 incisivos bovinos usados. Para a avaliação no MEV foram confeccionadas réplicas dos espécimes em resina epóxi que em seguida foi revestida por ouro. As medições foram feitas em um aumento de 200 vezes e através de um dispositivo de medição de multi-pontos. Com relação ao teste de manchamento por corante, uma solução de vermelho ácido em propileno glicol a 1% (Caries Detector) foi aplicada por 5 s. Através de um estereomicroscópio, em

ampliação de 16 vezes, associado a uma câmera de vídeo, foi possível através das fotos e de um programa de computador mensurar as fendas marginais em milímetros. Em ambos os métodos o comprimento da extensão da fenda foi calculado em porcentagem em relação à extensão total da margem. Os autores concluíram que não houve diferença significativa na porcentagem de fenda nos diferentes tipos de resina estudados e que o método de manchamento por corante pode ser utilizado com boa confiabilidade e com resultados semelhantes aos encontrados na análise por MEV.

Cho et al., em 2006, estudaram o efeito de resinas fluidas como base para restaurações de resina composta na formação de fendas interfaciais. Focando principalmente nos diferentes módulos de elasticidade, foram usadas 5 resinas fluidas diferentes como base e 3 condensáveis como material restaurador em cavidades de classe I. A presença de fendas foi avaliada tanto na interface parede cavitária e resina fluida como na interface resina fluida e condensável. Após a confecção das restaurações os espécimes foram seccionados ao meio, imersos em tinta preta (tinta de carbono) por 10 s e lavados em água corrente. A formação de fenda foi observada e fotografada em microscópio óptico e foi expressa como uma porcentagem de acordo com o comprimento da fenda em relação ao comprimento da interface. Os autores não encontraram fendas entre a cavidade e a resina fluida. Com relação à interface entre as duas resinas, o percentual de fenda foi dependente da diferença dos módulos de elasticidade. Concluíram que o uso de resina fluida com alto módulo de elasticidade pode inibir a formação de fenda entre as duas camadas de resina.

O trabalho realizado por Ratih et al., também em 2006, investigou a eficácia do uso de agentes de união, materiais para base e suas diferentes curas usados com compósitos de baixa ou alta contração, na formação de fenda e minimização de troca de fluidos do dente com o meio oral. Foram usados 32 pré-molares humanos, nos quais foram

preparadas cavidades do tipo MOD. Eles foram divididos em 4 grupos, o grupo A foi restaurado com sistema adesivo (Gel Etchant e Optibond Solo Plus, Kerr) e compósito de alta contração (Point 4 Optimized Particle Composite System, Kerr). O grupo B com sistema adesivo (Super Etch e Stae adhesive, SDI) e compósito de baixa contração (Glacier Restorative System, SDI). Já o grupo C com uma base de ionômero de vidro convencional (Ketac Bond Conventional Glass Ionomer Liner/Base, 3M ESPE) e posteriormente o mesmo compósito de alta contração usado no grupo A. Por fim, o grupo D com uma base de ionômero de vidro fotoativado (Vitrabond Light-Cured Glass Ionomer Liner/Base, 3M ESPE) e compósito de alta contração. O aparelho automatizado Flodec (De Marco Engineering, Genebra – Suíça) foi usado para mensuração do fluxo dos fluidos. Para avaliação da fenda os dentes foram seccionados, observados em microscópio eletrônico de varredura e foi mensurada a maior largura de fenda encontrada na interface resina/dentina. Os autores concluíram que os usos de compósito de baixa contração e de ionômero de vidro fotoativado como base reduziram a formação de fenda e limitaram o fluxo de fluidos.

O estudo realizado em 2008, por Coelho-de-Souza et al., avaliou a formação de fenda marginal em restaurações de resina composta com diferentes técnicas adesivas. Foram utilizados cinco terceiros molares humanos nos quais foram preparadas quatro cavidades em cada. Todas elas foram restauradas com resina composta Z250 (3M/ESPE) pela técnica incremental, porém cada uma recebeu uma técnica adesiva diferente. No grupo I foi usado o Prime & Bond 2.1 (Dentsply) sem condicionamento prévio, no grupo II foi usado o mesmo sistema adesivo com condicionamento convencional com ácido fosfórico, já no grupo III o condicionamento foi realizado com ácido poliacrílico a 25% e no grupo IV utilizou-se o Clearfil SE Bond (Kuraray). Todos foram submetidos à 500 ciclos de termociclagem, com banhos de 5 e 55 °C por 30 s em cada temperatura. Em seguida, foram seccionados de forma que

cada restauração fosse dividida ao meio. Para avaliar as fendas interfaciais os espécimes foram analisados no microscópio eletrônico de varredura com aumento de 2.000 vezes, sendo selecionados os pontos onde houvesse a maior espessura de fenda em micrometros. Os autores concluíram que não houve diferença na formação de fendas interfaciais nas diferentes técnicas adesivas utilizadas e que nenhuma técnica foi capaz de evitar a formação de fenda em restaurações de resina composta direta.

Em 2009, Ikeda et al., avaliaram a adaptação da interface em diferentes cavidades restauradas com resina fluida de alto, 81% em peso, e baixo conteúdo de carga, 64% (Clearfil Majesty LV e Clearfil Flow FX, Kuraray Medical, Tóquio – Japão) e com resina híbrida convencional (Clearfil AP-X). Trinta e seis molares humanos tiveram a face oclusal desgastada até chegar à dentina e foi preparada uma cavidade com 1 mm de profundidade. Outros 48 molares tiveram a oclusal desgastada em nível de esmalte e receberam cavidades de 2 mm (esmalte e dentina). Depois de restaurados os dentes foram seccionados no centro da cavidade, as superfícies foram polidas e observadas em um microscópio digital em ampliações de 50 a 200X. Foi anotada a frequência de fendas observadas na interface resina-cavidade em cada grupo. Amostras selecionadas também foram observadas usando um microscópio eletrônico de varredura. Nas cavidades de 1 mm não foram encontradas fendas interfaciais e não houve diferença em relação aos diferentes tipos de resina utilizados. Já nas cavidades de 2 mm, os grupos restaurados com resina fluida de baixo conteúdo de carga apresentaram frequência de formação de fendas marginais significativamente maior do que nos outros grupos avaliados.

Também em 2009, Francisconi et al. realizaram um trabalho para investigar a relação da carga oclusal e da qualidade das margens de restaurações em resina composta. Foram usados 40 pré-molares humanos nos quais foram realizadas cavidades e restaurações

cervicais. Os espécimes foram então divididos em 4 grupos. Três grupos receberam 106 ciclos de cargas oclusais a 150 newtons, porém em cada grupo a carga foi aplicada em uma região diferente: na cúspide vestibular, na cúspide lingual e na fossa central. No quarto grupo, controle, os espécimes ficaram armazenados em água deionizada. Foi aplicada uma camada de fluoresceína em cada espécime e eles foram então observados em microscópio laser confocal. Foi considerado o maior valor de largura e comprimento de fenda encontrado em cada espécime. Os resultados mostraram que os espécimes submetidos a cargas oclusais apresentaram maior percentual de fendas marginais (53,3%) do que os do grupo controle (10,0%). Concluíram então que a carga oclusal levou a um significativo aumento das fendas marginais e que a variação dos locais de aplicação desta carga não interferiu no comportamento das mesmas.

Souza-Junior et al., em 2011, estudaram a influência de diferentes métodos de cura e volume de resina sobre a adaptação marginal de restaurações. Dois tipos de cavidades foram preparadas nos 60 dentes bovinos usados, sendo elas cavidades de menor volume (12.6mm^3) e de maior volume (24.5mm^3). Para a fase restauradora, três diferentes tipos de cura foram usadas, cura 1- 27 s a 600 mW/cm^2 ; cura 2- 10 s a 150 mW/cm^2 + 24 segundos a 600 mW/cm^2 e cura 3- 5 s à 150 mW/cm^2 + 3 min sem luz + 25 s a 600 mW/cm^2 . A fenda marginal foi avaliada através do uso de corante (Caries Detector) aplicado por 5 s. O comprimento da fenda foi expresso em porcentagem em relação ao comprimento total da margem, e foi determinado pelo uso do programa de computador Image tool. Após esta avaliação os espécimes foram seccionados. O corante foi novamente aplicado e foram medidas da mesma forma então as fendas internas. Os resultados mostraram que um maior volume de resina levou à maior formação de fenda e que nenhum dos métodos de cura testado foi capaz de garantir a perfeita vedação das margens, sendo que a cura tipo 1 apresentou maiores fendas marginais que as demais.

2.2 Microinfiltração Marginal

Em 1986, Eakle estudou o efeito da ciclagem térmica na resistência à fratura e na microinfiltração de dentes posteriores restaurados com resina composta. Foram usados pré-molares humanos e foi extraído um par de cada paciente, totalizando 14 pares. Os dentes receberam restaurações MOD de resina. Um membro de cada par ficou no grupo sem ciclagem (controle) e o outro recebeu 480 ciclos térmicos de 30 s de banho em 5 e 55 °C. Os espécimes tiveram seus ápices radiculares selados com amálgama e o restante da raiz foi impermeabilizado com esmalte para unhas. A seguir, foram imersos em solução de nitrato de prata (50%) por 4 horas e revelador radiográfico por 2 h. Os espécimes foram fraturados por cargas oclusais em uma máquina de ensaios (EMIC). Após as fraturas as superfícies coradas foram observadas em um microscópio óptico. A quantidade de microinfiltração indicada pelo manchamento foi marcada para cada superfície da cavidade de acordo com um score. Os resultados mostraram significativa diminuição da resistência à fratura nos espécimes ciclados. Com relação à microinfiltração, tanto no grupo ciclado como no controle foram encontradas extensas áreas coradas. Ele concluiu que a contração de polimerização deve produzir significativa microinfiltração antes mesmo da realização da ciclagem.

Um estudo realizado por Tani et al. em 1986, avaliou os efeitos do pré-tratamento da cavidade na microinfiltração de restaurações de resina composta em nível de dentina. As faces vestibulares de dentes bovinos foram lixadas até a exposição da dentina e foram preparadas duas cavidades em cada dente. Quatro tipos de agentes de limpeza foram usados: lactato de alumínio a 3%, ácido ascórbico a 10%, ácido cítrico a

10% e ácido fosfórico a 10%. Os agentes foram aplicados por 60 s em uma das cavidades e a outra não recebeu pré-tratamento. Após lavagem e secagem, foi aplicado o agente de união Clearfil New Bond (Kuraray) e a resina composta Clearfil F II (Kuraray). Os espécimes foram submetidos a 100 ciclos de termociclagem, variando banhos de 4 e 60 °C, e foram então imersos em solução de azul de metileno a 1% por 24 h. As restaurações foram seccionadas ao meio e a profundidade de penetração do corante foi medida utilizando um projetor de perfil (Nikon V-12). A infiltração marginal foi expressa como um percentual da profundidade de penetração do corante através da margem cervical. Os resultados mostraram que o agente de união, isoladamente, não impediu a penetração de corante na margem cervical da dentina, e que a realização do pré-tratamento da dentina foi eficaz para diminuir a microinfiltração. Os melhores resultados foram encontrados para o ácido cítrico, seguido do ácido fosfórico, do ácido ascórbico e do lactato de alumínio, respectivamente.

