

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

ALFONSO SÁNCHEZ-AYALA

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CICLAGEM TÉRMICA E MECÂNICA NA
EFETIVIDADE DA INTERFACE ADESIVA

PONTA GROSSA
2008

ALFONSO SÁNCHEZ-AYALA

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CICLAGEM TÉRMICA E MECÂNICA NA
EFETIVIDADE DA INTERFACE ADESIVA

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Curso de Mestrado em Odontologia - Área de concentração em Dentística Restauradora.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Osnara Maria Mongruel Gomes.

PONTA GROSSA
2008

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Processos Técnicos BICEN/UEPG

S211a

Sánchez-Ayala, Alfonso

Avaliação da influência da ciclagem térmica e mecânica na efetividade da interface adesiva. / Alfonso Sánchez-Ayala. Ponta Grossa, 2008.

110 f.

Dissertação (Mestrado em Odontologia - área de concentração em Dentística Restauradora) - Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profª. Dra. Osnara Maria Monguel Gomes

1. Infiltração dentária. 2. Adesivos dentários. 3. Nitrato de prata. I. Gomes, Osnara Maria Mongurel

CDD: 617.67



DADOS CURRICULARES

Alfonso Sánchez-Ayala

NASCIMENTO 01.12.1979 Lima – Peru

FILIAÇÃO Isabel Eusébia Ayala Valencia de Sánchez
Alfonso Sánchez Chacaltana

1998-2002 Curso de Graduação em Estomatologia
Universidade Peruana Cayetano Heredia
(UPCH)
Lima – Peru

2003 Aperfeiçoamento em Reabilitação Implanto-
Suportada
Universidade Peruana Cayetano Heredia
(UPCH)
Lima – Peru

2006- Curso de Pós-Graduação em Odontologia
Área de Concentração – Dentística
Restauradora, Nível Mestrado,
Universidade Estadual de Ponta Grossa
(UEPG)
Ponta Grossa – Paraná

ALFONSO SÁNCHEZ-AYALA

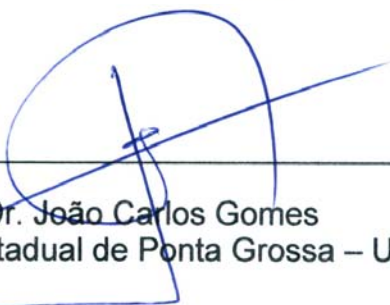
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CICLAGEM TÉRMICA E MECÂNICA NA
EFETIVIDADE DA INTERFACE ADESIVA

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Curso de Mestrado em Odontologia – Área de concentração em Dentística Restauradora.

Ponta Grossa, 31 de janeiro de 2008.



Profa. Dra. Osnara Maria Mongruel Gomes – Orientadora
Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG



Prof. Dr. João Carlos Gomes
Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG



Prof. Dr. Rui Fernando Mazur
Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR

Isto é para Isabel, Alfonso, Alejandro e Sheila.
O esforço final sempre será por vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me permitir ser filho seu.

Ao Governo Brasileiro e ao do Paraná pela manutenção do Mestrado em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa por me receber nas suas aulas.

À Prof^a. Dr^a. Osnara Maria Mongruel Gomes por a sua dedicação, contribuição acadêmica e sugestões na orientação desta dissertação. A senhora foi mais do que uma orientadora, sem sua condução este trabalho não poderia ter sido realizado.

Ao Prof. Dr. João Carlos Gomes por sua contribuição intelectual e logística na realização deste trabalho.

À Prof^a Ms. Leyla Delgado Cotrina por confiar em mim na realização deste Mestrado e por sua ajuda incondicional.

Ao Prof. Dr. Manuel Oscar Lagravère Vich por seu aporte direto nesta pesquisa, e por sua amizade.

Ao Prof. Dr. Fabio André Santos por seu aporte crítico e coerente no desenvolvimento desta dissertação.

Ao Tec. Dr. Milton D. Michel por sua importante contribuição nesta dissertação.

À Morgana das Graças Procz dos Santos e ao Ms. Celso Bilynkievycz dos Santos por a sua ajuda na execução deste estudo.

À Camila Maggi Maia Silveria e a Eloísa de Paula Godoy, colegas do mestrado, por sua sinceridade, companheirismo e amizade durante a realização do curso.

Aos bons funcionários da Universidade Estadual de Ponta Grossa por criar as condições necessárias para a realização da minha dissertação.

A meus pais por seu apoio incondicional e por me ensinar que a dica é o esforço para evitar se esforçar.

É preciso estudar para ganhar o mundo e conquistá-lo para Deus.
Então, elevaremos o plano do nosso esforço,
procurando que a atividade realizada se converta em encontro com o Senhor,
e sirva de base aos outros, aos que hão-de seguir o nosso caminho...

(São Josemaría Escrivã – Sulco 526)

Sánchez-Ayala A. Avaliação da influência da ciclagem térmica e mecânica na efetividade da interface adesiva. [Dissertação – Mestrado em Odontologia – Área de Concentração – Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2008.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CICLAGEM TÉRMICA E MECÂNICA NA EFETIVIDADE DA INTERFACE ADESIVA

RESUMO

A proposição deste estudo foi avaliar *in vitro* a efetividade adesiva em cavidades de classe V utilizando quatro diferentes sistemas adesivos, sendo submetidas a termociclagem e carga cíclica oclusal. As cavidades tiveram uma dimensão de 3x2x1.8 mm³ e foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular e lingual de 80 pré-molares humanos (n=160). Os sistemas adesivos empregados foram AdperTM Single Bond 2, AdheSE[®], AdperTM PromptTM L-PopTM e One Coat 7.0. A resina composta utilizada foi Synergy[®] D6. Os procedimentos de adesão e fotopolimerização (600 mW/cm²) foram realizados convencionalmente e seguindo as recomendações do fabricante. Os espécimes foram divididos em 4 grupos (n=40) segundo o tipo sistema adesivo utilizado. Cada grupo foi dividido em 4 subgrupos (n=10) segundo o tipo de estresse aplicado (termociclagem, carga cíclica oclusal e termociclagem+carga cíclica oclusal). Cada subgrupo incluiu 1 grupo controle sem estresse. A termociclagem foi realizada utilizando 500 ciclos a 5-55 °C, 15 seg de tempo de permanência em cada temperatura e 5 seg de tempo de transferência. A carga cíclica oclusal foi realizada aplicando uma força de 40-70 N durante 50000 ciclos com frequência de 2 Hz. Posteriormente, os espécimes foram impermeabilizados e imersos em agente traçador de solução a 50 % de nitrato de prata por 2 horas. Finalmente, os espécimes foram preparados para a avaliação da efetividade adesiva por meio de microscopia óptica 40X (ocorrência de microinfiltração marginal) e microscopia eletrônica de varredura 1000x (formação de fendas). A microinfiltração do agente traçador foi mensurada qualitativa (escore) e quantitativamente (µm). A largura das fendas foi medida (µm) em 3 pontos do centro da parede axial. Os testes de Kruskal-Wallis e post-hoc de Dunn, e ANOVA *two-way* e post-hoc Bonferroni foram utilizados na análise estatística. Apesar das poucas diferenças significativas encontradas no desempenho dos sistemas adesivos utilizados, pôde-se observar a tendência ao aumento da microinfiltração marginal nos grupos submetidos especificamente a termociclagem. Por outro lado, a formação de fendas axiais apresentaram progressivamente maior largura nos grupos submetidos a termociclagem, carga cíclica e termociclagem+carga cíclica. Conclui-se que os sistemas adesivos avaliados apresentaram efetividade adesiva similar quando foram submetidos a estresse térmico e mecânico.

Palavras-chave: Infiltração Dentária. Adesivos Dentinários. Nitrato de Prata.

Sánchez-Ayala A. Avaliação da influência da ciclagem térmica e mecânica na efetividade da interface adesiva. [Dissertação – Mestrado em Odontologia – Área de Concentração – Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2008.

EVALUATION OF THERMAL AND MECHANICAL CYCLING IN ADHESIVE INTERFACE EFFECTIVENESS

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate *in vitro* the adhesive effectiveness in class V cavities using four different adhesive systems, being submit to thermocycling and occlusal load cycling. The cavities had a dimension of 3x2x1.8 mm³ and were made on amelo-cement junction on buccal and lingual of 80 human premolars (n=160). The used adhesive systems were AdperTM Single Bond 2, AdheSE[®], AdperTM PromptTM L-PopTM and One Coat 7.0. The used composite was Synergy[®] D6. The adhesive and photopolymerization (600 mW/cm²) proceedings were made conventionally and following the manufacturer recommendations. The specimens were divided in 4 groups (n=40) according to adhesive system used. Each group was divided in 4 subgroups (n=10) according to applycated stress (thermocycling, occlusal load cycling and thermocycling+occlusal load cycling). Each subgroup included 1 control group without stressing. The thermocycling was made using 500 cycles, with 5-55 °C, dwell time of 15 seg and transfer time of 5 seg. The occlusal load cycling was made applying a force of 40-70 N during 50000 cycles with 2 Hz of frequency. Later, the specimens were impermeabilited and immersed in tracer agent of 50 % silver nitrate solution by 2 hours. Finally, the specimens were prepared for adhesive effectiveness evaluation through optic microscopy 40X (marginal microleakage occurrence) and scanning electronic microscopy 1000X (gaps formation). The tracer agent microleakage was measured qualitative (score) and quantitatively (µm). The gap width was measured (µm) on 3 points of center of axial wall. The Kruskal-Wallis and post-hoc de Dunn, and ANOVA *two-way* and post-hoc Bonferroni tests were used on statistic analysis. Despite of few differences found in used adhesive system performance, the tendency could be observed to the increase of the marginal microleakage in the submitted groups specifically to thermocycling. On the other hand, the axial gaps formation presented progressively higher width in the submitted groups to thermocycling, occlusal load cycling and thermocycling+occlusal load cycling. It was concluded that the used adhesive system presented similar adhesive effectiveness when were submitted to thermal and mechanical stress.

Key-words: Dental Leakage. Dentin-Bonding Agents. Silver Nitrate.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Análise da integridade da superfície dental através de lupa (10X).....	37
Figura 2	- Aparelho de perfuração. Foi determinada uma profundidade de 1.8 mm, altura oclusocervical de 2 mm (diâmetro da ponta diamantada 3131), e largura de 3 mm (diâmetro da ponta diamantada 3131 mais 0.5 mm para mesial e distal.....	40
Figura 3	- A perfuração foi iniciada com uma broca de carbeto tungstênio N° 6 e terminada com a ponta diamantada N° 3131.....	40
Figura 4	- Aparência das cavidades terminadas.....	41
Figura 5	- Comprovação das dimensões da cavidade com um paquímetro	41
Figura 6	- Forma de aplicação dos sistemas adesivos utilizados.....	46
Figura 7	- Aparelho fotopolimerizador halógeno e radiômetro utilizados.....	48
Figura 8	- Restaurações classe V nas faces vestibular e lingual concluídas.....	48
Figura 9	- Superfície dental impermeabilizada e restauração isolada.....	50
Figura 10	- Máquina de termociclagem e procedimento de estresse térmico.....	50
Figura 11	- Máquina de carga cíclica oclusal, cilindro de PVC com resina epóxica para fixação das raízes dos dentes, e ponta aplicadora da força.....	51
Figura 12	- Calibração da força aplicada (40-70 N) por meio de célula de carga (El Quip) e procedimento de carga oclusal.....	51
Figura 13	- Exposição dos espécimes no nitrato de prata (direita) e no revelador (esquerda).....	53
Figura 14	- Dentes pigmentados pelo agente traçador (nitrato de prata).....	53
Figura 15	- Máquina de corte e disco de corte.....	54
Figura 16	- Corte méso-distal para separação de ambas as restaurações e corte sagital no meio da restauração.....	54
Figura 17	- Estado dos dentes durante os cortes.....	55
Figura 18	- Microscópio óptico para análise da microinfiltração marginal.....	55

Figura 19	- Superfícies dispostas para análise microscópica.....	57
Figura 20	- Imagens alteradas para melhor visualização dos diferentes graus de microinfiltração no esmalte (fileira superior) e na dentina (fileira inferior).....	58
Figura 21	- Análise quantitativa e qualitativa da microinfiltração marginal....	58
Figura 22	- Aparelho de Ultra-som para limpeza dos espécimes e dessecador.....	59
Figura 23	- Aparelho e procedimento de metalização áurica dos espécimes	59
Figura 24	Microscópio eletrônico de varredura.....	60
Figura 25	- Diferentes dimensões de fendas axiais encontradas nas eletromicrofotografias.....	60
Figura 26	- Medição das fendas axiais (μm) em três pontos pré-determinados.....	61
Gráfico 1	- Mediana e intervalo interquartil dos escores de microinfiltração marginal no esmalte.....	64
Gráfico 2	- Mediana e intervalo interquartil dos escores de microinfiltração marginal na dentina.....	65
Gráfico 3	- Média e desvio padrão dos valores de microinfiltração marginal no esmalte.....	66
Gráfico 4	- Média e desvio padrão dos valores de microinfiltração marginal na dentina.....	67
Gráfico 5	- Média e desvio padrão da largura das fendas axiais.....	68
Figura 27	- Lugar de fratura da interface adesiva e formação de fenda axial	77
Figura 28	- Crack (em interface íntegra) entre a camada de adesivo e a resina composta.....	78
Figura 29	- Falso positivo devido à permeabilidade tubular dentinária. E=esmalte, D=dentina.....	82
Figura 30	- Relação entre as paredes da cavidade e a orientação dos túbulos. E=esmalte, D=dentina.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Descrição do processo de seleção de artigos. *artigos repetidos já incluídos em Medline.....	21
Tabela 2	- Sistemas adesivos utilizados.....	42
Tabela 3	- Composição dos sistemas adesivos utilizados.....	43
Tabela 4	- Divisão dos grupos (●n=10 cavidades) segundo o tratamento aplicado. TC=Termociclagem, CCO=Carga cíclica oclusal.....	43
Tabela 5	- Resina composta utilizada.....	47
Tabela 6	- Escores e mediana de microinfiltração marginal obtidos nas margens localizadas no esmalte. C: Controle, TC: Termociclagem, CCO: Carga cíclica oclusal, TCCCO: Termociclagem+Carga cíclica oclusal. Letras diferentes representam diferenças significativas (Testes de Kruskal-Wallis e post-hoc Dunns $p<0.05$).....	63
Tabela 7	- Escores e mediana de microinfiltração marginal obtidos nas margens localizadas na dentina. C: Controle, TC: Termociclagem, CCO: Carga cíclica oclusal, TCCCO: Termociclagem+Carga cíclica oclusal. Letras diferentes representam diferenças significativas (Testes de Kruskal-Wallis e post-hoc Dunns $p<0.05$).....	64
Tabela 8	- Valores de microinfiltração marginal (μm) obtidos nas margens localizadas no esmalte. C: Controle, TC: Termociclagem, CCO: Carga cíclica oclusal, TC-CCO: Termociclagem+Carga cíclica oclusal. Letras diferentes representam diferenças significativas.....	65
Tabela 9	- Valores de microinfiltração marginal obtidos nas margens localizadas na dentina. C: Controle, TC: Termociclagem, CCO: Carga cíclica oclusal, TC-CCO: Termociclagem+Carga cíclica oclusal. Letras diferentes representam diferenças significativas.....	66
Tabela 10	- Tabela 10 – Largura das fendas axiais apresentadas pelos sistemas adesivos submetidos aos diferentes tipos de estresse. C: Controle, TC: Termociclagem, CCO: Carga cíclica oclusal, TCCCO: Termociclagem+Carga cíclica oclusal. Letras diferentes representam diferenças significativas (Testes de ANOVA two-way e post-hoc Bonferroni $p<0.05$).....	67
Tabela 11	- Parâmetros utilizados nos testes de termociclagem.....	84

Tabela 12	- Medidas de tendência central dos parâmetros empregados nos estudos que incluíram termociclagem.....	85
Tabela 13	- Parâmetros utilizados nos testes de carga cíclica e carga cíclica mais termociclagem.....	85
Tabela 14	- Resultados de microinfiltração. Letras diferentes representam diferenças significativas.....	86
Tabela 15	- Porcentagem de microinfiltração. Letras diferentes representam diferenças significativas.....	88
Quadro 1	- Porcentagem de microinfiltração para diferentes sistemas adesivos.....	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BisGMA	Bisfenol-A-glicidimetacrilato
Ec-MEV	Microscópio eletrônico de varredura de emissão de campo
GDMA	Glicerol dimetacrilato
HEMA	2-hidroxietil metacrilato
MEV	Microscópio eletrônico de varredura
MMA	Ácido metacrílico metil ester
NMSA	Ácido Metacriloil amino salicílico
PVC	Policloreto de vinila
TEGDMA	Triethylene glycol dimethacrylate
TINUVINP	2-[(2-hydroxy-5-methyl)phenyl]-2H-benzotriazole

LISTA DE SÍMBOLOS

≈	Aproximadamente
X	Aumento
cm	Centímetro
*	Chamada
bis	Duas vezes
°	Grau
°C	Grau Célsius
Hz	Hertz (oscilações por segundo)
-	Intervalo
Kg	Kilograma
>	Maior
+	mais
±	Mais ou menos
™	Marca Registrada
MPa	Mega Pascal (Nm ⁻²)
<	Menor
μm	Micrômetro
mm	Milímetro
mW/cm ²	Miliwatt/centímetro quadrado
min	Minuto
nm	Nanômetro
N	Newton (kgms ⁻²)
AgNO ₃	Nitrato de prata
#	Número
n	Número de amostra
I	Número romano um
II	Número romano dois
III	Número romano três
IV	Número romano quatro
V	Número romano cinco
x	Por
pH	Potencial de hidrogênio iônico
®	Registrado
seg	Segundo
/	Separação dentro de um mesmo conjunto
p	Significância
™	Registrado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	20
3	PROPOSIÇÃO.....	37
4	MATERIAL E MÉTODO.....	38
4.1	SELEÇÃO DOS DENTES.....	38
4.2	PREPARO DAS CAVIDADES.....	39
4.3	MATERIAIS UTILIZADOS.....	42
4.4	PROCEDIMENTOS RESTAURADORES.....	42
4.4.1	Sistema Adesivo Adper™ Single Bond 2 (3M-ESPE).....	44
4.4.2	Sistema adesivo AdheSE® (Ivoclar Vivadent).....	44
4.4.3	Sistema adesivo Adper™ Prompt™ L-Pop™ (3M-ESPE).....	44
4.4.4	Sistema Adesivo One Coat 7.0 (Coltène Whaledent®).....	45
4.4.6	Técnica de Confecção da Restauração com Resina Composta.....	47
4.5	PROCEDIMENTOS DE ESTRESSE.....	49
4.5.1	Estresse por Termociclagem.....	49
4.5.2	Estresse por Carga Cíclica Oclusal.....	49
4.6	EFETIVIDADE ADESIVA.....	52
4.6.1	Medição da Microinfiltração Marginal.....	52
4.6.1.1	Exposição ao Agente Traçador.....	52
4.6.1.2	Preparo dos Corpos de-prova para Análise.....	52
4.6.1.3	Leitura da Penetração do Agente Traçador.....	52
4.6.2	Medição das Fendas Axiais.....	56
4.7	PLANEJAMENTO ESTATÍSTICO.....	62
5	RESULTADOS.....	63

5.1	AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL.....	63
5.2	AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL..	65
5.3	AVALIAÇÃO DAS FENDAS AXIAIS.....	67
6	DISCUSSÃO.....	69
6.1	ESTRESSE TÉRMICO.....	69
6.2	EXPOSIÇÃO A ÁGUA.....	74
6.3	TIPO DE SOLVENTE.....	75
6.4	CARGA CÍCLICA OCLUSAL.....	77
6.5	AGENTE TRAÇADOR.....	81
6.6	MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL.....	83
7	CONCLUSÃO.....	93
	REFERÊNCIAS.....	94
ANEXO A -	APROVAÇÃO DO PROJETO PELA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA COEP-UEPG.....	109

1 INTRODUÇÃO

O sucesso de um tratamento restaurador direto adesivo encontra-se em função da sua capacidade para manter a estabilidade e integridade da interface adesiva (Henostroza ¹ 2002). Desta maneira, a forma de interação do sistema adesivo com o substrato dentário é considerada como um aspecto crítico na dentística (Hilton ² 2002). Na atualidade, os mecanismos de adesão ao esmalte são previsíveis, possibilitando alcançar o sucesso clínico; por outro lado, os métodos e sistemas de adesão à dentina ainda são discutidos e alguns não devidamente comprovados (Osório et al. ³ 2005). Isto acontece devido à diferente disposição estrutural e dinâmica do substrato dentinário (Pashley, Carvalho ⁴ 1997). Como resultado, o desenvolvimento científico de novos componentes ou gerações de sistemas adesivos se produz rapidamente e em pouco tempo. Além disso, estas modificações complexas na produção de novos polímeros os fazem menos previsíveis com relação a sua longevidade. Igualmente, a avaliação por meio de estudos clínicos longitudinais que ofereçam a garantia final de um novo material é complicado pela variável tempo (Van Meerbeek et al. ⁵ 2003).

O mecanismo de adesão a esmalte e dentina é essencialmente um processo de intercambio que envolve a substituição dos minerais removidos dos tecidos duros dentários por monômeros resinosos, os quais se imbricam micro-mecanicamente nas porosidades criadas (Eick et al. ⁶ 1997). Por tanto, diferentes estratégias têm sido elaboradas para cumprir este objetivo. Estas estratégias se refletem na diferente composição dos sistemas adesivos e sua diferente maneira de inter-difusão. Estes se dividem em adesivos convencionais e autocondicionantes. Os primeiros podem ser divididos em adesivos de três componentes (condicionador, primer e adesivos separados/três passos) e de dois componentes (condicionador, e primer e adesivo juntos/dois passos). Os segundos igualmente podem ser divididos em autocondicionantes de dois componentes (primer acidificado e adesivo) e de um componente (primer acidificado e adesivo juntos/1 passo com ou sem ativação prévia destes). Segundo o grau de acidez do primer, estes podem se classificar em suaves e fortes (Van Meerbeek et al. ⁷ 2001). Os fortes têm um $\text{pH} < 1$ e produzem na dentina uma inter-difusão parecida aos adesivos convencionais. Os suaves têm um $\text{pH} \approx 2$ e dissolvem a superfície da dentina só parcialmente, estabelecendo além do fenômeno micro-mecânico, um mecanismo de adesão química, por meio das

interações entre grupos fosfatos ou carboxilos específicos com cristais de hidroxiapatita remanescentes (Yoshida et al.⁸ 2004). Os autocondicionantes não só eliminam a fase de enxágüe, o qual diminui o tempo de aplicação clínica, senão que reduz significativamente a sensibilidade da técnica ou o risco de errar durante a aplicação (Perdigão, Lopes⁹ 1999).

Como se mencionou anteriormente, o ensaio clínico é o método mais adequado para a verificação da efetividade adesiva, porém critérios menos objetivos são utilizados para esta avaliação, como integridade marginal ou descoloração, oferecendo pouca informação sobre a verdadeira causa da falha da restauração. Além disso, fatores externos na confecção das restaurações, condições de funcionamento oral de cada paciente e localização dos dentes avaliados podem ser muito influentes (Bayne et al.¹⁰ 1991, Van Meerbeek et al.¹¹ 1998). Finalmente, seu custo e consumo de tempo clínico os fazem difíceis de executar. Tendo como parâmetro de avaliação a presença da restauração, os adesivos convencionais de três componentes e os autocondicionantes de dois, apresentam melhor comportamento clínico do que os convencionais de dois componentes e claramente dos autocondicionantes de um componente (Pneumans et al.¹² 2005).

Em contraste, estudos *in vitro* podem isolar variáveis e co-fatores relacionados com a efetividade adesiva e determinar a influência de cada um deles na longevidade da restauração. A utilização de restaurações de classe V oferece vantagens na avaliação da efetividade adesiva: não provêm retenção macro-mecânica, podem ser avaliadas conjuntamente as margens no esmalte e na dentina, e são facilmente restauradas (De Munck et al.¹³ 2005). Uma ferramenta para avaliar a efetividade adesiva através do tempo é a simulação *in vitro* das condições orais que acelerem a degradação da interface adesiva. Dois destes métodos de estresse são a carga cíclica oclusal (Cardoso et al.¹⁴ 2002) e a termociclagem (Galé, Darvell¹⁵ 1999). Esta avaliação pode ser feita através da medição do grau de microinfiltração marginal de agentes traçadores (Galé, Darvell¹⁶ 1999) e da avaliação de fendas na interface adesiva utilizando microscopia eletrônica de varredura (Alani, Toh¹⁷ 1997).

A microinfiltração marginal se define como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre as paredes cavitárias e o material restaurador aplicado nela (Kidd¹⁸ 1976), o qual se constitui no maior fator de influência na longevidade das restaurações (Retief¹⁹ 1987). Na atualidade os adesivos são

incapazes de prevenir a microinfiltração (De Munck et al. ¹³ 2005), e os diferentes métodos de avaliação determinam uma alta variabilidade entre os resultados obtidos (Hilton ²⁰ 2002). Estes resultados são contraditórios, ainda que possam variar segundo sua composição (Brackett et al. ²¹ 2004), sendo a efetividade dos adesivos autocondicionantes de um componente, cada vez mais prometedora sem diferenças na microinfiltração entre as margens de esmalte e dentina (Owens, Johnson ²² 2007).

De acordo com as considerações anteriormente descritas, a proposição deste estudo foi avaliar *in vitro* a efetividade adesiva em cavidades de classe V restauradas com resina composta micro-híbrida e quatro diferentes sistemas adesivos, sendo submetidas a termociclagem e carga cíclica oclusal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A busca em bases de dados computarizadas foi executada utilizando *MEDLINE*, *MEDLINE In-Process & Other Non-Indexed Citations*, *EMBASE*, *Web of Science*, *LILACS*, e todas as revisões EBM de *the Cochrane Library* (*Cochrane Database of Systematic Reviews*, *ACP Journal Club*, *DARE* e *CCTR*). A busca foi limitada aos últimos 15 anos (1992).

Os estudos *in vitro* elegidos foram aqueles cujo objetivo fosse a avaliação da microinfiltração marginal e da presença de fendas axiais na interface adesiva, seguindo os seguintes critérios:

- Estudos que envolvam dentes humanos permanentes.
- Comparação de sistemas adesivos aplicados em cavidades classe V (cavidades nas faces vestibular e/ou lingual na região cervical de dentes), e restaurados com resina composta.
- Padronização do tipo de cavidade, tipo de resina composta (não fluída) e do tipo de fotopolimerização (convencional).
- Utilização de termociclagem e carga cíclica oclusal como ferramentas de indução de estresse nas restaurações.
- Utilização da técnica de pigmentação e avaliação visual magnificada direta, qualitativa ou quantitativa, para a avaliação da microinfiltração marginal.
- Utilização de microscopia eletrônica de varredura para avaliação de fendas na interface adesiva.
- Artigos que não apresentassem a padronização anteriormente mencionada, mas que possuam no seu conteúdo grupos controles ou informação comparável aos critérios de inclusão descritos.

As palavras chave utilizadas na busca foram as raízes *Leak*\$, *Gap*\$, *Cycl*\$ e *Classe V*. A seleção inicial de estudos potenciais foi determinada pela leitura dos títulos e resumos de cada artigo identificado. Qualquer discrepância na seleção de um artigo foi solucionada por meio de discussão entre os avaliadores. A seleção final dos artigos foi realizada independentemente pelos avaliadores depois da obtenção e leitura dos artigos originais completos, sendo os resultados comparados. As listas de referências foram igualmente avaliadas manualmente em procura de publicações relevantes que tivessem sido perdidas no processo. No caso onde dados específicos fossem necessários para discussão, e não estivesse especificada no artigo, tentou-se o contato com os autores com a finalidade de obter a informação requerida. A data de busca foi até dezembro de 2007 (Tabela 1).

Tabela – 1 Descrição do processo de seleção de artigos. * artigos repetidos já incluídos em Medline

Base de dados eletrônica (1992-2007)	Seleção Inicial	Seleção Final	Artigos Úteis
Medline	95	11*	11
Medline In-Process & Other Non-Indexed Citations	106	11 (11)	0
Embase	4	0	0
Web of Science	75	6 (5*)	1
The Cochrane Library	18	3 (3*)	0
Lylacs	85	5	6
Manual	17	8	8
Total	403	65	26

Crim ²³ (1993) avaliou o efeito de envelhecimento *in vitro* na microinfiltração marginal. As cavidades classe V (n=80) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular e lingual de 40 molares (4x2x1 mm). O esmalte foi biselado e as restaurações foram realizadas com condicionamento convencional e Prisma Universal Bond 3/APH, Scotchbond MultiPurpose/Z100, Imperva Bond/APH, Denthesive/Charisma, All-Bond 2/Bisfil M e ionômero de vidro resinoso Fuji II LC. As restaurações foram colocadas empregando 2 incrementos e Fuji II LC em um só incremento. Os procedimentos de adesão e polimerização foram realizados convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Os dentes foram armazenados em água a 37 °C por 24 h e termociclados (100 ciclos/23 seg a 37 °C-4 seg a 12 °C -23 seg a 37°C-4 seg a 54 °C). Foi avaliada a microinfiltração marginal da metade dos espécimes seccionados (n=2) pelo método de pigmentação em fucsina básica por 24 h e visão microscópica (X50). Os outros espécimes foram armazenados em água e termociclados cada 30 dias durante 6 meses e posteriormente avaliados. Os sistemas adesivos APH/Imperva Bond, Z100/Scotchbond Multi-Purpose e Fuji II LC não foram afetados pela armazenagem, enquanto APH/Prisma Universal Bond 3, Charisma/Denthesive e Bisfil M/All-Bond 2 apresentaram um ligeiro aumento da microinfiltração marginal na margem cemento-dentinária. Concluiu-se que apesar dos sistemas adesivos não apresentarem microinfiltração marginal após 24 h de armazenamento, isto não foi conclusivo após 6 meses.

Crim e Schmidt ²⁴ (1993), estudaram a resistência a microinfiltração marginal de sistemas adesivos com glutaraldeído. As cavidades classe V (4x2.5x1 mm) foram preparadas na união amelo-cementária de vestibular e lingual de molares. Os espécimes foram divididos em 6 grupos de acordo ao tratamento recebido: Gluma Bond System (Gluma Sealer não polimerizado)/APH, Gluma Bond System (Gluma Sealer polimerizado)/APH, Gluma Bond System/Silux Plus, Syntac/APH, Syntac/Silux Plus e Prisma Universal Bond 3/APH. As resinas compostas foram colocadas através da técnica incremental e os procedimentos adesivos realizados convencionalmente. Posteriormente, os espécimes foram termociclados (100 ciclos/12-37-4/23-4 seg em cada temperatura), pigmentados em solução de fucsina básica durante 24 h, e seccionados longitudinalmente com a finalidade de ser avaliados por visão magnificada (50X). Não houve diferenças

significativas nas margens amelo-dentinárias, enquanto nas margens cimento-dentinárias, as restaurações aderidas com Gluma Bond System apresentaram significativamente maior grau de microinfiltração marginal. Não houve diferenças no desempenho dos outros sistemas adesivos. Concluiu-se também que a habilidade de selamento do Gluma Bonding System pode afetar-se pelo tipo da resina composta utilizada na restauração.

