

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

CÂMPUS DE ARAÇATUBA - FACULDADE DE ODONTOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA

ERIKA KIYOKO CHIBA

**RESISTÊNCIA ADESIVA DE RESTAURAÇÕES DE RESINA
COMPOSTA DE BAIXA CONTRAÇÃO APÓS CICLAGENS
MECÂNICA E TÉRMICA**

ARAÇATUBA

- 2017 -

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

CÂMPUS DE ARAÇATUBA - FACULDADE DE ODONTOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA

ERIKA KIYOKO CHIBA

**Resistência adesiva de restaurações de resina composta
de baixa contração após ciclagens mecânica e térmica**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Odontologia de Araçatuba da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” – UNESP como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Bacharel
em Odontologia.

Orientadora: Prof.^a Assistente Dr.^a Ticiane
Cestari Fagundes.

ARAÇATUBA

- 2017 -

Dedicatoria

Dedico este trabalho

Aos meus pais Armando Seiti Chiba e Yoko Yamamoto Chiba, pelo incentivo, apoio constante e por todo esforço exercido para a conclusão da minha formação educacional, possibilitando que este sonho se tornasse realidade. São verdadeiros exemplos de determinação, sabedoria e perseverança. À eles, sempre expressarei a minha eterna gratidão.

Ao meu irmão Fernando Yamamoto Chiba, pelo companheirismo, compreensão e carinho. Sou grata por todo ensinamento e auxílio que a mim foi concebido nesta etapa.

À Emerson Yoshio Neres, pelo imenso companheirismo, amor e carinho que, com enorme felicidade, recebo desde que o conheci. Agradeço por existir em minha vida, acreditar nos meus propósitos, apoiar e respeitar as minhas decisões.

Aos prezados professores e Mestres, pelos conhecimentos, filosofias de trabalho e pelas orientações que me capacitaram até este importante momento.

Aos meus queridos amigos, pela amizade e ânimo, em quaisquer circunstâncias, mas principalmente em momentos de dificuldades durante essa caminhada.

Agradecimientos

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À minha orientadora Prof.^a Ticiane Cestari Fagundes, por acreditar em meu potencial e ter mostrado o caminho científico na área da Odontologia Restauradora – Dentística. Por meio de sua orientação de excelência, competência e conhecimentos transmitidos, com enorme satisfação, me proporcionaram crescimento intelectual e capacidade de discernimento. A todos esses ensinamentos, sou extremamente grata e receba a minha eterna admiração.

Ao Prof.^o Alberto Carlos Botazzo Delbem, grande orientador precursor da minha trajetória em pesquisa na iniciação científica. Pela enorme oportunidade de aprendizado na área da Odontologia Infantil e Social – Odontopediatria e competência profissional, conceitos de dedicação, comprometimento e responsabilidade foram acrescentados em minha formação. Por esses e demais ensinamentos, expresso a minha eterna gratidão.

À professora e grande amiga Marcelle Danelon, por ter estimulado o interesse em pesquisa na graduação e ampliar meus conhecimentos desde o primeiro ano de faculdade. Pela enorme disposição em sempre ajudar, dedicação, persistência e humildade, a minha eterna admiração e, por toda confiança, amizade e oportunidade a mim concebida, receba sempre a minha imensa gratidão.

À Mariana Moda Dias, pelo acolhimento e afinidade até esse momento. Por toda colaboração e parceria neste estudo, sou muito grata. Dedicação, sinceridade, comprometimento, ensinamentos e experiências transmitidas, estímulos renovadores e companheirismo serão sempre lembrados com muita admiração. Que o sucesso esteja sempre em sua caminhada.

À turma 59, minha turma de ingresso à odontologia, pelo acolhimento, companheirismo constante e por toda demonstração de carinho durante todo o curso recebam a minha imensa gratidão. Desejo que, a cada um, a caminhada seja abençoada e que se tornem profissionais de excelência e de muito sucesso.

AGRADECIMENTOS

À UNESP – Universidade Estadual Paulista, pela oportunidade de realizar este curso, oferecendo ótimas instalações e uma infraestrutura educacional de excelência.

À Diretora da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, Prof.º Titular Wilson Roberto Poi e ao Vice-Diretor Prof.º Titular João Eduardo Gomes Filho, pelo apoio e demonstração de dedicação à instituição.

Ao Coordenador da Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, Prof.º Dr.º Eloi Dezan Júnior pelo trabalho, dedicação e comprometimento com a graduação.

Aos professores do Departamento de Odontologia Restauradora – Dentística, da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, Prof.º Titular Renato Herman Sundfeld; Prof.º Ass. Dr.º Ricardo Coelho Okida; Prof.º Adj. André Luiz Fraga Briso e Prof.º Ass. Dr.º Sílvio José Mauro, por todos os ensinamentos ministrados, no qual possibilitou o meu crescimento e a aquisição de conhecimentos de extrema importância para minha formação.

Às colegas e alunas da Pós-graduação do Departamento de Odontologia Restauradora – Dentística, Ana Carolina, Marjorie, Morganna, Úrsula, Sandra, Bruna e Janaína pelo acolhimento, conselhos, estímulos renovadores, assistência e ótima convivência durante esta caminhada.

Aos estimados funcionários da Secção Técnica e Administrativa do Departamento de Odontologia Restauradora, Elaine, Nelci e Peterson por todo suporte nesta etapa, estando sempre dispostos a ajudar.

À todos os alunos da Pós-graduação do Departamento de Odontologia Social e Infantil – Odontopediatria, pelo acolhimento, carinho e auxílio que recebi durante

minha iniciação científica no departamento, no período de 2013 – 2015, bem como, pela disposição e colaboração com esta pesquisa científica.

Aos funcionários da Secção Técnica e Administrativa do Departamento de Odontologia Social e Infantil – Odontopediatria, Mário e Ricardo, pela disposição à ajudar e pela cooperação para o funcionamento do departamento.

À todos os estagiários do Departamento de Odontologia Social e Infantil – Odontopediatria, em especial, Francienne, Leonardo Morais, Malena e Ronaldo pela colaboração durante o andamento desta pesquisa científica.

Ao Prof.º Adj. Paulo Henrique dos Santos e todo o Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese – Materiais dentários, pelo acolhimento em suas instalações durante o estudo, auxílio, participação e colaboração para que fosse possível a realização desta pesquisa; além de todo conhecimento que, com enorme satisfação, recebi durante o curso.

Prof.º Adj. Wirley Gonçalves Assunção e todo o Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese – Prótese, pelo auxílio e colaboração para a realização desta pesquisa.

Às alunas da Pós-graduação do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, Ana Teresa e Thaís pela assistência e disposição durante esta caminhada.

Aos funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, Cláudio, Ana Cláudia, Ana Paula, Luzia, Denise, Luís Cláudio e Maria Cláudia, sempre dispostos a ajudar.

Às funcionárias da Diretoria Técnica Administrativa, Isabel e Célia, pela atenção dispensada.

Ao coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa – Humanos da Faculdade de Odontologia de Araçatuba Prof.º Ass. Dr.º André Pinheiro de Magalhães Bertoz e demais membros do comitê pelo apoio e concessão para realização desta pesquisa.

Ao secretário do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araçatuba Washington de Brito Martins pelo suporte nesta etapa.

Às funcionárias da Secção Técnica de Graduação, Marie, Fábiana e Tânia por todo suporte e atenção disponibilizada durante o curso.

Aos meus familiares, pelo incentivo, apoio constante, compreensão, carinho e amor recebidos, em quaisquer circunstâncias da minha vida, mas principalmente durante esta jornada.

Aos meus amigos, Ana Flávia Piquera, Gabriel Nunes, Jéssica Coelho, Karen Nakasato, Laís Kawamata, Lara Mariano, Letícia Brasil, Morgana Fernandes, Paloma Silva e Pedro Chaves, pela grande amizade e pelo afeto que construí, mais íntimo, com cada um de vocês. Convivi com pensamentos, posturas, temperamentos, histórias de vida e opiniões diferentes, no entanto, encontrei em todos, o talento, a dedicação, o comprometimento e, acima de tudo, o amor por tudo que fazem. Foi uma grande oportunidade e satisfação conviver e conhecer cada um. Desejo muito sucesso nessa nova caminhada.