Fayyad e Shortall, em 1987, avaliaram o selamento marginal de duas resinas compostas, quando usadas em conjunto com agentes de união a dentina ou forramento com cimento de ionômero de vidro, em restaurações de classe II. Preparos do tipo MOD foram realizados em 40 molares humanos. Em cada dente a parede cervical da caixa proximal de um dos lados se encontrava acima e a do outro abaixo do limite amelo-cementário. Os dentes foram então divididos em 4 grupos. Grupo A: Condicionamento com ácido fosfórico + Scotchbond (3M) + P30 (3M). Grupo B: ácido poliacrílico + Keta-Bond (3M) + condicionamento ácido fosfórico + Scotchbond (3M) + P30 (3M). Grupo C: Condicionamento com ácido fosfórico + Clearfil New Bond (Kuraray) + Clearfil Ray (Kuraray). Grupo D: Gluma Cleanser (Bayer) + Gluma Bond (Bayer) + condicionamento com ácido fosfórico + Clearfil New Bond (Kuraray) + Clearfil Ray (Kuraray). Após uma semana os dentes foram imersos em solução a 1% de azul de metileno enquanto eram

termociclados por 150 ciclos. Cada ciclo consistia em 4 minutos à 37 °C, 1 min à 15 °C, 4 min à 37 °C e mais 1 min à 45 °C. Depois da ciclagem, os dentes foram seccionados e observados em estereomicroscópio. A microinfiltração foi expressa através da média do comprimento da penetração do corante em cada caixa proximal de todos os espécimes. Os autores encontraram microinfiltração na parede cervical de todas as restaurações, porém esta era maior nas que se encontravam abaixo do limite amelo-cementário. Notaram que o uso de cimento de ionômero de vidro antes das restaurações diminuiu significativamente a presença de microinfiltração. Concluíram que nenhum material foi capaz de impedir a microinfiltração e que devemos continuar estudando e desenvolvendo novos materiais de união à dentina/resina, pois estes ainda não são capazes de garantir uma vedação marginal satisfatória.

Um estudo realizado também 1987, por Crim, Gareia-Godoy, comparou os efeitos do tempo e da ciclagem na microinfiltração de restaurações de resina. Restaurações de Classe V foram realizadas em 20 pré-molares humanos, o adesivo usado foi o Prisma-Bond (L.D. Caulk, Milford, DE - EUA) e a resina Prisma Fil. Os dentes foram divididos em 4 grupos. No grupo A, os dentes restaurados foram imediatamente submetidos à 100 ciclos térmicos. No grupo B, os dentes foram imediatamente submetidos à 1.500 ciclos. Nos grupos C e D, eles foram armazenados em água a temperatura ambiente por 24 h antes da ciclagem com 100 ou 1.500 ciclos, respectivamente. É considerado um ciclo, 23 s à 37 °C, 4 s à 54 °C, 23 s à 37 °C e mais 4 s à 12 °C. Os dentes foram impermeabilizados com esmalte para unhas, e colocados em uma solução de fucsina básica por 24 h. Cada dente foi seccionado e a microinfiltração foi avaliada através de um estereomicroscópio em ampliação de 25X. A mensuração da microinfiltração foi feita através de um escore determinado pelo autor, que variava de 0, sem penetração visível, até o 3, penetração ao longo da parede axial. Os resultados deste estudo mostraram que a penetração de corante era maior nos espécimes

que foram imediatamente submetidos à ciclagem. Os autores acreditam que isto pode ser explicado pelo armazenamento em água, que levaria a uma sorção de água e leve expansão das resinas. Os resultados também revelaram que o grau de penetração do corante não foi significativamente diferente para os diferentes números de ciclos térmicos aos quais os espécimes foram submetidos. Desta forma, os autores concluíram que as tensões térmicas agem rapidamente na produção de microinfiltração, o que tornam as ciclagens prolongadas desnecessárias. Eles sugerem que isso possa explicar o rápido início de sensibilidade pós-operatória vivenciada por alguns pacientes.

O trabalho realizado em 1988 por Darbyshire et al., avaliou a influência de um agente de união à dentina e do forramento com cimento de ionômero de vidro, na redução da microinfiltração na margem cervical de restaurações de classe II de resina composta. Oitenta pré-molares humanos receberam preparos do tipo MOD, com a margem cervical abaixo da junção esmalte-cimento. Os dentes foram divididos em 8 grupos. O grupo 1 e 2 receberam só a resina composta (P-30, The Minnesota Mining and Manufacturing Company); os grupos 3 e 4 receberam o agente de união (Scotchbond LC, The Minnesota Mining and Manufacturing Company) e a resina; os grupos 5 e 6, o cimento de ionômero de vidro (Ketac – Bond, ESPE) e a resina; e os grupos 7 e 8, o ionômero, o agente de união e a resina. Os grupos ímpares foram submetidos à ciclagem mecânica (4.000 ciclos com carga variando de 4N a 111N). Posteriormente, todos os grupos foram submetidos à 500 ciclos de ciclagem térmica, em banhos de 5 e 55 °C por 30 s cada. Os espécimes foram então embebidos em solução aquosa de nitrato de prata 50% por 4 h, seguida por imersão em revelador radiográfico por 8h sob luz fluorescente, e observados em microscópio com ampliação de 8 vezes. A microinfiltração foi marcada de forma linear ao longo da interface dentina-restauração através de escores. Os autores observaram que todas as restaurações exibiram infiltração marginal e que a presença da

ciclagem mecânica não apresentou efeito significativo. Tanto o agente de união como o ionômero foram capazes de reduzir significativamente a microinfiltração.

Em 2009, Perdigão, Monteiro e Gomes, avaliaram a influência do condicionamento ácido em esmalte no selamento de restaurações em resina composta restauradas com três adesivos autocondicionantes, submetidas à fadiga térmica. Para isso, usaram 30 incisivos bovinos que foram divididos em três grupos de 10 dentes, de acordo com os 3 adesivos autocondicionantes usados. Os adesivos usados foram Adper Prompt L-Pop (3M ESPE), Clearfil SE Bond (Kuraray America) e iBond (Heraeus Kulser). Em cada dente foram realizados dois preparos. Um foi restaurado com o adesivo autocondicionante e resina composta e o outro recebeu previamente um condicionamento ácido total no esmalte. Em cada grupo metade dos espécimes foi submetido à 1.500 ciclos de termociclagem, com banhos de 5 e 55 °C por 30 s e a outra metade ficou armazenada em água destilada. Todos os dentes foram imersos em nitrato de prata amoniacal por 24 h, seguidas de 8 h em revelador radiográfico. Os dentes foram seccionados, obtendo-se 3 secções de cada restauração, que foram polidas, desidratadas em etanol e colocadas em ultrassom. Estes espécimes foram escaneados em alta resolução e observados em um estereomicroscópio. A microinfiltração foi avaliada através de escores, de 0 a 4. Onde 0, era ausência de microinfiltração e 4, infiltração dos íons de prata ao longo da parede axial. Por fim, os autores concluíram que dentre as restaurações que foram submetidas à termociclagem, aquelas que receberam o prévio condicionamento ácido apresentaram melhores resultados de selamento marginal do esmalte. O uso de adesivos autocondicionantes de dois passos também pode resultar em um melhor selamento quando comparado ao de passo único.

Um estudo realizado por Vinay e Shivanna, em 2010, comparou a microinfiltração em restaurações de resina quando usados

adesivos de 5^a, 6^a e 7^a geração. Um total de 50 pré-molares humanos recebeu dois preparos de classe V, um na superfície vestibular e outro na lingual, com margens oclusais em esmalte e as margens gengivais em cimento/ dentina. Os dentes foram divididos em 5 grupos de acordo com os adesivos usados (Single-Bond, Adper Prompt, i-Bond, Clearfil S3, e G-Bond) e então foram restaurados com a resina composta Clearfil APX. Os espécimes foram termociclados (1.000 ciclos, com banhos variando de 5 e 55 °C por 30 s em cada temperatura), corados com corante azul de metileno por 24 h e seccionados para avaliação da penetração do corante em um estereomicroscópio com aumento original de 16x. A avaliação da microinfiltração foi feita através de escores que variavam de 0 a 4, onde 0 era ausência de microinfiltração e 4, infiltração ao longo da parede axial. Os resultados mostraram que nenhum grupo foi capaz de impedir a microinfiltração e que esta é menor nas margens de esmalte. Com relação aos adesivos, o grupo tratado com Clearfil S3 (7^a geração) mostrou infiltração significativamente menor do que os outros, tanto nas margens de esmalte como nas de dentina/cimento.

Simi e Suprabha, em 2011, compararam a microinfiltração em restaurações de classe II usando nano compósito sem forramento e com forramento com ionômero de vidro modificado por resina ou resina fluída. Cavidades de classe II foram preparadas em nível de esmalte em 36 pré-molares, que foram aleatoriamente divididos em 3 grupos: Grupo I – foi realizado forramento com ionômero de vidro modificado por resina (Fuji II LC- GC), Grupo II - foi realizado forramento com resina fluída (Filtec Z350 Fluida, 3M ESPE) e Grupo III - não foi colocado material forrador. Posteriormente todos os dentes foram restaurados com nanocompósito (Z350, 3M ESPE). Os dentes foram submetidos à termociclagem (250 ciclos em banhos de 5, 37 e 55 °C por 30 s cada), imersos em corante azul de metileno 0,5% por 48 h, seccionados mesio-distalmente, observados sob estereomicroscópio e avaliados através de escores. Os resultados mostraram que o grupo III apresentou

microinfiltração significativamente maior que os grupos I e II, que não diferiam estatisticamente entre si. Os autores concluíram que o uso de materiais forradores antes de restaurações de nano compósito é capaz de reduzir significativamente a microinfiltração.

Também em 2011, Gogna et al. compararam a resistência à compressão e infiltração marginal de três resinas compostas nanoparticuladas utilizando o isótopo radioativo Ca^{45} . Cavidades de classe I foram preparadas em trinta e seis molares humanos. Após os procedimentos adesivos, os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos: A, B e C, de acordo com o compósito utilizado (Z-350, Synergy e Grandio respectivamente). Os dentes foram submetidos à termociclagem, 500 ciclos com banhos de 5 e 55 °C por 20 s cada. Posteriormente, foram imersos em solução de Ca^{45} por 24 h, lavados e seccionados em duas partes. Cada secção foi colocada sobre o filme Kodak e foram deixadas por 28 h no escuro. A avaliação da microinfiltração foi feita por escores que variavam de 0 a 3, onde 0 era ausência do isótopo na interface e 1, 2 e 3 presença leve, moderada e grave, respectivamente. Para medir a resistência à compressão, 12 amostras de cada material foram preparadas em moldes cilíndricos de aço inoxidável de 6 mm X 4 mm e foi utilizada a máquina universal de ensaios. Com relação à microinfiltração, o grupo A apresentou valores estaticamente maiores quando comparados aos outros dois grupos. E com relação à resistência à compressão, o grupo B apresentou os maiores valores.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do tipo de resina composta com relação à viscosidade, do tipo de adesivo autocondicionante e seu modo de presa e do envelhecimento artificial, na formação de fendas marginais e microinfiltração de restaurações de resina composta.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Delineamento Experimental

4.1.1 Unidades Experimentais

240 incisivos bovinos.

4.1.2 Fatores em Estudo

Resina composta em 2 níveis: viscosidade convencional e fluida.

Sistemas adesivos em 6 níveis: Futurabond M, Futurabond DC fotoativado, Futurabond DC quimicamente ativado, Clearfil S³, Clearfil DC fotoativado e Clearfil DC quimicamente ativado.

Envelhecimento em 2 níveis: Sem ciclagem termo-mecânica e Com ciclagem termo-mecânica.

4.1.3 Variáveis de Resposta

Fenda marginal.

Microinfiltração Marginal.

4.2 Preparo dos Espécimes

Foram utilizados neste estudo 240 dentes incisivos de bovinos recém extraídos. As raízes foram removidas através de uma secção perpendicular ao seu longo eixo, na região do limite amelo-cementário, empregando torno de alta rotação (Nevoni, São Paulo, SP, Brasil) com disco diamantado (Dremel, Breda, Holanda) montado em mandril (Figura 1 A e B).

Todos os espécimes tiveram o esmalte da face vestibular aplainado, empregando lixa d'água de granulação P400 (Fepa-P, Panambra, São Paulo, SP, Brasil), acoplada a uma politriz circular (Pantec Polipan 2, Panambra, São Paulo, SP, BR) (Figura 1 C e D). Após o aplainamento do esmalte, os espécimes foram embutidos em resina acrílica transparente ativada quimicamente (Jet-Clássico, São Paulo, SP, Brasil) em um molde de silicone de formato cilíndrico. A superfície plana foi colocada para baixo (Figura 1 E e F).