Davidson e Abdalla ²⁵ (1994) avaliaram o efeito da carga cíclica oclusal na integridade marginal. As cavidades classe V (n=144) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular e lingual de 72 molares inferiores (3x2.5x2 mm). O esmalte foi biselado. As restaurações foram realizadas com Ketac-Fil, Fuji II LC, Ketac-Bond/Pertac, Photac-Bond/Pertac, Scotchprep-60 seg/Scotchbond 2/P50, ácido maleico 10 %-15 seg/Scotchbond Multi-Purpose/P50, ácido cítrico 10 % + CaCl₂ 20%-30 seg/Clearfil Liner Bond/Clearfil Photo Posterior e OptiBond primer OptiBond/Herculite XR. Para as restaurações com cimento de ionômero de vidro, as cavidades foram condicionadas com ácido poliacrílico 10 % por 10 seg. A resina composta foi inserida em 2 incrementos. Os procedimentos de adesão e polimerização foram realizados convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Para cada combinação dos materiais 3 protocolos foram seguidos: sem carga, com carga (5000 ciclos) a 125 N e a 250 N (n=6). Os dentes foram pigmentados em solução a 2 % de azul de metileno (pH=2-12) por 24 h e seccionados (n=2) para avaliação visual magnificada. Só os grupos de Fuji II LC, Scotchbond Multi-Purpose, Clearfil Liner Bond e OptiBond não apresentaram microinfiltração marginal. Após a carga de 125 N, os grupos de Ketac-Fil, Ketac-Bond e Scotchbond 2 aumentaram significativamente a microinfiltração marginal. O aumento da carga (250 N) resultou no aumento da microinfiltração marginal dos grupos, exceto para Scotchbond Multi-Purpose, Clearfil Liner Bond. Concluiu-se que após envelhecimento com carga cíclica, as restaurações com resina composta apresentaram perfeito selamento marginal.

Fortin et al. ²⁶ (1994) compararam a microinfiltração marginal de 3 sistemas adesivos. As cavidades classe V (3x2x1.5 mm) foram preparadas na união amelo-cementária de vestibular de 40 molares. Os dentes foram divididos em 4 grupos segundo o tratamento recebido: All-Bond 2, OptiBond, Scotchbond Multi

Purpose e Scotchbond Dual Cure (controle). As restaurações foram realizadas com a resina composta Silux Plus. Os procedimentos adesivos foram realizados convencionalmente e a resina composta foi inserida incrementalmente. Posteriormente, os dentes foram termociclados (500 ciclos/5-55 °C/30 seg em cada temperatura), pigmentados em solução a 0.5 % de fucsina básica durante 24 h e seccionados longitudinalmente para mensuração da extensão da infiltração. Não houve diferenças significativas na microinfiltração marginal na margem cimento-dentinária. O sistema adesivo OptiBond e o grupo controle apresentaram significativamente menor microinfiltração marginal na margem cimento-dentinária. Com exceção do grupo controle, não houve diferenças significativas entre as margens quando comparadas em cada grupo. Concluiu-se que o sistema adesivo OptiBond apresentou o melhor desempenho.

Fortin et al.²⁷ (1994) avaliaram a relação entre resistência adesiva ao cisalhamento e microinfiltração marginal de diferentes sistemas adesivos. As restaurações de classe V foram realizadas na união amelo-cementária de vestibular de 80 molares. As restaurações foram realizadas com All-Bond 2, Clearfil Liner Bond, Gluma 2000, Imperva Bond, OptiBond, Prisma Universal Bond 3, Scotchbond Multi-Purpose ou Scotchbond Dual-Cure (controle), e restauradas com resina composta de micro-partículas. Os procedimentos adesivos e de fotopolimerização foram realizados convencionalmente. A dentina de lingual dos dentes foi exposta, polida e restaurada para avaliação da resistência adesiva. Posteriormente os espécimes foram termociclados (500 ciclos). A resistência adesiva ao cisalhamento foi realizada utilizando uma máquina de ensaio universal e a microinfiltração marginal por meio da técnica padrão de nitrato de prata. Os sistemas adesivos Clearfill Liner Bond e OptiBond, que incluíram resina fluida como material intermediário, apresentaram o maior valor de resistência adesiva. O sistema adesivo Prisma Universal Bond 3 apresentaram significativamente a menor microinfiltração. Não houve correlação entre os valores resistência adesiva e microinfiltração marginal, porém conclui-se que se pôde observar uma tendência de aqueles adesivos com menor resistência, a apresentar uma maior microinfiltração.

Candido et al.²⁸ (1997) fizeram uma avaliação qualitativa da microinfiltração marginal em restaurações com resina composta. As cavidades

classe V (n=60) foram realizadas na união amelo-cementária de 30 pré-molares (3X2X1.5 mm). Se formaram 4 grupos segundo os sistemas restauradores empregados: Scotchbond Multipurpose/Z100, PAAMA 2/Glacier (técnica única/mesmo fabricante), e Scotchbond Multipurpose/Glacier, PAAMA 2/Z100 (técnica mista/diferente fabricante). A técnica utilizada foi a técnica incremental. Os procedimentos de adesão e polimerização (500 mW/cm²) foram realizados convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Os dentes foram armazenados em água destilada a 37 °C durante 7 dias. Posteriormente, os dentes foram termociclados (200 ciclos/10-50 °C/30 seg em cada temperatura). Finalmente os dentes foram pigmentados em solução a 50 % de nitrato de prata por 2 h, seccionados (n=4) e avaliados com visão magnificada. Não houve diferença significativa entre a microinfiltração marginal apresentada entre os materiais restauradores. Conclui-se que o desempenho dos sistemas restauradores foi satisfatório, inclusive quando se utilizou sistema adesivo e resina composta de diferente fabricante.

Yap et al.²⁹ (1998) compararam o selamento marginal de 4 sistemas adesivos. As cavidades classe V (n=192) foram realizadas separadamente (n=2 por dente) no esmalte e na dentina da superfície vestibular de 96 molares. Foram formados 4 grupos (n=24), os quais foram restaurados com Scotchbond Multipurpose, Prime & Bond 2.0 e Bisco One-Step. As restaurações foram realizadas com resina composta Silux Plus em 2 incrementos. Finalmente, um grupo foi restaurado com ácido poliacrílico a 20 %/cloruro de alumínio/Fuji Bond LC. Os procedimentos de adesão e polimerização foram realizados convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Os dentes foram armazenados em solução salina isotônica a 37 °C por 1 semana. A metade dos espécimes foram termociclados (500 ciclos/5-34-65 °C/10 seg em cada temperatura/2 seg de transferência), pigmentados em solução a 0.5 % de fucsina básica durante 24 h a 37 °C, seccionados (n=2) e avaliados por estereomicroscopia (40X). Não houve diferença significativa entre os grupos, exceto para o grau de microinfiltração marginal da margem cimento-dentinária dos espécimes termociclados, onde Fuji Bond LC apresentou menor microinfiltração marginal. O grau de microinfiltração marginal do sistema adesivo Bisco One-Step foi menor do que Prime & Bond 2.0. O sistema adesivo Scotchbond Multipurpose apresentou significativamente maior

microinfiltração marginal. Concluiu-se que a termociclagem afetou o selamento marginal, mas isto foi dependente do produto e do substrato.

Campos et al.³⁰ (1999) avaliaram a ocorrência de fendas axiais em restaurações classe V. As cavidades classe V (2x2x1.5 mm) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular e lingual de 30 molares. Os sistemas adesivos utilizados foram: One-Step, Prime&Bond 2.0 e Scotchbond Multi-Purpose. As restaurações foram realizadas com resina composta Prisma TPH. Os procedimentos adesivos e de fotopolimerização (400-500 mW/cm²) foram realizados convencionalmente. Posteriormente, os dentes foram termociclados (200 ciclos/8-55 °C/15 seg em cada temperatura), seccionados longitudinalmente e preparados (n=20) para microscopia eletrônica de varredura (1500X). O sistema adesivo One-Step apresentou significativamente menor largura de fendas axiais. Não houve diferença significativa entre os sistemas adesivos Prime&Bond 2.0 e Scotchbond Multi-Purpose. Conclui-se que nenhum dos sistemas adesivos avaliados pode evitar a formação de fendas axiais, sendo o sistema adesivo One Step quem apresentou melhor desempenho.

Cardoso et al.³¹ (1999) compararam o grau de microinfiltração marginal de 5 sistemas adesivos. As cavidades classe V (3x3x2 mm) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular de molares (n=50). Os materiais empregados foram Single Bond, PQ1, Prime & Bond NT, Etch & Prime 3.0 e Experimental BEH. As cavidades foram restauradas com resina composta Z100. Os procedimentos de adesão e polimerização (Optilux 500/600 mW/cm²) foram realizados convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Os espécimes foram armazenados pós-extração em água a 37 °C por 7 dias. Finalmente, os dentes foram termociclados (700 ciclos/5-55 °C/60 seg em cada temperatura), pigmentados por solução a 50 % nitrato de prata (pH=6.7) por 2 h, e seccionados longitudinalmente (n=2) para avaliação visual magnificada. O sistema adesivo Etch & Prime 3.0 obteve significativamente a maior microinfiltração marginal na união amelo-dentinária. Nenhum sistema eliminou a microinfiltração marginal em dentina. O sistema adesivo PQ1 teve significativamente menor microinfiltração marginal do que Etch & Prime 3.0 e Single Bond. Conclui-se que os sistemas adesivos convencionais de dois passos apresentaram selamento efetivo na margem amelo-

dentinária, na margem cimento-dentinária não pôde ser evitada. O sistema adesivo autocondicionante Etch & Prime 3.0 apresentou um pobre desempenho, o qual pode predizer um pobre comportamento clínico.

Gomes et al.³² (1999) fizeram uma análise da microinfiltração marginal de 3 sistemas adesivos. As cavidades de classe V (n=60) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular e lingual de 30 terceiros molares (3x2x1.8 mm). O esmalte foi biselado. Os dentes foram divididos em 3 grupos (n=20) e restaurados com os sistemas adesivos Paama, One-Step e Clearfil Liner Bond 2. As restaurações foram realizadas com resina composta Silux Plus através de 3 incrementos. Os procedimentos de adesão e polimerização foram realizados convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Os dentes foram armazenados em soro fisiológico a 37 °C durante 24 h. Finalmente os dentes foram termociclados (100 ciclos/10-50 °C/15 seg em cada temperatura), pigmentados em solução a 50 % de nitrato de prata por 2 h e seccionados (n=2) para avaliação estereomicroscópica (20X). A margem cimento-dentinária apresentou maior microinfiltração marginal. Os sistemas adesivos Paama e One-Step evitaram totalmente a microinfiltração marginal na margem amelo-dentinária, a qual foi mínima para Clearfil Liner Bond 2. Não houve diferença significativa na microinfiltração na margem cimento-dentinária. Conclui-se que os sistemas adesivos evitaram a microinfiltração marginal na margem amelo-dentinária, a qual não foi diferente na margem cimento-dentinária.

Pilo e Ben-Amar³³ (1999) compararam o grau de microinfiltração marginal de 6 sistemas adesivos. As cavidades (n=96) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular e lingual de 48 molares (4x2x2 mm). Os dentes foram divididos em 6 grupos (n=16) de acordo com o sistema adesivo empregado: Optibond FL, Solobond, All Bond 2, One-Step, Scotchbond Multi-Purpose e Single Bond. As restaurações foram realizadas com resina composta Z100. A fotopolimerização (Optilux 401-Demetron) foi feita convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Os dentes foram armazenados em água destilada a 37 °C por 7 dias. Os dentes foram submetidos a carga cíclica (500 ciclos/10 kg/1 Hz) e a termociclagem (1400 ciclos/5-55 °C/10 seg em cada temperatura). Posteriormente, os dentes foram pigmentados em solução a 0.5 % de fucsina básica e cortados em

sentido vestibulo-lingual (n=5) para avaliação visual magnificada. Os sistemas adesivos Scotchbond Multi-Purpose e Single Bond apresentaram menor microinfiltração marginal na margem amelo-dentinária. O One-Step e Optibond FL obtiveram menor microinfiltração na margem cimento-dentinária. Concluiu-se que os sistemas adesivos convencionais de 2 passos se comportaram de maneira similar aos convencionais de 3 passos. O sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose apresentou o melhor selamento na margem amelo-dentinária e os sistemas adesivos One-Step e Optibond FL apresentaram o melhor selamento na margem cimento-dentinária.

Gomes et al.³⁴ (2000) fizeram uma avaliação da microinfiltração marginal de 4 sistemas adesivos. As cavidades de classe V (n=56) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular e lingual de 28 terceiros molares (3x2x1.8 mm). O esmalte foi biselado. Os dentes foram divididos em 4 grupos (n=14) e restaurados com os sistemas adesivos Excite, Prime & Bond NT, Prompt L-Pop e One Coat Bond. As restaurações foram realizadas com resina composta Durafill através de 3 incrementos. Os procedimentos de adesão e polimerização foram realizados convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Os dentes foram armazenados em soro fisiológico a 37 °C durante 24 h. Posteriormente, os dentes foram termociclados (500 ciclos/10-50 °C/15 seg em cada temperatura), pigmentados em solução a 50 % de nitrato de prata por 2 h e seccionados (n=2) para avaliação estereomicroscópica (20X). A margem cimento-dentinária apresentou maior microinfiltração marginal. Os sistemas adesivos Excite, Prime & Bond NT, Prompt L-Pop evitaram totalmente a microinfiltração marginal na margem amelo-dentinária, a qual foi mínima para One Coat Bond. Não houve diferença significativa na microinfiltração na margem cimento-dentinária. Conclui-se que os sistemas adesivos evitaram a microinfiltração marginal na margem amelo-dentinária, a qual não foi diferente na margem cimento-dentinária.

Moura et al.³⁵ (2000) avaliaram a microinfiltração marginal de 3 sistemas adesivos. As cavidades (n=40) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular e lingual de 20 terceiros molares (3x2x2 mm). Os dentes foram divididos em 4 grupos (n=10) e restaurados com: (controle) Scotchbond Multipurpose Plus, Prime & Bond 2.1, Single Bond, Bond 1 e resina composta

Sculpit-It. Os procedimentos de adesão e polimerização (XL 3000/450 mW/cm²) foram realizados convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Os dentes foram armazenados em água destilada por 7 dias. Posteriormente, os dentes foram termociclados (500 ciclos/5-55 °C/60 seg em cada temperatura), pigmentados em solução a 0.5 % de azul de metileno por 8 h e seccionados (n=2) para avaliação visual magnificada (20X). Não houve diferença significativa entre os grupos na margem amelo-dentinária ou cemento-dentinária, ainda que esta última apresentasse significativamente maior microinfiltração marginal. Conclui-se que o selamento marginal foi similar entre os sistemas adesivos convencionais de 2 e 3 passos (controle).

Al-Ehaideb e Mohammed ³⁶ (2001) compararam o grau de microinfiltração marginal de 5 sistemas adesivos. As cavidades classe V (3x3x1.5 mm) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular de 60 pré-molares, sendo o esmalte biselado. As restaurações foram divididas em 6 grupos (n=10) e realizadas com Bond 1, Single Bond, Tenure Quick com flúor, One-Step e Prime & Bond 2.1, utilizando resina composta Z100 através de 2 incrementos. O grupo controle foi constituído pelo sistema adesivo Tenure All Surface. Os procedimentos de adesão e polimerização foram realizados convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Após 5 dias de armazenamento em água, os dentes foram termociclados (500 ciclos/5-55 °C/60 seg em cada temperatura, pigmentados em solução a 0.2 % de fucsina básica por 24 h e seccionados longitudinalmente (n=2) para avaliação visual magnificada (10X). Não foi evidente a microinfiltração marginal na margem amelo-dentinária. Não houve diferença significativa entre a microinfiltração marginal na margem cemento-dentinária. Conclui-se que os sistemas adesivos apresentaram similar selamento marginal do que o grupo controle (Tenure All Surface) e que ensaios clínicos são necessários para sua avaliação.

Lucena Martín et al. ³⁷ (2001) estudaram a microinfiltração marginal de diferentes sistemas adesivos. As cavidades classe V (4x5x4 mm) foram realizadas na união amelo-cementária de vestibular de 90 dentes unirradiculares. Os dentes foram divididos em 6 grupos (n=15) e restaurados com os seguintes sistemas adesivos: One Step, Prime & Bond 2.0, Syntac Single, Single Bond, Optibond Solo e Syntac Sprint. A resina composta utilizada foi Degufill Ultra de forma incremental. A

fotopolimerização foi realizada convencionalmente. Os espécimes foram divididos em 3 sub-grupos (n=5 restaurações) segundo os seguintes tratamentos recebidos: pigmentação em solução de azul de metileno a 2 % e 37 °C durante 1 semana, o mesmo tratamento durante 31 dias, e termociclagem (500 ciclos/5-55 °C/30 seg em cada temperatura) e pigmentação durante 1 semana. Finalmente, os dentes foram seccionados longitudinalmente (n=2) com a finalidade de ser avaliados com visão magnificada (10x). Ao comparar as margens (esmalte vs cimento), só houve diferença significativa entre elas após termociclagem, quando se utilizaram os sistemas adesivos Prime & Bond 2.0, Single Bond e Syntac Sprint. Não houve diferenças significativas nas margens amelo-dentinária nos diferentes tratamentos. Porém, nas margens cimento-dentinárias, houve diferenças significativas entre os grupos, sendo o sistema adesivo Optibond Solo, quem apresentou a menor microinfiltração marginal. Além, na margem cimento-dentinária houve diferença significativa entre os períodos de 7 dias, com e sem termociclagem para os sistemas adesivos Prime & Bond 2.0 e Syntac Single. Finalmente, ao comparar os períodos de pigmentação entre 7 e 31 dias, só houve diferença significativa para as restaurações realizadas com o sistema adesivo Single Bond. Concluiu-se que todos os sistemas adesivos apresentaram um comportamento similar nas margens amelo-dentinária, cuja permeabilidade não foi significativamente afetada pelos diferentes tempos de pigmentação nem pela termociclagem. O sistema adesivo Optibond Solo apresentou o melhor selamento na margem cimento-dentinária.

Manhart et al.³⁸ (2001) estudaram o grau de microinfiltração de 9 sistemas adesivos. As cavidades de classe V (4x2 mm) foram realizadas na união amelo-cementária de 90 molares, sendo o esmalte biselado. Formaram-se 9 grupos (n=10) segundo o sistema adesivo empregado: Syntac Sprint/Tetric Ceram, Syntac Single-Component/Tetric Ceram, One Step/Aeliteflo, Aquaprep+One Step/Aeliteflo, Prime & Bond 2.1/TPH, Optibond Solo/Prodigy, Single bond/Z100, Tenure Quik/Marathon e Solobond M/Arabesk. Os procedimentos de adesão e polimerização (Elipar Highlight-2 *step mode*-40 seg) foram realizados convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Os dentes foram armazenados em água destilada a 37 °C por 24 h, termociclados (1000 ciclos/5-55 °C/30 seg em cada temperatura), replicados para avaliação MEV (200X), pigmentados em solução a 5 % de azul de metileno por 1 h a 37 °C, e seccionados

(n=8) para avaliação estereomicroscópica (60X). O sistema adesivo Syntac Single-Component/Tetric Ceram apresentou maior porcentagem de margens perfeitas do que One Step/Aeliteflo e SolobondM/Arabesk. O sistema adesivo Aquaprep+One Step/Aeliteflo mostrou maior microinfiltração na margem amelo-dentinária. Concluiu-se que apesar da redução da microinfiltração marginal, nenhum sistema adesivo pôde evitá-la completamente.

Gagliardi e Avelar ³⁹ (2002) avaliaram a microinfiltração marginal de diferentes sistemas adesivos. As cavidades classe V (3x2.5x1.5 mm) foram preparadas na união amelo-cementária em vestibular e lingual de 42 pré-molares e molares. Os espécimes foram divididos em 7 grupos (n=6) e restaurados com os seguintes sistemas adesivos: Single Bond, Prime & Bond NT, Excite, Durafill Bond, Etch and Prime 3.0, Prompt L-Pop e Vitremer (controle). Todos os grupos exceto o controle foram restaurados com a resina composta Charisma através da técnica incremental. A fotopolimerização foi realizada convencionalmente. Os dentes permaneceram armazenados em água destilada a 37 °C por 24h. Posteriormente, os dentes foram termociclados (200 ciclos/5-55 °C/60 seg em cada temperatura), pigmentados em solução de nitrato de prata a 50 % durante 12 h, e seccionados longitudinalmente (n=4) para posterior avaliação visual magnificada das margens cimento-dentinárias. Durafill Bond apresentou significativamente o maior grau de microinfiltração. Não houve diferenças significativas entre os outros sistemas adesivos. Concluiu-se que, com exceção de Durafill Bond, os sistemas adesivos autocondicionantes tiveram o mesmo desempenho do que os convencionais.

Campos et al. ⁴⁰ (2002) avaliaram a influência do tempo de condicionamento dentinário sobre a microinfiltração marginal. As cavidades classe V (2.5x2x1.8 mm) foram preparadas na união amelo-cementária em vestibular e lingual de 20 molares. As restaurações foram realizadas com os sistemas adesivos Prime&Bond 2.1 ou Single Bond e resina composta Z100 com a técnica incremental. Os tempos de condicionamento ácido para ambos os sistemas adesivos foi de 15 e 30 seg. Os procedimentos de adesão e polimerização (Ultralux Eletronic/400-450 mW/cm²) foram realizados convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Posteriormente, os dentes foram termociclados (200 ciclos/8-55 °C/15 seg em cada temperatura), pigmentados em solução a 0,2% de Rodamina a 37°C durante 24 h e

cortados longitudinalmente para posterior avaliação visual magnificada (20X) das margens cimento-dentinárias. Considerando-se o tempo de 30 segundos, o sistema adesivo Prime&Bond 2.1 apresentou melhor comportamento no controle da microinfiltração na margem cimento-dentinária do que o Single Bond. Para o tempo de condicionamento de 15 segundos, os materiais estudados não apresentaram diferenças significativas em relação a infiltrações cervicais. Concluiu-se que o tempo de condicionamento produziu efeitos diferentes nos dois materiais estudados. No tempo de 15 segundos obteve-se o melhor resultado com o sistema adesivo Single Bond, enquanto o tempo de 30 segundos foi melhor para o Prime&Bond 2.1.

Abo et al.⁴¹ (2004) compararam a eficácia adesiva de dois sistemas adesivos. As cavidades classe V (3x1.5 mm) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular de 20 pré-molares. As restaurações foram realizadas com os sistemas adesivos AD Bond ou Clearfil SE Bond e resina composta Charisma com a técnica de um só incremento. Os procedimentos de adesão e polimerização (Optilux 401/Demetron/ $>400 \text{ mW/cm}^2$) foram realizados convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Os dentes foram termociclados (5000 ciclos/5-55 °C/30 seg em cada temperatura), pigmentados em solução a 0.5 % de fucsina básica por 2 h e seccionados longitudinalmente (n=2) para avaliação estereomicroscópica (50X). Adicionalmente foram empregados mais 20 restaurações para medir a resistência adesiva à micro-tração (1 mm/min) de cada adesivo em esmalte e dentina após 24 h de armazenagem em água. A resina composta foi colocada por meio da técnica incremental, sendo os espécimes realizados com a técnica *non-trimming* (1x0.5 mm). Finalmente, três incisivos foram empregados para avaliar através de Ec-MEV, o efeito do autocondicionamento em um passo (AD Bond) e do autocondicionamento em 2 passos (Clearfil SE Bond primer). O esmalte destes foi desgastado, cortados em 3 seções e os sistemas adesivos aplicados. O sistema adesivo AD Bond apresentou significativamente maior microinfiltração marginal do que Clearfil SE Bond na margem amelo-dentinária, mas menor microinfiltração marginal não significativa na margem cimento-dentinária. AD Bond obteve significativamente menor resistência à tração em esmalte. A estrutura dos prismas do esmalte foi mais bem evidenciada com Clearfil SE Bond primer. Conclui-se que AD Bond apresentou melhor eficácia adesiva, especialmente em dentina, ainda que seu comportamento em esmalte fosse insatisfatório.

Brackett et al.²¹ (2004) avaliaram a microinfiltração marginal utilizando adesivos autocondicionantes de diferente pH. As cavidades (n=24) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular e lingual de 12 terceiros molares (5x3x2 mm), sendo o esmalte biselado. As restaurações foram realizadas incrementalmente com resina composta Filtek Z250, utilizando os sistemas adesivos Scotchbond Multi-Purpose, Prompt L-Pop e One-Up Bond F. Os procedimentos de adesão e polimerização (Elipar TriLight/800 mW/cm²) foram realizados convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Os espécimes foram armazenados em água a 37 °C por 7 dias. Posteriormente, os dentes foram termociclados (1000 ciclos/5-55°C/1 min em cada temperatura), pigmentados com solução a 10 % de azul de metileno por 4 h, e seccionados (n=2) para avaliação através de microscópio bilocular (20X). Foi observada somente microinfiltração marginal na parede gengival: para Prompt L-Pop e One-Up Bond F 31%, e 50% para Scotchbond Multi-Purpose. Conclui-se que não houve diferença entre os grupos.

Fermino e Dibb⁴³ (2004) avaliaram quantitativamente a microinfiltração marginal. As cavidades classe V (3x2x2 mm) foram preparadas na união amelo-cementária de vestibular e lingual de 15 pré-molares e molares. Os dentes foram divididos em 3 grupos de acordo ao sistema adesivo empregado: One Coat Bond, One Up Bond F e Clearfil SE Bond. As cavidades foram restauradas com resina composta Z250 por meio da técnica incremental. Os procedimentos adesivos foram realizados convencionalmente. Posteriormente, os dentes foram termociclados (500 ciclos/5-55 °C/30 seg em cada temperatura), pigmentados em solução de Rodamina B a 0.2 % por 24 h a 37 °C, e seccionados longitudinalmente (n=4) para avaliação visual magnificada (2.5X). A microinfiltração marginal na margem amelo-dentinária foi significativamente menor do que na margem cimento-dentinária, para os sistemas adesivos Clearfil SE Bond e One Up Bond F. O sistema adesivo One Coat Bond apresentou significativamente maior microinfiltração marginal. Concluiu-se que nenhum sistema adesivo conseguiu evitar a microinfiltração marginal, sendo esta menor na margem amelo-dentinária.

Santini et al.⁴³ (2004) avaliaram a influencia da configuração da cavidade utilizando diferentes sistemas adesivos. As cavidades (forma de V de 2mm e caixa de 3x2x1.5 mm) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular e

lingual de 96 molares e pré-molares. As restaurações foram realizadas com os seguintes sistemas adesivos: Prompt L-Pop, Adper Prompt L-Pop, Clearfil SE Bond, Prime & Bond, Xeno III, One-Up Bond, AdheSE e Prime & Bond NT. A resina composta empregada foi Tetric Ceram. Os procedimentos adesivos e de fotopolimerização foram realizados convencionalmente. Posteriormente os dentes foram termociclados (5000 ciclos/5-55 °C/10 seg em cada temperatura), pigmentados em solução de Procion Brilliant Red a 0.5% por 24 h, e seccionados longitudinalmente (n=4) para avaliação visual magnificada (10X). Não houve diferença significativa entre os sistemas adesivos quando foram comparados nas margens cemento-dentinária e amelo-dentinária, porém esta margem apresentou significativamente menor microinfiltração marginal. Conclui-se que ambos os tipos de sistemas adesivos (convencionais e autocondicionantes) apresentaram igual desempenho.

Bem-Amar et al.⁴⁴ (2005) compararam o grau de microinfiltração marginal de 3 sistemas adesivos convencionais. As cavidades classe V (n=60) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular e lingual de 30 molares (4x2x2 mm). Os sistemas adesivos empregados foram: One-Step, Single Bond e Dentamed P&B. As restaurações foram realizadas com resina composta Z100. Os procedimentos de adesão e polimerização (Optilux 401/Demetron) foram realizados convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Os dentes foram armazenados em água a 37 °C por 21 dias. Posteriormente, os dentes foram submetidos à carga oclusal cíclica (2000 ciclos/4 Hz), termociclados (3000 ciclos/5-55°C/10 seg em cada temperatura) e pigmentados em solução a 0.5 % de fucsina básica por 72 h e seccionados (n=4) para avaliação estereomicroscópica. Não houve diferença significativa na margem amelo-dentinária. Na margem cemento-dentinária, o sistema adesivo One-Step apresentou significativamente menor grau de microinfiltração marginal, seguido de Single Bond e Dentamed P&B. Conclui-se que o envelhecimento através da combinação de ambas as metodologias é um teste severo para avaliar a interface adesiva, o qual se manifesta principalmente na margem cemento-dentinária.

Nunes et al.⁴⁵ (2006) verificaram o grau de microinfiltração marginal de sistemas adesivos de diferente geração. As cavidades classe V (3x1.5

mm) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular e lingual de 40 pré-molares. Os dentes foram divididos em 4 grupos (n=20), segundo o tratamento recebido: resina composta Z250 sem tratamento adesivo (controle) ou aderidas com Scotchbond Multi Purpose, Single Bond 2 e Clearfil SE Bond. A resina composta foi colocada através da técnica incremental. A fotopolimerização foi realizada convencionalmente. Após 24 h de armazenamento em água destilada a 37 °C, os dentes foram termociclados (100 ciclos/5-55 °C/30 seg em cada temperatura), pigmentados em solução azul de metileno a 37 °C durante 24 h, e seccionados longitudinalmente (n=2) para avaliação visual magnificada (10X). Os três tipos de sistemas adesivos utilizados no estudo não mostraram diferença estatística significativa entre si. Também não houve diferença estatística significativa entre parede oclusal e cervical. Concluiu-se que os sistemas adesivos empregados tiveram o mesmo grau de eficácia, mas não puderam evitar a microinfiltração marginal.

Owens et al.⁴⁶ (2006) avaliaram a permeabilidade marginal de 8 sistemas adesivos. As cavidades (n=96) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular e lingual de 96 molares (3x3x1.5 mm). O esmalte foi biselado. Formaram-se 8 grupos (n=12) segundo o sistema restaurador empregado: Optibond Solo Plus, iBond, Adper Prompt L-Pop, Xeno III, Simplicity, Nano-Bond, Adper Scotchbond Multi-Purpose e Touch & Bond. As restaurações foram realizadas com resina composta Z100. Os procedimentos de adesão e polimerização (Schein- ≥ 600 mW/cm²) foram realizados convencionalmente seguindo as instruções do fabricante. Em seguida, os dentes foram armazenados em água destilada a 37 °C por 7 dias. Os dentes foram termociclados (1000 ciclos/5-55 °C/60 seg em cada temperatura/3 seg de transferência), pigmentados em solução a 1 % de azul de metileno por 24 h, e seccionados longitudinalmente (n=2) para avaliação com microscopia binocular (20X). Adper Scotchbond Multi-Purpose apresentou significativamente menor microinfiltração marginal (exceto iBond) e iBond apresentou significativamente menor microinfiltração marginal que Nano-Bond na margem amelo-cementária. Na margem cimento-dentinária não houve diferenças significativas. Concluiu-se que todos os sistemas adesivos apresentaram microinfiltração marginal nas margens amelo-dentinária e cimento-dentinária, sendo nesta significativamente maior (exceto para iBond). Entre autocondicionantes, iBond

apresentou significativamente menor microinfiltração marginal que Nano-Bond na margem amelo-cementária. Não houve diferença significativa na microinfiltração marginal na margem cimento-dentinária.