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela concessão da bolsa de estudos e auxílio à esta pesquisa.

Epígrafe

*Se um homem tem um talento e não tem
capacidade de usá-lo, ele fracassou.*

*Se ele tem um talento e usa somente a metade deste, ele
fracassou parcialmente.*

*Se ele tem um talento e de certa forma aprende a usá-lo em
sua totalidade, ele triunfou gloriosamente e obteve uma
satisfação e um triunfo que poucos homens conhecerão.*

Thomas Wolfe

CHIBA, E.K. **Resistência adesiva de restaurações de resina composta de baixa contração após ciclagens mecânica e térmica**. 2017. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2017.

RESUMO

A tecnologia tem possibilitado que as propriedades dos sistemas restauradores apresentem melhorias, principalmente para os casos de procedimentos diretos em dentes posteriores. Este estudo tem como objetivo avaliar *in vitro* a resistência de união de restaurações Classe I em dentina utilizando 4 sistemas restauradores. Noventa e seis molares permanentes foram selecionados, sendo que na superfície oclusal de cada dente foi confeccionada uma cavidade Classe I. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos (n=24), conforme o tipo de sistema restaurador: Single Bond Universal + Filtek Z350 XT - 3M/ESPE (SFZ); Single Bond Universal + Filtek Bulk Fill - 3M/ESPE (SFB); AdheSE + Tetric N-Ceram - Ivoclar Vivadent (ATC) e AdheSE + Tetric N-Ceram Bulk Fill - Ivoclar Vivadent (ATB). Após as restaurações das cavidades, os dentes foram divididos em 3 subgrupos (n=8): armazenamento por 24hrs (C); submetido à ciclagem mecânica (M) e submetido à termociclagem (T). Posteriormente, de acordo com o sistema restaurador, os dentes foram cortados em palitos (0,8mm²), totalizando aproximadamente 3 a 4 palitos por dente. Em seguida, os espécimes foram submetidos ao teste de microtração a uma velocidade de 0,7mm/min e os valores foram obtidos em MegaPascal (MPa). Os resultados obtidos não passaram pelo teste de normalidade; sendo assim, as médias dos resultados de resistência de união foram submetidos à análise Kruskal Wallis e ao teste de Dunn para comparações múltiplas, com nível de significância de 5%. Para os subgrupos controle e submetidos à termociclagem não foram observadas diferenças significantes entre os sistemas restauradores (p> 0,05). Entretanto, na ciclagem mecânica, o grupo SFZ apresentou os maiores valores à microtração, com diferença estatística para os grupos SFB e ATB (p<0,05); e o grupo ATC foi estatisticamente semelhante aos demais grupos (p>0,05). Dentro das limitações de um estudo *in vitro*, pode-se concluir que os materiais de baixa tensão de polimerização sofreram os efeitos do stress mecânico na adesão à dentina.

Palavras-Chaves: Materiais dentários. Restauração. Terceiro molar. Ciclo.

CHIBA, E.K. **Bond strength of low-shrinkage composite restorations after mechanical and thermal cycling.** 2017. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2017.

ABSTRACT

The technology has enabled the properties of the restorative systems to present improvements, especially for the cases of direct procedures in posterior teeth. This study aims to evaluate in vitro the bond strength of Class I restorations in dentin, using four restorative systems. Ninety-six permanent molars were selected, with a Class I cavity on the occlusal surface of each tooth. The specimens were randomly divided into 4 groups (n = 24), according to the type of restorative system: Single Bond Universal + Filtek Z350 XT-3M / ESPE (SFZ); Single Bond Universal + Filtek Bulk Fill - 3M / ESPE (SFB); AdheSE + Tetric N-Ceram - Ivoclar Vivadent (ATC) and AdheSE + Tetric N-Ceram Bulk Fill - Ivoclar Vivadent (ATB). After the cavities restorations, the teeth were randomly divided into 3 subgroups (n = 8): storage for 24hrs (C); submitted to mechanical cycling (M) and submitted to thermocycling (T). Teeth were then cut into sticks (0.8mm²), totalizing approximately 3 to 4 sticks per tooth. Then, the specimens were submitted to the microtensile test and the values were obtained in MegaPascal (MPa). The results obtained did not pass through the normality test, thus, the data were submitted to Kruskal Wallis and Dunn test for multiple comparisons, with a significance level of 5%. No significant differences were observed between the restorative systems for control and thermocycled groups (p> 0.05). However, in mechanical cycling, the SFZ group presented the highest microtensile values, with statistical difference for the SFB and ATB groups (p <0.05); and the ATC group was statistically similar to the other groups (p> 0.05). Within the limitations of an in vitro study, it can be concluded that bulk-fill low-stress resin-based composite have suffered the effects of mechanical stress on bond dentin.

Keywords: Dental materials. Restoration. Third molar. Cycle.

Lísta de tabelas e fluxograma

LISTA DE TABELAS, QUADRO E FLUXOGRAMA

Fluxograma 1: Divisão dos grupos de estudo avaliados.....	08
Quadro 1: Materiais restauradores utilizados, de acordo com a composição básica e modo de aplicação, seguindo os fabricantes.....	10
Tabela 1: Valores médios de resistência de união (MPa, desvio padrão, valores mínimo, valores máximo e número de palitos) por grupo.....	19
Tabela 2: Porcentagem (%) da distribuição dos tipos de fratura dos espécimes testados e número de falhas prematuras em cada grupo.....	20

Lísta de abreviaturas

LISTA DE ABREVIATURAS

UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
Prof.	Professor (a)
Dr.	Doutor (a)
Ass.	Assistente
Adj.	Adjunto
EUA	Estados Unidos da América
SC	Santa Catarina
SP	São Paulo
IL	Illinois
Ind.	Indústria
Com.	Comércio
Ltda.	Limitada
S.A	Sociedade anônima
et al.	e colaboradores
n	Número de amostras
SFZ	Single Bond Universal + Filtek Z350 XT
SFB	Single Bond Universal + Filtek Bulk Fill
ATC	AdheSE + Tetric N-Ceram
ATB	AdheSE + Tetric N-Ceram Bulk Fill
C	Armazenamento por 24hrs – Controle
M	Submetido à ciclagem mecânica
T	Submetido à termociclagem
MSFM	Máquina simuladora de fadiga mastigatória
MSCT	Máquina simuladora de ciclos térmicos
MEV	Análise de microscopia de varredura
SBU	Single Bond Universal
ADH	AdheSE

UDMA	Dimetacrilato de uretano
Bis-EMA	Dimetacrilato de polietilenoglicol diéter
MDP	Monômero fosfatado
BisGMA	Bisfenol glicidil metacrilato
TEGDMA	Dimetacrilato de trietilenoglicol
AUDMA	Uretano Dimetacrilato Aromático
AFM	Monômero de Fragmentação Adicional
DDMA	Dodecano dimetacrilato
Hema	Monômero 2-hidroxietil metacrilato
mm	Milímetro
mm ²	Milímetro ao quadrado
mm/min	Milímetro por minuto
mW	Miliwat
cm ²	Centímetro ao quadrado
nm	Nanômetro
um	Micrômetro
Mpa	MegaPascal
N	Newton
Hz	Hertz
p	Nível de significância
°C	Grau Celsius
%	Porcentagem
±	Mais ou menos
SD	Desvio padrão
Min	Valores mínimo
Max	Valores máximo
NP	Número de palitos
A	Fratura do tipo Adesiva
Mi	Fratura do tipo Mista
CR	Fratura do tipo Coesiva em material restaurador
CD	Fratura do tipo Coesiva em dentina
NF	Número de falhas prematuras