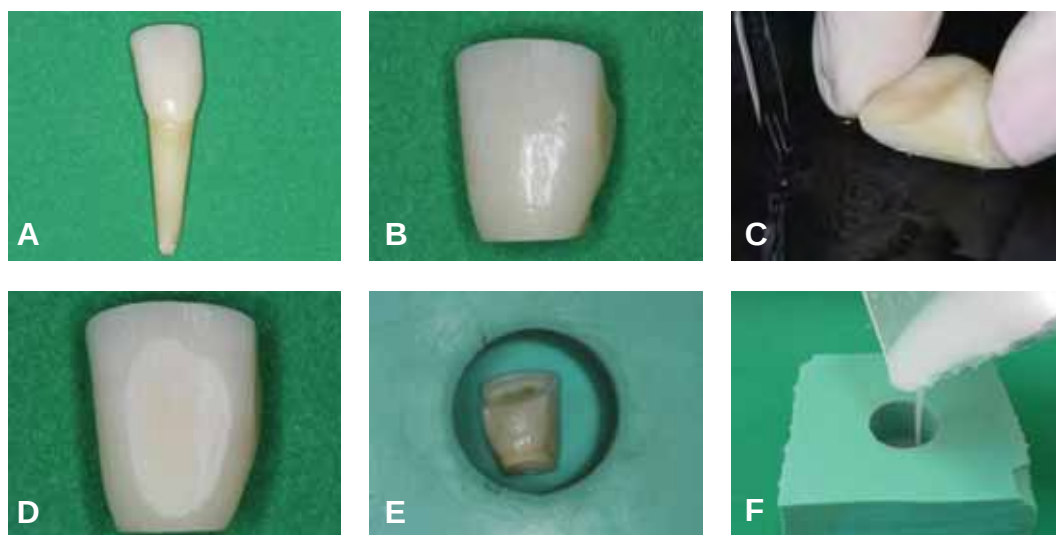


Figura 1- A) Incisivo bovino; B) Incisivo após remoção radicular; C) Aplainamento do esmalte em politriz; D) Esmalte vestibular aplainado; E) Dente posicionado no molde de silicone e F) Inclusão do dente em resina acrílica.

Após a presa final da resina, os cilindros obtidos foram polidos na politriz circular, utilizando o dispositivo de polimento automático Autopol - 2 (Panambra, São Paulo, SP, Brasil), que garante que a superfície polida fique exatamente perpendicular ao longo eixo do cilindro. A parte de baixo do bloco, ou seja, só em resina, foi lixada por 3 minutos com a lixa P400 (Fepa-P, Panambra, São Paulo, SP, Brasil), sob uma carga de 440 gramas, para planificação. A parte superior do bloco onde está o esmalte, foi lixada por 1 minuto com a lixa P600 (Fepa-P, Panambra, São Paulo, SP, Brasil), para planificar e padronizar a textura da superfície (Figura 2 A, B e C).

O preparo cavitário foi realizado com uma ponta diamantada cilíndrica de 4 mm de diâmetro (PM85G, KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) montada em peça reta acoplada a um micromotor de baixa rotação. Este micromotor foi afixado na haste vertical de um delineador paralelômetro modelo B2 (Bio-art, São Carlos, SP, Brasil). Um relógio comparador digital “absolute” ID-S (Mitutoyo, Kawasaki, Japão) foi acoplado ao delineador para controlar a profundidade do preparo. O espécime foi fixado a uma morsa apoiada na base do delineador (Figura 2D). O micromotor foi acionado e sob abundante refrigeração, a haste vertical foi deslocada gradualmente para baixo, de tal forma que se obtenha preparos com exatamente 2,5 mm (Figura 2E e F). A seguir, os espécimes foram imersos em água deionizada até o momento da restauração para evitar o seu ressecamento. Essas medidas foram tomadas para proporcionar preparos exatamente iguais, garantindo que não houvesse influência do volume e da forma interna das cavidades nas mensurações posteriores.

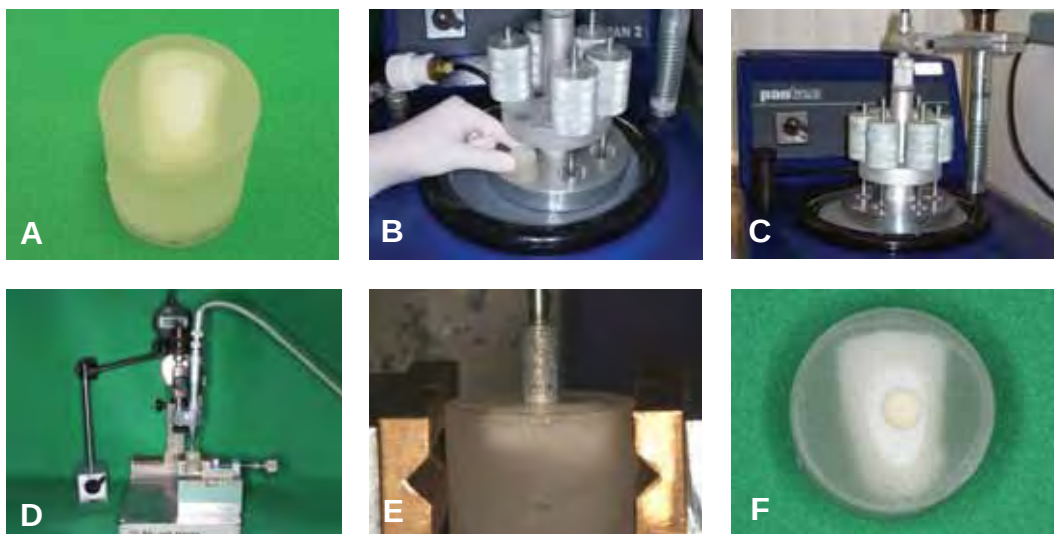


Figura 2 – A) Espécime embutido; B) Colocação do espécime na politriz; C) Planificação e padronização do espécime; D) Micromotor e relógio comparador acoplados ao delineador; E) Confeção do preparo cavitário e F) Espécime preparado.

4.3 Divisão dos Grupos Experimentais

Para realização das restaurações os dentes foram divididos em dois grupos de acordo com a viscosidade da resina composta de alto conteúdo de carga a ser utilizada:

- **GC:** Grandio SO (Voco) - viscosidade convencional
- **GF:** Grandio SO Heavy Flow (Voco) - baixa viscosidade

Cada um destes grupos foi dividido em seis subgrupos, de acordo com os sistemas adesivos utilizados:

- **FM:** Futura Bond M (Voco)
- **FDCF:** Futura Bond DC (Voco) - fotopolimerizado

- **FDCQ:** Futura Bond DC (Voco) – somente polimerização química
- **CS:** Clearfil S3 Bond (Kuraray)
- **CDCF:** Clearfil DC (Kuraray) – fotopolimerizado
- **CDCQ:** Clearfil DC (Kuraray) – somente polimerização química

Foi obtido um total de 12 subgrupos com 20 espécimes em cada. Cada subgrupo foi dividido em 2 outros subgrupos:

- **C:** Recebeu ciclagem termo-mecânica
- **NC:** Não recebeu ciclagem

Foram formados então 24 subgrupos de 10 espécimes em cada. A divisão dos grupos experimentais é ilustrada com o esquema apresentado na Figura 3.

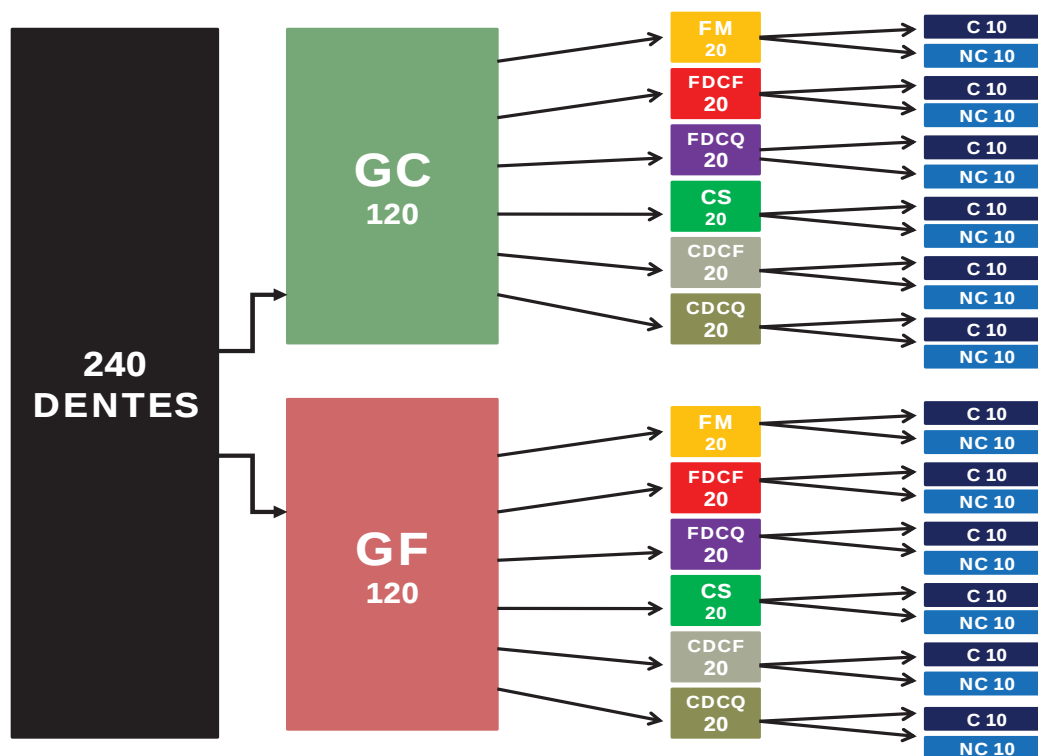


Figura 3 - Divisão dos grupos experimentais.

Todos os materiais, fabricantes, suas composições e lotes estão listados na Tabela 1.

Tabela 1 - Materiais utilizados, fabricantes, suas composições e lote

MATERIAL	FABRICANTE	COMPOSIÇÃO	LOTE
Grandio SO	Voco/ Cuxhaven/ Alemanha	Matriz resinosa: Bis-GMA, BisEMA, TEGDMA, CQ, Amina, BHT. Conteúdo inorgânico: nanopartículas de SiO ₂ : 20 - 40nm; cerâmica vítrea:1 µm. Conteúdo de carga: 89% em peso e 73% em vol.	1029391
Grandio SO Heavy Flow	Voco/ Cuxhaven/ Alemanha	Matriz resinosa: Bis-GMA, BisEMA, TEGDMA, HDDMA, CQ, Amina, BHT. Conteúdo inorgânico: nanopartículas de SiO ₂ : 20 - 40nm; cerâmica vítrea:1 µm. Conteúdo de carga: 83% em peso e 68% em vol.	1123233
Futurabond M	Voco/ Cuxhaven/ Alemanha	UDMA, HEMA, methacroyl phosphoric acid ester, canforoquinona e BHT e etanol.	1025303
Futurabond DC	Voco/ Alemanha	Bis-GMA, HEMA, TMPTMA, methacroyl phosphoric acid Ester, canforoquinona, BHT e etanol.	1030392
Clearfil S ³ Bond	Kuraray/ Tóquio/ Japão	Bis-GMA, HEMA, canforoquinona e MDP, dimetacrilato hidrofóbico, álcool etílico, água e sílica coloidal.	000210
Clearfil DC	Kuraray/ Tóquio/ Japão	Bis-GMA, HEMA, canforoquinona, MDP, peróxido de benzoíla, etanol, água e sílica coloidal.	Liq. A 00025 Liq. B 00018

4.4 Técnica Restauradora

As cavidades foram secas por meio de uma bolinha de algodão. Os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes por 20 s com agitação, sendo que a seguir foi aplicado um leve jato de ar para remover os excessos e evaporar o solvente.

Para os adesivos FM, FDCF, CS e CDCF, o adesivo foi fotopolimerizado por 10s. Para FDCQ e CDCQ, este permaneceu sobre a superfície por 3 min e não foi fotoativado. Após a aplicação dos adesivos os respectivos compósitos foram aplicados em técnica incremental. Cada espécime recebeu dois incrementos horizontais de resina composta, cada qual foi fotopolimerizado por 20 s através do fotopolimerizador Elipar Free Light 2 (3M ESPE, St. Paul, MN -EUA) com uma densidade de potência de $1.000\text{mW}/\text{cm}^2$. A densidade de potência foi aferida a cada 10 espécimes usando um radiômetro led (Kondortech equipamentos odontológicos Ltda., São Carlos, Brasil).