Owens e Johnson ²² (2007) testaram o efeito de sistemas adesivos autocondicionantes de um passo na permeabilidade marginal de cavidades classe V. As cavidades (3x3x1.5 mm) foram realizadas na união amelo-cementária em vestibular e lingual de 60 molares. Os sistemas adesivos utilizados foram: iBond, G-Bond, Xeno IV and Clearfil S³ Bond, tendo como grupo controle sem aplicação de sistema adesivo. As restaurações foram efetuadas com resina composta Gradia Direct. Os procedimentos adesivos e de fotopolimerização foram realizados convencionalmente. Posteriormente os dentes foram termociclados (1000 ciclos/5-55°C/60 seg em cada temperatura/3 seg de transferência), pigmentados com solução de azul de metileno a 1 % por 24 h, e seccionados longitudinalmente (n=2) para avaliação com microscopia binocular (20X). Houve diferença significativa entre o controle e os demais grupos em ambas as margens. Na margem amelo-dentinária, o sistema adesivo Xeno IV apresentou significativamente menor microinfiltração, enquanto na margem cimento-dentinária, o sistema adesivo Clearfil S³ Bond foi significativamente menos permeável. Não houve diferença significativa quando foram comparadas ambas as margens. Conclui-se que os sistemas adesivos autocondicionantes de um passo utilizados neste estudo, apresentaram adequado desempenho em ambas as margens das restaurações.

3 PROPOSIÇÃO

A proposição deste estudo foi avaliar *in vitro* a efetividade adesiva em cavidades de classe V restauradas com resina composta micro-híbrida e quatro diferentes sistemas adesivos, sendo submetidas à termociclagem e carga cíclica oclusal.

A hipótese nula testada foi que não existe diferença na efetividade adesiva entre as restaurações realizadas com sistemas adesivos de diferente composição, e submetidas a estresse por termociclagem e carga cíclica oclusal.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 SELEÇÃO DOS DENTES

Para a execução deste estudo foram selecionados 80 pré-molares humanos recentemente extraídos e isentos de cárie dental, provenientes de indivíduos com uma faixa etária de 20-30 anos de idade. A doação foi aprovada pelo parecer Nº 17/2007 pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa-COEP-UEPG, tendo sido protocolado sob o número 06273, cujo documento de aprovação está apresentado no anexo A. Após a extração, os dentes foram limpos com curetas Mc Call 13-14 e 17-18 Hu Friedy* e cuba ultra-sônica Dabi Atlante** a 40 KHz durante 30 minutos. Após a limpeza, foram examinados com lupa estereoscópica Lambda LEB-3*** (10X), com a finalidade de detectarmos possíveis trincas ou alterações estruturais que pudessem causar falha experimental (Figura 1). Os dentes foram armazenados em água destilada à temperatura ambiente, até o momento de serem preparados para a fase experimental, com a finalidade de prevenir desidratação.

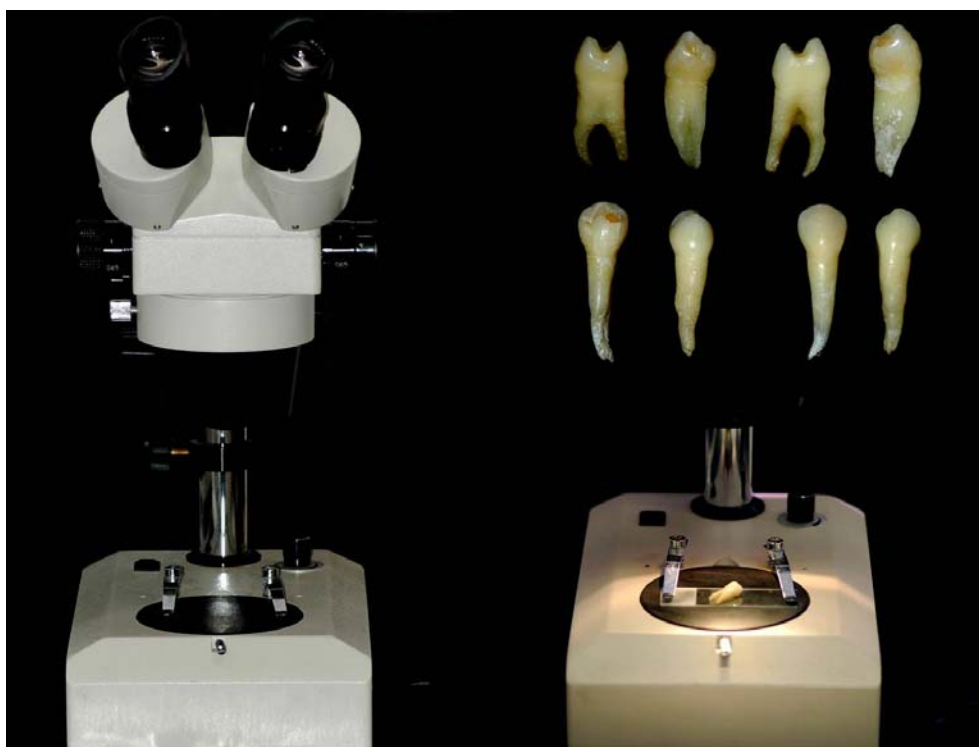


Figura 1 – Análise da integridade da superfície dental através de lupa (10X)

*Hu-Friedy Mfg. Co., Inc. 3232 N. Rockwell Street Chicago, IL 60618 EUA

**Dabi Atlante. Pres. Castelo Branco 2525. Ribeirão Preto SP-Brasil

***Equipamentos de laboratório Lambda SP-Brasil

4.2 PREPARO DAS CAVIDADES

Foram preparadas 160 cavidades de classe V no centro da união amelocementária, localizadas na face vestibular e lingual dos dentes. Desta maneira foram realizadas duas cavidades por cada pré-molar. A margem oclusal foi localizada em esmalte e a gengival em dentina. As cavidades foram realizadas inicialmente com uma broca de carbeto tungstênio N° 6*, a qual penetrou 1 mm de profundidade no centro da futura cavidade. Em seguida, as dimensões finais das cavidades foram realizadas com pontas diamantadas para alta rotação N° 3131 KG Sorensen**, sob refrigeração contínua. A cada grupo de cinco preparos a ponta diamantada foi descartada e substituída por uma sem uso. Não foi realizado bisel nas margens das cavidades. Todas as cavidades foram preparadas com auxílio de um aparelho de perfuração El Quip***, com sensibilidade de 0.01mm (Figura 2-5).

Os preparos cavitários foram padronizados e apresentaram as seguintes dimensões:

. Profundidade.....	1.8 mm ± 0.1 mm
- Extensão ocluso-cervical.....	2.0 mm ± 0.1 mm
- Extensão mésio-distal.....	3.0 mm ± 0.1 mm

Posteriormente, as cavidades assim obtidas foram lavadas, secadas e examinadas com lupa estereoscópica Lambda LEB-3 (10X), com a finalidade de detectarmos possíveis trincas ou alterações estruturais que pudessem ter sido causadas durante a execução do preparo cavitário, sendo que quando fossem detectadas o dente era descartado.

*Beavers Dental. SS Laurel Dr. Morrisburg ON Canadá. Lote 2617955

**KG Sorensen Ind. e Comp. Ltda. Alphaville Barueri SP-Brasil

***Equipamentos para laboratório El Quip. Benjamim Constant 140. São Carlos SP-Brasil

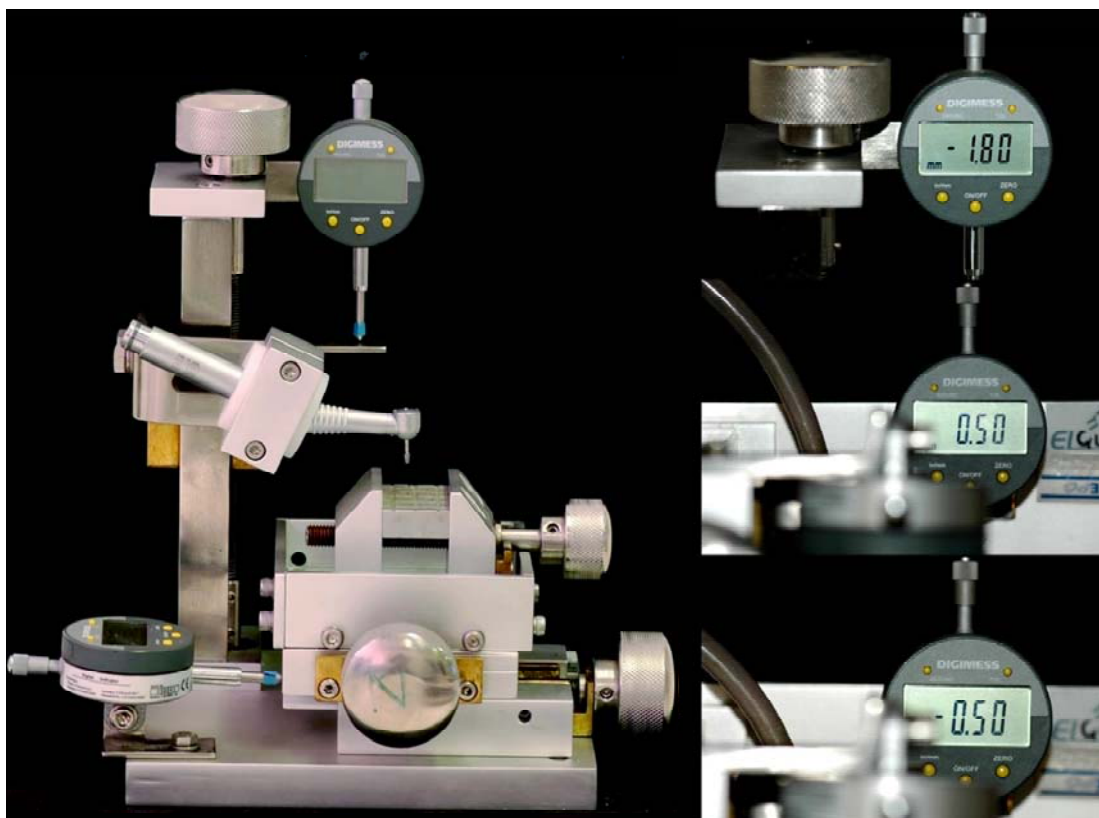


Figura 2 – Aparelho de perfuração. Foi determinada uma profundidade de 1.8 mm, altura ocluso-cervical de 2 mm (diâmetro da ponta diamantada 3131), e largura de 3 mm (diâmetro da ponta diamantada 3131 mais 0.5 mm para mesial e distal*)

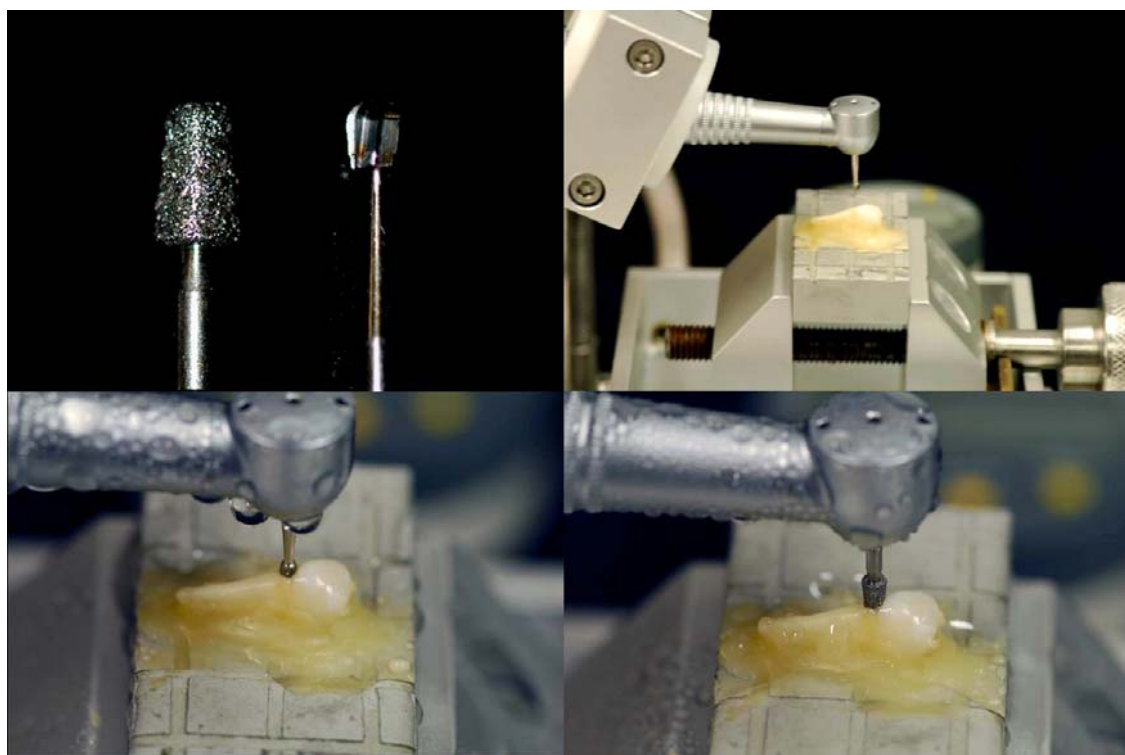


Figura 3 – A perfuração foi iniciada com uma broca de carbeto tungstênio N° 6 e terminada com a ponta diamantada N° 3131

*As medidas tiveram variação de ± 0.1 mm



Figura 4 – Aparência das cavidades terminadas



Figura 5 – Comprovação das dimensões da cavidade com um paquímetro*

* Paquímetro digital Mitutoyo. Tokyo-Japan

4.3 MATERIAIS UTILIZADOS

Os sistemas adesivos utilizados foram convencionais e autocondicionantes especificados na Tabela 3 e 4. A resina composta micro-híbrida padronizada empregada na restauração das cavidades foi Synergy[®] D6 (Coltène Whaledent[®])*.

4.4 PROCEDIMENTOS RESTAURADORES

Os dentes foram divididos aleatoriamente, segundo os 4 diferentes sistemas adesivos utilizados e o tipo de estresse empregado (Tabela 3).

Todos os sistemas adesivos e a resina composta foram utilizados e aplicados nas cavidades de acordo com as recomendações dos fabricantes descritas nas bulas de cada um.

Tabela 2 – Sistemas adesivos utilizados

Sistema adesivo	Fabricante	Classificação por componentes	Classificação por passos
 Adper™ Single Bond 2	3M-ESPE	Condicionador-primer+adesivo	Convencional 2 passos
 AdheSE [®]	Ivoclar Vivadent	Condicionador+primer-adesivo	Autocondicionante 2 passos
 Adper™ Prompt™ L-Pop™	3M-ESPE	Condicionador+primer-adesivo	Autocondicionante 1 passo (Ativação prévia)
 One Coat 7.0	Coltène Whaledent [®]	Condicionador+primer+adesivo	Autocondicionante 1 passo

*Coltène Whaledent[®] AG Feldwiesenstrasse 20 CH-9450 Altstätten/Schweiz. Lote 070205-CK

Tabela 3 – Composição dos sistemas adesivos utilizados*

Sistema adesivo	Composição	pH
Adper™ Single Bond 2	Condicionador: Ácido fosfórico à 35 %	0.6
	Adesivo: BisGMA, HEMA, dimetacrilatos, etanol, água, sistema fotoiniciador, copolímero funcional de metacrilato de ácidos poliacrílico e polialcenóico, 5nm de silano tratado com sílica coloidal 10%	-
AdheSE®	Primer: Acrilato do ácido fosfórico, bisacrilamida, água, canforquinona, estabilizadores	1.7
	Adesivo: Bis-GMA, GDMA, HEMA, sílica fumada, canforquinona, amina terciária, estabilizadores.	7.7
Adper™ Prompt™ L-Pop™	Primer acidificado (câmara amarela): HEMA, água, ácido polialcenóico, estabilizadores	0.85
	Adesivo (câmara vermelha): ésteres fosfóricos metacrilatados, Bis-GMA, iniciadores baseados em canforquinona, estabilizadores	-
One Coat 7.0 (1 Bond)	Metacrilato de polialcenoato, metacrilato do ácido fosfórico, HEMA, dimetacrilatos, fotoiniciadores incluindo canforquinona, etanol e água	-

Tabela 4 - Divisão dos grupos (●n=10 cavidades) segundo o tratamento aplicado. TC=Termociclagem, CCO=Carga cíclica oclusal

Sistema Adesivo	Classificação por componentes	Tipo de Estresse			
		Controle	TC	CCO	TC+CCO
Adper™ Single Bond 2	Condicionador-primer+adesivo	●	●	●	●
AdheSE®	Condicionador+primer-adesivo	●	●	●	●
Adper™ Prompt™ L-Pop™	Condicionador+primer+adesivo (ativação prévia)	●	●	●	●
One Coat 7.0 (1 Bond)	Condicionador+primer+adesivo	●	●	●	●

*Informação fornecida pelos fabricantes

4.4.1 Sistema Adesivo Adper™ Single Bond 2 (3M-ESPE)*

O condicionamento ácido foi realizado em esmalte e dentina durante 15 segundos com ácido fosfórico a 35% Scotchbond™ Etchant. O condicionador foi enxaguado com abundante água e posteriormente a cavidade secada com um jato de ar. A superfície da dentina foi deixada ligeiramente úmida. Não foi empregado ar comprimido para remover o excesso de água remanescente. Este foi realizado utilizando papel absorvente. Imediatamente o sistema adesivo foi aplicado agitando-se duas vezes. Um suave jato de ar foi aplicado com a finalidade de evaporar o solvente e remover os excessos de adesivo, resultando em uma camada lisa e brilhante (Figura 6).

4.4.2 Sistema Adesivo AdheSE® (Ivoclar Vivadent)**

Foi aplicado uma adequada quantidade de AdheSE Primer na cavidade previamente seca da cavidade. Esta foi iniciada pelo esmalte e umectou todas as superfícies da cavidade durante 15 segundos. O excesso foi dispersado com um jato de ar até que a película superficial do líquido não foi mais visível. A seguir, foi aplicado AdheSE Bond, iniciando pela dentina. Utilizando um jato de ar foi dispersado o excesso de AdheSE Bond, evitando o acúmulo do material (Figura 6).

4.4.3 Sistema Adesivo Adper™ Prompt™ L-Pop™ (3M-ESPE)*

O conteúdo dos compartimentos vermelho (adesivo) e amarelo (primer) do pirulito foi adequadamente misturado seguindo as diretrizes do fabricante. Imediatamente o sistema adesivo foi aplicado e agitado, na superfície previamente seca da cavidade, durante 15 segundos. Posteriormente, a superfície dentária foi secada com um jato de ar com a finalidade de evaporar o solvente. Finalmente foi aplicada uma segunda camada de adesivo, mas sem friccionar, de tal forma que fique uma camada de adesivo fina, lisa e sem excessos (Figura 6).

*3M-ESPE Dental Products. St. Paul MN 55144. Lotes 4BC e 293053

**Ivoclar Vivadent AG. Bendererstrasse 2 FL-9494 Schaan Liechtenstein. Lotes J09568 e K02683

4.4.4 Sistema Adesivo One Coat 7.0 (1 Bond) (Coltène Whaledent®)*

Duas camadas foram aplicadas e agitadas sobre a superfície de cada cavidade seca durante 20 segundos. O excesso do adesivo foi removido com um micro-pincel (específico para o sistema adesivo) e um jato de ar durante 5 segundos. Desta maneira se formou uma camada de adesivo o mais uniformemente possível. Antes da aplicação do sistema adesivo o recipiente foi agitado com o objetivo de garantir a homogeneidade da suas soluções.

Todos os sistemas adesivos, aplicados no esmalte e na dentina, foram fotoativados por 20 segundos com um aparelho fotopolimerizador de lâmpada halógena Demetron Optilux**. Este teve intensidade de luz de 600 mW/cm², controlada por meio de um radiômetro***.

*Coltène Whaledent AG Feldwiesenstrasse 20 CH-9450 Altstätten/Schweiz. Lote 070205-CK

**Demetron Research Corporation, EUA. Modelo N°UCL 403. Série 4830671. Ponteira Turbo de 10 mm

***Curing radiometer Demetron Research Corporation, EUA

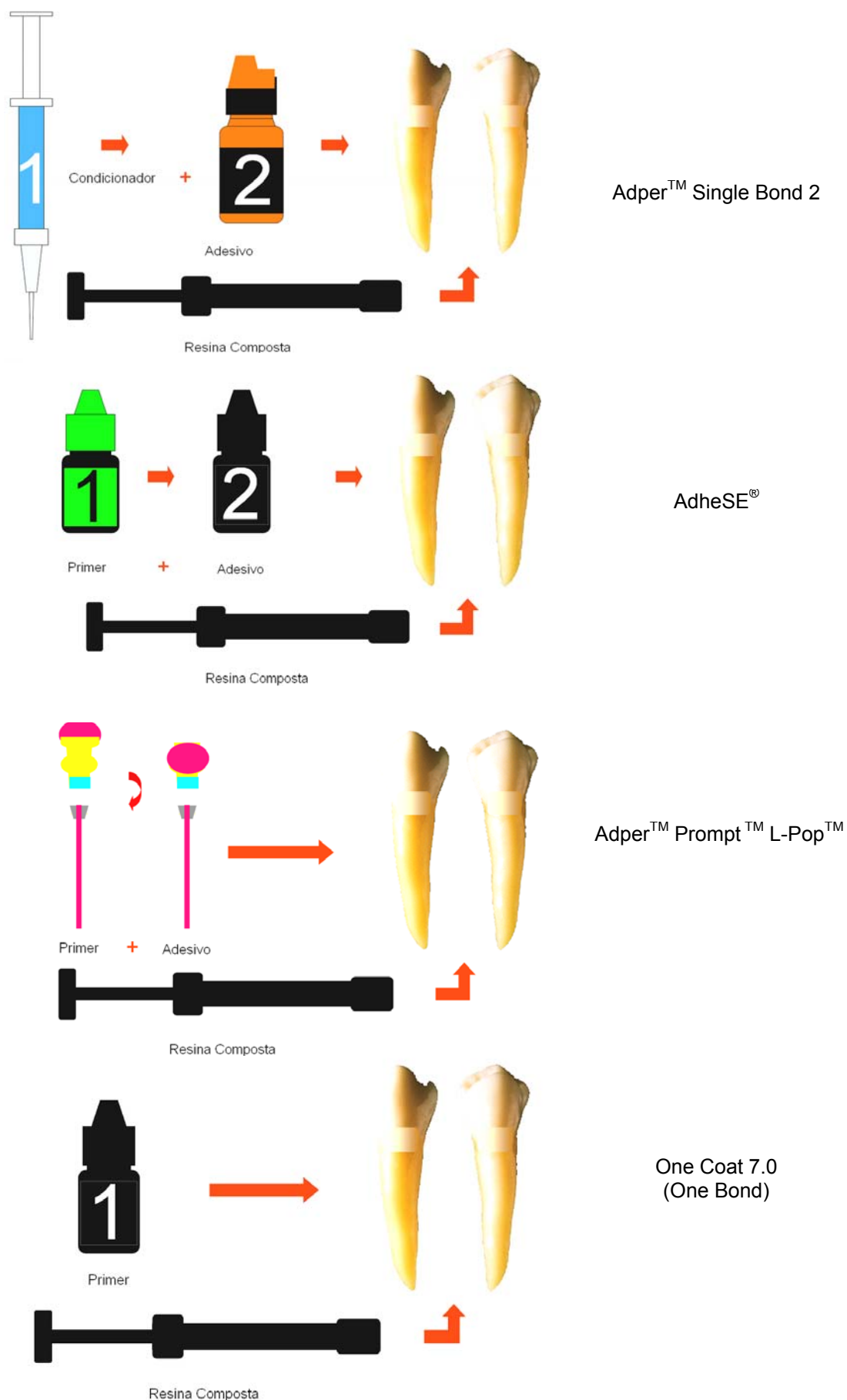


Figura 6 – Forma de aplicação dos sistemas adesivos utilizados

4.4.5 Técnica de Confeção da Restauração com Resina Composta

Foi selecionada e padronizada uma resina composta fotopolimerizável microhíbrida Synergy® D6 (Coltène Whaledent®) (Tabela 4). Para sua inserção foram utilizados três incrementos com fotoativação independente. O primeiro incremento foi colocado de forma oblíqua na margem cervical e fotoativado. O segundo incremento foi igualmente colocado de forma oblíqua na margem oclusal e fotoativado. Ambos os incrementos foram colocados de tal maneira que contatassem as paredes mesial e distal, e o fundo a cavidade. O terceiro e último incremento foi colocado paralelo à cavidade, de maneira que preenchesse a toda ela, com cuidado de vedar completamente o ângulo cavosuperficial em seguida fotoativado. Os incrementos foram colocados com uma espátula para resina composta Thompson #6* e com ajuda de um pincel. A fotoativação dos incrementos foi realizada por 40 segundos, também com uma unidade de luz halógena Demetron Optilux com 600 mW/cm² de potência, aferida por meio de um radiômetro (Figura 7). Depois de concluídas as restaurações, os dentes foram armazenados em água destilada durante 24 horas a 37°C, em uma estufa Quimis®**. Após este período as restaurações foram submetidos ao polimento, utilizando discos de lixa diamont PRO (MFG)*** de granulação média, fina e superfina montados em contra-ângulo em baixa rotação (Figura 8).

Tabela 5 – Resina composta utilizada****

		
Fabricante	Composição	Carga
Coltène Whaledent	Metacrilato Bisfenol A diglicidilo, metacrilato Bisfenol A dietóxido, dimetacrilato de trietilenoglicol, dimetacrilato de uretano, vidro de Bário silanizado, ácido silícico amorfo hidrofóbico, carga pré-polimerizada	Tamanho médio de partículas por carga: 0,6 µm Gama de tamanho das partículas: 0,02-2,5 µm Porcentagem de carga por volume: 65 % Porcentagem de carga por peso: 80%

*Dental MFG Co. EUA

**Quimis® Estufa mini incubadora. Modelo Q315M

***Dental MFG, Co. EUA

****Informação fornecida pelo fabricante



Figura 7 – Aparelho 7fotopolimerizador halógeno e radiômetro utilizados

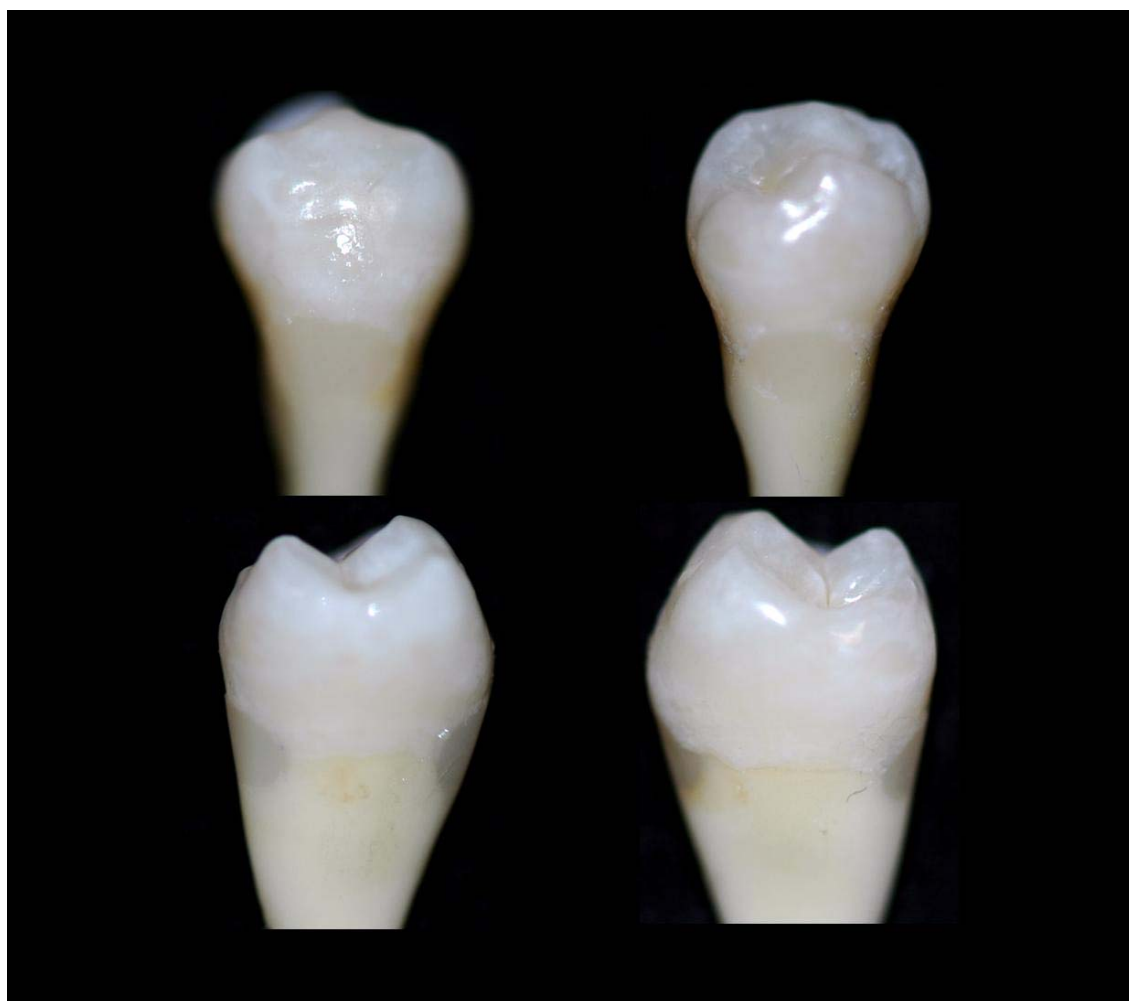


Figura 8 – Restaurações classe V nas faces vestibular e lingual concluídas

4.5 PROCEDIMENTOS DE ESTRESSE

Com o propósito de deixar exposta a interface adesiva da restauração e vedar todas as outras possíveis vias permeáveis, os ápices radiculares dos dentes foram selados com resina acrílica, e a superfície isolada com uma camada de éster de cianocrilato* e duas camadas de esmalte de unha comum colorido**, aplicados em toda a superfície do dente, exceto na restauração e $1\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ ao redor de seu perímetro (Figura 9).

4.5.1 Estresse por Termociclagem

Os dentes foram expostos a Termociclagem (Máquina de Simulação de Ciclos Térmicos ElQuip***) por 500 ciclos em água destilada entre temperaturas de $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. O tempo de permanência em cada temperatura foi de 15 segundos com um tempo de transferência de 5 segundos (Figura 10). Em seguida, os dentes foram armazenados em estufa com água destilada por 24 horas a 37°C .