Lísta de figuras

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.A – Preparo cavitário Classe I.....	09
Figura 1.B – Medição das dimensões da cavidade Classe I.....	09
Figura 1.C – Medição da profundidade da cavidade Classe I.....	09
Figura 2.A – Cortadeira de precisão ISOMET Low Speed Saw (Buehler Ltda., Lake Bluff, IL, USA).....	11
Figura 2.B – Disco diamantado acoplado	11
Figura 2.C – Conjunto amostra-disco diamantado.....	11
Figura 3.A – Máquina simuladora de fadiga mastigatória (MSFM- ELQUIP, Equipamentos para Pesquisa Odontológica, São Carlos, Brasil).....	12
Figura 3.B – Posicionamento da amostra.....	12
Figura 3.C – Ciclos mecânicos realizados.....	12
Figura 4.A – Máquina simuladora de ciclos térmicos (MSCT-3 Plus, Marcelo Nucci, São Paulo, SP, Brasil)	13
Figura 4.B – Invólucro de tule para adaptação das amostras.....	13
Figura 5.A – Obtenção dos palitos.....	14
Figura 5.B – Fixação dos palitos sobre stub metálico.....	14
Figura 5.C – Posicionamento do conjunto.....	14
Figura 5.D – Máquina de ensaio universal Odeme Microtensile OM 100 (Odeme Dental Research, Luzerna, SC, Brasil)	14
Figura 5.E – Teste de microtração realizado.....	14
Figura 5.F – Medição das dimensões do palito com paquímetro digital (Mitutoyo, Miyazaki, Japão)	14
Figura 6.A – Palitos fraturados acoplados em cera rosa nº7.....	14
Figura 6.B – Análise em estereomicroscópio (Leica MZ6)	14

Figura 7.A – Imagem representativa em microscopia de varredura (1500x) de fratura do tipo adesiva do subgrupo termociclagem SFZ.....	18
Figura 7.B – Imagem representativa em microscopia de varredura (1500x) de fratura do tipo adesiva do subgrupo ciclagem mecânica SFB.....	18
Figura 7.C – Imagem representativa em microscopia de varredura (1500x) de fratura do tipo mista do subgrupo controle ATC.....	18
Figura 7.D – Imagem representativa em microscopia de varredura (1500x) de fratura do tipo mista do subgrupo controle ATB.....	18

Sumário

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVO.....	05
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	07
3.1 – Unidade experimental.....	07
3.2 – Fatores de estudo.....	07
3.3 – Grupos de estudos.....	08
3.4 – Preparo dos dentes.....	08
3.5 – Procedimento restaurador.....	09
3.6 – Ciclagem mecânica.....	11
3.7 – Termociclagem.....	12
3.8 – Teste de microtração.....	13
3.9 – Análise do tipo de fratura.....	14
3.10 – Análise de microscopia de varredura (MEV).....	15
3.11 Forma de análise dos resultados.....	15
4 – RESULTADOS.....	17
5 – DISCUSSÃO.....	22
6 – CONCLUSÃO.....	27

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
ANEXOS.....	34

Introdução

1. INTRODUÇÃO

Na Odontologia Restauradora é fundamental conhecer as características do substrato no qual se trabalha. No caso específico da dentina, de acordo com a literatura, é um substrato biológico complexo¹, sendo sua composição entre 45% - 55% de material inorgânico, 30% - 35% de material orgânico e 15% de fluídos^{2,3}. A adesão com tal substrato ainda apresenta deficiências ao longo do tempo, devido principalmente à degradação do sistema adesivo ou à presença de *gaps* na interface com a resina composta⁴.

Diante disso, a tecnologia envolvendo os sistemas adesivos está em constante evolução para que ocorra uma efetiva união entre a estrutura dentária e o material restaurador e; conseqüentemente, proteger o substrato e prolongar a longevidade das restaurações¹. Dentre a evolução dos sistemas adesivos, os autocondicionantes proporcionam ao profissional a simplificação dos passos clínicos. Isso é possível, uma vez que possuem monômeros ácidos em sua composição, dispensando o condicionamento ácido prévio do substrato⁵. Essas moléculas são capazes de desmineralizar parcialmente a superfície dentinária, infiltrando-se no substrato dental, de modo que a *smear layer* permaneça incorporada na formação da camada híbrida⁶. Atualmente, um novo sistema adesivo chamado Universal, permite facilidade na técnica e diminui o tempo de trabalho, por apresentar-se em um único frasco e eliminar a etapa do condicionamento ácido. O produto contém um monômero éster fosfatado (*10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate* - MDP), que proporciona interação química com o esmalte e a dentina e o copolímero do *Vitrebond* que permite atuar em condições variadas de umidade da dentina após o preparo⁷.

Outras tendências em tecnologia estão relacionadas às resinas compostas, no qual desenvolveu-se os chamados compósitos “Bulk-fill”⁸. Essa nova categoria de resinas compostas possuem em sua composição monômeros de elevado peso molecular - dimetacrilato de uretano (UDMA), bisfenol A e dimetacrilato de polietilenoglicol diéter (Bis-EMA)⁹; bem como, partículas inorgânicas como: sílica, zircônia, trifluoreto de itérbio não-agregadas/não-aglomeradas, dióxido de titânio, entre outros¹⁰. De forma geral, a partir desta composição, estes compósitos apresentam teor de carga reduzida devido à dimensão de suas partículas e, portanto um baixo módulo de elasticidade, o que confere ao material maior fluidez¹⁰. Alguns

monômeros são caracterizados por sua plasticidade, estando relacionada à uma mínima tensão de contração^{10,11}, razão pela qual é possível a inserção de incremento único de até 4 mm de espessura^{8,12}. Desse modo, esta categoria de resina composta vem ganhando destaque entre os profissionais devido à simplificação do tratamento restaurador, reduzindo o número de incrementos e o tempo de trabalho. Algumas marcas comerciais dessas resinas de baixa tensão, devido à sua baixa resistência ao desgaste, requerem um incremento final de 2 mm utilizando-se resina composta convencional, enquanto outras marcas de resina tipo “Bulk-fill” podem ser inseridas sem esta camada final⁸.

No entanto, os sistemas restauradores estão constantemente sujeitos à diferentes tipos de degradação no meio bucal. Uma dessas degradações está relacionada às tensões durante a mastigação e aos hábitos parafuncionais¹³. Em estudos anteriores, afirmou-se que a força de mastigação e deglutição está em torno de 70-150N¹³ e a força oclusal vertical na região dos molares é estabelecida entre 20-140N¹⁴. Sendo assim, altas tensões mastigatórias podem induzir à micro fraturas na restauração e, posteriormente, comprometer a sobrevivência da mesma à longo prazo, envolvendo também a interface substrato/material restaurador, aumentando as falhas por fadiga^{13,15}. Submeter os sistemas restauradores a testes que determinam os seus limites de compressão, possibilita a coleta de informações em relação às suas propriedades mecânicas; além de contribuir para uma melhor seleção do material restaurador para regiões susceptíveis às altas tensões¹⁵. Dentro deste contexto, a ciclagem mecânica é usada como um teste *in vitro* para simular as forças oclusais sobre coroas naturais ou artificiais, na qual uma carga é aplicada sobre uma superfície em diferentes números de ciclos e frequências¹⁶. Um outro tipo de degradação refere-se às tensões térmicas criadas na interface de união entre substrato/material restaurador¹⁷. Submeter as restaurações à ciclos térmicos pode contribuir para informações relevantes sobre a degradação da adesão, uma vez que induz ao estresse entre substrato/material restaurador por meio de tensões de expansão/contração¹³, sendo um indicador do processo de envelhecimento da restauração¹⁷.

A resistência de união é um método importante na avaliação da estabilidade da união entre o substrato e a restauração do dente mediante aos desafios citados acima^{17,18}. Um meio de se analisar a degradação das uniões adesivas é o teste de

microtração^{6,18}, pois possibilita a obtenção de múltiplos espécimes, prevendo o comportamento dos sistemas restauradores¹⁸.

Dentro deste contexto, há carência na literatura de estudos que avaliam a resistência de união de diferentes sistemas restauradores que utilizam resinas de baixa tensão, em cavidades Classe I, após serem submetidos à ciclagem mecânica e à termociclagem.