Após a confecção das restaurações, os espécimes foram armazenados em água deionizada, em estufa a 37°C , por 24 h, para que ocorresse a pós-cura. Feito isso, as restaurações foram polidas, utilizando a politriz circular, com lixas d'água de granulações P 1.200, P 2.400 e P 4.000 (Fepa-P, Panambra, São Paulo, SP, Brasil), atuando por 30 seg cada uma delas, sob uma carga de 440 gramas. A técnica restauradora pode ser observada na Figura 4.

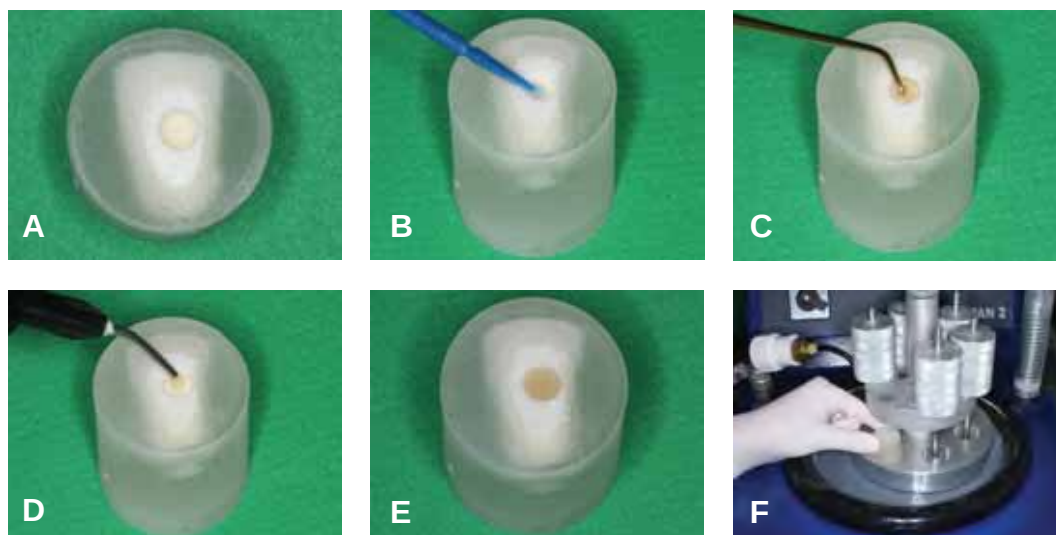


Figura 4 – A) Cavidades preparadas; B) Aplicação do sistema adesivo; C) Inserção da resina de viscosidade convencional; D) Inserção da resina fluida; E) Espécime restaurado e F) Acabamento e polimento da restauração na politriz.

4.5 Ciclagem Termo-Mecânica

Metade dos espécimes de cada grupo foi submetida à ciclagem termomecânica na máquina de Desgaste Termomecânico (ER 3700 ERIOS - Equipamentos técnicos e Científicos Ltda., São Paulo - SP, Brasil). Foram realizados 300.000 ciclos mecânicos e uma força de 88,4N. A carga foi aplicada perpendicularmente ao longo eixo da restauração, exatamente no seu centro. Simultaneamente foram realizados 1.000 ciclos térmicos com banhos em água durante 30s para cada temperatura ($5 \pm 2^\circ\text{C}$, $37 \pm 2^\circ\text{C}$ e $55 \pm 2^\circ\text{C}$), com intervalo de 10s entre cada banho (Figura 5).

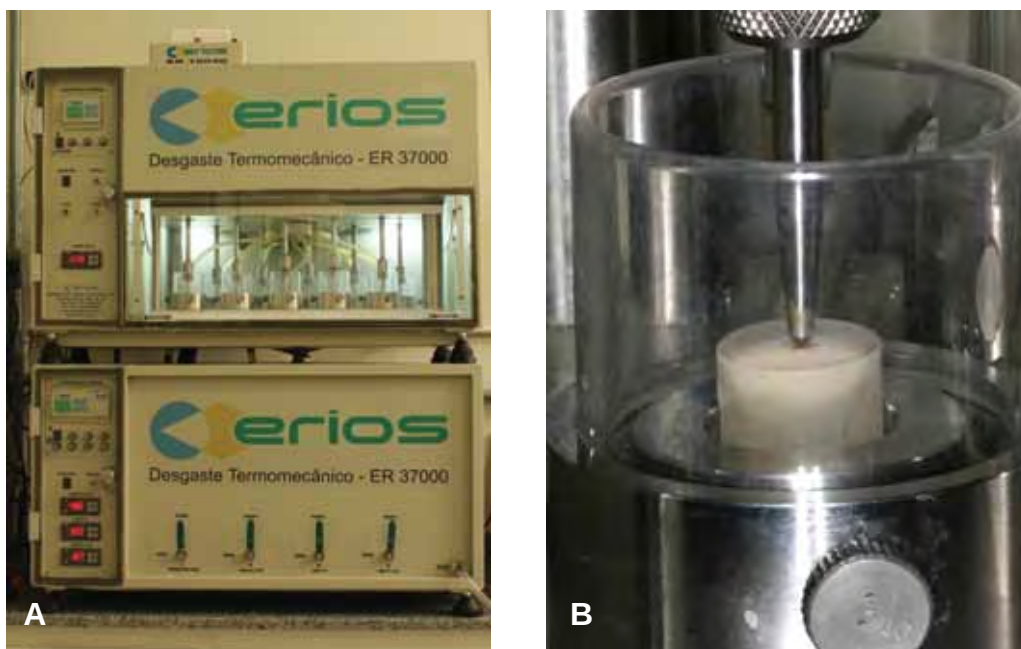


Figura 5 – A) Máquina de desgaste termomecânico e B) Ciclagem do espécime.

4.6 Avaliação da Fenda Marginal

Foi realizada a avaliação da largura da fenda marginal, realizando-se a medição no microscópio óptico de um microdurômetro (FM-700, Future-Tech, equilam, Tóquio, Japão). Foi utilizado um aumento de 100x e as imagens foram transferidas para o programa HDPS- ARS 900 (Future-Tech, equilam, Tóquio, Japão). O espécime foi fixado em um dispositivo que permitia a rotação em seu eixo, permitindo que toda interface fosse analisada girando-se o espécime. A maior fenda marginal presente em cada restauração foi mensurada em micrometros (Coelho-de-Souza et al., 2008) (Figura 6).



Figura 6 – A) Análise do espécime em microscópio ótico e B) Mensuração da fenda marginal.

4.7 Avaliação da Microinfiltração Marginal

Primeiramente os espécimes tiveram sua superfície impermeabilizada, com exceção de uma área de 1 mm ao redor das margens da restauração. Isso foi realizado com a aplicação de duas camadas de esmalte para unhas (Figura 7 A). Após secagem, os

espécimes foram imersos em água deionizada para reidratação. A seguir eles foram submersos em solução de nitrato de prata amoniacal 50% por 24 h no escuro total (Figura 7 B, C e D). A seguir, foram lavados em água corrente por 20 min e colocados em revelador radiográfico (KodaK, NY, EUA) por 8 h sob luz fluorescente (Figura 7 E) (Perdigão et al., 2009; Tay et al., 2002).

Para observação do padrão de microinfiltração os espécimes foram seccionados em uma cortadeira de precisão (Labcut, Extec, Enfield, CT, EUA). Foram feitas primeiramente duas secções perpendiculares uma a outra, na região central da restauração (Figura 7 F e G). A seguir foi realizada uma secção perpendicular ao longo eixo do dente, a 3 mm de distância da superfície do esmalte, garantindo a inclusão de toda a restauração (Figura 7 H). Este corte resultou no descolamento de 4 segmentos de cada espécime, resultando em 8 pontos de interface (Figura 7 I e J).

Os espécimes foram fotografados por uma câmera digital conectada a um estereomicroscópio óptico (Stemi 2000-C, ZEISS, Oberkochen, Alemanha), com um aumento de 32 vezes (Figura 7 K). As imagens foram abertas no software Image Tool 3.0, sendo que a maior penetração observada foi utilizada para mensurações em milímetros (Figura 7 L).



Figura 7 – A) Aplicação do esmalte para unhas; B) Espécimes impermeabilizados; C) Espécimes imersos em solução de nitrato de prata; D) Espécimes protegidos da luz; E) Espécimes imersos em solução reveladora sob luz de uma lâmpada fluorescente; F) Secção longitudinal do espécime; G) Aspecto do espécime após primeiras secções; H) Secção transversal do espécime; I) Espécime seccionado; J) Interfaces; K) Análise em estereomicroscópio e L) Mensuração da microinfiltração no software image tool 3.0.

4.8 Análise das propriedades das resinas

Para melhor caracterizar as resinas em estudo e também auxiliar no entendimento dos resultados, algumas propriedades das resinas foram mensuradas. Para isso foi confeccionado um espécime de 40 x 6 x 2 mm de cada resina. O módulo de elasticidade foi mensurado

pelo aparelho Sonelastic (ATCP, São Carlos, Brasil) e a Microdureza Knoop pelo microdurômetro (FM-700, Future-Tech, Equilam, Tóquio, Japão) (Radovic, Lara-Curzio e Riester, 2004; Obici et al., 2004).

A contração de polimerização foi medida pelo aparelho AccuVol (Bisco, Illinois, EUA) e a tensão de polimerização pela máquina de ensaios universal (DL-200 MF, Emic, São José dos Pinhais, PR, Brasil) (Gao et al., 2011; Boaro et al., 2010). Para todas as propriedades, foram realizadas três medições e a média aritmética delas foi o valor considerado.

Tabela 2 – Propriedades das resinas

Propriedades	Convencional	Fluida
Módulo de elasticidade (GPa)	21.62	12.85
Microdureza (HK)	93.19	40.27
Contração de polimerização (%)	2.56	3.66
Tensão de polimerização (N)	3.51	6.22

4.9 Planejamento Estatístico

As hipóteses de nulidade analisadas foram:

- $H0_a$ - O uso de diferentes viscosidades das resinas não resulta em influência significativa quanto aos parâmetros avaliados.
- $H0_b$ - O uso de diferentes tipos de adesivos autocondicionantes e forma de polimerização não resultam em influência significativa quanto aos parâmetros avaliados.
- $H0_c$ - A ciclagem termomecânica não resulta em influência significativa quanto aos parâmetros avaliados.

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade usando o teste de Kolmogorov – Smirnov. Como eles apresentaram uma

distribuição normal, foi realizado à análise de variância, ANOVA a três fatores, e posteriormente o teste de Tukey. Para todas as análises foi adotado um nível de significância de 5%. A correlação entre os dados de microinfiltração e fendas marginais foi feita utilizando o teste de correlação de Pearson.

5 RESULTADOS

5.1 Fenda marginal

Os resultados do teste de ANOVA a três fatores para avaliação da fenda marginal podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados da ANOVA a três fatores para fenda marginal

Fatores	Df	MS	F	p*
Resina	1	9386,00	360,90	0,00*
Adesivo	5	491,14	18,88	0,00*
Ciclagem	1	6743,51	259,30	0,00*
Resina x Adesivo	5	163,19	6,27	0,00*
Resina x Ciclagem	1	53,81	2,07	0,15
Adesivo x Ciclagem	5	261,52	10,06	0,00*
Resina x Adesivo x Ciclagem	5	150,12	5,77	0,00*

* Diferenças significativas.

A Tabela 3 mostra que todos os fatores avaliados apresentaram diferenças significativas, assim como para a interação entre eles, com exceção da interação entre resina e ciclagem.

Os resultados do teste de Tukey para o fator resina podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados do teste de Tukey para o fator resina quanto à fenda marginal

Tipo de resina	Média (µm)	±dp	Conjuntos Homogêneos*
Convencional	28,1	6,93	A
Fluida	40,6	10,05	B

*Grupos com letras diferentes apresentam diferenças significantes entre si.

Podemos observar na Tabela 4 que a resina convencional apresentou uma menor média de largura das fendas marginais em micrometros do que a resina fluída. Na Tabela 4 são apresentados os resultados do teste de Tukey para o fator adesivo.