4.5.2 Estresse por Carga Cíclica Oclusal

Os dentes foram montados no centro de cilindros de PVC de 20 mm de diâmetro e 30 mm de altura. Os cilindros foram preenchidos com resina epóxica**** e as raízes dos dentes imersas nela até o limite estabelecido pelo isolamento do dente. Os conjuntos foram colocados em uma Máquina de Simulação de Fadiga (ElQuip*****), com os pontos de carga formando uma angulação de 90° com o centro da superfície oclusal (Figura 11,12). A força aplicada foi estabelecida em uma faixa de 40-70 N durante 50000 ciclos com frequência de 2 Hz. Durante o procedimento, os dentes estiveram em água destilada a 37°C . Os grupos controles não foram estressados e a avaliação da sua efetividade adesiva foi diretamente avaliada.

*Henkel Ltda. Brasil. Lote: JM0090

**Cinco produtos químicos e farmacêuticos Ltda. Colombo PR. Lote: 10177548

***Equipamentos para laboratório El Quip. Modelo: MSCT-3. Benjamim Constant 140. São Carlos SP-Brasil

****Casa do silicone® Pará 1670 Água Verde Curitiba PR-Brasil. Lote: 20411

*****Equipamentos para laboratório El Quip. Modelo: MSFM. Benjamim Constant 140. São Carlos SP-Brasil

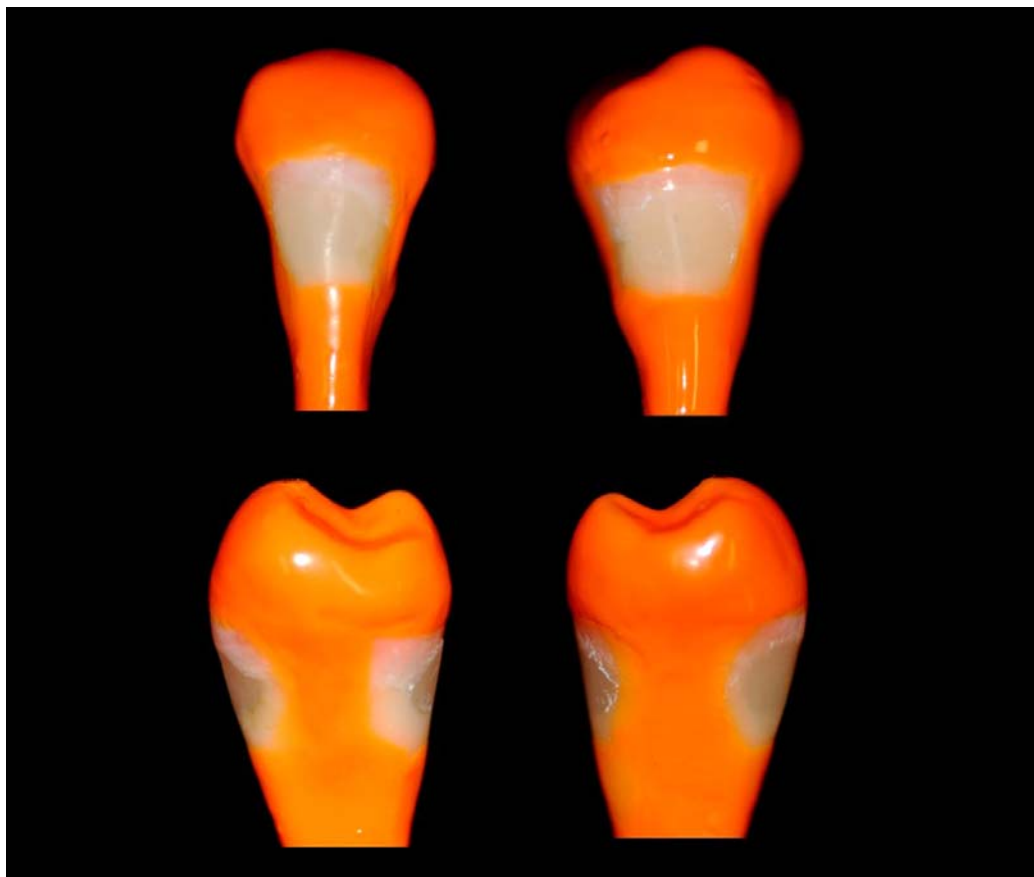


Figura 9 – Superfície dental impermeabilizada e restauração isolada



Figura 10 – Máquina de termociclagem e procedimento de estresse térmico



Figura 11 – Máquina de carga cíclica oclusal, cilindro de PVC com resina epóxica para fixação das raízes dos dentes, e ponta aplicadora da força

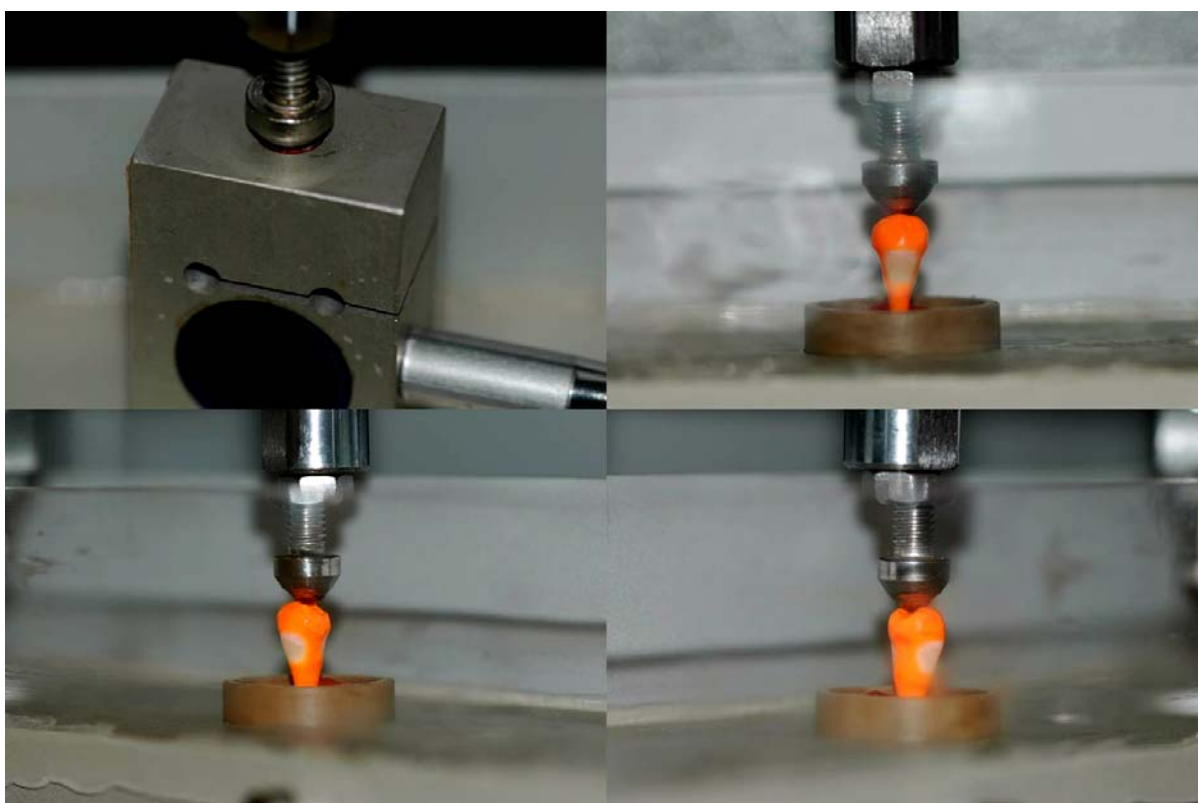


Figura 12 – Calibração da força aplicada (40-70 N) por meio de célula de carga (El Quip) e procedimento de carga oclusal

4.6 EFETIVIDADE ADESIVA

A Efetividade Adesiva foi medida por meio da avaliação do grau de microinfiltração marginal e da amplitude das fendas axiais.

4.6.1 Medição da Microinfiltração Marginal

4.6.1.1 Exposição ao Agente Traçador

Os dentes foram imersos em solução de Nitrato de Prata (AgNO_3) a 50%, por duas horas, em um ambiente escuro e fechado. Depois de eliminar a solução de Nitrato de Prata de cada dente, estes foram colocados em uma solução reveladora pura*, durante 16 horas sob luz fluorescente, com a finalidade de facilitar a redução dos íons de prata para prata metálica (Figura 13 e 14).

4.6.1.2 Preparo dos Corpos de-prova para Análise

Os dentes foram lavados em água corrente e as camadas de esmalte de cianocrilato removidas com lâminas de bisturi # 15. Posteriormente, os dentes foram fixados em um cubo de madeira (2x1x4 cm) através de cera pegajosa** e levados a uma máquina de corte IsoMet®***. Estes foram cortados transversal e longitudinalmente em sentido vestibulo-lingual e mésio-distal a uma velocidade de 300 rpm sob refrigeração contínua com água, por meio de um disco diamantado. Desta maneira foram obtidas 4 superfícies de avaliação por dente, sendo 2 vestibulares e 2 linguais (Figura 15-17).

4.6.1.3 Leitura da Penetração do Agente Traçador

Para a avaliação da penetração do Nitrato de Prata, foi selecionada a superfície com mais microinfiltração entre as duas superfícies vestibulares e linguais respectivamente, conformando um total de 220 superfícies de avaliação. Cada uma delas foi montada em lâminas de vidro, visualizadas e fotografadas em um microscópio com aumento de 40X****(Figura 18 e 19).

*Revelador Kodak

**ASFER Indústria Química Ltda. Lote: 7725

***IsoMet® 1000, Buehler®. Modelo 112180. N° de Série 614-IPS-02381/4"Dia x 0.012". Buehler Diamont Wafering Blade Séries 15LC Diamont N°11-4254. EUA

**** Microscópio Olympus BX41/ Câmera DP71. Japan



Figura 13 – Exposição dos espécimes no nitrato de prata (direita) e no revelador (esquerda)

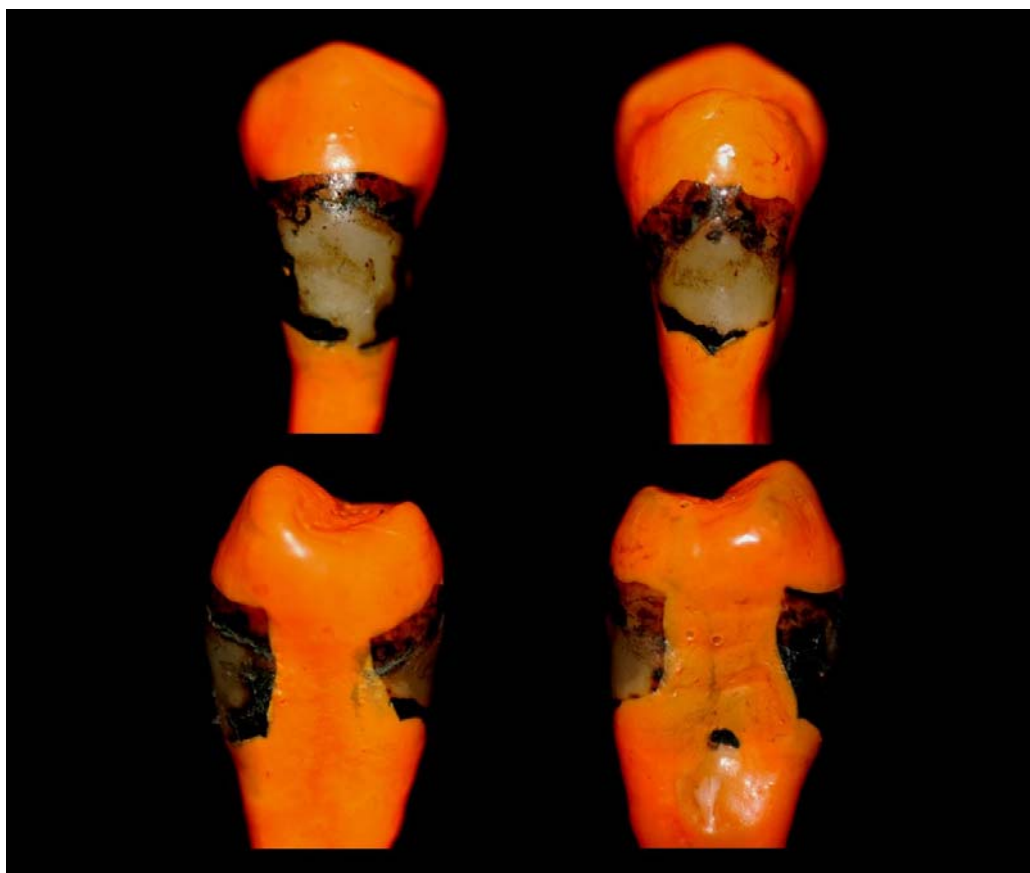


Figura 14 – Dentes pigmentados pelo agente traçador (nitrato de prata)

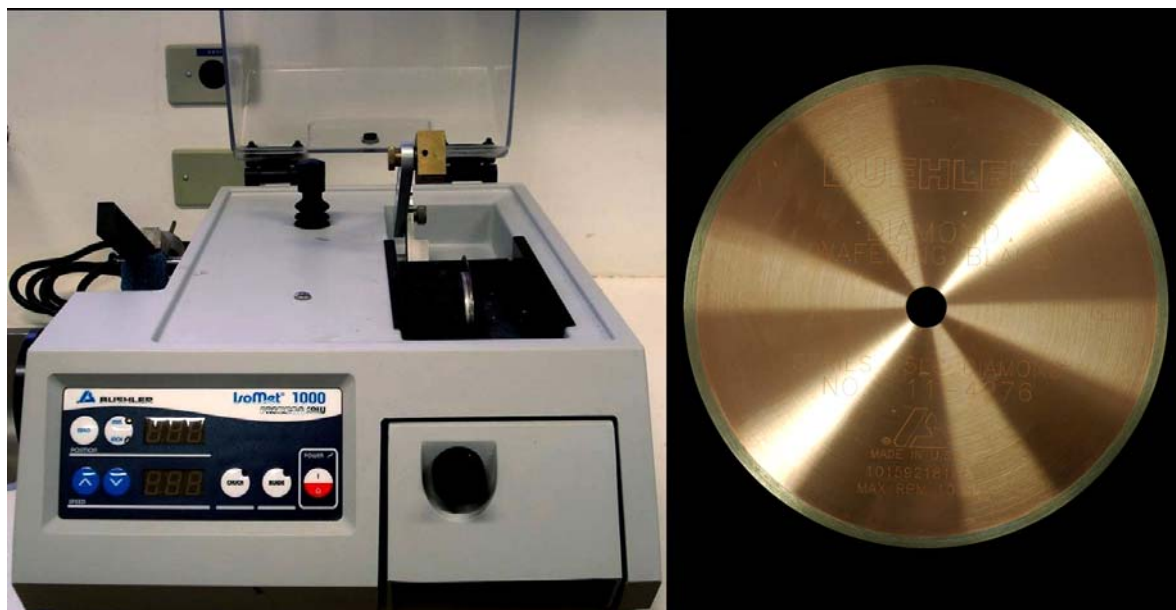


Figura 15 – Máquina de corte e disco de corte

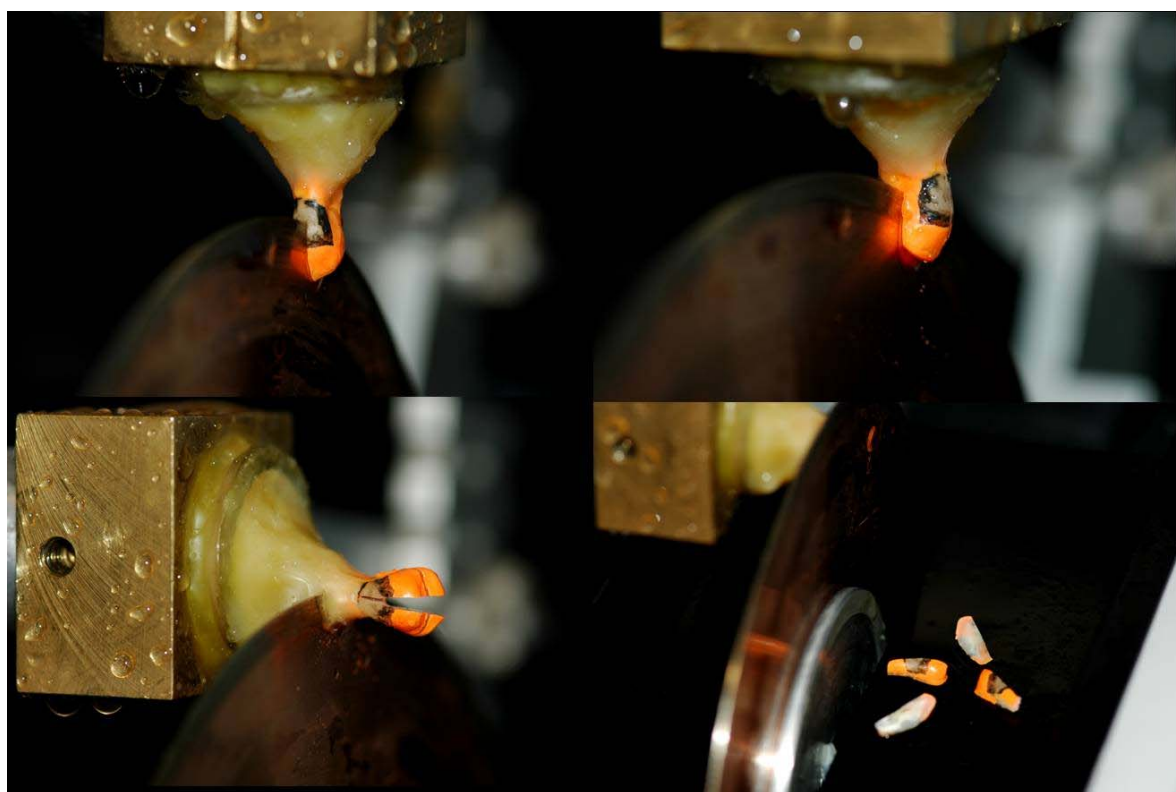


Figura 16 – Corte méso-distal para separação de ambas as restaurações e corte sagital no meio da restauração

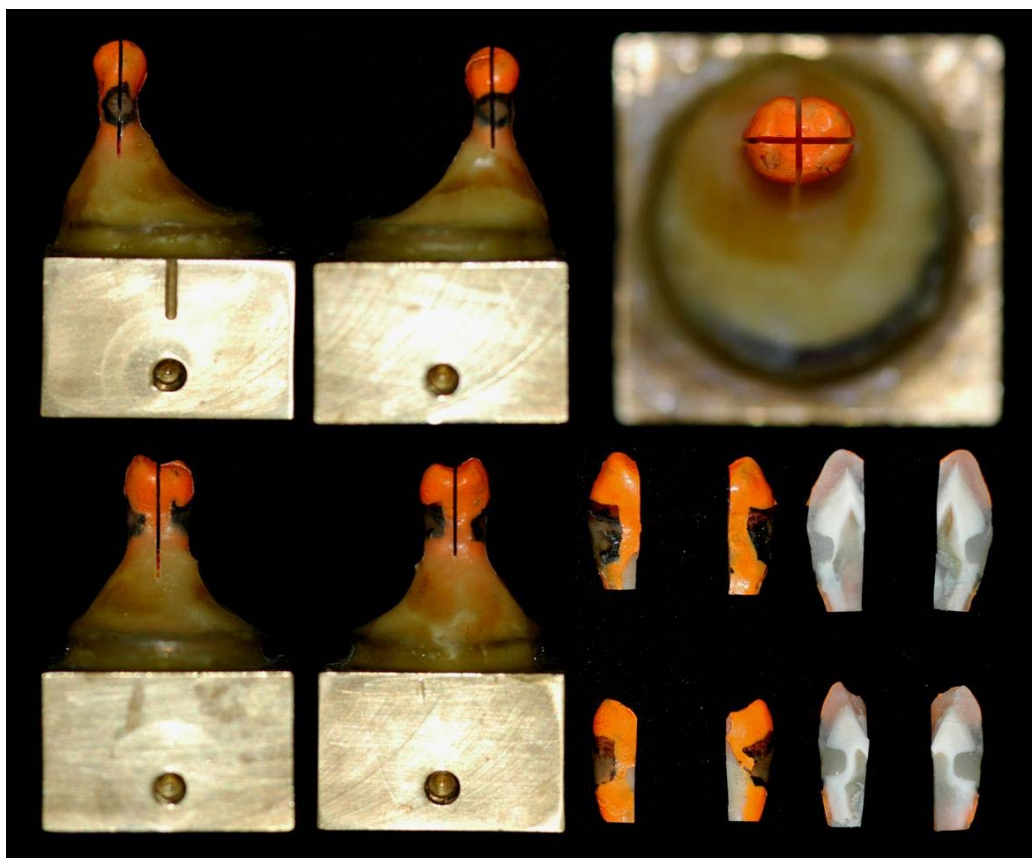


Figura 17 – Estado dos dentes durante os cortes



Figura 18 – Microscópio óptico para análise da microinfiltração marginal

O grau de microinfiltração foi avaliado nas fotografias originais e com ajuda de imagens provenientes das opções de alteração de imagem de baixo releve e inversão de cores do software Adobe Photoshop*, para uma melhor visualização da penetração do agente traçador (Figura 20).

A microinfiltração marginal foi avaliada nas margens de esmalte e dentina seguindo os critérios:

- Critério quantitativo: A escala de medição foi quantitativa continua medida em milímetros.
- Critério qualitativo: A escala de medição foi qualitativa medida segundo os seguintes parâmetros (Figura 21):

- Escore 0:** Ausência da penetração do agente traçador;
- Escore 1:** Penetração do agente traçador até um terço da profundidade da cavidade;
- Escore 2:** Penetração do agente traçador até dois terços da profundidade da cavidade;
- Escore 3:** Penetração do agente traçador mais de dois terços e na parede axial da cavidade.

4.6.2. Medição das Fendas Axiais

Terminada a análise de microinfiltração marginal, as secções foram submetidas à vácuo em dessecador para desidratação completa durante 48 horas e posterior metalização áurica**. Esta foi realizada com ouro tornando a amostra eletricamente condutiva e melhorando a emissão de elétrons secundários, através de uma cobertura de 30 nm. Em seguida, a possível formação de fendas axiais foi observada por meio de microscópio eletrônico de varredura** no centro da parede axial da cavidade com um aumento de 1000X (Figura 22-26). Sua largura foi medida em três pontos eqüidistantes (μm). Desta maneira os resultados obtidos foram quantitativos contínuos.

*Adobe Photoshop CS2 9.0 for windows

**S 550 Shimadzu Tokyo-Japan



Figura 19 – Superfícies dispostas para análise microscópica

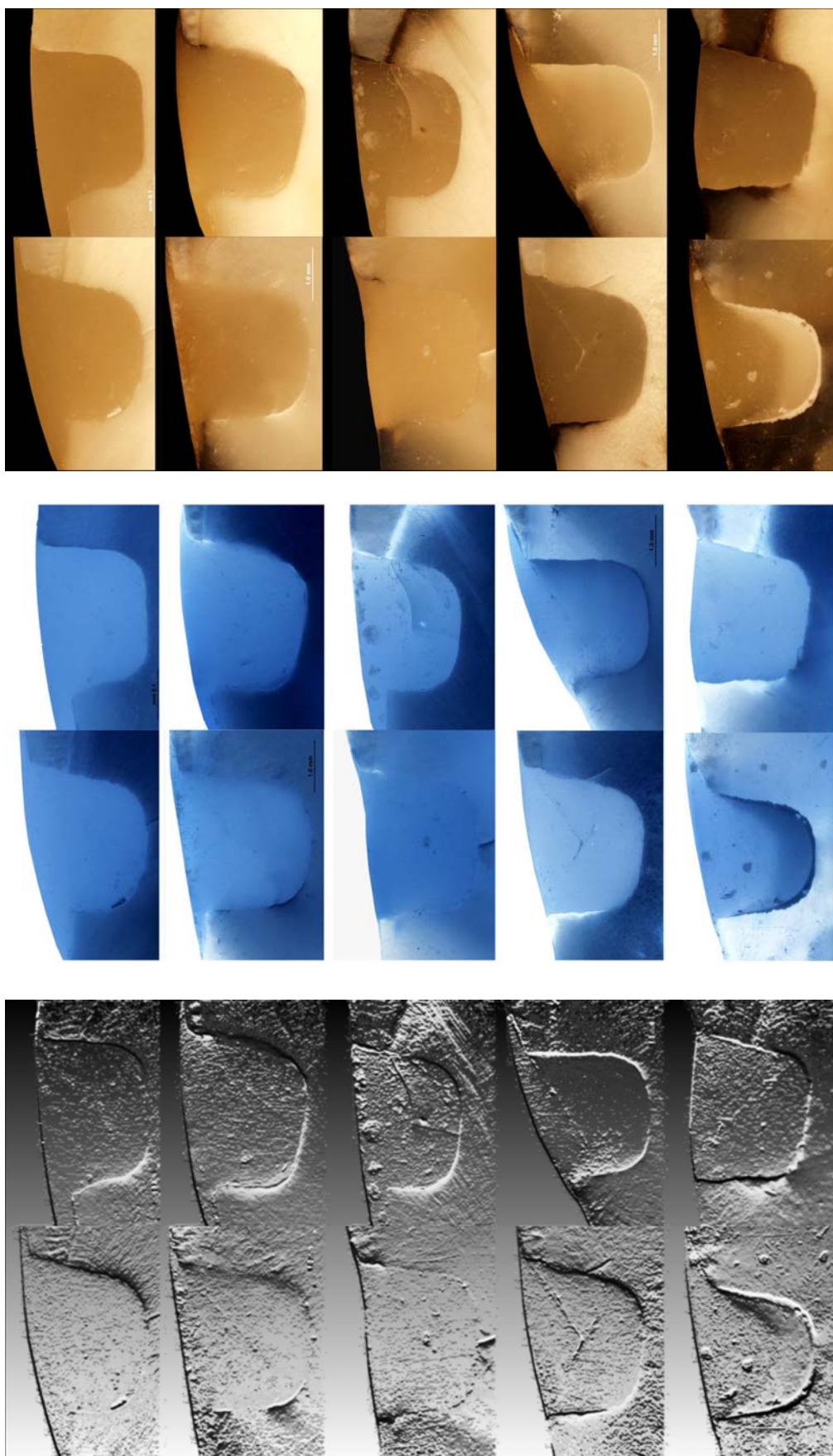


Figura 20 – Imagens alteradas para melhor visualização dos diferentes graus de microinfiltração no esmalte (fileira superior) e na dentina (fileira inferior)

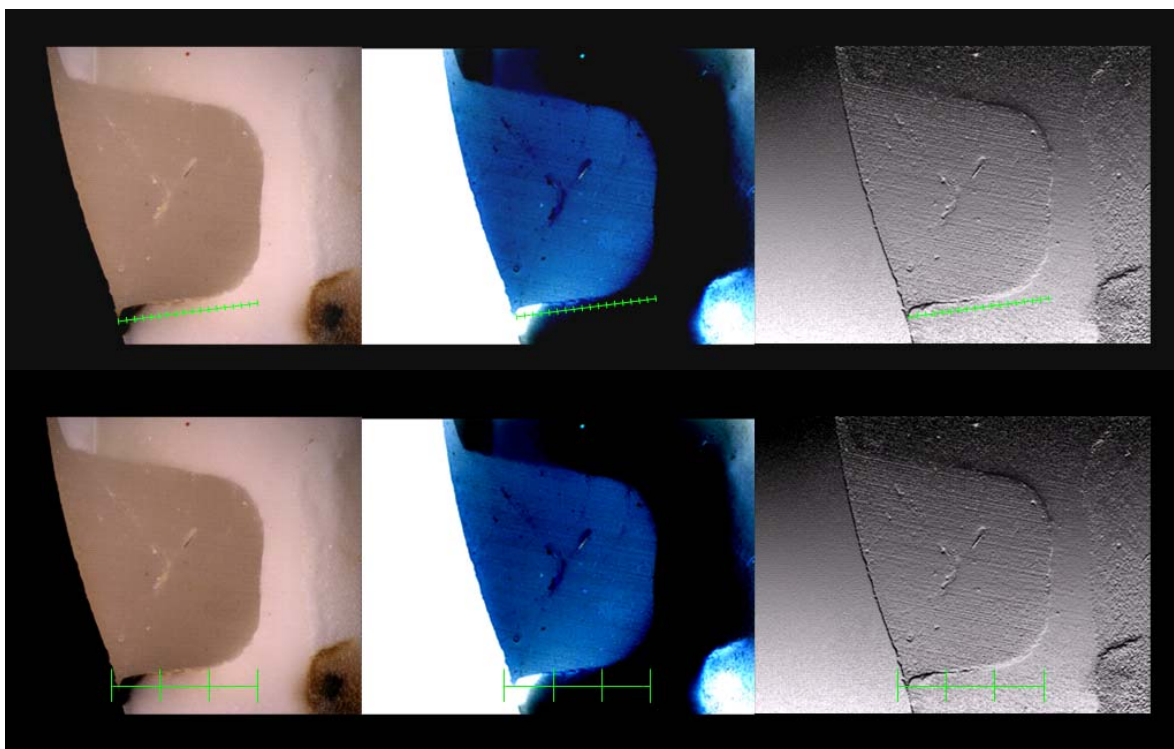


Figura 21 – Análise quantitativa e qualitativa da microinfiltração marginal



Figura 22 – Aparelho de Ultra-som para limpeza dos espécimes e dessecador.