Objetivos

2. OBJETIVO

Avaliar *in vitro* a resistência de união à dentina utilizando quatro sistemas restauradores, após ciclagem mecânica e termociclagem.

As hipóteses nulas testadas foram:

1. Não haverá diferença estatisticamente significativa entre os sistemas restauradores, quando a mesma condição for avaliada.
2. Não haverá diferença estatisticamente significativa entre as condições avaliadas, quando o mesmo sistema restaurador for analisado.

Materiais e métodos

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Unidade Experimental

Foram utilizados 96 terceiros molares humanos permanentes hígidos recém- extraídos. Os debris orgânicos dos dentes foram removidos com utilização de cureta periodontal e limpos com pedra pomes e água, utilizando uma escova de Robson acoplada a uma caneta de baixa rotação.

Os dentes utilizados nesta pesquisa foram obtidos de clínicas particulares, mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, sendo que o projeto foi submetido e aprovado pelo comitê de ética da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, de acordo com o número 56540716.0.0000.5420. Os dentes coletados foram armazenados em solução de timol 0,1%, permanecidos em recipiente fechado e conservados em geladeira para armazenagem de amostras no laboratório, sendo utilizados conforme a realização do experimento.

3.2. Fatores de estudo

A) Sistemas restauradores

1. Single Bond Universal (técnica autocondicionante, com condicionamento seletivo do esmalte) + resina nanoparticulada (Filtek Z350 XT, cor A2B) - 3M/ESPE;

2. Single Bond Universal (técnica autocondicionante, com condicionamento seletivo do esmalte) + resina de baixa tensão (Filtek Bulk Fill, cor A2) - 3M/ESPE;

3. AdheSE (técnica autocondicionante, com condicionamento seletivo do esmalte) + resina de nanohíbrida (Tetric N-Ceram, cor A2) – Ivoclar Vivadent;

4. AdheSE (técnica autocondicionante, com condicionamento seletivo do esmalte) + resina de baixa tensão (Tetric N-Ceram Bulk Fill, cor IVA) – Ivoclar Vivadent.

B) Desafios

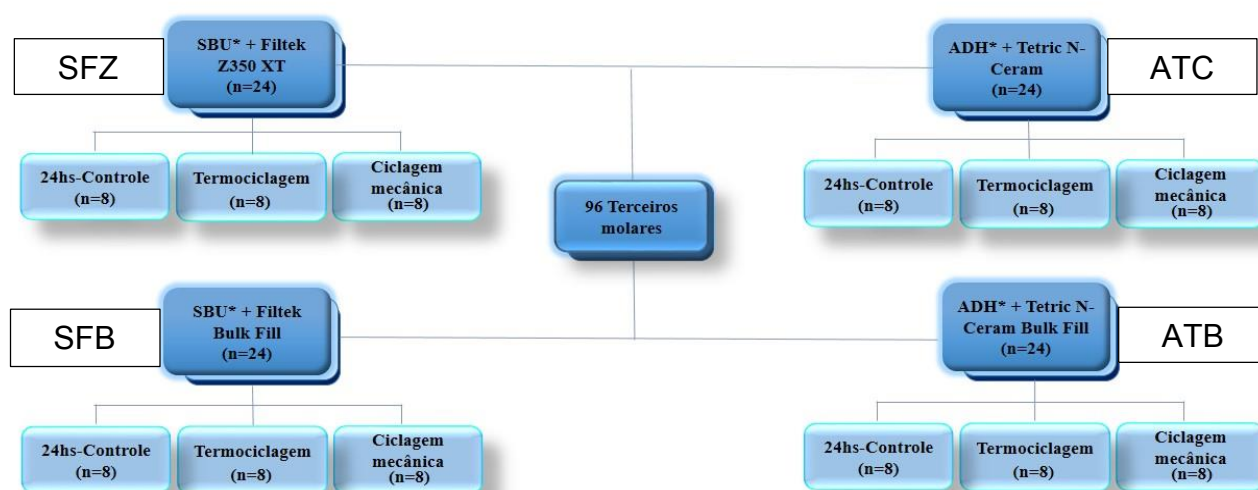
1. Ciclagem mecânica: 50.000 ciclos a 80N e 1Hz¹⁴;

2. Termociclagem: 10.000 ciclos a 5 e 55°C²¹.

3.3. Grupos de estudos

Os 96 terceiros molares permanentes foram divididos aleatoriamente, de acordo com o sistema restaurador, em 4 grupos (n=24) e, após, foram divididos em 3 subgrupos (n=8): controle, ciclagem térmica e ciclagem mecânica, conforme o Fluxograma 1.

Fluxograma 1: Divisão dos grupos de estudo avaliados



*SBU = Single Bom Universal (3M/ESPE) ; *ADH = AdheSE (Ivoclar Vivadent)

3.4. Preparo dos dentes

Os terceiros molares permanentes foram acoplados sobre cera rosa nº7 (Clássico), a fim de que se mantivessem estabilizados. Desse modo, cavidades Classe I foram preparadas na superfície oclusal de cada dente com o uso de alta rotação, refrigeração constante e ponta diamantada cilíndrica (2094 KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil), as quais foram substituídas a cada 5 dentes preparados¹⁹. Foi utilizado um sonda milimetrada para verificação das dimensões das cavidades, cujas medidas estabelecidas foram 7 mm x 6 mm x 4 mm de profundidade (Figura 1).

Figura 1: Preparo cavitário realizado. A= Preparo cavitário; B= Medição das dimensões da cavidade; C= Medição da profundidade da cavidade.



3.5.Procedimento Restaurador

A composição básica e o modo de aplicação dos materiais restauradores utilizados estão descritos no Quadro 1. Os sistemas restauradores do Grupo SFZ, Grupo SFB, Grupo ATC e Grupo ATB foram aplicados nos substratos dentários dos subgrupos controles (n=32), ciclagem mecânica (n=32) e térmica (n=32) de tais sistemas, conforme as instruções recomendadas pelo fabricante. Anteriormente a aplicação dos sistemas, foi feito a padronização do condicionamento com ácido fosfórico a 37% apenas em esmalte por 30 segundos. A seguir, o substrato foi lavado com água em seringa tríplice por 60 segundos e com jato de ar foi feita a secagem total do esmalte e parcial da dentina. Todos os materiais foram fotoativados com aparelho LED Valo (1000mW/cm²; modo padrão, 20s, Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, USA).

Quadro 1: Materiais restauradores utilizados, de acordo com a composição básica e modo de aplicação, seguindo os fabricantes.