Tabela 5 – Resultados do teste de Tukey para o fator adesivo quanto à fenda marginal

Tipo de adesivo	Média (µm)	±dp	Conjuntos Homogêneos*		
CDC Q	28,67	9,60	A		
CDC F	32,25	9,04	B		
CS	34,12	11,54	B	C	
FDC F	36,10	9,41		C	D
FM	36,50	11,99		C	D
FDC Q	38,46	9,61			D

*Grupos com letras diferentes apresentam diferenças significantes entre si.

Observa-se na Tabela 5 que para os adesivos de 2 componentes e 1 passo, ativados apenas quimicamente ou fotoativados, o Clearfil DC apresentou os menores valores de fenda marginal que o Futurabond DC. Para os adesivos de 1 componente e 1 passo, o Clearfil S3 e Futurabond M não apresentaram diferenças entre si.

Considerando-se diferentes modos de cura para o mesmo adesivo, uso da fotoativação ou apenas da cura química influenciou os resultados apenas para o Clearfil DC, que exibiu menor largura de fenda marginal para a presa química. Na Tabela 6 observam-se os resultados do teste de Tukey para o fator ciclagem.

Tabela 6 – Resultados do teste de Tukey para o fator ciclagem quanto à fenda marginal

Ciclagem	Média (µm)	±dp	Conjuntos Homogêneos*		
NC	29,05	9,63	A		
C	39,65	8,85	B		

*Grupos com letras diferentes apresentam diferenças significantes entre si.

De acordo com os dados da Tabela 6 pode-se observar que os espécimes que foram submetidos à ciclagem termo-mecânica apresentaram maiores valores de fenda marginal.

Na Tabela 7 pode-se observar a média e o desvio-padrão e os resultados do teste de Tukey para a interação entre os três fatores analisados, com relação à fenda marginal.

Tabela 7 – Resultados do teste de Tukey para a interação entre os fatores quanto à fenda

Fatores	Média	±dp	Conjuntos homogêneos*						
GC CS NC	20,36	2,88	A						
GC CDCQ NC	21,17	8,00	A	B					
GC FM NC	21,35	1,98	A	B	C				
GF CDCQ NC	22,52	2,22	A	B	C				
GC CDCF NC	23,51	6,99	A	B	C				
GC FDCF NC	24,14	2,24	A	B	C	D			
GC CDCQ C	28,38	2,33	A	B	C	D	E		
GF CDCF NC	29,01	3,48		B	C	D	E		
GC FDCQ NC	29,10	3,22		B	C	D	E		
GF CS NC	29,64	4,71			C	D	E		
GC CDCF C	31,89	1,66				D	E	F	
GC FM C	32,70	6,13					E	F	
GC FDCF C	33,87	8,20					E	F	
GC FDCQ C	34,05	3,24					E	F	
GC CS C	36,67	4,12					E	F	G
GF FDCF NC	39,10	6,69						F	G H
GF CDCQ C	42,61	8,34							G H I
GF FDCQ NC	43,87	6,89							G H I
GF CDCF C	44,59	3,26							G H I
GF FM NC	44,86	6,01							G H I
GF FDCQ C	46,85	3,98							H I
GF FM C	47,12	6,36							H I
GF FDCF C	47,30	3,12							H I
GF CS C	49,82	2,83							I

*Grupos com letras diferentes apresentam diferenças significantes entre si.

Na Figura 8 podemos observar os valores de média de largura de fenda marginal, para os diferentes tipos de resina e adesivos, com e sem ciclagem termo-mecânica.

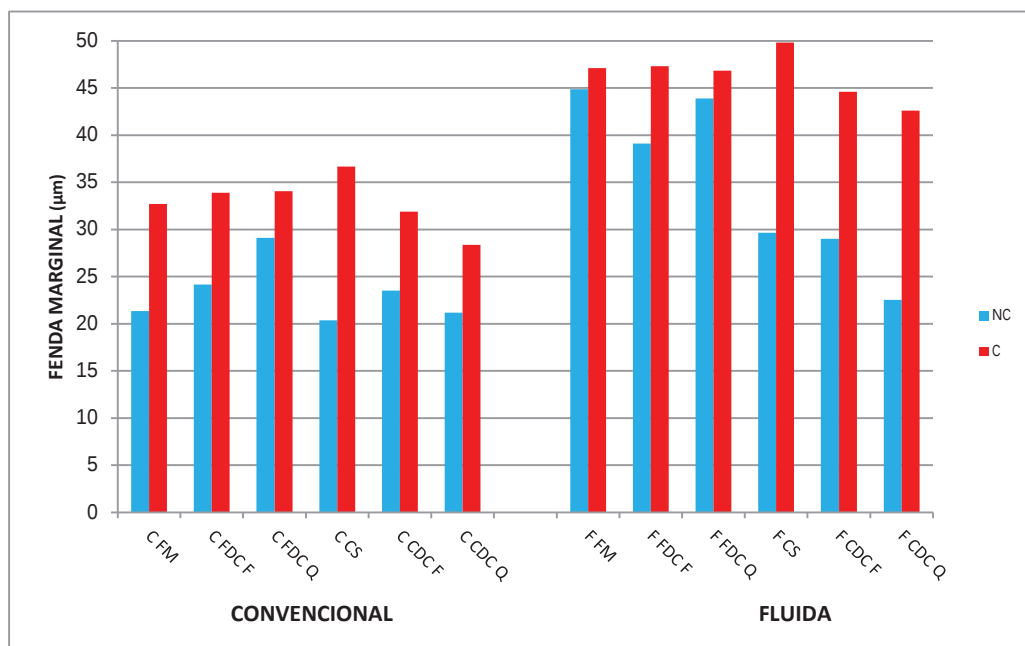


Figura 8 – Médias de largura das fendas marginais para os diferentes grupos

5.2 Microinfiltração

Os resultados do teste ANOVA três fatores para a microinfiltração podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8 – Resultados da ANOVA para a microinfiltração marginal

Fatores	Df	MS	F	p*
Resina	1	36,68	192,73	0,00*
Adesivo	5	0,65	3,42	0,00*
Ciclagem	1	40,25	211,48	0,00*
Resina x Adesivo	5	0,47	2,46	0,03*
Resina x Ciclagem	1	7,84	41,18	0,00*
Adesivo x Ciclagem	5	0,83	4,39	0,00*
Resina x Adesivo x Ciclagem	5	1,01	5,29	0,00*

* Diferenças significativas.

Pode-se observar diferenças significativas para todos os fatores avaliados, assim como para a interação entre eles. Os resultados do teste de Tukey para o fator resina pode ser observado na Tabela 9.

Tabela 9 – Resultados do teste de Tukey para o fator resina quanto à microinfiltração

Tipo de resina	Média (mm)	±dp	Conjuntos Homogêneos*	
Convencional	2,68	0,50	A	
Fluida	3,46	0,78		B

*Grupos com letras diferentes apresentam diferenças significantes entre si.

Observa-se que os espécimes restaurados com resina convencional apresentam média de microinfiltração em milímetros menor do que aqueles restaurados com resina fluída. Na Tabela 10 pode-se observar os resultados do teste de Tukey para o fator adesivo.

Tabela 10 – Resultados do teste de Tukey para o fator adesivo quanto à microinfiltração

Tipo de adesivo	Média (µm)	±dp	Conjuntos Homogêneos*	
FM	2,85	0,76	A	
CDC Q	3,00	0,77	A	B
FDC F	3,08	0,80	A	B
CDC F	3,15	0,71		B
CS	3,16	0,77		B
FDC Q	3,19	0,76		B

*Grupos com diferentes letras apresentam diferenças significantes entre si.

Observa-se na Tabela 10 que para os adesivos de 2 componentes e 1 passo, considerando o mesmo modo de cura, os dois produtos testados (Futurabond DC e Clearfil DC) não apresentaram diferenças significativas. Para os adesivos de 1 componente e 1 passo, o Futurabond M apresentou menos microinfiltração que o Clearfil S3.

Considerando-se diferentes modos de cura para o mesmo adesivo, uso da fotoativação ou apenas da cura química não influenciou os resultados de microinfiltração marginal. Na Tabela 11 podemos observar os resultados do teste de Tukey para o fator ciclagem.

Tabela 11 – Resultados do teste de Tukey para o fator ciclagem quanto à microinfiltração

Ciclagem	Média (mm)	±dp	Conjuntos Homogêneos*
NC	2,66	0,60	A
C	3,48	0,69	B

*Grupos com letras diferentes apresentam diferenças significantes entre si.

Em concordância com os resultados obtidos para fenda marginal, a realização da ciclagem térmico-mecânica também resultou em valores maiores de microinfiltração.

Na Tabela 12 podem-se observar os valores de média, desvio padrão e os resultados do teste de Tukey para a interação entre os três fatores analisados, com relação à microinfiltração marginal.

Tabela 12 – Resultados do teste de Tukey para a interação entre os fatores quanto à microinfiltração

Fatores	Média	±dp	Grupos homogêneos*						
GF FM NC	2,27	0,28	A						
GC CDCQ NC	2,28	0,76	A						
GC FDCF NC	2,29	0,45	A						
GC FM NC	2,45	0,22	A	B					
GC CS NC	2,53	0,37	A	B					
GC FDCQ NC	2,58	0,72	A	B					
GF FDCF NC	2,62	0,62	A	B					
GC CDCF NC	2,63	0,42	A	B					
GC FM C	2,65	0,21	A	B	C				
GC CDCQ C	2,76	0,20	A	B	C	D			
GC CDCF C	2,78	0,15	A	B	C	D			
GC CS C	2,86	0,36	A	B	C	D			
GF CDCF NC	2,97	0,35	A	B	C	D	E		
GC FDCQ C	2,97	0,25	A	B	C	D	E		
GF FDCQ NC	3,02	0,51		B	C	D	E		
GF CS NC	3,05	0,67		B	C	D	E		
GF CDCQ NC	3,34	0,63			C	D	E	F	
GC FDCF C	3,46	0,39				D	E	F	G
GF CDCQ C	3,65	0,58					E	F	G
GF FDCF C	3,97	0,34						F	G
GF FM C	4,06	0,37							G
GF FDCQ C	4,21	0,25							
GF CS C	4,22	0,27							
GF CDCF C	4,24	0,22							

*Grupos com diferentes letras apresentam diferenças significantes entre si.

Na Figura 9 podemos observar os valores de média de microinfiltração para os diferentes tipos de resina e adesivos, com e sem ciclagem termo-mecânica.

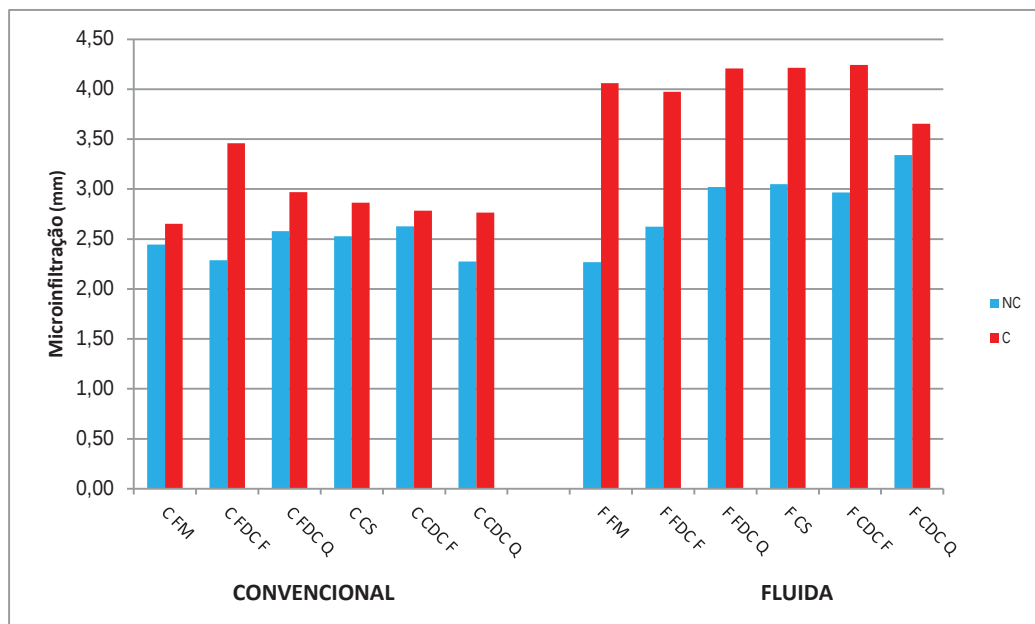


Figura 9 – Médias de microinfiltração marginal para os diferentes grupos

5.3 Correlação Fenda x Microinfiltração

Foi encontrada correlação positiva moderada entre as variáveis com $r = 0,57$. Desta forma, quanto maior forem as fendas mensuradas, maiores serão também os valores de microinfiltração. Na Figura 10 podemos observar o gráfico de correlação.