Figura 23 – Aparelho e procedimento de metalização áurica dos espécimes

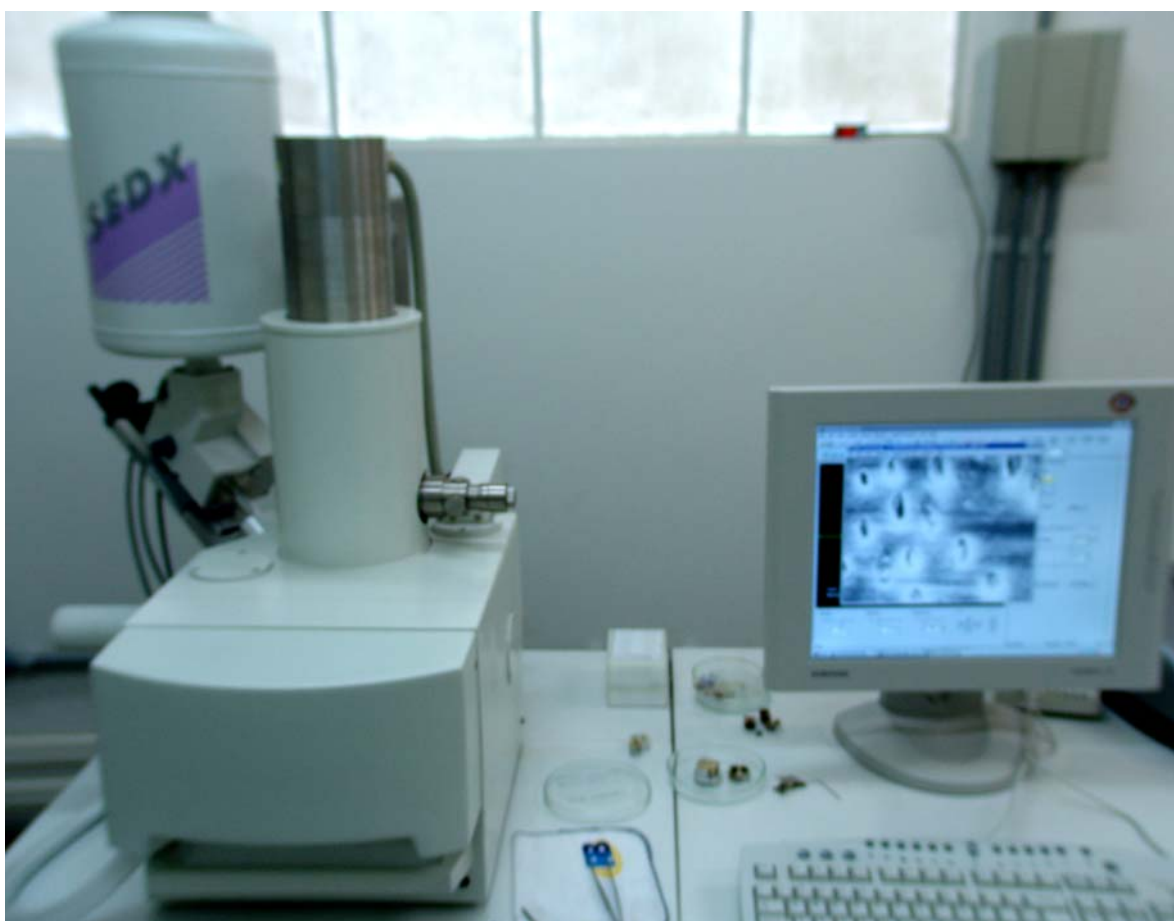


Figura 24 – Microscópio eletrônico de varredura

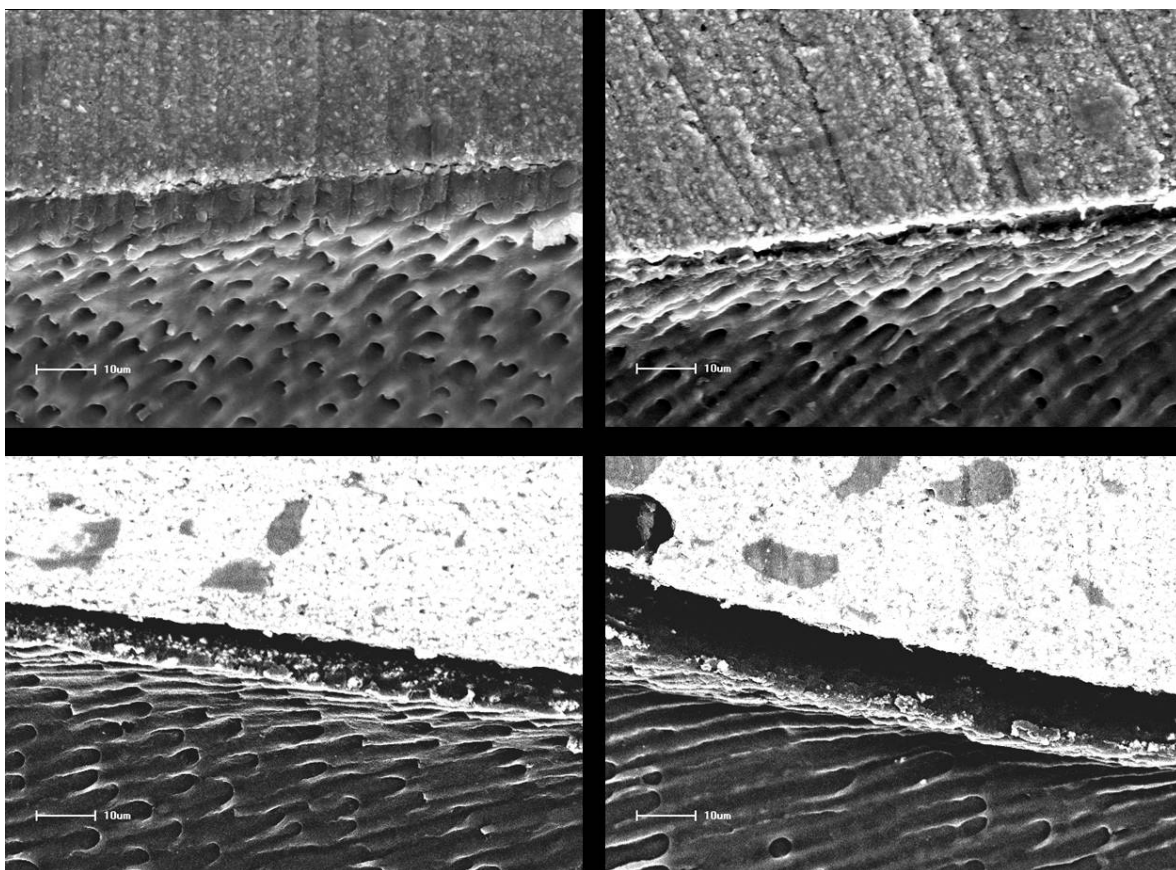


Figura 25 – Diferentes dimensões de fendas axiais encontradas nas eletromicrofotografias (1000X)

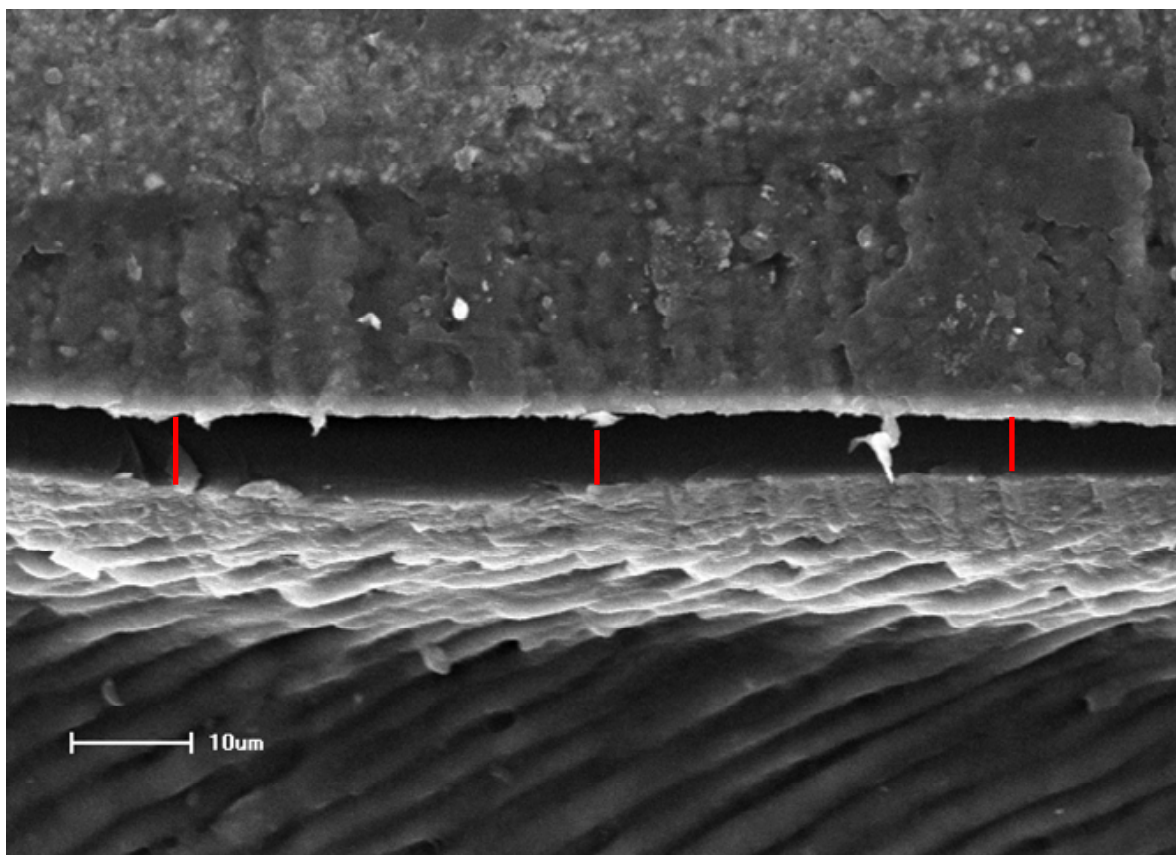


Figura 26 – Medição das fendas axiais (μm) em três pontos eqüidistantes

4.7 PLANEJAMENTO ESTATÍSTICO

Todos os procedimentos foram realizados por somente um operador previamente treinado e calibrado antes e durante a execução do estudo piloto.

Foram calculadas as medidas de tendência central de cada um dos grupos dos diferentes sistemas adesivos (dos controles e das restaurações submetidas a estresse térmico e mecânico). Os valores de microinfiltração marginal não cumpriram os parâmetros de normalidade calculada com a prova de Shapiro Wilk no programa estatístico BioStat 4.0*. Os valores da largura das fendas axiais sim tiveram distribuição normal. Com o objetivo de encontrar as diferenças na microinfiltração marginal dos diferentes grupos foram utilizados os testes não paramétricos de Kruskal-Wallis e post-hoc de Dunn, através da transformação dos valores em postos, por meio do programa estatístico GraphPad Prism 5**. As diferenças entre a largura das fendas axiais apresentadas pelos diferentes grupos (contrastando tipo de sistema adesivo e tipo de estresse conjuntamente) foi calculada por meio do teste ANOVA *two-way* e post-hoc Bonferroni por meio do programa estatístico GraphPad Prism 5. Os cálculos foram realizados com um nível de confiabilidade de 95 %. Foram elaborados tabelas e gráficos para representar os valores obtidos.

*BioStat 4.0 Statistic program for Windows

**Prism 5 for Windows Version 5.01 © 1992-2007 GraphPad Software, Inc

5 RESULTADOS

5.1 AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL

Os escores de microinfiltração marginal em esmalte e dentina dos sistemas adesivos submetidos aos diferentes tipos de estresse são apresentados nas tabelas 6 e 7. A mediana e o intervalo interquartil dos escores de microinfiltração marginal no esmalte e na dentina dos sistemas adesivos submetidos aos diferentes tipos de estresse são apresentados nos gráficos 1 e 2. No esmalte, os grupos controle dos sistemas adesivos AdheSE® ($p<0.05$) e One Coat 7.0 ($p<0.01$) apresentaram significativamente menor microinfiltração marginal do que os grupos submetidos a termociclagem dos mesmos sistemas adesivos, respectivamente. Paralelamente, o grupo controle do sistema adesivo AdheSE® apresentou significativamente menor microinfiltração marginal do que o grupo restaurado com o sistema adesivo One Coat 7.0 submetido a termociclagem ($p<0.01$). Na dentina, o grupo controle do sistema adesivo Adper™ Single Bond 2 apresentou significativamente maior microinfiltração marginal do que o grupo restaurado com One Coat 7.0 submetido a termociclagem e carga cíclica ($p<0.05$).

Tabela 6 – Escores e mediana de microinfiltração marginal obtidos nas margens localizadas no esmalte. C: Controle, TC: Termociclagem, CCO: Carga cíclica oclusal, TCCCO: Termociclagem+Carga cíclica oclusal. Letras diferentes representam diferenças significativas (Testes de Kruskal-Wallis e post-hoc Dunns $p<0.05$).

Sistema Adesivo	Tratamento	Microinfiltração Qualitativa no Esmalte					
		0	1	2	3	Total	Mediana
Adper™ Single Bond 2	C	8	2	0	0	10	0 ^{abc}
	TC	5	4	1	0	10	1 ^{abc}
	CCO	7	2	0	1	10	0 ^{abc}
	TCCCO	6	2	1	1	10	0 ^{abc}
AdheSE®	C	10	0	0	0	10	0 ^b
	TC	2	4	2	2	10	1 ^{ac}
	CCO	8	1	0	1	10	0 ^{abc}
	TCCCO	6	3	1	0	10	0 ^{abc}
Adper™ Prompt™ L-Pop™	C	8	0	2	0	10	0 ^{abc}
	TC	6	2	1	1	10	0 ^{abc}
	CCO	6	2	2	0	10	0 ^{abc}
	TCCCO	7	1	2	0	10	0 ^{abc}
One Coat 7.0 (1 Bond)	C	9	0	1	0	10	0 ^{ab}
	TC	2	1	2	5	10	2.5 ^c
	CCO	6	1	1	2	10	0 ^{abc}
	TCCCO	8	0	2	0	10	0 ^{abc}
Total	-	104	25	18	13	160	4.5

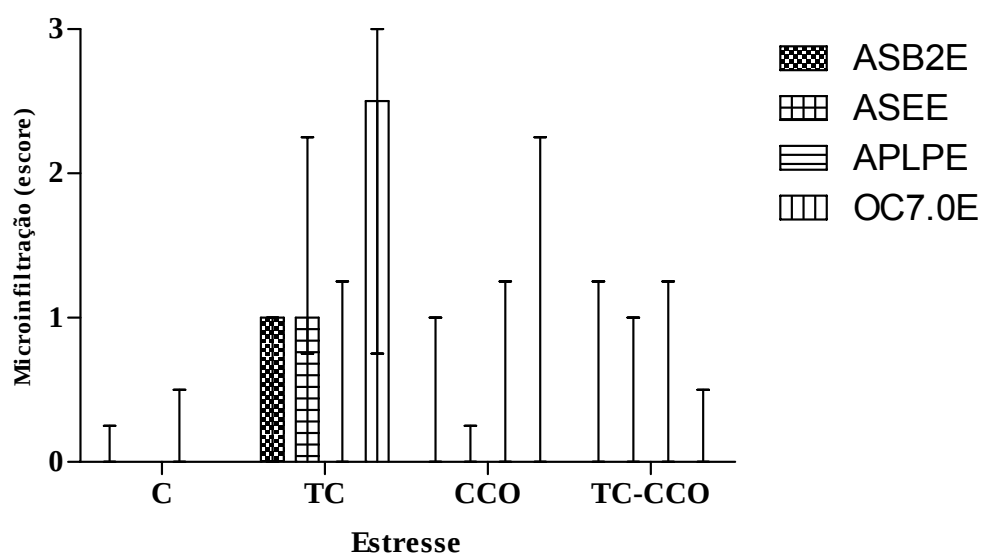


Gráfico 1 – Mediana e intervalo interquartil dos escores de microinfiltração marginal no esmalte

Tabela 7 – Escores e mediana de microinfiltração marginal obtidos nas margens localizadas na dentina. C: Controle, TC: Termociclagem, CCO: Carga cíclica oclusal, TCCCO: Termociclagem+Carga cíclica oclusal. Letras diferentes representam diferenças significativas (Testes de Kruskal-Wallis e post-hoc Dunns $p < 0.05$).

Sistema Adesivo	Tratamento	Microinfiltração Qualitativa na Dentina					
		0	1	2	3	Total	Mediana
Adper TM Single Bond 2	C	8	2	0	0	10	0 ^{ab}
	TC	1	7	2	0	10	1 ^a
	CCO	4	5	1	0	10	1 ^{ab}
	TCCCO	5	3	1	1	10	0.5 ^{ab}
AdheSE [®]	C	7	0	2	1	10	0 ^{ab}
	TC	3	5	2	0	10	1 ^{ab}
	CCO	7	1	1	1	10	0 ^{ab}
	TCCCO	5	4	1	0	10	0.5 ^{ab}
Adper TM Prompt TM L-Pop TM	C	7	1	2	0	10	0 ^{ab}
	TC	4	6	0	0	10	1 ^{ab}
	CCO	4	5	1	0	10	1 ^{ab}
	TCCCO	4	5	1	0	10	1 ^{ab}
One Coat 7.0 (1 Bond)	C	8	2	0	0	10	0 ^{ab}
	TC	3	5	2	0	10	1 ^{ab}
	CCO	6	2	0	2	10	0 ^{ab}
	TCCCO	10	0	0	0	10	0 ^b
Total	-	86	53	16	5	160	8

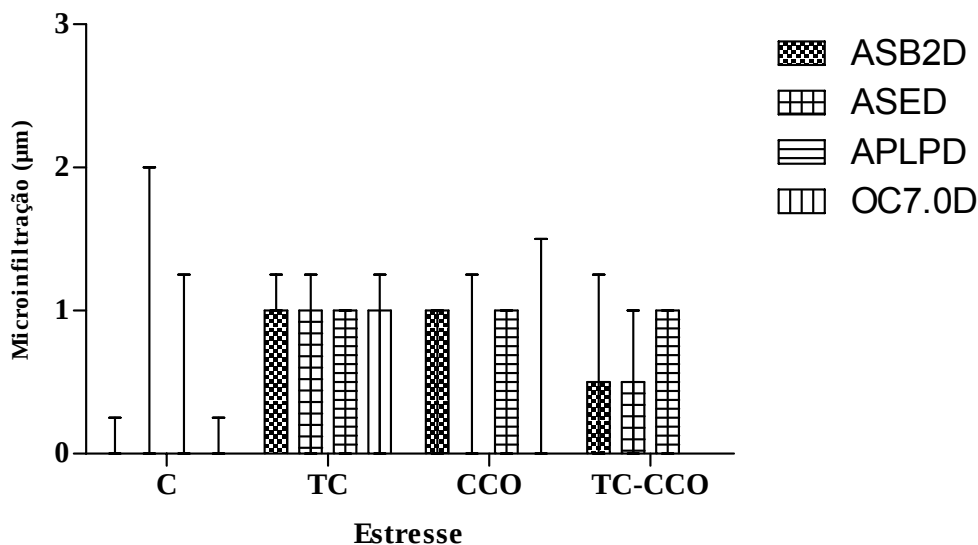


Gráfico 2 – Mediana e intervalo interquartil dos escores de microinfiltração marginal na dentina

5.2 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL

Os valores de microinfiltração marginal (μm) em esmalte e dentina para os diferentes adesivos são apresentados nas tabelas 8 e 9.

Tabela 8 – Valores de microinfiltração marginal (μm) obtidos nas margens localizadas no esmalte. C: Controle, TC: Termociclagem, CCO: Carga cíclica oclusal, TC-CCO: Termociclagem+Carga cíclica oclusal. Letras diferentes representam diferenças significativas.

Sistema adesivo	Estresse	n	Media	DP	Mediana
Adper TM Single Bond 2	C	10	53.63	130.56	0.00 ^{ac}
	TC	10	203.18	243.43	160.22 ^{abc}
	CCO	10	207.81	435.72	0.00 ^{abc}
	TC-CCO	10	285.95	452.71	0.00 ^{abc}
AdheSE [®]	C	10	0.00	0.00	0.00 ^{ac}
	TC	10	679.62	541.46	580.07 ^{cd}
	CCO	10	216.95	568.22	0.00 ^{ab}
	TC-CCO	10	218.37	305.38	0.00 ^{abc}
Adper TM Prompt TM L-Pop TM	C	10	141.46	302.10	0.00 ^{abc}
	TC	10	310.48	555.64	0.00 ^{abc}
	CCO	10	289.00	402.29	0.00 ^{abc}
	TC-CCO	10	192.09	362.58	0.00 ^{abc}
One Coat 7.0 (1 Bond)	C	10	98.22	310.61	0.00 ^{ac}
	TC	10	1066.68	747.94	1343.21 ^{bd}
	CCO	10	495.70	722.88	0.00 ^{abc}
	TC-CCO	10	191.77	405.68	0.00 ^{abc}

A média e o desvio padrão dos valores de microinfiltração marginal no esmalte e na dentina dos sistemas adesivos submetidos aos diferentes tipos de estresse são apresentados nos gráficos 3 e 4.

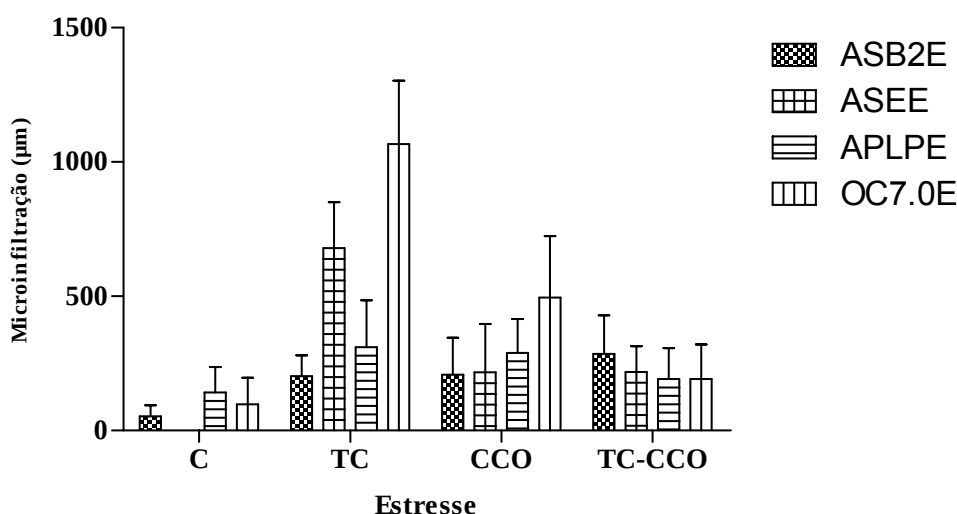


Gráfico 3 – Media e desvio padrão dos valores de microinfiltração marginal no esmalte

No esmalte, os controles dos sistemas adesivos AdheSE[®] ($p < 0.05$) e One Coat 7.0 ($p < 0.05$) apresentaram significativamente menor microinfiltração marginal do que os grupos submetidos a termociclagem destes mesmos sistemas adesivos, respectivamente. Igualmente o grupo submetido a termociclagem do sistema adesivo One Coat 7.0 apresentou significativamente maior microinfiltração marginal do que os controles dos sistemas adesivos AdperTM Single Bond 2 ($p < 0.05$) e AdheSE[®] ($p < 0.01$).

Tabela 9 – Valores de microinfiltração marginal obtidos nas margens localizadas na dentina. C: Controle, TC: Termociclagem, CCO: Carga cíclica oclusal, TC-CCO: Termociclagem+Carga cíclica oclusal. Letras diferentes representam diferenças significativas.

Sistema adesivo	Estresse	n	Media	DP	Mediana
Adper TM Single Bond 2	C	10	15.93	33.60	0.00 ab
	TC	10	412.05	347.61	351.95 a
	CCO	10	217.97	268.71	95.44 ab
	TCCCO	10	284.31	436.45	89.86 ab
AdheSE [®]	C	10	317.55	526.99	0.00 ab
	TC	10	356.81	361.22	320.56 ab
	CCO	10	266.63	566.43	0.00 ab
	TCCCO	10	235.23	282.94	87.07 ab
Adper TM Prompt TM L-Pop TM	C	10	236.46	406.58	0.00 ab
	TC	10	156.49	192.19	88.88 ab
	CCO	10	235.05	252.95	156.93 ab
	TCCCO	10	145.58	263.62	77.94 ab
One Coat 7.0 (1 Bond)	C	10	54.46	116.81	0.00 ab
	TC	10	390.74	375.65	393.10 ab
	CCO	10	318.25	561.33	0.00 ab
	TCCCO	10	0.00	0.00	0.00 b

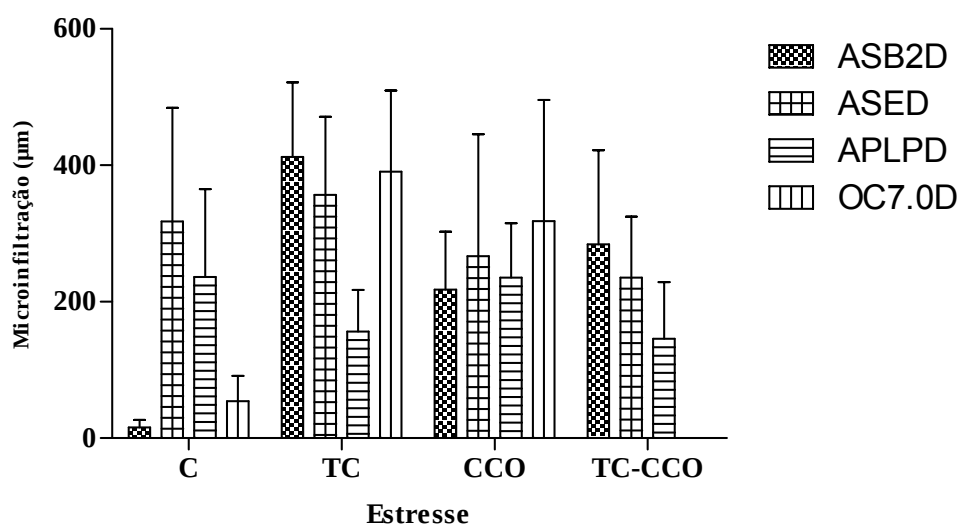


Gráfico 4 – Media e desvio padrão dos valores de microinfiltração marginal na dentina

Igual do que na avaliação qualitativa, a avaliação quantitativa na dentina só mostrou significativamente maior microinfiltração marginal do grupo controle do sistema adesivo AdperTM Single Bond 2 quando foi comparado ao grupo restaurado com One Coat 7.0 submetido a termociclagem e carga cíclica ($p < 0.05$).

5.3 AVALIAÇÃO DAS FENDAS AXIAIS

A largura das fendas axiais é apresentada na tabela 10 e no gráfico 5.

Tabela 10 – Largura das fendas axiais apresentadas pelos sistemas adesivos submetidos aos diferentes tipos de estresse. C: Controle, TC: Termociclagem, CCO: Carga cíclica oclusal, TCCCO: Termociclagem+Carga cíclica oclusal. Letras diferentes representam diferenças significativas (Testes de ANOVA two-way e post-hoc Bonferroni $p < 0.05$).

Sistema adesivo	Estresse	n	Media	DP	Mediana
Adper TM Single Bond 2	C	10	1.84	2.48	0.68 ^a
	TC	10	2.01	2.93	0.00 ^a
	CCO	10	3.52	7.57	0.9 ^a
	TCCCO	10	6.95	9.43	3.49 ^a
AdheSE [®]	C	10	0.69	1.54	0.00 ^a
	TC	10	0.88	1.55	0.15 ^a
	CCO	10	0.55	0.90	0.00 ^a
	TCCCO	10	1.64	2.15	1.05 ^a
Adper TM Prompt TM L-Pop TM	C	10	2.16	2.71	1.10 ^a
	TC	10	4.96	5.79	3.61 ^a
	CCO	10	1.85	2.17	0.88 ^a
	TCCCO	10	5.92	6.99	2.13 ^a
One Coat 7.0 (1 Bond)	C	10	0.18	0.42	0.00 ^a
	TC	10	3.50	5.80	0.73 ^a
	CCO	10	4.77	7.41	1.11 ^a
	TCCCO	10	5.96	4.66	6.77 ^a

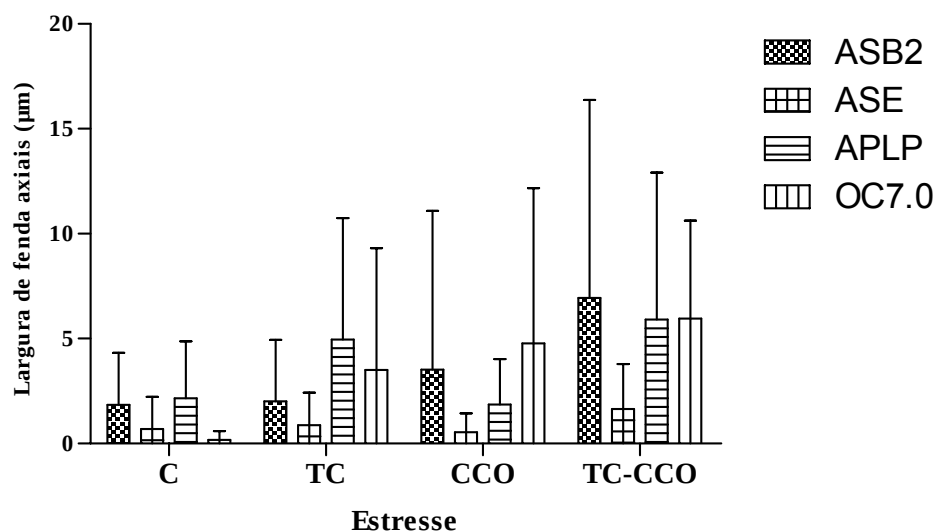


Gráfico 5 – Media e desvio padrão da largura das fendas axiais

Não houve diferenças significativas entre a largura das fendas axiais dos diferentes sistemas adesivos e tipos de estresse.

Apesar das poucas diferenças significativas encontradas neste estudo, pôde-se observar a tendência ao aumento da microinfiltração marginal nos grupos submetidos especificamente a termociclagem. Por outro lado, a formação de fendas axiais apresentaram progressivamente maior largura nos grupos submetidos a termociclagem, carga cíclica e termociclagem mais carga cíclica.

6 DISCUSSÃO

Como foi exposto anteriormente, o sucesso de um tratamento restaurador direto adesivo encontra-se em função da sua capacidade para manter a estabilidade e integridade da interface adesiva. Esta capacidade se evidencia na resistência à microinfiltração marginal e na permanência da restauração na cavidade (Larson ⁴⁷ 2005, Larson ⁴⁸ 2005). Alternativamente às dificuldades na padronização das variáveis, execução e critérios pouco específicos de avaliação dos ensaios clínicos, os estudos laboratoriais nós oferecem uma descrição aproximada do comportamento dos sistemas adesivos. A efetividade adesiva *in vitro* mostrada pelas gerações de sistemas adesivos pode ser evidenciada principalmente por meio de testes de microtração e de microinfiltração marginal, a qual forma parte, junto com a análise das fendas axiais, da metodologia utilizada neste estudo. Estas avaliações nos descrevem a posição ou desempenho que cada sistema adesivo tem no âmbito da adesão dentária.

Na presente metodologia foi realizada a padronização das variáveis que possivelmente poderiam influenciar no estudo: dimensões da cavidade, resina composta e fonte de luz polimerizadora. Desta maneira, a possível produção de microinfiltração marginal e fendas axiais ficaram dependente só do estresse térmico e mecânico, assim como da capacidade de microinfiltração do agente traçador.