	MATERIAL	COMPOSIÇÃO	MODO DE APLICAÇÃO
Sistemas Restauradores	Single Bond Universal (3M/ESPE)	Monômero fosfatado (MDP), resina dimetacrilato, HEMA, copolímero Vitrebond, carga, etanol, água, inibidores, silano.AdheSE	O produto foi aplicado com microbrush médio, friccionando por 20 segundos no substrato dentário; seco com jato de ar por meio da seringa tríplice por 5 segundos e fotopolimerizado por 10 segundos (1000mW/cm ²).
	AdheSE (Ivoclar Vivadent)	Primer: Dimetacrilato, acrilato do ácido fosfônico, iniciadores e estabilizadores em solução aquosa. AdheSE Bond: HEMA, dimetacrilato, dióxido de silício, iniciadores e estabilizadores.	Foi friccionada AdheSE Primer por todas as superfícies da cavidade com microbrush médio por 15 segundos; seco com jato de ar até que um filme líquido móvel não fosse mais visível; aplicado AdheSE Bond com microbrush médio iniciando pela dentina e fotopolimerizado por 10 segundos (1000mW/cm ²).
	Filtek Z350 XT (3M/ESPE)	Matriz orgânica: BisGMA, UDMA, TEGDMA e BisEMA. Matriz inorgânica: 78,5% em peso (63,3% por volume): Sílica (20nm) não-aglomeradas/não agregadas; zircônia (4 a 11nm) não-aglomeradas/não agregadas e aglomerados; partículas agregadas de zircônia e aglomerados de sílica de (0,6 a 10 um).	Foi inserido incrementos oblíquos, medidos com sonda milimetrada, de no máximo 2mm de espessura de resina, com espátula de resina composta até a superfície dental. Cada incremento inserido foi fotopolimerizado por 20 segundos e o último por 40 segundos (1000mW/cm ²).
	Filtek Bulk Fill (3M/ESPE)	Matriz orgânica: AUDMA, Dimetacrilato AFM, UDMA, DDMA. Matriz inorgânica: (76,5% em peso, 58,4% em volume): Partículas de sílica (20nm) não aglomeradas/não-agregadas); partículas de zircônia (4-11nm) não-aglomeradas/não-agregadas); trifluoreto de itérbio (100nm); nanoaglomerado de zircônia e sílica.	Foi inserido, na cavidade classe I, a resina de baixa tensão (Filtek Bulk Fill) em um único incremento, medido com sonda milimetrada, de 4mm de espessura com espátula de resina composta. Após, o incremento foi fotopolimerizado por 20 segundos (1000mW/cm ²).
	Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent)	Matriz orgânica:UDMA, Bis-GMA, Bis EMA dimetacrilatos. Matriz inorgânica: (80-81% em peso, 55-57% em volume):Vidro de bário, trifluoreto de itérbio, óxidos mistos, dióxido de sílica, pré-polímeros (tamanho das partículas varia entre 40nm a 3000nm).	Foi inserido com espátula de resina composta Tetric N-Ceram em camadas, medidas pela sonda milimetrada de, no máximo, 2 mm ou 1,5 mm adaptando o material às paredes cavitárias. De modo individual, foi polimerizado cada camada por 10 segundos (1000mW/cm ²).
	Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent)	Matriz orgânica: BisGMA, UDMA, BisEMA. Matriz inorgânica: (75-77% em peso, 53-55% em volume):Vidro de bário; trifluoreto de itérbio, pré-polímeros; óxidos mistos (tamanho médio das partículas de 0,6um)	Foi inserido na cavidade, a resina de baixa tensão Tetric N-Ceram Bulk Fill em um único incremento, medido por sonda milimetrada, de até 4mm de espessura e fotopolimerizado por 10 segundos (1000mW/cm ²).

Posteriormente ao procedimento restaurador, as amostras foram armazenadas em frascos J-10 com água destilada durante 24 horas em estufa a 37 ° C¹⁹. Na sequência, para os subgrupos controles, as respectivas raízes foram seccionadas até a região de furca utilizando broca 702 haste longa (Carbide, FG) em alta rotação com irrigação constante. Em seguida, cada amostra, referente a parte coronária e o terço cervical da raiz remanescente foi fixada no centro de uma placa de resina acrílica com

cera pegajosa (Kota Ind. e Com. Ltda, São Paulo – Brasil) com auxílio de uma espátula nº7 e lamparina à álcool, com a finalidade de estabilizá-los para confecção dos palitos.

As amostras foram fixadas nas placas de resina acrílica e posicionadas para secção, sendo parafusada em um aparelho de corte e precisão ISOMET Low Speed Saw (Buehler Ltda., Lake Bluff, IL, USA) sob refrigeração com água constante^{23,24}, utilizando um disco diamantado. Na sequência, foram obtidos palitos (0,8mm²), totalizando aproximadamente 3 a 4 palitos por dente^{25,26}. (Figura 2).

Figura 2: Confecção dos palitos em cortadeira de precisão. A= Cortadeira de precisão Isomet 1000; B= Disco diamantado acoplado; C= Conjunto amostra-disco diamantado.



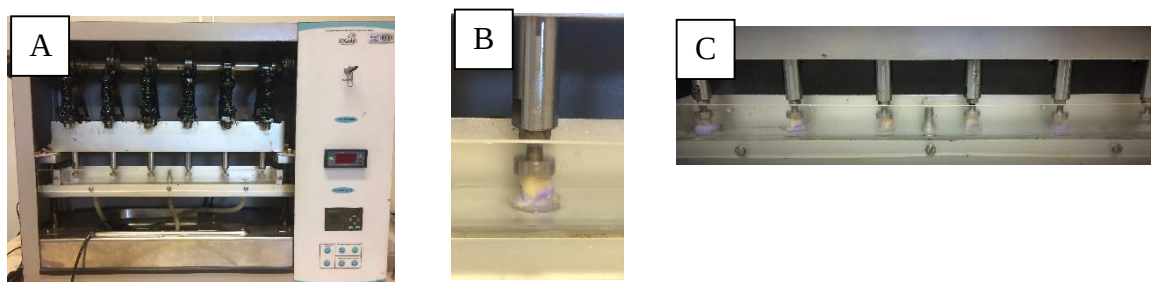
3.6. Ciclagem mecânica

Foi realizado a restauração das cavidades Classe I dos espécimes dos subgrupos submetidos à ciclagem mecânica e a armazenagem em frascos J-10 com água destilada durante 24 horas em estufa a 37 ° C¹⁹. Na sequência, as raízes foram cobertas com uma camada de 0,3 mm de material de moldagem de silicone de adição (Futura AD denso; DFL Ind. e Com. S.A, Rio de Janeiro - Brasil) para simular o ligamento periodontal²⁷. Após, as raízes foram embebidas dentro de um cilindro pré-conformado com resina acrílica autopolimerizante até 2,0 mm abaixo da junção cimento-esmalte e as amostras foram posicionadas em uma máquina simuladora de fadiga mastigatória (MSFM- ELQUIP, Equipamentos para Pesquisa Odontológica, São Carlos, Brasil)²⁷. Os corpos de prova foram submetidos a 50 000 ciclos sob uma força axial de 1,0 Hz e uma carga de aproximadamente 80N¹⁴ por meio de uma unidade calibradora (MS 50, Líder Balanças, Araçatuba, Brasil)¹⁶. (Figura 3).

O carregamento sobre cada espécime ocorreu de forma independente, por meio de uma ponta de aço com 4mm de diâmetro. Cada corpo de prova permaneceu imerso em água destilada sob circulação constante a uma temperatura de 37 ± 2°C¹⁶.

Ao fim dos ciclos, as amostras foram removidas do molde e as raízes foram seccionadas até a região de furca utilizando broca 702 haste longa (Carbide, FG) em alta rotação com irrigação constante e cada corpo foi fixado no centro de uma placa de resina acrílica com cera pegajosa pegajosa (Kota Ind. e Com. Ltda, São Paulo – Brasil) com auxílio de uma espátula nº7 e lamparina à álcool, com a finalidade de estabilizá-los para secção dos palitos em cortadeira de precisão metalográfica precisão ISOMET Low Speed Saw (Buehler Ltda., Lake Bluff, IL, USA) sob refrigeração com água constante^{23,24}, utilizando um disco diamantado, totalizando aproximadamente 3 a 4 palitos por dente^{25,26}

Figura 3: Desafio ciclagem mecânica realizada. A= Máquina simuladora de fadiga mastigatória; B= Posicionamento da amostra; C= Ciclos mecânicos realizados.