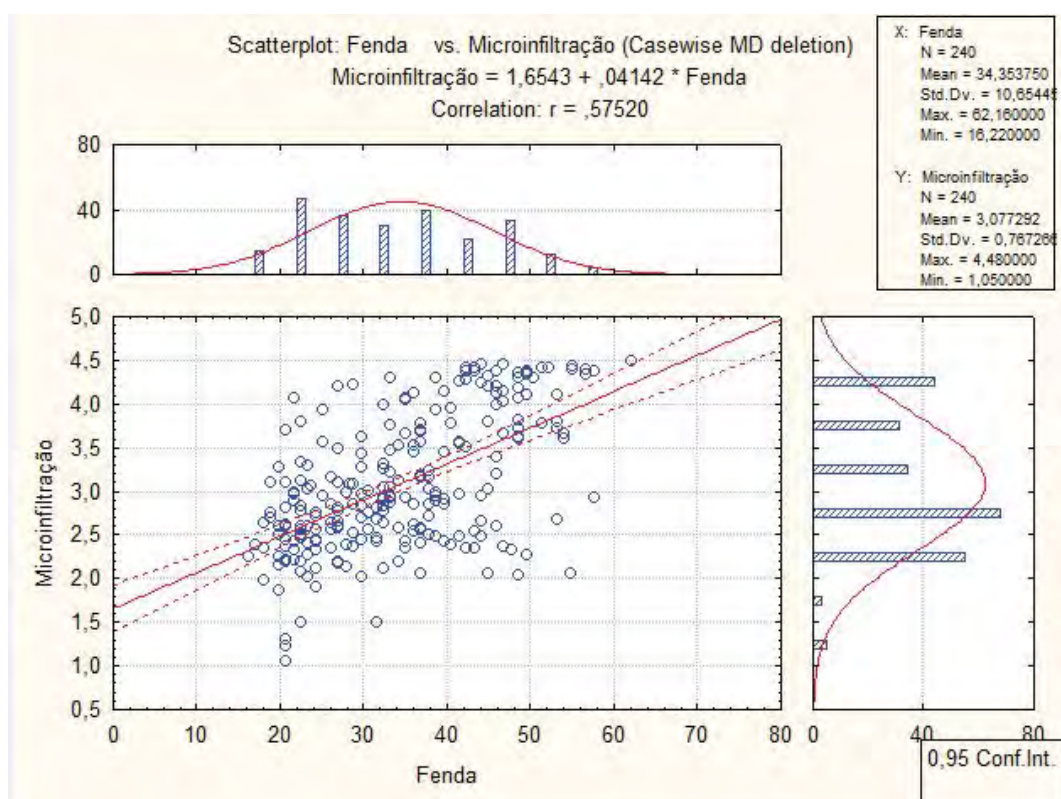


Figura 10 – Correlação Fenda e Microinfiltração

6 DISCUSSÃO

6.1 Da metodologia

Idealmente a restauração deveria selar hermeticamente toda a extensão das margens das cavidades. Porém, isso raramente ou nunca ocorre, e há então a formação das fendas marginais (Youngson et al., 1990). A formação destas fendas pode estar relacionada com a composição da resina, ou seja, do tipo e quantidade de carga e do tipo e conteúdo diluente. Além disso, se relaciona com o resultado da interação da força de contração e da resistência da união adesiva (Asmussen, 1975). Tais imperfeições marginais são deletérias e permitem a penetração de fluidos, denominada microinfiltração marginal (Ciucchi et al., 1997).

Para observação da presença das fendas marginais, diferentes métodos são observados na literatura. Dentre eles, destaca-se o de manchamento superficial das fendas por corantes, dos locais onde elas estão presentes, usando diversos tipos de soluções, como o vermelho ácido em propileno glicol a 1% (Alonso et al., 2006; Souza-Junior et al., 2011), a tinta carbono preta (Cho et al., 2006), azul de metileno (Mehl et al., 1997) ou a fluoresceína (Francisconi et al., 2009). Em alguns estudos os espécimes eram imersos no corante e em outros, o corante era aplicado sobre os espécimes, e a seguir eles eram observados em microscópio.

Outro método encontrado realizava a mensuração da fenda através de observação em microscópio ótico, sem o uso prévio de corantes (Mehl et al., 1997; Miguez et al., 2004; Cho et al., 2006; Ikeda et

al., 2009) ou em microscópio eletrônico de varredura (Mehl et al., 1997; Alonso et al., 2006; Raith et al., 2006; Coelho-de-Souza et al., 2008). Para observação por esses métodos os espécimes podem ser diretamente colocados no microscópio ou serem previamente seccionados. Outra possibilidade é o preparo de uma réplica em resina epóxi do espécime, obtida pela moldagem da restauração dentro da cavidade bucal do paciente.

Foram encontradas variações não só no método de observação da fenda, mas também na sua forma de mensuração. Alguns autores mensuraram a porcentagem do comprimento da fenda em relação ao comprimento da interface (Mehl et al., 1997; Cho et al., 2006; Souza-Junior et al., 2011), enquanto outros utilizaram a maior largura de fenda encontrada por espécime (Coelho-de-Souza et al., 2008; Francisconi et al., 2009).

Como no presente estudo seria realizada posteriormente, com o mesmo espécime, a avaliação da microinfiltração, o método de avaliação de fenda por corante poderia confundir a leitura posterior, e por MEV, pela necessidade de revestimento com ouro e uso do vácuo, inviabilizariam o uso dos nossos espécimes para próxima etapa. Desta forma, para a preservação dos espécimes, optamos pela avaliação no microscópio ótico.

A microinfiltração é a penetração de bactérias, toxinas e líquidos em fendas marginais na interface dente/restauração (Youngson et al., 1990). Esta pode permitir a ocorrência de cáries secundárias, danos pulpare e descoloração nas margens das restaurações. (Ciucchi et al., 1997; Brännström, Nordenvall, 1978; Christen, Mitchell, 1966).

Para avaliação da microinfiltração, o consenso na literatura é maior. Grande parte dos trabalhos utiliza a imersão em solução traçadora de nitrato de prata (Eakle, 1986; Darbyshire et al., 1988; Tay et al., 2002; Perdigão et al., 2009), enquanto outros usavam corantes como o azul de metileno (Vinay, Shivanna, 2010; Simi ,

Suprabha, 2011), rodamina B (Dibb et al., 2002) e fucsina básica (Crim, Godoy, 1987). Foi encontrado também o uso do isótopo radioativo Ca^{45} (Gogna et al., 2011).

Para escolher uma das técnicas é importante entender a diferença entre um corante e um traçador. Os corantes são hidrossolúveis e por isso podem dificultar uma real avaliação da infiltração, já que durante a secção do espécime é feita irrigação, e tal procedimento pode resultar no processo de lixiviação, que espalharia o corante, podendo levá-lo a regiões que ele não atingiria via fenda marginal (Wu et al., 1983).

Já com o uso de traçadores há maior segurança, como no caso do nitrato de prata e revelador radiográfico. O sal de nitrato de prata na forma de solução penetra nos defeitos marginais, e é posteriormente reduzido pelo revelador a prata metálica, o que resulta em um precipitado negro e insolúvel, que não pode ser removido e nem difundido (Wu et al., 1983). Por isso, em nosso estudo optamos pelo uso do nitrato de prata.

Alguns estudos de nanoinfiltração questionaram a possibilidade de falsos positivos com o uso da solução de nitrato de prata. Acreditavam que a imersão em solução de nitrato de prata convencional a 50%, que apresenta pH ácido (pH 4,2), seria capaz de dissolver a apatita e o fosfato de cálcio, que são re-precipitados na interface adesiva dos adesivos autocondicionantes, formando então porosidades (Tay et al., 2002). Para contornar este problema, foi proposto o uso do nitrato de prata amoniacal (pH= 9,5), o qual empregamos no presente estudo.

Para tentar aproximar os resultados dos estudos em laboratório com as condições clínicas, nas quais as restaurações são submetidas a uma série de tensões, os dentes restaurados foram submetidos ao estresse térmico e mecânico (Mandras et al, 1991). A literatura é bastante divergente e confusa com relação à ciclagem. São encontrados variados números de ciclos tanto térmicos como mecânicos, variadas forças e frequências. No caso das ciclagens mecânicas, grande parte dos trabalhos não chega a especificar estes dados, dizendo apenas

que realizou a ciclagem. Os trabalhos que fazem tais especificações geralmente não apresentam nenhuma referência que justifique sua escolha.

Alguns trabalhos como o realizado por Blatz et al. em 2008, afirmam que a realização de 1,2 milhões de ciclos mecânicos equivaleriam a 5 anos *in vivo*, porém não referenciam ou justificam esta informação. Um trabalho realizado por Heintz et al. em 2005, explica que esta correlação trata-se apenas de uma hipótese, e que esta não foi sistematicamente verificada em estudos clínicos com diferentes materiais, e na verdade trata-se apenas de uma extrapolação de dados com base no estudo realizado por Krejci e Lutz em 1990. Neste estudo Krejci e Lutz, compararam qualitativa e quantitativamente os resultados de desgastes encontrados *in vitro* com *in vivo* em inlays MOD de resina composta e amálgama, e encontraram alta correlação entre estes resultados para ambos os materiais avaliados.

Com relação ao número de ciclos térmicos, também há bastante divergência e grande parte das escolhas são feitas de forma arbitrária. A frequência com que estes ciclos ocorrem em vivo ainda não foi formalmente estimada e determinada, porém propõe-se que tais ciclos devam ocorrer de 20 a 50 vezes por dia. Desta forma, se sugere uma estimativa de que 10.000 ciclos poderiam representar um ano de função em vivo (Gale, Darvell, 1999). Assim os 1.000 ciclos usados neste estudo corresponderiam a pouco mais que 1 mês *in vivo*.

A realização da ciclagem térmica é importante, já que claramente as restaurações são sujeitas a alterações térmicas na boca. Através da colocação de termo-receptores em restaurações protéticas, alguns estudos determinaram qual extremo de variação de temperatura ao qual a boca pode estar sujeita. Concluiu-se que dificilmente as temperaturas ultrapassem o mínimo de 0 °C ao comer sorvetes e o máximo de 60 a 65 °C ao comer um sanduíche de queijo quente (Mair, Padipatvuthikul, 2010).

A variação da temperatura também é importante, já que quando a temperatura diminui de 37 °C para 4 °C, a resina gera tensões de contração volumétrica, enquanto que um aumento da temperatura de 37 °C a 60 °C gera tensões de expansão (Momoi et al., 1990). Para tentar nos aproximarmos desses valores extremos ao qual a boca pode estar submetida, realizamos a ciclagem térmica com banhos de 5, 37 e 55 °C.

6.2 Dos resultados

Com relação ao fator resina, a resina fluida por apresentar maior contração do que uma resina híbrida convencional deveria apresentar um maior potencial para criar tensões na interface. Por outro lado, isto poderia ser compensado pelo fato desta resina ser um material menos rígido, ou seja, apresentar menor módulo de elasticidade (Labella et. al, 1999). Acredita-se que um material com menor módulo de elasticidade seja capaz de absorver melhor as tensões geradas pela contração de polimerização (Reis et. al, 2007) .