6.1 ESTRESSE TÉRMICO

O objetivo do estresse térmico foi simular as mudanças de temperatura que acontecem na cavidade oral e que incidem permanentemente nas restaurações. É difícil simular eventos como comer ou beber, já que possuem alta variabilidade quanto à durabilidade, frequência, intensidade e temperatura, podendo variar inclusive em uma mesma pessoa. A temperatura oral pode variar segundo a região da boca durante a alimentação e inclusive radicalmente quando se respira. Isto pode ser influenciado pela temperatura e umidade ambiental, e pelo grau de umidade da cavidade oral (Boehm ⁴⁹ 1972). Sem nenhum fator influente, a temperatura média da boca é de 35 °C (Peterson et al. ⁵⁰ 1966). Após ingerir um líquido a 60 °C, a temperatura aumenta até 45 °C em vestibular de incisivos

(Peterson et al.⁵⁰ 1966), e 48.5 °C (Spierings et al.⁵¹ 1986) e 44.86 °C (Spierings et al.⁵² 1987) em palatino de molares. Quando se ingere líquidos a <61 °C, a temperatura aumenta até 58.5 °C em palatino de incisivos e 53.1 °C em oclusal de molares (Palmer et al.⁵³ 1992). Se esta temperatura é escalada a 63.5, 58 e 55 °C em oclusal de molares, a temperatura aumenta a 53.5, 58 e 55 °C, respectivamente (Plant et al.⁵⁴ 1974). Por outro lado, a tolerância da temperatura varia de 42.0 a 57.3 °C na região molar (Palmer et al.⁵³ 1992). Líquido a mais de 68 °C é impossível de ser bebido, inclusive pode ser bebido até com dificuldade entre 60-68 °C. Pode ser considerado como relativamente quente entre 50-55 °C. Uma temperatura de 55 °C produz uma temperatura máxima confortável de 47 °C na boca, porém, esta temperatura mantida por mais de 15 segundos produz dor (Plant et al.⁵⁴ 1974). Provavelmente as mudanças de temperatura na cavidade oral acontecem somente em alguns segundos. A temperatura da superfície dos dentes foi igualmente determinada como de 43-53 °C na ingestão de comida quente (Crabtree, Atkinson⁵⁵ 1955). Uma temperatura de 50 °C tem potencial para originar fendas no esmalte após 1650 ciclos. Tendo em conta 10 ciclos por dia, um ano equivaleria a 3650 ciclos (Brown et al.⁵⁶ 1972).

O efeito da temperatura em uma restauração se encontra em função da diferença no coeficiente de expansão térmica linear que existe entre o esmalte, a dentina e a restauração aderida a eles. Este se define como a mudança de densidade que acontece quando um material muda de temperatura. O aumento de temperatura aumenta o volume e diminui a densidade (Craig⁵⁷ 1997). A diferença dos coeficientes de expansão térmica linear gera uma pressão negativa interfacial, a qual estimula o ingresso de fluidos orais nas margens. Se a temperatura aumenta, esta pressão igualmente aumenta, condicionando microinfiltração marginal (Bullard et al.⁵⁸ 1988). A deformação térmica da restauração pode igualmente criar microseparações entre o piso da cavidade e o adesivo, ou diferente grau de deformação plástica das faces da interface adesiva (Nikaido et al.⁵⁹ 2002). O coeficiente de expansão térmica linear permanece constante e uma temperatura de 10-55 °C, dentro da qual igualmente acontecem as mudanças de temperatura na cavidade oral. Por outro lado, uma temperatura maior produz um rápido incremento deste (Xu⁶⁰ 1990). O coeficiente de expansão térmica linear (medido em uma faixa de 10-80 °C) do esmalte e da dentina é de 16.96 e 10.59 $\times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, respectivamente;

e da coroa e da raiz é de 11.90 e $9.44 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, respectivamente (Xu et al. ⁶¹ 1989). Paralelamente o coeficiente de expansão térmica linear das resinas compostas varia de 17 a $50 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (Craig ⁵⁷ 1997). Vaidyanathan et al. ⁶² (1992) determinaram uma relação inversa entre o coeficiente de expansão térmica linear e a fração de partículas de carga. Yamaguchi et al. ⁶³ (1989) estudaram o coeficiente de expansão térmica linear de resinas compostas a uma temperatura de $37 \text{ } ^\circ\text{C}$, encontrando uma faixa de 29.0 - $83.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Contrariamente neste trabalho, não foi encontrada uma relação significativa entre o coeficiente de expansão térmica linear e a fração de volume das partículas de carga. Versluis et al. ⁶⁴ (1996) determinaram o coeficiente de expansão térmica linear de diferentes resinas compostas: $22.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ para Z-100 (próximo ao esmalte), $23.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ para P-50, $32.6 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ para Herculite XR, $34.1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ para APH, $35.4 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ para Conquest, $41.6 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ para Silux Plus e $44.7 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ para Heliomolar. Sideridou ⁶⁵ et al. (2004) determinaram que o coeficiente de expansão térmica linear das resinas compostas Z-100 MP, Filtek Z-250, Sculpt-It e Alert é afetado principalmente pela carga contida, mas parece se afetar também pela estrutura química da matriz de resina. Esta relação também depende da interação entre a carga e a matriz (Soderholm ⁶⁶ 1984). Yan et al. ⁶⁷ (2007) estimularam termicamente cimentos de ionômero de vidro e utilizou como controle a resina composta Synergy utilizada neste estudo. Esta apresentou o mesmo comportamento em condições secas ou úmidas. Em condições úmidas (condições orais), sofreu alteração de até $0.1 \text{ } \%$ quando foi submetida a temperaturas de até $45 \text{ } ^\circ\text{C}$, e de $0.2 \text{ } \%$ até $65 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Outra variável que descreve o comportamento térmico é a difusividade térmica. Esta é importante para o corpo da restauração assim como o coeficiente de expansão térmica linear é para a fratura superficial. É definida como o parâmetro que caracteriza a mudança transitória de temperatura quando o material é estimulado termicamente. Resulta da divisão da condutividade térmica pelo produto da densidade e capacidade de aquecimento (Braden ⁶⁸ 1964). A difusividade térmica da dentina é de $0.187 \text{ mm}^2/\text{seg}$ (Brown et al. ⁶⁹ 1970). Paralelamente a difusividade térmica de algumas resinas compostas é: $0.151 \text{ mm}^2/\text{seg}$ (Microrest), $0.245 \text{ mm}^2/\text{seg}$ (Heliomolar), $0.239 \text{ mm}^2/\text{seg}$ (Command Ultrafine), $0.228 \text{ mm}^2/\text{seg}$ (Prisma Fil), $0.227 \text{ mm}^2/\text{seg}$ (Brilliant Lux), $0.225 \text{ mm}^2/\text{seg}$ (Ful-Fil), $0.285 \text{ mm}^2/\text{seg}$ (Herculite), $0.213 \text{ mm}^2/\text{seg}$ (Lumifor), $0.276 \text{ mm}^2/\text{seg}$ (Aurafil), $0.276 \text{ mm}^2/\text{seg}$ (Adaptic II), 0.283

mm²/seg (Estilux Posterior XRI), 0.264 mm²/seg (Palfique), 0.22 mm²/seg (Post-Com II LC), 0.25 mm²/seg (P-30), 0.278 mm²/seg (Occlusin), 0.29 mm²/seg (Bis-Fil I), 0.636 mm²/seg (P-10), 0.401 mm²/seg (Clearfil Posterior), e 0.564 mm²/seg (Bellfirm). Apesar de que a maioria apresentasse difusividade térmica similar à dentina, os três últimos materiais mencionados, os quais possuem quartzo ou silício nitrito como carga na sua composição, apresentaram um valor de até 3 vezes o apresentado pela dentina (Watts et al. ⁷⁰ 1987).

No caso de baixas temperaturas, Lloyd et al. ⁷¹ (1978) submeteram subitamente dentes 28 °C por abaixo da sua temperatura, comparando observações de análise de elemento finito. Ele determinou que a magnitude do estresse (que condiciona ou perdura trincas superficiais) depende do diferencial de temperatura entre o dente, seu ambiente, condutibilidade térmica, geometria do dente e suas propriedades físicas, recomendando evitar o consumo de alimentos ou bebidas que mudem subitamente a temperatura oral. Quando se consomem líquidos a 0 °C, a temperatura de vestibular de incisivos, oclusal e palatino de molares diminui até 15, 1 e 21.63 °C (30 mL), respectivamente (Peterson et al. ⁵⁰ 1966, Spierings et al. ⁵² 1987, Palmer et al. ⁵³ 1992).

Galé e Darvell ¹⁵ (1999) descrevem os regimes de temperatura utilizados em 130 artigos de 25 periódicos, nos quais 110 envolvem agente traçador. A temperatura inferior foi em média 6.6 °C (amplitude de 0-36 °C/mediana 5.0 °C). A média da temperatura superior foi de 55.5 °C (amplitude de 40-100 °C/mediana 55°C). A maioria destes estudos utilizou dois extremos de temperatura (quente e frio), porém 27 trabalhos empregaram uma temperatura intermediária de 37 °C. O número de ciclos variou desde 1 até 1000000 ciclos, com uma média de cerca de 10 000 e mediana de 500 ciclos. Muitos dos estudos analisados não mencionam os tempos de permanência em cada temperatura, com tudo, a média é de 53 seg, a mediana 30 seg e uma amplitude de 4 seg a 20 min. Alguns tempos de permanência longos (23 seg) foram utilizados na temperatura intermediária de 37 °C. Os curtos (4 seg) foram empregados nas temperaturas extremas, talvez com o intuito de simular as mudanças extremas, mas curtas, de temperatura na cavidade oral. Em quase todos os artigos não se fundamenta a utilização destas condições.

A informação disponível descreve que a microinfiltração marginal aumenta com o número de ciclos térmicos, porém, alguns trabalhos não encontraram diferenças significativas na microinfiltração marginal com a utilização ou aumento de ciclos (Crim, Garcia-Godoy ⁷² 1987, Chan, Glyn-Jones ⁷³ 1992, Crim et al. ⁷⁴ 1985, Derkson et al. ⁷⁵ 1986, Prati et al. ⁷⁶ 1994). Mandras et al. ⁷⁷ (1991) não reportaram diferenças significativas quando o espécime foi estressado dentro ou fora do agente traçador. Por outro lado, a termociclagem unida à carga cíclica produz aumento da penetração do agente traçador (Mandras et al. ⁷⁷ 1991, Rigsby et al. ⁷⁸ 1992). Munksgaard e Irie ⁷⁹ (1987) concluíram que a termociclagem foi prejudicial quando as restaurações foram polidas imediatamente, a diferença daqueles polidos após 24 h. Isto pode ser devido ao bloqueio do efeito de absorção de água. Outro problema é a falta de um adequado grupo controle (Galé, Darvell ¹⁵, 1999). Momoi et al. ⁸⁰ (1990) observaram um aumento na infiltração do agente traçador com o tempo em espécimes não termociclados, mas não mais do que os espécimes termociclados.

Temos que levar em conta que não existe evidência sólida que a falhas clínicas sejam produzidas por estresse térmico, o qual é só uma lógica expectativa teórica. É desconhecido também o processo através do qual as fendas ocorrem a medida que a interface adesiva é fadigada, sendo impossível saber qual é a temperatura crítica na qual acontece o colapso da interface adesiva (Galé, Darvell ¹⁵, 1999). Apesar do escasso fundamento da termociclagem, esta é adotada como uma prova standardizada que condiciona mudanças térmicas extremas e que seria perfeita se fosse utilizado um número padrão de ciclos. Isto é proposto pelo padrão ISO TR 11450 (1994), a qual recomenda um mínimo de 500 ciclos em água a 5 e 55 °C como um apropriado teste de envelhecimento artificial (De Munck ¹³ 2005). Galé, e Darvell ¹⁵ (1999) determinaram que 10000 ciclos correspondem a aproximadamente 1 ano de funcionamento *in vivo*. Desta maneira, tanto a termociclagem como a carga cíclica, servem de parâmetro para testar novos materiais, já que simulando ou não de forma exata as condições da boca, estes se encontrarão sob condições de estresse, que testem seu desempenho. Por outro lado, a utilização de adequados grupos controle pode diferenciar o potencial do estresse aplicado, já que as fendas marginais (potenciais de microinfiltração) ou as axiais podem estar presentes sem necessidade de termociclagem ou carga cíclica,

talvez devido ao processo de polimerização. Uma das razões para ter tanto conflito nos resultados anteriormente descritos, pode ser a metodologia (diferente número de ciclos, temperatura e agente traçador) tão diversa utilizada nos estudos, inclusive entre mesmos autores. Outra explicação poderia ser que a penetração do agente traçador poder ser influenciada por outros fatores (como absorção de água) e não estar diretamente relacionada com as dimensões das fendas (Galé, Darvell ¹⁵ 1999). Desta forma, um outro ponto a discutir é o ambiente no qual acontece a teórica degradação da interface adesiva, a qual acontece progressivamente, a curto ou longo prazo, por exposição à água.

6.2 EXPOSIÇÃO A ÁGUA

A água pode-se comportar como agente de degradação externa ou interna. O agressivo condicionamento com ácido fosfórico produz fibras de colágeno expostas sem sustento de hidroxiapatita (Van Meerbeek et al. ¹¹ 1998). O resultado é uma incompleta hibridização que deixa fibras colágenas vulneráveis a degradação hidrolítica (Hashimoto et al. ⁸¹ 2000). Alternativamente, em condições *in vivo*, a mudança de temperatura determina o aumento do fluxo do fluido dentinário (Linsuwanont et al. ⁸² 2007), o qual poderia projetar água para as fibras colágenas não adequadamente hibridizadas, podendo causar igualmente degradação por hidrólise. Por outro lado, a água pode-se comportar como um agente plastificador, degradando a interface ou incrementando o coeficiente de expansão térmica linear (Soderholm ⁶⁶ 1984). A plastificação acontece quando a água infiltra na matriz polimérica e diminui suas propriedades mecânicas por redução das forças friccionais entre as cadeias poliméricas (De Munck et al. ¹³ 2005). A água igualmente produz lixiviação de moléculas tais como diluintes (TEGDMA e Decametacrilato), aditivos (estabilizador ultravioleta TINUVINP), plastificadores (diciclohexil folato e bis(2-etilhexil) folato), iniciadores (trifenil estibina), agentes de união (γ -metacriloxipropil trimetoxissilano) e fenil benzoato (Lee et al. ⁸³ 1998). A absorção de água aumenta, após 0.5 h de exposição a água a 37 °C, de 0.65 (Z100) e 0.54 μgmm^{-3} (Z250) até 2.45 (Z100) e 2.12 μgmm^{-3} (Z250). Isto pode chegar até 10.56 (Z100) e 8.95 μgmm^{-3} (Z250) após 48 h de exposição. Algo similar acontece com a solubilidade em água, donde aumenta, após 0.5 h de exposição a água a 37 °C, de 0.08 μgmm^{-3} (Z100 e Z2250) até 0.24 (Z100) e 0.15 μgmm^{-3} (Z250). Isto pode chegar até 0.70 (Z100) e

0.33 μgmm^{-3} (Z250) após 48 h de exposição (Palin et al. ⁸⁴ 2005). No caso dos sistemas adesivos, após 28 dias de armazenamento, a absorção de água é de 69.31 μgmm^{-3} (Adper Scotchbond Multi Purpose), 59.32 μgmm^{-3} (Clearfil SE Bond), 207.39 μgmm^{-3} (Adper Single Bond) e 162.51 μgmm^{-3} (Excite). Paralelamente, a solubilidade é de 9.56, 2.08, 95.75 e 87.96 μgmm^{-3} para os sistemas adesivos mencionados, respectivamente (Malacarne et al. ⁸⁵ 2006). No presente estudo, durante a termociclagem (aproximadamente 5 h) e a carga cíclica (aproximadamente 7 h), os espécimes estiveram imersos em água. O qual poderia ter produzido degradação da interface independentemente do estresse térmico ou mecânico. Estudos de degradação em água verificam diminuição da resistência adesiva à microtração no curto (Lee et al. ⁸³ 1998) ou longo prazo (Fukushima et al. ⁸⁶ 2001), mas os possíveis efeitos no grau de microinfiltração marginal ainda não se encontram determinados. Igualmente, a exposição a água pode ser por via intrínseca, devido à natureza do solvente. Nos sistemas adesivos autocondicionantes, uma alta quantidade de solvente é necessária para manter unidos seus componentes monoméricos hidrofílicos e hidrófobos, sendo igualmente necessária a presença de água, como meio de ionização, para que a atividade autocondicionante aconteça. Esta condição faz que estes sistemas, além de se constituir em membranas semi-permeáveis, possam diminuir sua eficácia pela separação de seus componentes. (Van Landuyt et al. ⁸⁷ 2005). Este fenômeno se pode evitar pela aplicação de um forte jato de ar, mas isto só é indicado para o sistema adesivo Adhese[®].

6.3 TIPO DE SOLVENTE

Nos sistemas adesivos, a utilização de solventes como água e álcool (sistemas utilizados-Tabela 3) obedecem razões econômicas, disponibilidade e de biocompatibilidade (Van Landuyt et al. ⁸⁸ 2007). Diluentes como MMA e HEMA são descritos como diluentes de outros monômeros e podem ser chamados igualmente como solventes, ainda que o grupo hidroxilo do HEMA também forma pontes de hidrogênio (Ohhashi et al. ⁸⁹ 1997). A característica mais importante é sua disposição dipolar, constante dielétrica, pressão de vapor, ponto de fervura e capacidade de formar pontes de hidrogênio (Abate et al. ⁹⁰ 2000). A aplicação no momento justo de ar favorece sua adequada vaporização por diferenças na pressão de vapor e por diminuir a espessura da camada e favorecer igualmente a

evaporação (Spreafico et al. ⁹¹ 2006). Segundo a quantidade de solvente remanescente, este pode arriscar uma adequada polimerização devido à diluição dos monômeros e resultar em canais que possam aumentar a permeabilidade da camada híbrida (Hashimoto et al. ⁹² 2004). As instruções referidas dos fabricantes para aplicar ar sobre sistemas adesivos que não possuem solventes, estão encaminhadas a fazer mais homogênea a camada de adesivo subjacente (Zheng et al. ⁹³ 2001). Os solventes com alta afinidade para formar pontes de hidrogênio podem ser capazes de quebrar pontes igualmente de hidrogênio e outras forças que possui o colágeno colapsado (Pashley et al. ⁹⁴ 2002).

A água é um solvente altamente polar com alta constante dielétrica, capaz de formar fortes pontes de hidrogênio. Porém, é um pobre solvente para compostos orgânicos, os quais são na maioria hidrófobos. Tal condição justifica a utilização de outros solventes como álcool ou acetona. A água é um componente indispensável dos sistemas autocondicionantes, cujo objetivo é ionizar os monômeros ácidos. Porém, quanto maior a concentração de co-solventes adicionados, menos prótons serão formados. Nos adesivos convencionais, a água é capaz de re-expandir a rede de colágeno colapsado. Lamentavelmente, a alta temperatura de fervura, baixa pressão de vapor e equilíbrio da umidade da cavidade oral, dificulta sua evaporação após sua aplicação. Além disso, monômeros como o HEMA, diminui mais a pressão de vapor. Outro solvente utilizado como o etanol forma igualmente pontes de hidrogênio com seus solutos. Porém, por ter uma baixa constante dielétrica, o etanol é mais apropriado para solutos menos polares. Sua maior pressão de vapor condiciona uma melhor evaporação pela aplicação de ar. Como no caso do AdperTM Single Bond 2 (Tabela 3), o etanol é usualmente utilizado conjuntamente com água como cosolvente (mistura azeotrópica). Isto implica a formação de pontes de hidrogênio entre o etanol e a água, resultando em uma melhor evaporação. Além disso, o etanol produz um efeito endurecedor do colágeno desmineralizado, o qual ajudaria a manter os espaços interfibrilares após sua evaporação. O etanol é inapropriado para monômeros com moléculas carboxílicas ácidas, os quais esterificam o etanol e conduz à inativação da função ácida dos monômeros (Van Landuyt et al. ⁸⁸ 2007).

6.4 CARGA CÍCLICA OCLUSAL

O efeito do estresse mecânico se encontra em função dos diferentes módulos de elasticidade dos componentes da interface adesiva, os quais condicionam diferentes graus de deformação elástica ou plástica, criando desta maneira microseparações entre o piso da cavidade e a camada de adesivo (Nikaido et al. ⁵⁹ 2002). Esta deformação é aproximadamente $0.1-1.0 \mu\text{mkg}^{-1}$ (Jørgensen et al. ⁹⁵ 1976). O estresse se concentra principalmente entre o sistema adesivo e a parte superior da camada híbrida (Figura 27). Da mesma forma, em algumas áreas a fratura também ocorre na base da camada híbrida. Neste estudo não aconteceu a fadiga da dentina adjacente, e só alguns casos de *crack* entre a camada de adesivo e a resina composta foram observados, tal vez devido a contração de polimerização (Figura 28). Neste estudo, esta variável esteve controlada pela padronização das cavidades, assim que estes provavelmente se puderam formar pelo estresse ou pelo preparo dos espécimes. Santini et al. ⁴³ (2004) compararam o grau de microinfiltração marginal de cavidades classe V com diferente fator de configuração cavitária. Um grupo teve forma de caixa com uma dimensão de $3 \times 2 \times 1.5 \text{ mm}^3$ e fator $C=3.5$, e o outro teve forma de V com base aproximadamente de 2 mm e fator $C=2$. Foram utilizados 7 sistemas adesivos autocondicionantes e 1 convencional de 2 passos. Após termociclagem, não se pôde observar diferenças significativas na microinfiltração marginal dos 2 tipos de cavidade.

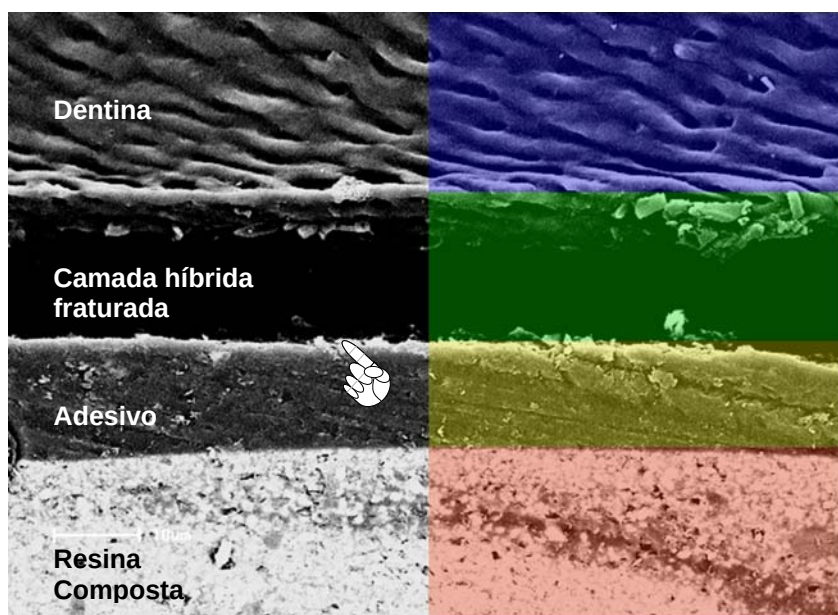


Figura 27 – Lugar de fratura da interface adesiva e formação de fenda axial

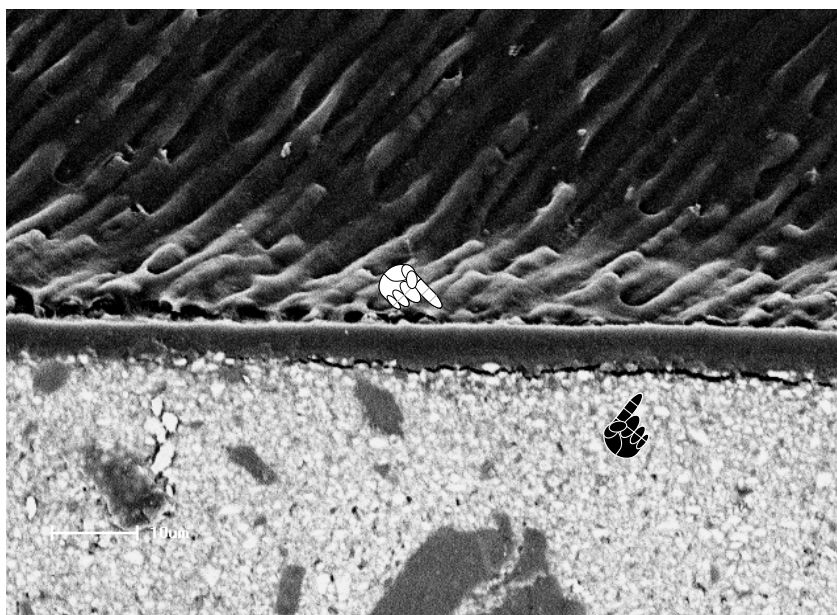


Figura 28 – Crack (em interface íntegra) entre a camada de adesivo e a resina composta

Tanto a dentina mineralizada (Tonami et al. ⁹⁶ 1997) como o colágeno (Schechtman, Bader ⁹⁷ 1997) podem ser fadigados quando uma carga cíclica é aplicada. Paralelamente, a absorção de água diminui a capacidade de resistência à fadiga das resinas compostas pela plastificação da matriz e pela hidrólise do silano das partículas de carga (Baran et al. ⁹⁸ 2001). Porém, Rigsby et al. ⁷⁸ (1992) só encontraram aumento significativo da microinfiltração marginal após carga cíclica oclusal (60000 ciclos a 34 MPa) unida a termociclagem (500 ciclos a 8-55 °C) de restaurações classe V. Este tipo de exposição teoricamente acrescenta a falha da interface adesiva por degradação físico-química unida a fadiga mecânica. Jörgensen et al. ⁹⁵ (1976) afirmaram que as fendas marginais podem ser temporárias e que só são perpetuadas no momento de aplicação da carga, depois da qual, as cúspides deformadas recobram sua configuração inicial.

A fadiga da dentina pode ser predita como resultado de 10^6 - 10^7 ciclos a 25 e 40 MPa de força e a 2 e 40 Hz, respectivamente (Nalla et al. ⁹⁹ 2003). Isto garante que em condições de mastigação normal (20 MPa) não aconteceria fadiga em uma dentina livre de falhas superficiais, o qual é dificilmente garantido na cavidade oral, onde as mudanças de temperatura, flutuações de pH e diferenciais de concentração mineral acontecem, podendo pronunciar a propagação de microfraturas (Kinney et al. ¹⁰⁰ 2003). Como acontece pela deformação térmica, a

deformação induzida mecanicamente e as diferenças no módulo de elasticidade da dentina (18-20 GPa) (Kinney et al. ¹⁰⁰ 2003), do esmalte (80 GPa) (Rees, Jacobsen ¹⁰¹ 1993) e da resina composta (16 GPa) (Joshi et al. ¹⁰² 2001) podem originar a formação de fendas. Ausiello et al. ¹⁰³ (2001) determinaram que uma resina composta rígida (25 GPa) produziu menor movimento cuspídeo ante a aplicação de uma força oclusal de 400 N, mas exibiu maior pré-carga por estresse de polimerização. O efeito contrário é produzido por uma resina composta menos rígida (12.5 GPa). Desta maneira, uma pré-carga poderia ser aceita a fim de proporcionar rigidez à restauração, mas com um crítico balance entre ambos os estresses. O módulo de elasticidade de algumas resinas compostas é: 9.7 GPa (Heliomolar), 5.9 GPa (Pekalux), 21 GPa (Z100) e 25 GPa (Clearfil photo posterior) (Willems et al. ¹⁰⁴ 1992, Willems et al. ¹⁰⁵ 1993). Cabe mencionar que o módulo de elasticidade da dentina diminui até 5 GPa após 14 dias de armazenagem em água (Habelitz et al. ¹⁰⁶ 2002).

Como foi mencionado anteriormente, uma camada híbrida pobremente infiltrada produz canais que conduzem água ou fluidos orais que podem acelerar a degradação do adesivo. Se a dentina é adequadamente infiltrada, o módulo de elasticidade da camada híbrida aumentará mais do que a dentina desmineralizada original (Sano et al. ¹⁰⁷ 1995). Caso contrário, seu módulo de elasticidade será intermediário entre o do adesivo e o da dentina desmineralizada. Isto condicionará a gradual diminuição do módulo de elasticidade da camada híbrida, preservando sua integridade a curto prazo devido à diminuição da concentração de estresse na interface. A longo prazo, a lenta hidrólise das fibras colágenas acontecerá (Van Meerbeek et al. ¹⁰⁸ 1993).

Durante a carga cíclica ocorrem forças de tensão que se acumulam na região vestibulo-cervical dos pré-molares (Rees ¹⁰⁹ 1998). A resistência a esta tensão pode ser verificada por meio dos testes de resistência adesiva (Abdalla, Davidson ¹¹⁰ 1993). Esta não foi verificada no presente estudo, mas sua consideração pode oferecer alguns alcances para compreender o comportamento dos diferentes sistemas adesivos ante tensões originadas pela carga cíclica oclusal. Os sistemas adesivos convencionais de três e dois passos apresentam em média 39 e 40 MPa de resistência adesiva à microtração, respectivamente. Por outro lado, os

sistemas adesivos auto-condicionantes de dois passos apresentam em média 30 MPa, sem diferença significativa entre aqueles com o pH do primer suave ou forte. Finalmente, uma média de 16 MPa de resistência adesiva à microtração é registrada nos sistemas adesivos auto-condicionantes de 1 passo. Na dentina, os sistemas adesivos de três passos superam significativamente (54 MPa) aos sistemas adesivos de 2 passos convencionais (38 MPa) e auto-condicionantes (41 MPa). Novamente, os sistemas adesivos de um passo apresentam a menor resistência adesiva à microtração (25 MPa) (De Munck et al.¹¹³ 2005). Após armazenagem, os sistemas adesivos convencionais apresentam no esmalte maior estabilidade com o tempo (Frankenberger et al.¹¹¹ 2000). A resistência adesiva do sistema convencional de três passos a base de etanol mais comumente estudado, OptiBond FL (Kerr), não é significativamente afetado pelo armazenagem em água, termociclagem ou carga cíclica oclusal. A sua versão de dois passos, OptiBond Solo ou OptiBond Solo Plus, diminui significativamente sua eficácia quando armazenado em água (Meiers e Young¹¹² 2001, Giannini et al.¹¹³ 2003, De Munck et al.¹¹⁴ 2003) ou é termociclado (Miyazaki et al.¹¹⁵ 1998). Os sistemas adesivos convencionais a base de acetona são representados por All-bond 2 (três passos) e One-Step (dois passos) (Bisco). A eficácia adesiva do sistema adesivo One-Step diminui significativamente após termociclagem (Miyazaki et al.¹¹⁵ 1998, Xie et al.¹¹⁶ 2002) ou armazenagem em água (Shono et al.¹¹⁷ 1999, Okuda et al.¹¹⁸ 2001). A versão de três passos diminui igualmente sua efetividade após seu armazenamento em água por 6 meses, porém sem apresentar microinfiltração (Gwinnett, Yu¹¹⁹ 1994). Os adesivos convencionais de três passos a base de água se constituem naqueles de técnica menos sensível. Estes são representados pelo Scotchbond Multi Purpose (três passos) e pelo Single Bond (dois passos). No curto prazo não existe diferença entre ambos (Dunn, Söderholm¹²⁰ 2001, Armstrong et al.¹²¹ 2003, De Munck et al.¹¹⁴ 2003), sendo o Scotchbond Multipurpose resistente à fadiga (Ruse et al.¹²² 1995, Frankenberger et al.¹²³ 1999, Frankenberger et al.¹²⁴ 2003). No longo prazo, tanto o Scotchbond Multipurpose (Krejci et al.¹²⁵ 1994, Armstrong et al.¹²¹ 2003, De Munck et al.¹¹⁴ 2003, Hashimoto et al.¹²⁶ 2003) como o Single Bond perdem muito da sua eficácia quando são submetidos ao envelhecimento artificial (Miyazaki et al.¹¹⁵ 1998, Okuda et al.¹¹⁸ 2001, Nikaido et al.⁵⁹ 2002, Armstrong et al.¹²¹ 2003, De Munck et al.¹¹⁴ 2003, Giannini et al.¹¹³ 2003, Shirai et al.¹²⁷ 2005). Devido à pouca informação registrada para os novos sistemas adesivos autocondicionantes, resulta difícil

poder avaliar-los a longo prazo ou comparar separadamente os sistemas com pH forte ou suave. Porém, algumas conclusões podem ser desprendidas ao respeito: 30000 ciclos térmicos não diminuem significativamente a resistência ao cisalhamento de sistemas autocondicionantes de dois passos (Miyazaki et al.¹¹⁵ 1998). A termociclagem combinada com carga cíclica oclusal produz uma pequena redução, mas não significativa da resistência à microtração (Nikaido et al.⁵⁹ 2002). Finalmente, a armazenagem em água produz uma diminuição de sua efetividade mais não significativamente diferente do que os outros tipos de sistemas (Armstrong et al.¹²¹ 2003, Shirai et al.¹²⁷ 2005). Por outro lado, os resultados dos sistemas adesivos autocondicionantes de um passo são menores do que o esperado, não resistindo inclusive o processado dos espécimes, como no caso do Prompt L-Pop ou Adper Prompt, o qual possui um pH forte (Armstrong et al.¹²¹ 2003, Shirai et al.¹²⁷ 2005). Finalmente, só um estudo verificou a diminuição da resistência adesiva no esmalte de sistemas autocondicionantes de dois passos após termociclagem (Miyazaki et al.¹²⁸ 2000).