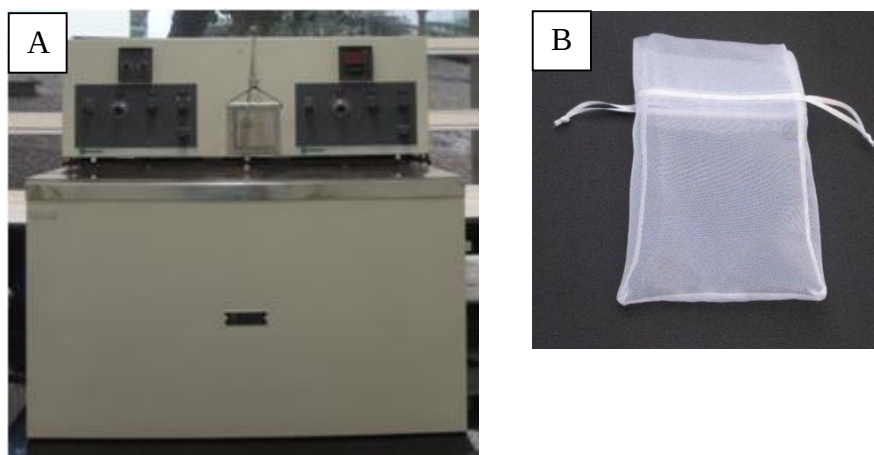


3.7. Termociclagem

Posteriormente à restauração das cavidades Classe I, os espécimes dos subgrupos submetidos à termociclagem, também foram armazenados em frascos J-10 com água destilada durante 24 horas em estufa a 37 ° C¹⁹. A seguir, as amostras foram divididas de acordo com os sistemas restauradores (n=8), separadas em invólucros de tecido do tipo tule e posicionadas em uma máquina simuladora de ciclos térmicos (MSCT-3 Plus, Marcelo Nucci, São Paulo, SP, Brasil). Foi necessário aproximadamente 20 litros de água para cada cuba (água fria e quente) da máquina, onde os corpos de prova permaneceram em um total de 10 000 ciclos com variações de temperaturas equivalente a 5°C e 55°C e com tempo de permanência correspondendo 30 segundos e tempo de transferência igual a 2 segundos²¹. Ao término dos ciclos, as raízes das amostras foram seccionadas até a região de furca utilizando broca 702 haste longa (Carbide, FG) em alta rotação com irrigação constante e cada amostra, referente a parte coronária e o terço cervical da raiz remanescente foi fixada no centro de uma placa de resina acrílica com cera pegajosa

pegajosa (Kota Ind. e Com. Ltda, São Paulo – Brasil) com auxílio de uma espátula nº7 e lamparina à álcool, com a finalidade de estabilizá-los para secção dos palitos em cortadeira de precisão metalográfica precisão ISOMET Low Speed Saw (Buehler Ltda., Lake Bluff, IL, USA) sob refrigeração com água constante^{23,24}, utilizando um disco diamantado, totalizando aproximadamente 3 a 4 palitos por dente^{25,26}, seguindo os mesmos procedimentos realizados nos espécimes dos subgrupos controles.

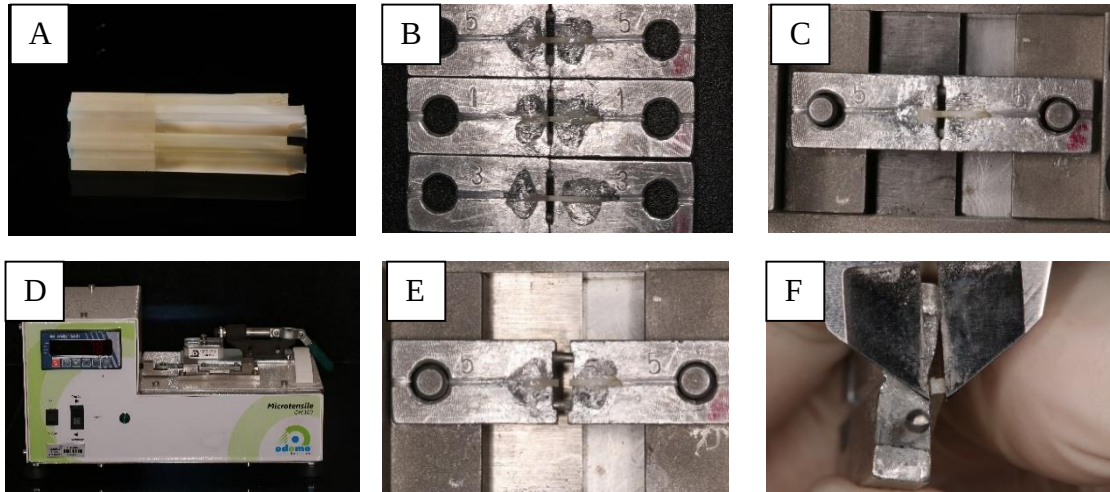
Figura 4: Desafio ciclagem térmica realizada. A= Máquina simuladora de ciclos térmicos; B= Invólucro de tule para as amostras



3.8. Teste de Microtração

Os palitos, de cada amostra dos subgrupos controles, submetidos à ciclagem mecânica e térmica foram fixados em máquina de ensaio universal Odeme Microtensile OM 100 (Odeme Dental Research, Luzerna, SC, Brasil) sobre um stub metálico com auxílio de um adesivo de cianocrilato submetendo-os ao teste de microtração à uma velocidade de 0,7mm/min^{24,25}. Posteriormente ao ensaio, foi utilizado um paquímetro digital (Mitutoyo, Miyazaki, Japão) para medição das dimensões de cada palito, dos quais os valores coletados foram utilizados para expressão em MegaPascal (MPa). (Figura 5). Os palitos que apresentaram falhas prematuras foram excluídos das análises estatísticas, sendo citados de maneira descritiva; bem como, os dentes que não atingiram a quantidade determinada de palitos (n= 3 a 4 palitos)²⁴.

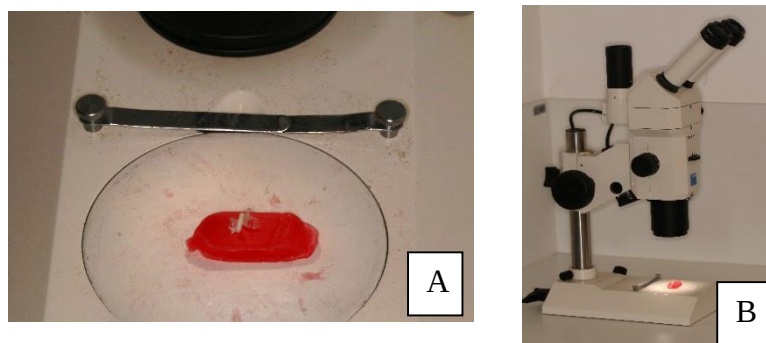
Figura 5: Teste de microtração realizado. A= Obtenção dos palitos; B= Fixação dos palitos sobre stub metálico. C= Posicionamento do conjunto. D= Máquina de ensaio universal. E= Teste de microtração realizado. F= Medição das dimensões do palito com paquímetro digital.



3.9. Análise do tipo de fratura

Após a ruptura dos palitos, as interfaces do mesmos, foram analisadas no Estereomicroscópio (Leica MZ6) para identificação do tipo de fratura resultante. Os espécimes foram acoplados em uma base de cera rosa nº 7, de modo que a interface fraturada permanecesse em foco no estereomicroscópio. As fraturas foram classificadas da seguinte maneira: adesiva, quando a fratura ocorreu na interface adesiva; coesiva em dentina, quando a fratura ocorreu no substrato dentário (dentina); coesiva em material restaurador, quando a fratura ocorreu no material restaurador; e mista, quando ocorreram fraturas adesiva e coesiva¹⁹. (Figura 6).

Figura 6: Análise do tipo de fratura realizado. A= Palitos fraturados acoplados em cera rosa; B= Análise em estereomicroscópio.



3.10. Análise de microscopia de varredura (MEV)

Palitos representativos do tipo de fratura relevante do estudo foram selecionados para a análise. Os palitos foram fixados em *stubs* metálicos, mantendo as áreas envolvidas nas fraturas voltadas para cima. Em seguida, foram metalizados com ouro (SCD 050, Balzers) e levados à microscopia eletrônica de varredura (EVO HD LS-15, Carl Zeiss do Brasil Ltda., SP, Brasil) para análise da interface de união substrato/material restaurador¹⁹, com aumentos de 150x e 1500x.

3.11. Forma de análise dos resultados

Os resultados de resistência de união foram submetidos à análise Kruskal Wallis e ao teste de Dunn para comparações múltiplas ao nível de significância de 5%.

Resultados

4. RESULTADOS

Os resultados não apresentaram distribuição normal e homogênea no teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov; sendo assim, foi utilizado o teste estatístico Kruskal-Wallis e o teste de Dunn para comparações múltiplas, ao nível de significância de 5%.