Baseado nesta teoria pensou-se no uso da resina fluida como uma camada intermediária elástica em restaurações de resina em dentes posteriores (Reis et. al, 2007) . O trabalho realizado por Cho et al. em 2006, usou resina fluida como base para restaurações de resina condensáveis e não encontrou fendas entre a cavidade e a resina fluida. Os resultados encontrados por Simi e Suprabha em 2011, mostraram que o uso de uma base de resina fluida ou cimento de ionômero de vidro antes de uma restauração de resina, é capaz de reduzir significativamente a microinfiltração quando comparado com uma restauração inteira em resina convencional.

Esperava-se então que a resina fluida testada no presente trabalho, com alto conteúdo de carga apresentasse bons resultados, já que uniria as vantagens do alto conteúdo de carga, ou seja, uma menor contração, com a baixa viscosidade, que levaria a uma boa adaptação da resina no interior da cavidade e diminuição das tensões pelo menor módulo de elasticidade (Moreira da Silva et al., 2007; Rawls, Esquivel-Upshaw, 2005). O desenvolvimento de resinas fluidas com alto conteúdo de carga fez os fabricantes começarem a pensar em usá-la como único material para restauração de dentes posteriores e não apenas como uma camada intermediária.

Porém, em nosso estudo, a resina fluida apresentou uma maior média de largura das fendas marginais em micrometros e também uma maior média de microinfiltração em milímetros do que a resina convencional (Tabelas 4 e 9). Tais resultados, estão em acordo com os encontrados por Ikeda et al. em 2009, no qual o grupo restaurado com resina fluida, porém de conteúdo de carga convencional, apresentou formação de fenda marginal significativamente maior que o restaurados com resina híbrida convencional. Por outro lado, no estudo de Alonso et al. em 2006 não foram encontradas diferenças significativas no tamanho da fenda nos diferentes tipos de resinas testadas.

Visando facilitar o entendimento dos resultados e melhor caracterizar o nosso material de estudo, algumas propriedades de ambas as resinas foram avaliadas. Ao analisarmos estes dados (Tabela 2), notamos que a resina fluida com alto conteúdo de carga ainda apresentava maior contração de polimerização (3.66% fluida x 2.56% convencional) e geração de tensão de polimerização (6.22N fluida x 3.51N convencional) do que a resina convencional, mesmo apresentando menor módulo de elasticidade (12.85 GPa fluida x 21.62GPa convencional). Isso mostra que o baixo módulo de elasticidade, que poderia melhorar o resultado final da restauração, não foi suficiente para

compensar a maior contração e geração de tensões, resultando em maiores fendas e microinfiltração pela resina fluida.

Se as resinas apresentassem o mesmo grau de contração de polimerização, possivelmente a resina com maior módulo de elasticidade, ou seja, a convencional levaria a uma maior formação de fenda do que a fluida (Peutzfeldt, Asmussen, 2004). Porém, na avaliação das resinas usadas em nosso estudo, a resina fluida apresentou maior contração de polimerização.

Pouco tempo após o início da fotopolimerização, a resina composta começa a transferência de tensões para as paredes da cavidade. A correlação entre contração de polimerização e formação de fenda existe, e desta forma, quanto maior for a contração maior será a fenda gerada (Peutzfeldt, Asmussen, 2004). Isso justifica então, o fato da resina fluida ter apresentado maiores valores de fenda e conseqüentemente de microinfiltração marginal que a resina convencional.

Com relação ao fator adesivo, na avaliação da fenda marginal o adesivo Clearfil DC quimicamente ativado apresentou menores valores de fenda quando comparado a todos os outros adesivos utilizados (Tabela 5). Ele também apresentou menor fenda marginal que o mesmo adesivo ao ser fotopolimerizado. Para o Futurabond DC, o fator presa química ou com luz não gerou diferenças significativas. Com relação à microinfiltração, o tipo de presa do adesivo não resultou em diferenças significativas (Tabela 10).

Em um estudo realizado por Griffiths et al. em 1999, o uso de um primer experimental que não foi fotopolimerizado levou a menos microinfiltração que o primer experimental com fotoiniciadores. Os autores supõem que estes melhores resultados de microinfiltração tenham sido obtidos pela presença de uma flexibilidade residual dentro da zona híbrida nestes primers. Esta possível retenção de elasticidade também pode ter acontecido com o Clearfil DC quimicamente ativado. Talvez esta

flexibilidade seja resultante de uma falha da polimerização química, a qual pode não ter ocorrido com o Futurabond DC.

Um estudo realizado em 2006 por Menezes et al., mostrou que tanto a polimerização dual como a somente química dos adesivos foi capaz de produzir resistência de união adesiva semelhante à polimerização por luz. Porém os autores frisam que para isso é fundamental que haja uma completa polimerização e ação dos componentes ativadores da presa química, já que uma incompleta polimerização pode ser capaz de permitir a difusão de água, o que vai comprometer mais ainda a reação de polimerização, como consequência, prejudicará as propriedades mecânicas, a resistência de união e comprometerá a longevidade da restauração.

Com relação à microinfiltração, os diferentes tipos de adesivo não diferiram muito entre si, o Futurabond M foi o que apresentou os melhores resultados e diferença significativa quando comparado ao também de frasco único Clearfil S3.

Os adesivos autocondicionantes possuem monômeros resinosos que em meio aquoso se ionizam e liberam íons H^+ . Eles podem ser classificados de acordo com o seu potencial de agressividade, o que se relaciona com o seu pH. São considerados fortes aqueles com $pH < 1$, intermediários entre 1 e 2 e fracos aqueles com $pH > 2$. Os adesivos autocondicionantes com menores valores de pH possuem maior acidez e, portanto, são capazes de produzir um padrão de condicionamento de esmalte mais pronunciado (Salz et al., 2006; Tay, Pashley, 2001). Isto poderia explicar os melhores resultados do Futurabond M para microinfiltração, pois seu primer ácido é intermediário com $pH = 2$, já o Clearfil S3 com $pH = 2.7$ é considerado fraco.

Em se tratando do fator ciclagem termo-mecânica, a variação da temperatura associada à diferença entre coeficientes de expansão térmica linear do dente e dos materiais restauradores, levaria a diferentes comportamentos e proporções de expansão e contração,

induzindo estresses na interface. Já a ciclagem mecânica, submete a restauração a cargas e tensões, o que seria capaz de levar à propagação dos defeitos interfaciais e aumentar o espaço entre dente e restauração (Trowbridge, 1987).

De acordo com a teoria de Griffith um corpo ou material frágil contém defeitos (microtrincas), que quando submetidos a uma tensão externa, como a ciclagem, atuam como concentradores de tensão. A tensão nessa região crítica aumentará gradualmente até o momento que consegue ultrapassar a resistência de união e consequentemente levará a ruptura ou propagação da fratura adesiva (Griffith, 1921).

Como era esperado, observando as Figuras 8 e 9, e os dados das Tabelas 6 e 11, notamos maiores valores de fenda marginal e de microinfiltração para os grupos ciclados quando comparados aos seus correspondentes não ciclados. Isso concorda com os resultados obtidos por Francisconi et al. em 2009, onde a presença de carga oclusal levou a um aumento significativo das fendas marginais. Nosso estudo concorda também com o estudo de Perdigão et al. também em 2009, onde os grupos submetidos à termociclagem apresentaram microinfiltração significativamente maior que nos grupos armazenados em água destilada.

As Figuras 8 e 9 nos permitem observar que de forma geral, os grupos restaurados com resina fluida sofreram maior influência negativa da ciclagem que os grupos restaurados com a resina convencional, principalmente com relação à microinfiltração. Tal resultado pode ter sido influenciado pelo comportamento dessas resinas na presença da ciclagem térmica. De acordo com o estudo de Momoi et al. em 1990, a microinfiltração de todos os dentes restaurados aumentou quando submetidos ao estresse térmico, e isto deve ser causado por diferenças na expansão térmica do dente e da resina composta.

O coeficiente de expansão térmica linear (CETL) trata de uma propriedade térmica dos materiais, que exhibe a relação da mudança no comprimento original deste quando submetido à mudança na

temperatura em 1 °C. O CETL da dentina é 8,3 e do esmalte é 11,4. O CETL da resina Grandio SO, consistência convencional, é 27,3 em quanto o da Grandio SO Heavy Flow é 38,6. Até hoje nenhum compósito conseguiu atingir o mesmo CETL do dente. Desta forma, dependendo do seu CETL, uma restauração feita com certo material pode se expandir ou contrair mais que outra feita com um material com menor CETL. Sendo assim, quanto maior a diferença entre o CETL do material e da estrutura dental, maior será o estresse gerado na interface, resultando em maior microinfiltração e fendas marginais (Anusavice, Brantley, 2005).

Durante o declínio da temperatura, a margem entre dente/restauração está submetida à somatória de dois estresses, o de contração de polimerização residual associado ao estresse de contração térmica. Com a liberação desses estresses pelo rompimento da união adesiva, ocorre o encolhimento da resina. A contração causada pelo estresse residual da polimerização permanece mesmo com o aumento da temperatura. Quando o espécime é submetido à mudança de temperatura de 37 °C para 60 °C, o contraste com o estresse de expansão térmica exercerá pressão sobre a parede da cavidade. A constante exposição dos espécimes a esses estresses, ciclo após ciclo, faz com que a deterioração da interface aumente gradualmente (Momoi et al.,1990).

Mediante o exposto, justifica-se uma maior presença de microinfiltração nos espécimes restaurados com a resina fluida no presente estudo, já que esta apresenta maiores valores de contração e estresse de polimerização do que a convencional. Além de apresentar também uma maior discrepância entre o seu CETL e o do dente.

Porém, é importante salientar que mesmo os grupos que não foram submetidos à ciclagem também apresentaram presença de fenda e microinfiltração. Isso também foi observado no trabalho de Eakle em 1986. O autor sugeriu que isto possa demonstrar que só a contração da resina já é capaz de produzir fendas, antes mesmo da ciclagem.

Mesmo sendo promissoras e trazendo melhoras nas suas propriedades físicas, as resinas fluídas com alto conteúdo de carga continuam apresentando resultados inferiores aos encontrados para as resinas de viscosidade convencional no que diz respeito à adaptação e ao selamento marginal. Observou-se também que diferenças na forma de cura dos adesivos tiveram pouca influência nos parâmetros avaliados, manifestando-se apenas para um adesivo e somente para variável de resposta fenda marginal. A ciclagem termomecânica se mostrou uma forma de envelhecimento artificial eficaz e também influenciou a adaptação e o selamento marginal.

7 CONCLUSÕES

Mediante os resultados deste estudo podemos concluir que:

- O uso de resina com viscosidade convencional resultou em menor microinfiltração e fendas marginais mais estreitas que a resina fluida;
- Os diferentes tipos de polimerização dos adesivos influenciaram apenas os resultados de fenda marginal para o adesivo Clearfil DC;
- O envelhecimento artificial por meio da ciclagem termo-mecânica aumentou tanto a microinfiltração como as fendas marginais.

8 REFERÊNCIAS*

Alonso R, Correr G, Cunha LG, Borges AFS, Puppim-Rontani RM, Sinhoreti MAC. Dye staining gap test: An alternative method for assessing marginal gap formation in composite restorations. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2006;64:141-5.

Anusavice KJ, Brantley WA. Propriedades físicas dos materiais dentários. In: Anusavice KJ. *Phillips Materiais Dentários*. 11ªed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005. p.39-68.

Asmussen E. Composite restorative resins. Composition versus wall-to-wall polymerization contraction. *Acta Odont. Scand*. 1975;33:337-44.

Blatz MB, Oppes S, Chiche G, Holst S, Sadan A. Influence of cementation technique on fracture strength and leakage of alumina all-ceramic crowns after cyclic loading. *Quintessence Int*. 2008;39(1):23-32.

Boaro LCC, Gonçalves F, Guimarães TC, Ferracane JL, Versluis A, Braga RR. Polymerization stress, shrinkage and elastic modulus of current low-shrinkage restorative composites. *Dent Mater*. 2010;26:1144-50.

Brännström M, Nordenvall KJ. Bacterial penetration, pulpal reaction and the inner surface of concise enamel bond. Composite fillings in etched and unetched cavities. *J Dent Res*. 1978;57(1):3-10.

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):538-44.