O número de ciclos de carga não tem sido sustentado como reflexo de uma situação *in vivo* em nenhum estudo prévio. Porém, pode-se considerar que 1200000 ciclos acontecem durante um período de 5 anos em uma situação clínica de desgaste (Krejci et al., 1990 apud Rosentritt et al.¹²⁹ 2006).

6.5 AGENTE TRAÇADOR

A condição indispensável, para qualquer teste de microinfiltração, é que os espécimes sejam por si mesmos impermeáveis ao agente traçador, e que a microinfiltração aconteça exclusivamente através das fendas existentes na interface adesiva. No caso do nitrato de prata, este tem demonstrado sua eficácia e versatilidade em diferentes concentrações, não interferindo nos valores de microinfiltração (Costa¹³⁰ 2005). A relativa impermeabilidade do esmalte dental intacto permite sem problemas a avaliação da microinfiltração na margem amelo-dentinária. Já na margem cimento-dentinária pode acontecer o registro de falsos positivos devido à permeabilidade tubular dentinária (Figura 29). Muitos estudos não têm mencionado a possibilidade que a permeabilidade da dentina possa alterar os registros de microinfiltração (Galé, Darvell¹⁶ 1999). No caso específico de

restaurações classe V isto é comum devido a que o agente traçador tipicamente segue a orientação dos túbulos dentinários.

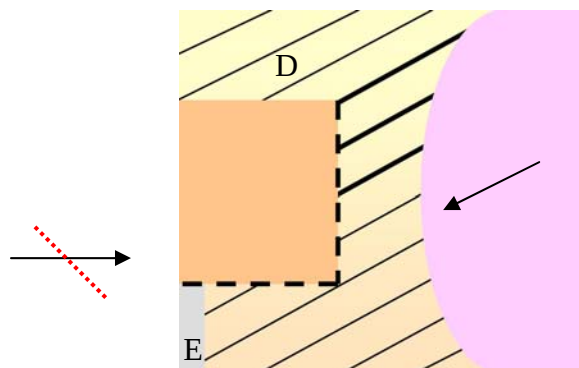


Figura 29 – Falso positivo devido à permeabilidade tubular dentinária. E=esmalte, D=dentina

No momento que o agente traçador entra em contato com o dente, sua habilidade para penetrar através da interface e não dos túbulos, depende da orientação que estes possam ter. Sagitalmente, nas cavidades classe V em forma de V, as paredes da margem gengival têm aproximadamente 45° com o eixo axial. Desta forma os túbulos dentinários ficam perpendiculares à parede gengival da restauração. Porém, esta perpendicularidade não existe na parede coronal, onde os túbulos apresentam orientação paralela. Estes túbulos podem comunicar-se com os túbulos gengivais tendo assim outra possibilidade de registro de falsos positivos por capilaridade (Figura 30). Isto não acontece nas cavidades classe V em forma de

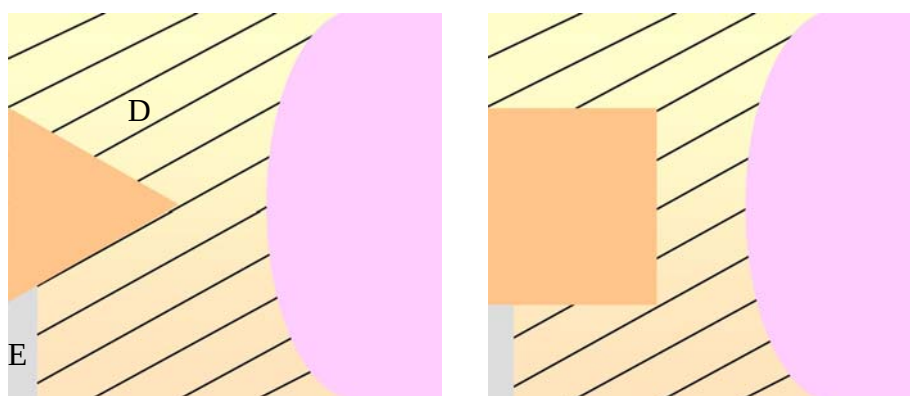


Figura 30 – Relação entre as paredes da cavidade e a orientação dos túbulos. E=esmalte, D=dentina

caixa (Galé, Darvell ¹⁶ 1999). Uma superfície oclusal plana seria ideal para testes de microinfiltração de agente traçador, onde os túbulos estivessem perpendiculares à interface adesiva, porém não se constitui em uma cavidade e deixa de lado as

variáveis clínicas. Uma outra possibilidade poderia ser uma cavidade cilíndrica colinear ao eixo axial do dente, mas igualmente não se constitui em uma verdadeira cavidade (Galé, Darvell ¹³¹ 1997). Uma forma de evitar a infiltração através da dentina ou das fendas superficiais é por meio da impermeabilização com esmalte de unhas 1 mm ao redor da restauração (alternativa mais utilizada e empregada neste estudo), cera, resina epóxica ou selantes de fissuras. Uma outra alternativa é só submergir a coroa na solução traçadora ou colocar só uma gota desta que cubra justamente a margem. Igualmente selar o ápice com cera, materiais restauradores ou cianocrilato tem sido muito utilizado (Galé, Darvell ¹⁶ 1999). A aplicação de só esmalte de unhas é inaceitável devido a que a desidratação é necessária para sua adesão, sendo necessário um tempo de secado de 15 min (Chan, Glyn-Jones ¹³² 1994). É preciso ter em conta que espécimes de dentina restaurada apresentam alteração das fendas após 12 minutos (Hansen ¹³³ 1982). A utilização de cera requer igualmente calor excessivo o qual pode alterar as propriedades adesivas da dentina. Finalmente, o cianocrilato tem sido utilizado como material de isolamento complementar antes da aplicação do esmalte de unhas.

6.6 MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL

Os parâmetros de medição e resultados dos estudos que envolvem os critérios de seleção definidos na revisão de literatura são em seguida comparados com a metodologia e resultados obtidos. A distribuição dos valores de termociclagem é apresentada na tabela 11 e 12.

Tabela 11 – Parâmetros utilizados nos testes de termociclagem

	Primeiro autor ^{Ref}	Ano	Menor (°C)	Maior (°C)	Inter (°C)	No. de Ciclos	Permanência (seg)	Transferência (seg)
1	Owens BM ²²	2007	5	55	-	1000	60	3
2	Nunes OBC ⁴⁵	2006	5	55	-	100	30	-
3	Owens BM ⁴⁶	2006	5	55	-	1000	60	3
4	Brackett WW ²¹	2004	5	55	-	1000	60	5
5	Abo T ⁴¹	2004	5	55	-	5000	30	10
6	Fermino ML ⁴²	2004	5	55	-	500	30	-
7	Santini A ⁴³	2004	5	55	-	5000	10	-
8	Gagliardi RM ³⁹	2002	5	55	-	200	60	-
9	Campos EA ⁴⁰	2002	8	55	-	200	15	-
10	Al-Ehaideb AA ³⁶	2001	5	55	-	500	30	-
11	Lucena-Martin C ³⁷	2001	5	55	-	500	30	-
12	Manhart J ³⁸	2001	5	55	-	1000	30	15
13	Gomes JC ³⁴	2000	10	50	-	500	15	-
14	Moura FRR ³⁵	2000	5	55	-	500	60	-
15	Campos EA ³⁰	1999	8	88	-	200	15	-
16	Cardoso PE ³¹	1999	5	55	-	700	60	-
17	Gomes OMM ³²	1999	10	50	-	100	15	-
18	Pilo R ³³	1999	5	55	-	1400	10	-
19	Yap AU ²⁹	1998	5	65	34	500	2,10	-
20	Candido MSM ²⁸	1997	10	50	-	200	30	-
21	Fortin D ²⁶	1994	5	55	-	500	30	-
22	Fortin D ²⁷	1994	5	55	-	500	30	-
23	Crim GA ²³	1993	12	54	37	100	4,23	-
24	Crim GA ²⁴	1993	12	54	37	100	4,23	-

Os parâmetros empregados na metodologia do estudo se encontram dentro dos valores utilizados pelos artigos incluídos, apenas o tempo de permanência foi menor. Asmussen ¹³⁴ (1974) encontrou só pequenas diferenças na microinfiltração marginal produzida por diferentes tempos de permanência nas temperaturas de estresse após 1000 ciclos. Paralelamente, outros autores utilizaram um tempo de permanência diferente em temperaturas intermediárias, mas não foi avaliado seu efeito (Crim ²³ 1993, Crim e Schmidt ²⁴ 1993, Yap et al. ²⁹ 1998).

Tabela 12 – Medidas de tendência central dos parâmetros empregados nos estudos que incluíram termociclagem

Tendência central	Temperatura mínima (C°)	Temperatura máxima (C°)	Temperatura intermédia (C°)	Número de ciclos	Tempo de permanência (seg)	Tempo de transferência (seg)
Média	6.46	56.08	36	887.50	28.74	7.2
DP	2.47	7.34	1.73	1314.57	19.31	5.22
Mediana	5	55	37	500	30	5
Mínimo	5	50	34	100	2	3
Máximo	12	88	37	5000	60	15
N° Artigos	24	24	3	24	24	5

A distribuição dos valores de carga cíclica e carga cíclica mais termociclagem são apresentados na tabela 13. Só um estudo de cada um reuniu as exigências dos critérios de seleção.

Tabela 13 – Parâmetros utilizados nos testes de carga cíclica e carga cíclica mais termociclagem

	Primeiro autor ^{Ref}	Ano	Carga (N)	Angulo (°S)	No. Ciclos	Frequência (Hz)	Menor (°C)	Maior (°C)	No. Ciclos	Permanência (s)
25	Davidson CL ²⁵	1994	125, 250	90	5000	-	-	-	-	-
26	Ben-Amar A ⁴⁴	2005	100	90	2000	1/3	5	55	3000	10

Os resultados de termociclagem são apresentados na tabela 14. No presente estudo, os sistemas adesivos empregados apresentaram desempenho similar quando estes foram submetidos a termociclagem e carga cíclica oclusal.

Tabela 14 – Resultados de microinfiltração. Letras diferentes representam diferenças significativas

	Primeiro autor	Ano ^{Ref}	Escala	T/R	Esmalte	Dentina	Materiais	Fabricante
1	Owens BM	2007 ²²	0-3	B/Gradia Direct	1.04 ^a	2.63 ^{cd}	Xeno IV	Dentsply
					2.00 ^{cd}	2.29 ^c	G-Bond	GC
					2.04 ^d	1.88 ^{bc}	iBond	Heraeus Kulser
					1.54 ^{bc}	1.04 ^a	Clearfil S ³ Bond	Kuraray
2	Nunes OBC	2006 ⁴⁵	1-5	I/Z250	1.85 ^{ab}	1.55 ^b	Scotchbond Multipurpose	3M-ESPE
					1.50 ^b	2.05 ^{ab}	Single Bond	3M-ESPE
					0.90 ^b	0.80 ^b	Clearfil SE Bond	Kuraray
					1.54 ^a	2.54 ^a	OptiBond Solo Plus	Kerr
3	Owens BM	2006 ⁴⁶	0-3	B/Z100	1.08 ^b	2.13 ^a	iBond	Heraeus Kulser
					1.88 ^a	2.92 ^a	Adper Prompt L-Pop	3M ESPE
					1.79 ^a	2.83 ^a	Xeno III	Dentsply
					1.83 ^a	2.96 ^a	Simplicity	APEX
					2.25 ^a	2.67 ^a	Nano-Bond	Pentron
					0.70 ^b	2.33 ^a	Scotchbond Multipurpose	3M-ESPE
					1.75 ^a	2.54 ^a	Touch & Bond	Parkell
					1.40 ^a	0.40 ^a	AD Bond	Heraeus Kulser
4	Abo T	2004 ⁴¹	0-3	B/Charisma	0.00 ^b	0.30 ^a	Clearfil SE Bond	Kuraray
5	Brackett WW	2004 ²¹	0-2	I/Z250	0.00 ^a	0.56 ^a	Scotchbond Multipurpose	3M-ESPE
					0.00 ^a	0.38 ^a	Prompt L-Pop	3M-ESPE
6	Fermio ML	2004 ⁴²	mm	I/Z250	17.0% ^a	37.0% ^a	One Up Bond F	Tokuyama
					15.3% ^a	19.7% ^a	Clearfil SE Bond	Kuraray
					27.2% ^b	29.3% ^b	One Coat Bond	Coltène
7	Santini A	2004 ⁴³	0-4	I/Tetric Ceram	1.00 ^a	2.25 ^a	Prompt L-Pop	3M-ESPE
					1.00 ^a	2.25 ^a	Adper Prompt L-Pop	3M-ESPE
					1.08 ^a	2.42 ^a	Clearfil SE Bond	Kuraray
					1.00 ^a	2.25 ^a	Prime & Bond NT	Dentsply
					1.00 ^a	2.00 ^a	Xeno III	Kerr
					1.00 ^a	2.00 ^a	One Up Bond	Tokuyama
					0.92 ^a	1.92 ^a	Adhese	Ivoclar Vivadent
					1.08 ^a	2.08 ^a	Prime & Bond NT	Dentsply
8	Gagliardi RM	2002 ⁴⁰	0-4	I/Charisma	-	3.00 ^a	Single Bond	3M-ESPE
					-	2.41 ^a	Prompt L-Pop	3M-ESPE
					-	3.08 ^a	Prime & Bond NT	Dentsply
					-	3.08 ^a	Excite	Vivadent
					-	3.75 ^b	Durafill Bond	Heraeus Kulser
					-	3.00 ^a	Etch & Prime 3.0	Gegussa
9	Campos EA	2002	0-4	I/Z100	-	1.7 ^a	Prime & Bond 2.1	Dentsply
					-	3.8 ^b	Single Bond	3M-ESPE
10	Al-Ehaideb AA	2001 ³⁷	0-3	I/Z100	0.00 ^a	0.60 ^a	Bond 1	Jeneric Pentron
					0.00 ^a	0.90 ^a	Single Bond	3M ESPE
					0.10 ^a	0.80 ^a	One Step	Bisco
					0.00 ^a	1.10 ^a	Tenure Quick	DenMat
					0.00 ^a	0.90 ^a	Prime & Bond 2.1	Dentsply
					0.00 ^a	1.30 ^a	Tenure All Surface Bonding	DenMat
11	Lucena-Martin C	2001 ³⁸	0-4	I/Degufill Ultra	0.00 ^a	0.00 ^a	OptiBond Solo	Kerr
					0.80 ^a	2.60 ^b	One Step	Bisco
					0.00 ^a	2.20 ^b	Single Bond	3M-ESPE
					0.80 ^a	2.60 ^c	Prime & Bond 2.0	Dentsply
					1.60 ^a	3.40 ^c	Syntac Single Component	Vivadent
					0.00 ^a	3.00 ^c	Syntac Sprint	Vivadent
12	Manhart J	2001 ³⁹	0-3	B/Tetric Ceram	0.05 ^a	0.25 ^a	Syntac Sprint	Vivadent
					0.00 ^a	0.20 ^a	Syntac Single Component	Vivadent
13	Gomes JC	2000 ³⁵	0-4	I/Durafill	0.00 ^a	1.14 ^a	Excite	Ivoclar Vivadent
					0.00 ^a	0.64 ^a	Prime & Bond NT	Dentsply
					0.00 ^a	0.64 ^a	Prompt L-Pop	3M ESPE
					0.14 ^a	0.79 ^a	One Coat Bond	Coltène
14	Moura FRR	2000 ³⁶	0-3	I/Sculpit-It	0.00 ^a	0.60 ^a	Scotchbond Multipurpose P	3M ESPE
					0.60 ^a	0.90 ^a	Prime & Bond 2.1	Dentsply
					0.60 ^a	1.50 ^a	Single Bond	3M ESPE
					0.50 ^a	1.70 ^a	Bond1	Jeneric Pentron

Tabela 14 – *Continuação*. Resultados de microinfiltração. Letras diferentes representam diferenças significativas. *Artigo em procura não encontrado

15	Cardoso PE	1999 ³²	0-4	I/Z100	1.50 ^a	1.54 ^a	Etch & Prime 3	Degussa
					0.27 ^b	1.63 ^a	Single Bond	3M ESPE
					0.40 ^b	0.77 ^b	Permaquick PQ1	Ultradent
					0.00 ^b	0.90 ^c	Prime & Bond NT	Dentsply
16	Gomes OMM	1999 ³³	0-4	I/Silux Plus	0.00 ^a	1.10 ^a	Paama 2	SDI
					0.00 ^a	1.10 ^a	OptiBond Solo	Bisco
					0.25 ^a	2.00 ^a	Clearfil Liner Bond 2	Kuraray
17	Pilo R	1999 ³⁴	0-4	Z100	0.23 ^a	0.74 ^a	Scotchbond Multipurpose	3M ESPE
					0.35 ^a	0.31 ^{bcd}	All-Bond 2	Bisco
					0.38 ^a	0.23 ^{bd}	OptiBond	Kerr
					0.26 ^a	0.51 ^{abc}	Single Bond	3M ESPE
					0.45 ^a	0.15 ^d	One Step	Bisco
					0.51 ^a	0.60 ^{ca}	Solobond	Kerr
18	Yap AU	1998 ³⁰	0-3	I/Silux Plus	0.25 ^a	1.08 ^a	Scotchbond Multipurpose	3M ESPE
					0.67 ^a	0.63 ^b	One Step	Bisco
					0.29 ^a	1.38 ^a	Prime and Bond 2.0	Dentsply
19	Candido MSM	1997 ²⁹	0-4	I/Z100	0.00 ^a	0.27 ^a	Scotchbond Multipurpose	3M ESPE
				I/Glacier	0.07 ^a	0.00 ^a	Paama	SDI
					0.00 ^a	0.53 ^a	Scotchbond Multipurpose	3M ESPE
					0.00 ^a	0.4 ^a	Paama	SDI
20	Fortin D	1994 ²⁸	0-4	I/Silux Plus	2.00 ^a	2.50 ^a	All-Bond 2	Bisco
					0.00 ^b	0.00 ^a	OptiBond	Kerr
					1.00 ^a	1.50 ^a	Scotchbond Multipurpose	3M ESPE
					0.00 ^b	1.50 ^a	Scotchbond Dual Cure	3M ESPE
21	Fortin D*	1994 ²⁷	0-4		-	-	All-Bond 2	Bisco
					-	-	Clearfil Liner Bond	Kuraray
					-	-	Gluma 2000	Miles
					-	-	Imperva Bond	Shofu
					-	-	OptiBond	Kerr
					-	-	Prisma Universal Bond 3	Caulk
					-	-	Scotchbond Multipurpose	3M ESPE
					-	-	Scotchbond Dual Cure	3M ESPE
22	Crim GA	1993 ²⁴	mm	I/APH	0.00 ^a	0.27 ^a	Gluma 3	Miles
					0.00 ^a	0.31 ^a	Gluma 3	Miles
					0.00 ^a	0.00 ^b	Syntac	Vivadent
				I/Silux Plus	0.00 ^a	0.01 ^b	Prisma Universal Bond 3	Vivadent
					0.00 ^a	0.00 ^b	Gluma 3	Miles
					0.00 ^a	0.00 ^b	Syntac	Vivadent
23	Crim GA	1993 ²³		APH	0.00 ^a	0.00 ^a	Imperva Bond	Shofu
					0.00 ^a	0.00 ^a	Prisma Universal Bond 3	Caulk
24	Davidson CL	1994 ²⁵	0-4	P50	-	3.8 ^a	Single Bond	3M ESPE
					-	0.00 ^b	Scotchbond Multipurpose	3M ESPE
25	Ben-Amar A	2005 ⁴⁴	0-4	Z100	0.14 ^a	0.39 ^a	One Step	Bisco
					0.25 ^a	1.20 ^a	Single Bond	3M ESPE
					0.10 ^a	2.68 ^b	Dentamed P&B	Dr Idhe Dental

Com a finalidade de fazer uma adequada comparação dos resultados de trabalhos prévios com os resultados obtidos no presente estudo, os valores de microinfiltração (postos) foram transformados a porcentagem de penetração do agente traçador. Isto foi realizado por meio do cálculo da proporção entre o escore obtido e a escala utilizada: $[\text{escore obtido} / (\text{extremo} > \text{da escala} - \text{extremo} < \text{da escala})] \times 100$ (Tabela 15).

Tabela 15 – Porcentagem de microinfiltração. Letras diferentes representam diferenças significativas

	Primeiro autor	Ano ^{Ref}	ΔScore	Esmalte	%	Dentina	%	Materiais
1	Owens BM	2007 ²²	3	1.04 ^a	34.67	2.63 ^{cd}	87.67	Xeno IV
				2.00 ^{cd}	66.67	2.29 ^c	76.33	G-Bond
				2.04 ^d	68.00	1.88 ^{bc}	62.67	iBond
				1.54 ^{bc}	51.33	1.04 ^a	34.67	Clearfil S ³ Bond
2	Nunes OBC	2006 ⁴⁵	4	1.85 ^{ab}	46.25	1.55 ^b	38.75	Scotchbond Multipurpose
				1.50 ^b	37.50	2.05 ^{ab}	51.25	Single Bond
				0.90 ^b	22.50	0.80 ^b	20.00	Clearfil SE Bond
3	Owens BM	2006 ⁴⁶	3	1.54 ^a	51.33	2.54 ^a	84.67	OptiBond Solo Plus
				1.08 ^b	36.00	2.13 ^a	71.00	iBond
				1.88 ^a	62.67	2.92 ^a	97.33	Adper Prompt L-Pop
				1.79 ^a	59.67	2.83 ^a	94.33	Xeno III
				1.83 ^a	61.00	2.96 ^a	98.67	Simplicity
				2.25 ^a	75.00	2.67 ^a	89.00	Nano-Bond
				0.70 ^b	23.33	2.33 ^a	77.67	Scotchbond Multipurpose
				1.75 ^a	58.33	2.54 ^a	84.67	Touch & Bond
4	Abo T	2004 ⁴¹	3	1.40 ^a	46.66	0.40 ^a	13.33	AD Bond
				0.00 ^b	0.00	0.30 ^a	10.00	Clearfil SE Bond
5	Brackett WW	2004 ²¹	2	0.00 ^a	0.00	0.56 ^a	28.00	Scotchbond Multipurpose
				0.00 ^a	0.00	0.38 ^a	19.00	Prompt L-Pop
6	Fermino ML	2004 ⁴²	mm	17.0% ^a	17.00	37.0% ^a	37.00	One Up Bond
				15.3% ^a	15.30	19.7% ^a	19.70	Clearfil SE Bond
				27.2% ^b	27.20	29.3% ^b	29.30	One Coat Bond
7	Santini A	2004 ⁴³	4	1.00 ^a	25.00	2.25 ^a	56.25	Prompt L-Pop
				1.00 ^a	25.00	2.25 ^a	56.25	Adper Prompt L-Pop
				1.08 ^a	27.00	2.42 ^a	60.50	Clearfil SE Bond
				1.00 ^a	25.00	2.25 ^a	56.25	Prime & Bond NT
				1.00 ^a	25.00	2.00 ^a	50.00	Xeno III
				1.00 ^a	25.00	2.00 ^a	50.00	One Up Bond
				0.92 ^a	23.00	1.92 ^a	48.00	Adhese
				1.08 ^a	27.00	2.08 ^a	52.00	Prime & Bond NT
8	Gagliardi RM	2002 ⁴⁰	4	-	-	3.00 ^a	75.00	Single Bond
				-	-	2.41 ^a	60.25	Prompt L-Pop
				-	-	3.08 ^a	77.00	Prime & Bond NT
				-	-	3.08 ^a	77.00	Excite
				-	-	3.75 ^b	93.75	Durafill Bond
				-	-	3.00 ^a	75.00	Etch & Prime 3.0
9	Campos EA	2002	4	-	-	1.7 ^a	4.25	Prime & Bond 2.1
				-	-	3.8 ^b	9.50	Single Bond
10	Al-Ehaideb AA	2001 ³⁷	3	0.00 ^a	0.00	0.60 ^a	20.00	Bond 1
				0.00 ^a	0.00	0.90 ^a	30.00	Single Bond
				0.10 ^a	3.33	0.80 ^a	26.67	One Step
				0.00 ^a	0.00	1.10 ^a	36.67	Tenure Quick
				0.00 ^a	0.00	0.90 ^a	30.00	Prime & Bond 2.1
				0.00 ^a	0.00	1.30 ^a	43.33	Tenure All Surface Bonding
11	Lucena-Martin C	2001 ³⁸	4	0.00 ^a	0.00	0.00 ^a	0.00	OptiBond Solo
				0.80 ^a	20.00	2.60 ^b	65.00	One Step
				0.00 ^a	0.00	2.20 ^b	55.00	Single Bond
				0.80 ^a	20.00	2.60 ^c	65.00	Prime & Bond 2.0
				1.60 ^a	40.00	3.40 ^c	85.00	Syntac Single Component
				0.00 ^a	0.00	3.00 ^c	75.00	Syntac Sprint
12	Manhart J	2001 ³⁹	3	0.05 ^a	1.67	0.25 ^a	8.33	Syntac Sprint
				0.00 ^a	0.00	0.20 ^a	6.67	Syntac Single Component
13	Gomes JC	2000 ³⁵	4	0.00 ^a	0.00	1.14 ^a	28.50	Excite
				0.00 ^a	0.00	0.64 ^a	16.00	Prime & Bond NT
				0.00 ^a	0.00	0.64 ^a	16.00	Prompt L-Pop
				0.14 ^a	3.50	0.79 ^a	19.75	One Coat Bond
14	Moura FRR	2000 ³⁶	3	0.00 ^a	0.00	0.60 ^a	20.00	Scotchbond Multipurpose P
				0.60 ^a	20.00	0.90 ^a	30.00	Prime & Bond 2.1
				0.60 ^a	20.00	1.50 ^a	50.00	Single Bond
				0.50 ^a	16.67	1.70 ^a	56.67	Bond1

Tabela 15 – *Continuação*. Porcentagem de microinfiltração. Letras diferentes representam diferenças significativas. *Artigo em procura não encontrado

15	Cardoso PE	1999 ³²	4	1.50 ^a	37.50	1.54 ^a	38.50	Etch & Prime 3.0
				0.27 ^b	6.75	1.63 ^a	40.75	Single Bond
				0.40 ^b	10.00	0.77 ^b	19.25	Permaquick PQ1
				0.00 ^b	0.00	0.90 ^c	22.50	Prime & Bond NT
16	Gomes OMM	1999 ³³	4	0.00 ^a	0.00	1.10 ^a	27.50	Paama 2
				0.00 ^a	0.00	1.10 ^a	27.50	OptiBond Solo
				0.25 ^a	6.25	2.00 ^a	50.00	Clearfil Liner Bond 2
17	Pilo R	1999 ³⁴	4	0.23 ^a	5.75	0.74 ^a	18.50	Scotchbond Multipurpose
				0.35 ^a	8.75	0.31 ^{bcd}	7.75	All-Bond 2
				0.38 ^a	9.50	0.23 ^{bd}	5.75	OptiBond
				0.26 ^a	6.50	0.51 ^{abc}	12.75	Single Bond
				0.45 ^a	11.25	0.15 ^d	3.75	One Step
				0.51 ^a	12.75	0.60 ^{ca}	15.00	Solobond
18	Yap AU	1998 ³⁰	3	0.25 ^a	8.33	1.08 ^a	36.00	Scotchbond Multipurpose
				0.67 ^a	22.33	0.63 ^b	21.00	One Step
				0.29 ^a	9.67	1.38 ^a	46.00	Prime & Bond 2.0
19	Candido MSM	1997 ²⁹	4	0.00 ^a	0.00	0.27 ^a	6.75	Scotchbond Multipurpose
				0.07 ^a	1.75	0.00 ^a	0.00	Paama 2
				0.00 ^a	0.00	0.53 ^a	13.21	Scotchbond Multipurpose
				0.00 ^a	0.00	0.4 ^a	1.00	Paama 2
20	Fortin D	1994 ²⁸	4	2.00 ^a	50.00	2.50 ^a	62.50	All-Bond 2
				0.00 ^b	0.00	0.00 ^a	0.00	OptiBond
				1.00 ^a	25.00	1.50 ^a	37.50	Scotchbond Multipurpose
				0.00 ^b	0.00	1.50 ^a	37.50	Scotchbond Dual Cure
21	Fortin D*	1994 ²⁷	4	-	-	-	-	All-Bond 2
				-	-	-	-	Clearfil Liner Bond
				-	-	-	-	Gluma 2000
				-	-	-	-	Imperva Bond
				-	-	-	-	OptiBond
				-	-	-	-	Prisma Universal Bond 3
				-	-	-	-	Scotchbond Multipurpose
				-	-	-	-	Scotchbond Dual Cure
22	Crim GA	1993 ²⁴	mm	0.00 ^a	0.00	0.27 ^a	27.00	Gluma 3
				0.00 ^a	0.00	0.31 ^a	31.00	Gluma 3
				0.00 ^a	0.00	0.00 ^b	0.00	Syntac
				0.00 ^a	0.00	0.01 ^b	1.00	Prisma Universal Bond 3
				0.00 ^a	0.00	0.00 ^b	0.00	Gluma 3
				0.00 ^a	0.00	0.00 ^b	0.00	Syntac
23	Crim GA	1993 ²³	mm	0.00 ^a	0.00	0.00 ^a	0.00	Imperva Bond
				0.00 ^a	0.00	0.00 ^a	0.00	Prisma Universal Bond 3
24	Davidson CL	1994 ²⁵	4	-	-	3.8 ^a	9.50	Single Bond
				-	-	0.00 ^b	0.00	Scotchbond Multipurpose
25	Ben-Amar A	2005 ⁴⁴	4	0.14 ^a	3.50	0.39 ^a	9.75	One Step
				0.25 ^a	6.25	1.20 ^a	30.00	Single Bond
				0.10 ^a	2.5	2.68 ^b	67.00	Dentamed P&B

Desta maneira, a porcentagem de microinfiltração para diferentes sistemas adesivos utilizados em restaurações de classe V, submetidas a termociclagem ou carga cíclica oclusal, é exposta no Quadro 1. Neste estudo, as porcentagens de microinfiltração (esmalte/dentina) foram: 66.67/30.00 (One Coat 7.0), 26.67/20.00 (AdperTM PromptTM L-PopTM), 46.67/30.00 (AdheSE[®]), e 20.00/36.67 (AdperTM Single Bond 2).