Os resultados referentes aos valores médios obtidos de resistência adesiva, assim como, o número de palitos por grupo, podem ser observados na Tabela 1. Quando houve análise entre os sistemas restauradores, os sistemas convencionais nas condições controle e após termociclagem não obtiveram diferença estatística quando comparados aos sistemas com resina de baixa tensão de polimerização nas mesmas condições, ou seja, não houve diferença estatística entre os grupos SFZ, SFB, ATC e ATB ($p > 0,05$) nos subgrupos controles e termociclados. Em relação aos subgrupos testados após a ciclagem mecânica, apenas o sistema convencional do grupo SFZ obteve diferença estatística quando comparado aos sistemas com resina de baixa tensão de polimerização ($p < 0,05$); no entanto, estes foram semelhantes estatisticamente ao outro grupo que utilizou resina convencional (ATC) ($p > 0,05$).

Quando o mesmo sistema restaurador foi testado, para os sistemas convencionais SFZ e ATC, não houve diferença estatística entre as condições avaliadas ($p > 0,05$), entretanto, os sistemas de resinas de baixa tensão de polimerização SFB e ATB, não resistiram ao desafio mecânico, sendo diferente estatisticamente das demais condições ($p < 0,05$).

Os resultados referentes às porcentagens dos tipos de fratura por grupo e o número de falhas prematuras podem ser observados na Tabela 2. Em relação ao tipo de fratura resultante após a ruptura do palito durante o teste de microtração, verificou-se maior porcentagem de fraturas do tipo adesiva, conforme as figuras 7A e 7B, com exceção dos subgrupos controle SFZ e SFB, nos quais obtiveram maiores valores percentuais para a fratura do tipo mista, de acordo com as figuras 7C e 7D.

Figura 7: Imagens representativas em microscopia de varredura (1500x) das fraturas mais relevantes no presente estudo. (7A):Imagem de fratura do tipo adesiva do subgrupo termociclagem SFZ; (7B):Imagem de fratura do tipo adesiva do subgrupo ciclagem mecânica SFB; (7C):Imagem de fratura do tipo mista do subgrupo controle SFZ; (7D):Imagem de fratura do tipo mista do subgrupo controle SFB.

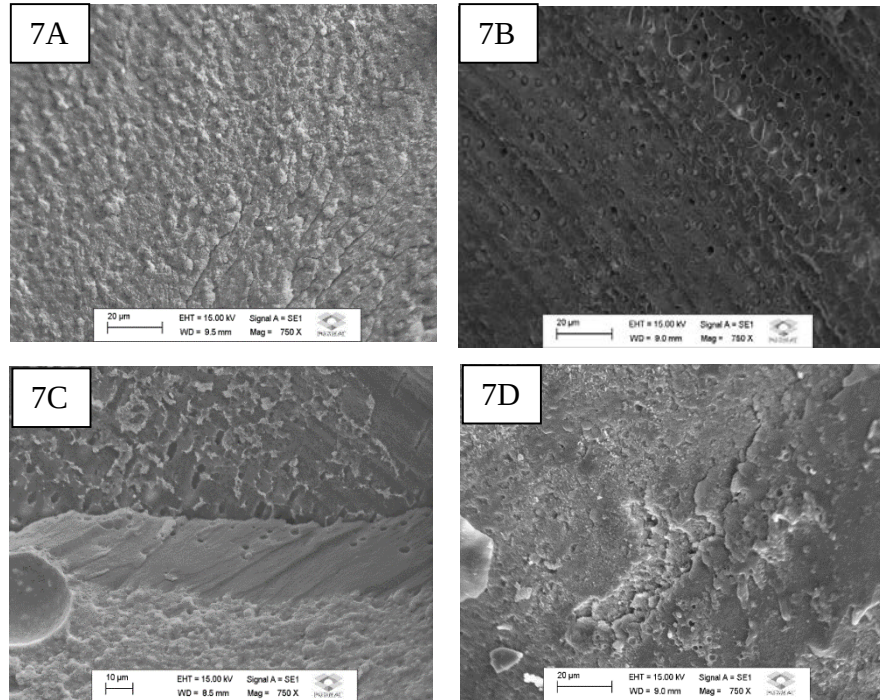


TABELA 1: Valores médios de resistência de união (MPa, desvio padrão, valores mínimo, valores máximo e número de palitos) por grupo.

Sistema restaurador	Desafio	Min	Max	Média	SD	NP
SFZ	C	1,01	51,07	17,94 A	12,19	29
	T	2,13	39,25	15,65 A	9,67	31
	M	0,55	43,67	14,04 AB	11,17	24
SFB	C	2,02	43,85	17,49 A	10,22	29
	T	0,07	31,91	14,97 AB	8,40	29
	M	0,05	15,54	4,00 C	3,76	24
ATC	C	3,21	25,18	13,22 AB	6,38	32
	T	2,24	37,06	14,19 AB	7,60	30
	M	0,46	21,54	8,09 BCD	6,15	25
ATB	C	2,92	33,49	12,57 ABC	5,88	31
	T	2,03	36,31	15,45 AB	9,72	31
	M	0,23	24,08	5,72 CD	5,33	28

SD=Desvio padrão; Min=Valores mínimo; Max=Valores máximo; NP= Número de palitos;
T=Termociclagem; M=Ciclagem mecânica

Letras diferentes representam valores médios de resistência de união (MPa) com diferença estatística entre os grupos

TABELA 2: Porcentagem (%) da distribuição dos tipos de fratura dos espécimes testados e número de falhas prematuras em cada grupo

Sistema restaurador	Desafio	A	Mi	CR	CD	NF
SFZ	C	37,9%(11)	41,4%(12)	17,2%(5)	3,4%(1)	76
	T	90,3%(28)	0,0% (0)	9,7% (3)	0,0% (0)	64
	M	60% (12)	10% (2)	20% (4)	10% (2)	96
SFB	C	24,1% (7)	69,0%(20)	6,9% (2)	0,0% (0)	61
	T	86,2%(25)	3,4% (1)	10,3% (3)	0,0% (0)	81
	M	91,7%(22)	0,0% (0)	8,3% (2)	0,0% (0)	88
ATC	C	81,3%(26)	3,1% (1)	15,6% (5)	0,0% (0)	38
	T	76,7%(23)	10% (3)	13,3% (4)	0,0% (0)	69
	M	88% (22)	0,0% (0)	12% (3)	0,0% (0)	118
ATB	C	90,3%(28)	3,2% (1)	6,5% (2)	0,0% (0)	60
	T	80,6%(25)	6,5% (2)	12,9% (4)	0,0% (0)	60
	M	85,7%(24)	0,0% (0)	7,1% (2)	7,1% (2)	96

A=Adesiva, Mi= Mista; CR=Coesiva em material restaurador; CD=Coesiva em dentina;
NF=Número de falhas prematuras

Díscussão

5. DISCUSSÃO

As mudanças físicas e mecânicas em materiais restauradores diretos em dentes posteriores, e mais especificamente, em sistemas restauradores contemporâneos (adesivo e resina composta), tem uma influência direta na longevidade de uma restauração²⁷. A adesão com o substrato dentina pode apresentar deficiências, principalmente devido à degradação do sistema adesivo ou à presença de *gaps* na interface com a resina composta⁴. Tais alterações nas propriedades podem se tornar um problema ao longo do tempo, causando a perda da resistência de união entre substrato-material, desprotegendo tal superfície e favorecendo o surgimento de novos ciclos restauradores^{28,29}.

Diante disso, o objetivo do estudo foi avaliar *in vitro* a resistência de união à dentina utilizando quatro sistemas restauradores, após ciclagem mecânica e termociclagem. O teste de microtração foi escolhido para o estudo, uma vez que pode ser um meio para análise da resistência de união da interface, permitindo mensurar pequenas áreas de interface e obter múltiplos espécimes de uma mesma amostra, simulando o comportamento dos sistemas restauradores^{30,31}.