Christen AG, Mitchell DF. A fluorescent dye method for demonstrating leakage around dental restorations. *J Dent Res*. 1966;45(5):1485-92.

*Baseado em:

Internacional Comite of Medical Journal Editors. Bibliographic Services Division. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals: simple referentes [homepage na Internet]. Bethesda: US Nacional Library; c2003 [disponibilidade em 2006 fev; citado em 20 mar.]. Disponível em: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html.

Ciucchi B, Bouillaguet S, Delaloye M, Holz J. Volume of the internal gap formed under composite restorations in vitro. *J Dent*. 1997;25:305-12.

Coelho-de-Souza F, Klein-Júnior C, Campos LM, Kleina M, Pereira E, Fischer NF. Avaliação de fenda marginal, através de microscopia eletrônica de varredura, em restaurações de resina composta com diferentes técnicas adesivas. *Rev Odonto Ciênc*. 2008;23(2):170-174.

Conceição E. Clareamento Dental. In: Conceição EM, Dillenburg AL, Eduardo CP, Leite CV, Soares CG, Tanji E, et al. *Dentística, Saúde e Estética*. 2ed. Porto Alegre: Artmed;2000. cap.12, p.145-66.

Crim GA, Garcia-Godoy F. Microleakage: the effect of storage and cycling duration. *J Prosthet Dent*. 1987; 57(5):574-6.

Darbyshire P A, Messer LB, Douglas WH. Microleakage in class II composite restorations bonded to dentin using thermal and load cycling. *J Dent Res*. 1988;67(3):585-7.

Dibb RGP, Corona SAM, Borsatto MC, Ferreira KC, Ramos RP, Pécora JD. Assessing Microleakage on Class V Composite Resin Restorations after Er:YAG Laser Preparation Varying the Adhesive Systems. *J Clin Laser Med Surg*. 2002;20(3):129-133.

Duarte Jr S, Perdigao J, Lopes MM. Effect of dentin conditioning time on nanoleakage. *Oper Dent*. 2006;31(4):500-11.

Eakle WS. Effect of thermal cycling on fracture strength and microleakage in teeth restored with a bonded composite resin. *Dent Mater*. 1986;2(3):114-7.

Fayyad MA, Shortall AC. Microleakage of dentine-bonded posterior composite restorations. *J Dent*. 1987;15(2):67-72.

Francisconi LF, Graeff MS, Martins LM, Franco EB, Mondelli RFL, Francisconi PAS, et al. The effects of occlusal loading on the margins of cervical restorations. *J Am Dent Assoc*. 2009;140(10):1275-82.

Frankenberger R, Tay FR. Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermo-mechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin composite restorations. *Dent Mater.* 2005;21(5):397-412.

Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent.* 1999;27(2):89-99.

Gao BT, Lin H, Han JM, Zheng G. Polymerization characteristics, flexural modulus and microleakage evaluation of silorane-based and methacrylate-based composites. *Am J Dent.* 2011;24(2):97-102.

Gogna R, Jagadis S, Shashikal K. A comparative in vitro study of microleakage by a radioactive isotope and compressive strength of three nanofilled composite resin restorations. *J Conserv Dent.* 2011;14(2):128-31.

Griffith AA. The phenomena of rupture and flow in solids. *Phil Trans Roy Soc London.* 1921;221:163-198.

Griffiths BM, Watson TF, Sherriff M. The influence of dentine bonding systems and their handling characteristics on the morphology and micropermeability of the dentine adhesive interface. *J Dent.* 1999;27(1):63-71.

Hamouda IM, Samra NR, Badawi MF. Microtensile bond strength of etch and rinse versus self-etch adhesive systems. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2011;4(3):461-6.

Hansen EK, Asmussen E. Marginal adaptation of posterior resins: effect of dentin-bonding agent and hygroscopic expansion. *Dent Mater.* 1989;5(2):122-6.

Heintze SD, Zappini G, Rousson V. Wear of ten dental restorative materials in five wear simulators--results of a round robin test. *Dent Mater.* 2005;21(4):304-17.

Ikeda I, Otsuki M, Sadr A, Nomura T, Kishikawa R, Tagami J. Effect of filler content of flowable composites on resin-cavity interface. *Dent Mater J*. 2009;28(6):679-85.

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

Koike T, Hasegawa T, Manabe A, Itoh K, Wakumoto S. Effect of water sorption and thermal stress on cavity adaptation of dental composites. *Dent Mater*. 1990;6(3):178-80.

Krejci I, Lutz F. [In-vitro test results of the evaluation of dental restoration systems. Correlation with in-vivo results]. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 1990;100(12):1445-9.

Labella R, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dent Mater*. 1999; 5(2):128-37.

Leinfelder KF. Posterior composite resins: the materials and their clinical performance. *J Am Dent Assoc*. 1995;126(5):663-76.

Loguercio AD, Reis A, Bortoli G, Patzlaft R, Kenshima S, Rodrigues Filho LE, et al. Influence of adhesive systems on interfacial dentin gap formation in vitro. *Oper Dent*. 2006;31(4):431-41.

Mair L, Padipatvuthikul P. Variables related to materials and preparing for bond strength testing irrespective of the test protocol. *Dent Mater*. 2010;26(2):17-23.

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

Menezes MJ, Arrais CA, Giannini MI. Influence of light-activated and auto- and dual-polymerizing adhesive systems on bond strength of indirect composite resin to dentin. *J Prosthet Dent*. 2006;96(2):115-21.

Mehl A, Hickel R, Kunzelmann KH. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without 'softstart-polymerization. J Dent. 1997;25(3-4):321-30.

Momoi Y, Iwase H, Nakano Y, Kohno A, Asanuma A, Yanagisawa K. Gradual increases in marginal leakage of resin composite restorations with thermal stress. J Dent Res. 1990;69(10):1659-63.

Miguez PA, Pereira PN, Foxton R, Walter R, Nunes MF, Swift Jr EJ. Effects of flowable resin on bond strength and gap formation in Class I restorations. Dent Mater. 2004;20(9):839-45.

Moreira da Silva E, dos Santos GO, Guimarães JG, Barcellos A, Sampaio EM. The influence of C-factor, flexural modulus and viscous flow on gap formation in resin composite restorations. Oper Dent. 2007;32(4):356-62.

Obici AC, Sinhoreti MA, Correr Sobrinho L, Goes MF, Consani S. Evaluation of depth of cure and Knoop hardness in a dental composite photo-activated using different methods. Braz Dent J. 2004;15(3):199-203.

O'Keefe KL, Powers JM. Adhesion of resin composite core materials to dentin. Int J Prosthodont. 2001;14(5):451-6.

Oooka S, Miyazaki M, Takamizawa T, Tsubota K, Kurokawa H, Rikuta A. Influence of adhesive polymerization mode on dentin bond strength of direct core foundation systems. J Oral Sci. 2004;46(3):185-9.

Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. Dent Mater. 2001;17(5):430-44.

Perdigao J, Monteiro P, Gomes G. *In vitro* enamel sealing of self-etch adhesives. Quintessence Int. 2009;40(3):225-33.

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

Radovic M, Lara-Curzio E, Riester L. Comparision of different experimental techniques for determination of elastics properties of solids. *Mater Sci Eng.* 2004;A368:56-70.

Ratih DN, Palamara JE, Messer HH. Minimizing dentinal fluid flow associated with gap formation. *J Dent Res.* 2006;85(11):1027-31.

Rawls H, Esquivel-Upshaw J. Resinas Restauradoras. In: Anusavice KJ. *Phillips materiais dentários.* 11ªed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005. p.375-417.

Reis A, Loguercio AD, Bittencourt DD, De Góes MF. Resinas compostas. In: *Materias dentários restauradores diretos - dos fundamentos à aplicação clínica.* São Paulo: Editora Santos; 2007. cap 5. p.137-180.

Salz U, Mucke A, Zimmermann J, Tay FR, Pashley DH. pKa value and buffering capacity of acidic monomers commonly used in self-etching primers. *J Adhes Dent.* 2006;8(3):143-50.

Simi B, Suprabha B. Evaluation of microleakage in posterior nanocomposite restorations with adhesive liners. *J Conserv Dent.* 2011;14(2):178-81.

Souza-Junior E, Souza-Regis M, Alonso RC, Freitas A, Sinhoreti M, Cunha L. Effect of the curing method and composite volume on marginal and internal adaptation of composite restoratives. *Oper Dent.* 2011;36(2):231-8.

Staninec M, Marshall GW, Kawakami M, Lowe A. Bond strength, interfacial characterization, and fracture surface analysis for a new stress-breaking bonding agent. *J Prosthet Dent.* 1995;74(5):469-75.

Tani Y, Nambu T, Makishima T. Microleakage of composite resin restorations with dentin margins. *Dent Mater J.* 1986;5(2):233-6.

Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater.* 2001;17(4):296-308.

Tay FR, Pashley DH, Yoshiyama M. Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res.* 2002;81(7):472-6.

Trowbridge HO. Model systems for determining biologic effects of microleakage. *Oper Dent.* 1987;12(4):164-72.

Van Dijken J W, Pallesen U. Four-year clinical evaluation of Class II nano-hybrid resin composite restorations bonded with a one-step self-etch and a two-step etch-and-rinse adhesive. *J Dent .* 2011;39(1):16-25.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent .* 2003;28(3):215-35.

Vinay S, Shivanna V. Comparative evaluation of microleakage of fifth, sixth, and seventh generation dentin bonding agents: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2010;13(3):136-40.

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

Wu W, Cobb E, Dermann K, Rupp NW. Detecting margin leakage of dental composite restorations. *J Biomed Mater Res.* 1983;17(1):37-43.

Youngson CC, Grey NJA, Jones JG. *In vitro* marginal microleakage: examination of measurements used in assessment. *J Dent.* 1990;18(3):142-6.

Yu XY, Joynt RB, Davis EL, Wieczkowski Jr G. Adhesion to dentin. *J Calif Dent Assoc.* 1993;21(6):23-9.

ANEXO A – Certificado do comitê de ética em pesquisa**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA****CERTIFICADO**

Comitê de Ética em Pesquisa-Local
Envolvendo animais

São José dos Campos, 11 de maio de 2011

Ofício nº 06/2011/CEPa

Prezado Senhor

Esclarecemos que não há necessidade do projeto intitulado **"Avaliação da microinfiltração e formação de fendas marginais empregando adesivos autocondicionantes fotopolimerizáveis ou duais associados às resinas compostas de diferentes viscosidades após envelhecimento artificial"** de sua responsabilidade, tendo como orientada a aluna Natália Cortez Gutierrez, ser analisado por este Comitê, porque a pesquisa em tela não envolve a utilização de vertebrados e sim o uso de dentes bovinos como substrato comercialmente disponível, de acordo com a Lei nº 11.794 de 08/10/2008 – Lei "Arouca".

Atenciosamente,

Prof. Titular YASMIN RODARTE CARVALHO
Coordenadora

Prof. Adjunto CARLOS ROCHA GOMES TORRES
Unesp-Campus de SJCampos

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:
Alvarez S, Coelho DCAG, Couto RAO, Durante APM. Guia prático
para Normalização de Trabalhos Acadêmicos da FOSJC. São José
dos Campos: FOSJC/UNESP; 2010.

985a Gutierrez, Natália Cortez
Avaliação da formação de fendas marginais e da
microinfiltração após envelhecimento artificial, empregando adesivos
autocondicionantes fotopolimerizáveis ou duais associados à resinas compostas
de diferentes viscosidades / Natália Cortez Gutierrez. - São José dos Campos :
[s.n.], 2012.
73f. : il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) – Faculdade de
Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista, 2012.
Orientador: Prof. Carlos Rocha Gomes Torres.

1. Fenda marginal. 2. Microinfiltração. 3. Resina composta. 4. Adesivos dentários.
5. Ciclagem termo-mecânica I. Torres, Carlos Rocha Gomes. II. Faculdade de
Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista. III.
Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". IV. UNESP – Univ
Estadual Paulista. V. Título

td15

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da
Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho,
por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a
fonte.

São José dos Campos, 7 de Fevereiro de 2012 .
Assinatura :

E-mail: natalia.gutierrez@fosjc.unesp.br