Sistemas Adesivos	Esmalte%	Dentina%	Autocondicionante	1 passo
Xeno IV	34.67	87.67		
G-Bond	66.67	76.33		
iBond	47.50	66.84		
Clearfil S ³ Bond	51.33	34.67		
AD Bond	46.66	13.33		1 passo (ativação prévia)
Adper Prompt L-Pop	34.86	76.79		
Prompt L-Pop	8.33	37.88		
One Up Bond	21.00	43.50		
Touch & Bond	58.33	84.67		
Média 1 passo	41.04	57.96		2 passos
Adhese	23.00	48.00		
Simplicity	61.00	98.67		
Nano-Bond	75.00	89.00		
Clearfil SE Bond	16.20	27.55		
Xeno III	42.34	72.17		
Etch & Prime 3.0	37.50	56.75		
Média 2 passos	42.51	65.36		
Média Autocondicionantes	41.63	60.92		
Single Bond	11.00	36.38	Convencional	2 passos
One Coat Bond	15.35	24.53		
Prime & Bond 2.0	14.84	55.50		
Prime & Bond 2.1	10.00	21.42		
Prime & Bond NT	13.00	44.75		
OptiBond Solo Plus	38.50	63.5		
OptiBond Solo	0.00	13.75		
Excite	0.00	52.75		
Syntac Sprint	0.84	41.67		
Syntac Single Component	20.00	45.84		
One Step	12.08	25.23		
Bond 1	8.34	38.34		
Clearfil Liner Bond 2	6.25	50.00		
Durafill Bond	-	93.75		
Tenure Quick	0.00	36.67		
Permaquick PQ1	10.00	19.25		
Média 2 passos	10.68	41.46		3 passos
Dentamed P&B	2.50	67.00		
OptiBond	4.75	2.875		
All-Bond 2	29.38	35.13		
Paama 2	0.58	9.50		
Scotchbond Multipurpose P	0.00	20.00		
Scotchbond Multipurpose	15.51	28.49		
Imperva Bond	0.00	0.00		
Syntac	0.00	0.00		
Prisma Universal Bond 3	0.00	0.50		
Tenure All Surface Bonding	0.00	43.33		
Solobond	12.75	15.00		
Gluma 3	0.00	19.33		
Scotchbond Dual Cure	0.00	37.50		
Média 3 passos	5.04	21.44		
Média Convencionais	8.06	32.48		

Quadro 1 – Porcentagem de microinfiltração para diferentes sistemas adesivos

No presente estudo, a maior resistência à microinfiltração por estresse térmico na margem amelo-dentinária foi apresentada, em ordem decrescente, pelo sistema adesivo AdperTM Single Bond 2, seguido de AdperTM PromptTM L-PopTM, AdheSE[®] e One Coat 7.0, qualitativa e quantitativamente. Na margem cemento-dentinária, os sistemas adesivos verificaram o mesmo

comportamento na avaliação qualitativa, enquanto na quantitativa, o sistema adesivo AdperTM PromptTM L-PopTM apresentou menor resistência. Ao respeito da resistência ao estresse mecânico na avaliação qualitativa na margem amelo-dentinária, a resistência foi alta e similar entre os diferentes sistemas adesivos. Na margem cementodentinária, a menor resistência à microinfiltração foi a apresentada pelos sistemas AdperTM Single Bond 2 e AdperTM PromptTM L-PopTM. O comportamento foi ótimo e similar para os outros sistemas. Na avaliação quantitativa, a menor resistência à microinfiltração, na margem amelo-dentinária, foi apresentada pelo sistema adesivo One Coat 7.0, sendo o desempenho similar nos outros sistemas. Na margem cimento-dentinária, o comportamento dos sistemas adesivos foi similar. Desta maneira, pode se verificar, apesar das diferenças, um comportamento significativamente similar de resistência à microinfiltração nas restaurações submetidas a termociclagem e carga cíclica oclusal. Porém, pôde-se observar a tendência do sistema adesivo convencional a apresentar melhor desempenho no esmalte e na dentina (Gráfico 3 e 4). Isto coincide plenamente com os resultados encontrados na literatura (Quadro 1), com a vantagem que a eficácia foi verificada após termociclagem e carga cíclica.

Finalmente, a diferente composição dos sistemas adesivos pode condicionar e justificar esta tendência. Um componente principal do sistema adesivo AdperTM PromptTM L-PopTM é o HEMA-fosfato (metacriloxietildihidrogênio fosfato), o qual é instável hidroliticamente (Tabela 3). Em água se separa em HEMA e ácido fosfórico. Apesar do pH baixo do AdperTM PromptTM L-PopTM (0.85), a instabilidade da molécula pode formar uma irregular profundidade de desmineralização e interdifusão monomérica. Paralelamente, o sistema adesivo AdheSE[®] possui bis-acrilamida com o objetivo de melhorar a resistência à degradação (Tabela 3). A molécula de metacrilamida tem um grupo -CO-NH- ou -CO-N- a diferença de ter um grupo éster (-CO-O-R-) como as moléculas convencionais de acrilato e metacrilato. A razão para sua utilização é sua similaridade com os ácidos amino do colágeno, o qual promove a formação de pontes hidrogênio entre os grupos carboxilo e amida dos monômeros com os grupos carboxilos do colágeno, apresentando maior resistência hidrolítica. Os sistemas adesivos AdperTM PromptTM L-PopTM e AdperTM Single Bond 2 apresentam copolímeros polialcenólicos (Tabela 3). Sua utilização oferece ao sistema maior resistência à umidade. Porém, esta molécula pode não dissolver

adequadamente na solução do adesivo, separando-se em fases e produzindo formações globulares na camada do adesivo (Van Landuyt et al.⁸⁸ 2007). Dentro dos autocondicionantes, o autocondicionante de 1 passo sem ativação prévia (One Coat 7.0), apresentou a menor resistência à microinfiltração quando foi submetido a termociclagem e carga cíclica por separado. Aparentemente a composição do sistema adesivo One Coat 7.0 obedeceria a uma configuração similar e conjunta dos sistemas metacrilatos com ácido polialcenóico (Tabela 3).

No caso da formação de fendas axiais, somente um trabalho reuniu as características necessárias para ser incluso dentro do trabalho (Campos et al.³⁰ 1999). Seu resultado coincide com o presente estudo, descrevendo uma menor largura de fendas axiais nos adesivos convencionais de 2 passos. Como foi mencionado, o efeito produzido segue a mesma seqüência lógica da relação estresse e degradação.

7 CONCLUSÕES

Na base dos resultados obtidos pôde-se concluir que houve:

- Aumento da microinfiltração marginal nos grupos submetidos especificamente a termociclagem.
- Formação de fendas axiais com maior largura nos grupos submetidos progressivamente a termociclagem, carga cíclica e termociclagem+carga cíclica.
- Melhor desempenho, no esmalte e na dentina, do sistema adesivo convencional.
- A hipótese nula não foi contrastada devido a que a efetividade adesiva, de maneira geral, foi similar nos sistemas adesivos avaliados quando foram submetidos a estresse térmico e mecânico.

REFERÊNCIAS*

1. Henostroza G, editor. Adhesión en odontologia restauradora. Curitiba: Editora Maio; 2002.
2. Hilton TJ. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? In vitro investigations. Part 1. Am J Dent. 2002; 15(3): 198-210.
3. Osório R, Toledano M, Osório E, Aguilera FS, Tay FR. Effect of load cycling and *in vitro* degradation on resin-dentin bonds using a self-etching primer. J Biomed Mater Res. 2005; 72A: 399-408.
4. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. Review. J Dent. 1997; 25(5): 355-72.
5. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture: adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Oper Dent. 2003; 28(3): 215-35.
6. Eick JD, Gwinnett, Pashley DH, Robinson SJ. Current concepts on adhesion to dentin. Crit Rev Oral Biol Med. 1997; 8(3): 306-35.
7. Van Meerbeek B, Vargas S, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. Oper Dent. 2001; 26 Suppl 6: 119-44.
8. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. J Dent Res. 2004; 83(6): 454-8.
9. Perdigão, Lopes M. Dentin bonding--questions for the new millennium. J Adhes Dent. 1999; 1(3): 191-209.

*De acordo com a norma do Programa de Mestrado em Odontologia da UEPG, baseada no modelo Vancouver. Abreviaturas dos periódicos em conformidade com o Medline

10. Bayne SC, Heymann HO, Sturdevant JR, Wilder AD, Sluder TB. Contributing co-variables in clinical trials. *Am J Dent*. 1991; 4(5): 247-50.
11. Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent*. 1998; 26(1): 1-20.
12. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials. *Dent Mater*. 2005; 21(9): 864-81.
13. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*. 2005; 84(2): 118-32.
14. Cardoso PE, Plácido E, Moura SK. Micro-leakage of four simplified adhesive systems under thermal and mechanical stresses. *Am J Dent*. 2002; 15(3): 164-8.
15. Galé MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*. 1999; 27(2): 89-99.
16. Galé MS, Darvell BW. Dentine permeability and tracer tests. *J Dent*. 1999; 27(1): 1-11.
17. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restoration: a review. *Oper Dent*. 1997; 22(4): 173-85.
18. Kidd EAM. Micro-leakage: a review. *J Dent*. 1976; 4(5): 199-206.
19. Retief DH. Dentin bonding agents: A deterrent to microleakage? In: Quality evaluation of dental restoration preceedings of the international symposium on criteria for placement and replacement of dental restorations. Lake Buena Vista FL: Quintessence publishing; 1987. p. 185-95.

20. Hilton TJ. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? In vitro investigations. Part 2. Am J Dent. 2002; 15(4): 279-289.
21. Brackett WW, Haisch LD, Pearce MG, Brackett MG. Microleakage of Class V resin composite restorations placed with self-etching adhesives. J Prosth Dent. 2004; 91(1): 42-5.
22. Owens BM, Johnson WW. Effect of single step adhesives on the marginal permeability of Class V resin composites. Oper Dent. 2007; 32(1): 67-72.
23. Crim GA. Effect of aging on microleakage of restorative systems. Am J Dent. 1993; 6(4): 192-4.
24. Crim GA, Schmidt ED. Microleakage resistance of glutaraldehyde-containing adhesives. Am J Dent. 1993; 6(3): 142-4.
25. Davidson CL, Abdalla AI. Effect of occlusal load cycling on the marginal integrity of adhesive Class V restorations. Am J Dent. 1994; 7(2): 111-4.
26. Fortin D, Perdigão J, Swift EJ Jr. Microleakage of three new dentin adhesives. Am J Dent. 1994; 7(6): 315-7.
27. Fortin D, Swift EJ Jr, Denehy GE, Reinhardt JW. Bond strength and microleakage of current dentin adhesives. Dent Mater. 1994; 10(4): 253-8.
28. Candido MSM, Porto Neto ST, Pozzobon RT, Rodrigues Jr AL. Avaliação qualitativa da microinfiltração marginal em restaurações de classe V com resina composta: efeito da técnica restauradora única e mista. Odonto 2000. 1997; 1(2): 22-7.
29. Yap AU, Ho KS, Wong KM. Comparison of marginal sealing ability of new generation bonding systems. J Oral Rehabil. 1998; 25(9): 666-71.

30. Campos EA, Guastaldi AC, Porto Neto ST. Análise da microfenda axial em cavidades de classe V restauradas com resina composta e diferentes sistemas adesivos. Estudo pela microscopia eletrônica de varredura. Rev Odontol UNESP. 1999; 28(2): 429-39.
31. Cardoso PE, Placido E, Francci CE, Perdigao J. Microleakage of Class V resin-based composite restorations using five simplified adhesive systems. Am J Dent. 1999; 12(6): 291-4.
32. Gomes OMM, Porto Neto ST, Loffredo LCM. In vitro marginal microleakage evaluation in class V cavities, restored with three different bonding systems. Rev ABO Nac. 1999; 7(3): 147-51.
33. Pilo R, Ben-Amar A. Comparison of microleakage for three one-bottle and three multiple-step dentin bonding agents. J Prosthet Dent. 1999; 82(2): 209-13.
34. Gomes JC, Gomes OMM, Porto Neto ST, Chagury FP, Ribeiro JPF, Roth LA. In vitro marginal microleakage evaluation in Class V cavities restored with four different bonding systems. JBC J Bras Clin Estet Odontol. 2000; 4(24): 66-71.
35. Moura FRR, Tomazzoni AJ, Ramos OLV, Demarco FF. Avaliação in vitro da infiltração marginal de 3 sistemas adesivos de frasco único. RPG Rer Pós Grad. 2000; 7(3): 259-65.
36. Al-Ehaideb AA, Mohammed H. Microleakage of "One Bottle" Dentin Adhesives. Oper Dent. 2001; 26(2): 172-175.
37. Lucena-Martin C, Gonzalez-Rodriguez MP, Ferrer-Luque CM, Robles-Gijon V, Navajas JM. Influence of time and thermocycling on marginal sealing of several dentin adhesive systems. Oper Dent. 2001; 26(6): 550-5.
38. Manhart J, Chen HY, Mehl A, Weber K, Hickel R. Marginal quality and microleakage of adhesive class V restorations. J Dent. 2001; 29(2): 123-30.

39. Gagliardi RM, Avelar RP. Evaluation of microleakage using different bonding agents. *Oper Dent*. 2002;27(6):582-6.
40. Campos EA, Amaral AFA, Porto Nero ST. Avaliação da influência do tempo de condicionamento dentinário sobre a microinfiltração marginal em cavidades de classe v restauradas com resina composta e diferentes sistemas adesivos. *Rev Odontol UNESP*. 2002; 31(2): 231-43.
41. Abo T, Uno S, Sano H. Comparison of bonding efficacy of an all-in-one adhesive with a self-etching primer system. *Eur J Oral Sci*. 2004; 112(3): 286-92.
42. Fermino ML, Dibb RGP. Quantitative assessment 'in vitro' of marginal microleakage in restorations Class V in composite resin, using self and total-etching adhesive systems. *Rev Paul Odontol*. 2004; 26(1): 20-3.
43. Santini A, Ivanovic V, Ibbetson R, Milia E. Influence of cavity configuration on microleakage around Class V restorations bonded with seven self-etching adhesives. *J Esthet Restor Dent*. 2004; 16(2): 128-35.
44. Ben-Amar A, Pilo R, Shapinko E, Lewinstein I. A microleakage study of single-bottle adhesives applied to enamel and cementum and aged by both occlusal loading and thermocycling. *Quintessence Int*. 2005; 36(3): 177-82.
45. Nunes OBC, Abreu PH, Pazim MSL, Nunes NA, Lauris JRP, Vanconcelos DA, Silva MAD, Hoffman D. Marginal leakage using three types of dentinal adhesives with resin composite restorations. *Rev Fac Odontol Lins*. 2006; 18(1): 7-18.
46. Owens BM, Johnson WW, Harris EF. Marginal permeability of self-etch and total-etch adhesive systems. *Oper Dent*. 2006; 31(1): 60-7.
47. Larson TD. The clinical significance and management of microleakage. Part one. *Northwest Dent*. 2005; 84(1): 23-5.

48. Larson TD. The clinical significance and management of microleakage. Part two. Northwest Dent. 2005; 84(2): 15-9.
49. Boehm RF. Thermal environment of teeth during open-mouth respiration. J Dent Res. 1972; 51(1): 75-8.
50. Peterson EA 2nd, Phillips RW, Swartz ML. A comparison of the physical properties of four restorative resins. J Am Dent Assoc. 1966; 73(6): 1324-36.
51. Spierings TA, Peters MC, Bosman F, Plasschaert AJ. The influence of cavity geometry on heat transmission in restored teeth. J Dent. 1986; 14(2): 47-51.
52. Spierings TAM, Peters MCRB, Bosman F, Plasschaert AJM. Verification of theoretical modelling of heat transmission in teeth by in vivo experiments. J Dent Res. 1987; 66: 1336-9.
53. Palmer DS, Barco MT, Billy EJ. Temperature extremes produced orally by hot and cold liquids. J Prosthet Dent. 1992; 67: 325-7.
54. Plant CG, Jones DW, Darvell BW. The heat evolved and temperatures attained during setting of restorative materials. Brit Dent J. 1974; 137: 233-8.
55. Crabtree MG, Atkinson HF. A preliminary report on the solubility of decalcified dentine in water. Aust J Dent. 1955; 55: 340-2.
56. Brown WS, Jacobs HR, Thompson RE. Thermal fatigue in teeth. J Dent Res. 1972; 51: 461-7.
57. Craig RG. Restorative dental materials. St. Louis: Mosby; 1997. pp. 30-55.
58. Bullard RH, Leinfelder KF, Russell CM. Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. J Am Dent Assoc. 1988; 116(7): 871-4.

59. Nikaido T, Kunzelmann KH, Chen H, Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Cox CF, Hickel R, Tagami J. Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. *Dent Mater.* 2002; 18(3): 269-75.
60. Xu HC. Measurement of thermal expansion coefficient of human teeth. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 1990; 25(4): 200-3.
61. Xu HC, Liu WY, Wang T. Measurement of thermal expansion coefficient of human teeth. *Aust Dent J.* 1989; 34(6): 530-5.
62. Vaidyanathan J, Vaidyanathan TK, Wang Y, Viswanadhan T. Thermoanalytical characterization of visible light cure dental composites. *J Oral Rehabil.* 1992; 19(1): 49-64.
63. Yamaguchi R, Powers JM, Dennison JB. Thermal expansion of visible-light-cured composite resins. *Oper Dent.* 1989; 14(2): 64-7.
64. Versluis A, Douglas WH, Sakaguchi RL. Thermal expansion coefficient of dental composites measured with strain gauges. *Dent Mater.* 1996; 12(5): 290-4.
65. Sideridou I, Achilias DS, Kyrikou E. Thermal expansion characteristics of light-cured dental resins and resin composites. *Biomaterials.* 2004; 25(15): 3087-97.
66. Söderholm KJ. Influence of silane treatment and filler fraction on thermal expansion of composite resins. *J Dent Res.* 1984; 63(11): 1321-6.
67. Yan Z, Sidhu SK, Carrick TE, McCabe JF. Response to thermal stimuli of glass ionomer cements. *Dent Mater.* 2007; 23(5): 597-600.
68. Braden M. Heat conduction in teeth and the effect of lining materials. *J Dent Res.* 1964; 43: 315-22.

69. Brown WS, Dewey WA, Jacobs HR. Thermal properties of teeth. *J Dent Res.* 1970; 49(4): 752-5.
70. Watts DC, McAndrew R, Lloyd CH. Thermal diffusivity of composite restorative materials. *J Dent Res.* 1987; 66(10): 1576-8.
71. Lloyd BA, McGinley MB, Brown WS. Thermal stress in teeth. *J Dent Res.* 1978; 57(4): 571-82.
72. Crim GA, Garcia-Godoy F. Microleakage: the effect of storage and cycling duration. *J Prosthet Dent.* 1987; 57(5): 574-6.
73. Chan MFWY, Glyn-Jones JC. A comparison of four in vitro marginal leakage tests applied to root surface restorations. *J Dent.* 1992; 20: 287-93.
74. Crim GA, Swartz ML, Phillips RW. Comparison of four thermocycling techniques. *J Prosthet Dent.* 1985; 53: 50-3.
75. Derkson GD, Pashley DH, Derkson ME. Microleakage measurement of selected restorative materials: a new in vitro method. *J Prosthet Dent.* 1986; 56: 435-40.
76. Prati C, Tao L, Simpson M, Pashley DH. Permeability and microleakage of class II resin composite restorations. *J Dent.* 1994; 22: 49-56.
77. Mandras RS, Retief DH, Russell CM. The effects of thermal and occlusal stresses on the microleakage of Scotchbond 2 dentinal bonding system. *Dent Mater.* 1991; 7: 63-7.
78. Rigsby DF, Retief DH, Bidez MW, Russell CM. The effect of axial load and temperature on microleakage of resin restorations. *Amer J Dent.* 1992; 5: 155-9.

79. Munksgaard EC, Irie M. Dentin-polymer bond established by Gluma and tested by thermal stress. *Scand J Dent Res*. 1987; 95: 185-90.
80. Momoi Y, Iwase H, Nakano Y. et al. Gradual increases in marginal leakage of resin composite restorations with thermal stress. *J Dent Res*. 1990; 69: 1659-63.
81. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *J Dent Res*. 2000; 79(6): 1385-91.
82. Linsuwanont P, Palamara JE, Messer HH. An investigation of thermal stimulation in intact teeth. *Arch Oral Biol*. 2007; 52(3): 218-27.
83. Lee SY, Huang HM, Lin CY, Shih YH. Leached components from dental composites in oral simulating fluids and the resultant composite strengths. *J Oral Rehabil*. 1998; 25(8): 575-88.
84. Palin WM, Fleming GJ, Burke FJ, Marquis PM, Randall RC. The influence of short and medium-term water immersion on the hydrolytic stability of novel low-shrink dental composites. *Dent Mater*. 2005; 21(9): 852-63.
85. Malacarne J, Carvalho RM, Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR, Yiu CK, Carrilho MRO. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater*. 2006; 22(10): 973-80.
86. Fukushima T, Inoue Y, Miyazaki K, Itoh T. Effect of primers containing N-methylolacrylamide or N-methylolmethacrylamide on dentin bond durability of a resin composite after 5 years. *J Dent*. 2001; 29(3): 227-34.
87. Van Landuyt KL, De Munck J, Snauwaert J, Coutinho E, Poitevin A, Yoshida Y, Inoue S, Peumans M, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Monomer-solvent phase separation in one-step self-etch adhesives. *J Dent Res*. 2005; 84(2): 183-8.

88. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, Coutinho E, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007; 28(26): 3757-85.
89. Ohhashi M, Chigira H, Itoh K, Hisamitsu H, Wakumoto S. Effects of polyvalent alcohol solutions as dentine primers. *J Dent*. 1997; 25(2): 161-6.
90. Abate PF, Rodriguez VI, Macchi RL. Evaporation of solvent in one-bottle adhesives. *J Dent*. 2000; 28(6): 437-40.
91. Spreafico D, Semeraro S, Mezzanzanica D, Re D, Gagliani M, Tanaka T, et al. The effect of the air-blowing step on the technique sensitivity of four different adhesive systems. *J Dent*. 2006; 34(3): 237-44.
92. Hashimoto M, Ito S, Tay FR, Svizero NR, Sano H, Kaga M, et al. Fluid movement across the resin-dentin interface during and after bonding. *J Dent Res*. 2004; 83(11): 843-8.
93. Zheng L, Pereira PN, Nakajima M, Sano H, Tagami J. Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. *Oper Dent*. 2001; 26(1): 97-104.
94. Pashley DH, Carvalho RM, Tay FR, Agee KA, Lee KW. Solvation of dried dentin matrix by water and other polar solvents. *Am J Dent*. 2002; 15(2): 97-102.
95. Jørgensen KD, Matono R, Shimokobe H. Deformation of cavities and resin fillings in loaded teeth. *Scand J Dent Res*. 1976; 84(1): 46-50.
96. Tonami K, Takahashi H. Effects of aging on tensile fatigue strength of bovine dentin. *Dent Mater J*. 1997; 16(2): 156-69.

97. Schechtman H, Bader DL. In vitro fatigue of human tendons. *J Biomech.* 1997; 30(8): 829-35.
98. Baran G, Boberick K, McCool J. Fatigue of restorative materials. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2001; 12(4): 350-60.
99. Nalla RK, Imbeni V, Kinney JH, Staninec M, Marshall SJ, Ritchie RO. In vitro fatigue behavior of human dentin with implications for life prediction. *J Biomed Mater Res A.* 2003; 66(1): 10-20.
100. Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW. The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003; 14(1): 13-29.
101. Rees JS, Jacobsen PH. The elastic modulus of enamel and dentine. *Clin Mater.* 1993; 14: 35-9.
102. Joshi S, Mukherjee A, Kheur M, Mehta A. Mechanical performance of endodontically treated teeth. *Finite Elem Anal Des.* 2001; 37: 587-601.
103. Ausiello P, Apicella A, Davidson CL, Rengo S. 3D-finite element analyses of cusp movements in a human upper premolar, restored with adhesive resin-based composites. *J Biomech.* 2001; 34(10): 1269-77.
104. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Celis JP and Vanherle G. A classification of dental composites according to the morphological and mechanical characteristics. *Dent Mater.* 1992; 8: 310-9.
105. Willems G, Celis JP, Lambrechts P, Braem M and Vanherle G. Hardness and Young's modulus determined by nanoindentation technique of filler particle of dental restorative materials compared with human enamel. *J Biomed Mater Res.* 1993; 27: 745-55.

106. Habelitz S, Marshall GW Jr, Balooch M, Marshall SJ. Nanoindentation and storage of teeth. *J Biomech.* 2002; 35(7): 995-8.
107. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Russell CM, Pashley DH. Tensile properties of resin-infiltrated demineralized human dentin. *J Dent Res.* 1995; 74(4): 1093-102.
108. Van Meerbeek B, Willems G, Celis JP, Roos JR, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Assessment by nano-indentation of the hardness and elasticity of the resin-dentin bonding area. *J Dent Res.* 1993; 72(10): 1434-42.
109. Rees JS. The role of cuspal flexure in the development of abfraction lesions: a finite element study. *Eur J Oral Sci.* 1998; 106(6): 1028-32.
110. Abdalla AI, Davidson CL. Shear bond strength and microleakage of new dentin bonding systems. *Am J Dent.* 1993; 6: 295-8.
111. Frankenberger R, Krämer N, Petschelt A. Long-term effect of dentin primers on enamel bond strength and marginal adaptation. *Oper Dent.* 2000; 25: 11-9.
112. Meiers JC, Young D. Two-year composite/dentin bond stability. *Am J Dent.* 2001; 14: 141-4.
113. Giannini M, Seixas CAM, Reis AF, Pimenta LAF. Six-month storage-time evaluation of one-bottle adhesive systems to dentin. *J Esthet Rest Dent.* 2003; 15: 43-9.
114. De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Suzuki K, Lambrechts P, Vanherle G. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res.* 2003; 82: 136-40.
115. Miyazaki M, Sato M, Onose H, Moore BK. Influence of thermal cycling on dentin bond strength of two-step bonding systems. *Am J Dent.* 1998; 11: 118-22.

116. Xie B, Dickens SH, Giuseppetti AA. Microtensile bond strength of thermally stressed composite-dentin bonds mediated by one-bottle adhesives. *Am J Dent.* 2002; 12: 177-84.
117. Shono Y, Terashita M, Shimada J, Kozono Y, Carvalho RM, Russell CM, Pashley DH. Durability of resin-dentin bonds. *J Adhes Dent.* 1999; 1: 211-8.
118. Okuda M, Pereira PN, Nakajima M, Tagami J. Relationship between nano-leakage and long-term durability of dentin bonds. *Oper Dent.* 2001; 26: 482-90.
119. Gwinnett AJ, Yu S. Effect of long-term water storage on dentin bonding. *Am J Dent.* 1994; 7: 109-11.
120. Dunn WJ, Söderholm KJ. Comparison of shear and flexural bond strength tests versus failure modes of dentin bonding systems. *Am J Dent.* 2001; 14: 297-303.
121. Armstrong SR, Vargas MA, Fang Q, Laffoon JE. Microtensile bond strength of a total-etch 3-step, total-etch 2-step, self-etch 2-step, and a self-etch 1-step dentin bonding system through 15-month water storage. *J Adhes Dent.* 2003; 5: 47-56.
122. Ruse ND, Shew R, Feduik D. In vitro fatigue testing of a dental bonding system on enamel. *J Biomed Mater Res.* 1995; 29: 411-5.
123. Frankenberger R, Krämer N, Petschelt A. Fatigue behaviour of different dentin adhesives. *Clin Oral Invest.* 1999; 3: 11-7.
124. Frankenberger R, Strobel WO, Kramer N, Lohbauer U, Winterscheidt J, Winterscheidt B, Petschelt A. Evaluation of the fatigue behavior of the resin-dentin bond with the use of different methods. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater.* 2003; 67(B): 712-21.

125. Krejci I, Häusler T, Sägesser D, Lutz F. New adhesives in class V restorations under combined load and simulated dentinal fluid. *Dent Mater.* 1994; 10: 331-5.
126. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. In vitro degradation of resin-dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. *Biomaterials.* 2003; 24: 3795-803.
127. Shirai K, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Lambrechts P, Suzuki K, Shintani H, Van Meerbeek B. Effect of cavity configuration and aging on the bonding effectiveness of six adhesives to dentin. *Dent Mater.* 2005; 21(2): 110-24.
128. Miyazaki M, Sato M, Onose H. Durability of enamel bond strength of simplified bonding systems. *Oper Dent.* 2000; 25: 75-80.
129. Rosentritt M, Behr M, Gebhard R, Handel G. Influence of stress simulation parameters on the fracture strength of all-ceramic fixed-partial dentures. *Dent Mater.* 2006; 22(2): 176-82.
130. Costa JF. Soluções aquosas de nitrato de prata: características e desempenho nos testes de infiltração [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.
131. Gale MS, Darvell BW. Controlling dentine penetration in computer microleakage tracer mapping. *J Dent.* 1997; 25(2): 129-36.
132. Chan MFWY, Glyn-Jones JC. Significance of thermal cycling in microleakage analysis of root restorations. *J Dent.* 1994; 22: 292-5.
133. Hansen EK. Visible light-cured composite resins: polymerization contraction, contraction pattern and hygroscopic expansion. *Scand J Dent Res.* 1982; 90: 329-35.

134. Asmussen E. The effect of temperature changes on adaption of resin fillings.
Acta Odontol Scand. 1974; 32: 161-71.

ANEXO A –
APROVAÇÃO DO PROJETO PELA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA COEP-UEPG

**COEP**

COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA

PARECER Nº 17/2007
Protocolo: 06273/06

Em reunião ordinária realizada nesta data, a Comissão de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa intitulado "**Avaliação da influência da ciclagem térmica e mecânica na efetividade da interface adesiva**" de responsabilidade do Pesquisador Alfonso Sánchez-Ayala.

Ponta Grossa, 26 de abril de 2007.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Prof.ª Dr.ª Carla Cristine Kanunfre
Coordenadora