O desafio termociclagem possibilitou a coleta de informações sobre o comportamento da degradação da adesão³² após 10.000 ciclos térmicos (equivalente a 1 ano)¹³, permitindo avaliar a resistência de união de sistemas envolvendo resinas de baixa tensão à dentina, uma vez que o desafio induziu estresse entre substrato/material restaurador por meio de tensões físicas de expansão/contração. Assim, os resultados deste estudo demonstraram que não houve diferença estatística entre os subgrupos controle e termociclados, quando se comparou os sistemas restauradores convencionais com seus respectivos sistemas “Bulk fill”. A partir disso, outro estudo³³ destacou a importância do condicionamento seletivo com ácido fosfórico como um fator importante para se obter uma adesão resistente ao esmalte, garantindo uma adaptação marginal satisfatória em restaurações Classe I. No presente estudo, optou-se pela realização dessa etapa, visando reduzir a possível formação de *gaps* e microinfiltrações após exposições às tensões térmicas³³, podendo ser uma explicação para os resultados acima obtidos quanto a semelhança estatística. Uma outra hipótese estabelecida para a semelhança dos compósitos de baixa tensão

aos convencionais relaciona-se à composição. Os compósitos de baixa tensão contêm monômeros como Bis-GMA, UDMA e Bis-EMA em sua matriz orgânica assim como os materiais convencionais¹⁰. No entanto, tais compósitos de baixa tensão apresentam, em sua matriz inorgânica, um teor de carga reduzida e, portanto um baixo módulo de elasticidade, conferindo ao material maior fluidez quando comparado aos convencionais^{11,12,34}. Assim, tais monômeros são caracterizados por sua plasticidade, atribuindo uma mínima tensão de contração durante o processo de polimerização, permitindo a inserção de 4mm de espessura^{12,33} e, pela presença do baixo módulo de elasticidade, a possível redução na contração de polimerização do compósito, gerando menor estresse de contração³³. A alta contração volumétrica produzida por compósitos mais fluídos que os convencionais pode levar a altos valores de tensão, mas é possível que pela presença do baixo módulo de elasticidade possa reduzir o acúmulo de tensão e manter a integridade marginal, conferindo os resultados do estudo entre os grupos controle e termociclados^{33,34}. Costa et. al, 2017³⁵ utilizou a resina composta de baixa tensão Tetric n-ceram “Bulk-fill” analisando a influência do tipo de técnica de inserção (incremental e único incremento) e observou-se que não houve diferença estatística em relação à formação de gaps e integridade marginal devido a presença de partículas pré-polimerizadas em sua composição, assim como verificado neste estudo, entre os sistemas ATC e ATB.

Além das tensões físicas, as restaurações diretas estão expostas às tensões mecânicas durante a mastigação¹³. Dessa forma, desafiar os sistemas restauradores, principalmente os compostos por resina de baixa tensão, a testes que determinam os seus limites de compressão, proporcionaria dados sobre suas propriedades mecânicas. Nesse contexto, a ciclagem mecânica foi utilizada, como um teste *in vitro* utilizando 50.000 ciclos e uma carga de 80N para simular as forças oclusais sobre as coroas restauradas¹⁴. Desse modo, foi observado que após a ciclagem mecânica, o sistema convencional SFZ foi diferente dos sistemas com compósitos de baixa tensão SFB e ATB, negando a primeira hipótese nula. Ainda sobre a ciclagem mecânica, verificou-se que SFB e ATB mostraram uma redução drástica na resistência de união ao substrato dentinário, atingindo valores estatisticamente diferentes as demais condições, rejeitando a segunda hipótese nula do presente estudo. Uma explicação para tal, apresenta relação à

possibilidade de que o processo de fadiga mastigatória pode ser considerado um fator predominante para a redução da ligação do material a camada híbrida, uma vez que as principais tensões geradas durante a compressão se concentram na região da interface, ocorrendo deformação e redução na resistência entre material-dentina¹³. Esse resultado, também pode estar relacionado às propriedades mecânicas do material restaurador, uma vez que as condições experimentais foram as mesmas para todos os subgrupos quanto ao processo de fotopolimerização e adesão³³. Logo, suponha-se que o módulo de elasticidade e a redução de carga podem ser considerados mais importantes do que a contração do material na determinação do estresse mecânico^{10,33}. Neste contexto, o baixo módulo de elasticidade e a quantidade de carga reduzida dos materiais restauradores de baixa tensão influenciou no seu comportamento sob estresse³³, mesmo que tais propriedades foram consideradas boas para amenizar o estresse físico na termociclagem. Al-Harbi et. al., 2015³² avaliaram a eficiência de ligação da resina de baixa tensão Tetric n-ceram “Bulk-fill”, após 1000 ciclos mecânicos à forças entre 25 a 100N e também constataram resistência de união do material reduzida. Ilie et. al., 2013¹⁰ observaram que a resina de baixa tensão do grupo SFB apresentou os menores valores de resistência de união dentre os demais, quando avaliou-se propriedades micro-mecânicas de diferentes compósitos “Bulk-fill” assim como visto nos resultados deste estudo.

Em relação ao tipos de fraturas obtidos, para os subgrupos controle, pertencentes aos grupos SFZ (41,4%) e SFB (69,0%) apresentaram maior porcentagem de fraturas mistas (Figura 7C e 7D); no entanto, para o subgrupos ATC (81,3%) e ATB (90,3%), notou-se valores maiores para a fratura do tipo adesiva (Imagem 7A e 7B). Tanto para todos os subgrupos termociclagem quanto para a ciclagem mecânica, os valores foram superiores para as fraturas do tipo adesiva. Dessa forma, o padrão de fratura significativa no presente estudo foram do tipo adesiva após os ciclos térmicos e mecânicos. Uma explicação para tal condição, pode estar relacionada a degradação dos materiais após os ciclos, promovendo uma ligação mais fraca destes compósitos ao agente de ligação utilizado³⁶.

Sabe-se que o teste de microtração é eficaz para avaliar áreas de alta tensão na região de adesão, sendo distribuídas tanto para a dentina como para o

material restaurador³⁷. Uma limitação do estudo foi encontrada diante a fragilidade de se obter palitos, principalmente nos espécimes submetidos à ciclagem mecânica. Optou-se por não incluir o valor zero para os espécimes em que ocorreram as fraturas prematuras, visto que as diferenças estatísticas já foram detectadas mesmo sem a inclusão destes valores.

Outros ensaios de resistência de união, tais como avaliações de cisalhamento, de microcisalhamento (μ SBS) e de microtensão (μ PBS) são também, geralmente realizados para avaliar a resistência de união de materiais restauradores^{12,36}, sendo opções de testes para estudos futuros, pois possivelmente pode ocorrer menor número de falhas prematuras para a avaliação de resistência de união. Além disso, também seria válido a avaliação simultânea dos desafios mecânico e térmico sobre esses materiais restauradores, visto que clinicamente tais desafios ocorrem na cavidade oral, simultaneamente em tal região, bem como, seria relevante a inclusão de outros sistemas restauradores para a avaliação do comportamento mecânico e físico diante a resistência de união.

Conclusão

6. CONCLUSÃO

Dentro das limitações de um estudo *in vitro*, pode-se concluir que os materiais de baixa tensão de polimerização sofreram os efeitos do estresse mecânico na adesão à dentina em cavidades tipo Classe I.

Referências

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Perdigão J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater.* 2010; 26(2):24-37.
2. Bertassoni LE, Habelitz S, Pugach M, Soares PC, Marshall SJ, Marshall GW Jr. Evaluation of surface structural and mechanical changes following remineralization of dentin. *Scanning.* 2010; 32(5):312-9.
3. Montoya C, Arango-Santander S, Peláez-Vargas A, Arola D, Ossa EA. Effect of aging on the microstructure, hardness and chemical composition of dentin. *Arch Oral Biol.* 2015; 60(12):1811-20.
4. Tjäderhane L, Nascimento FD, Breschi L, Mazzoni A, Tersariol IL, Geraldeli S, Tezvergil-Mutluay A, Carrilho M, Carvalho RM, Tay FR, Pashley DH. Strategies to prevent hydrolytic degradation of the hybrid layer-A review. *Dent Mater.* 2013; 29(10):999-1011.
5. Cardoso MV, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, Van Meerbeek B. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Aust Dent J.* 2011; 56(1):31-44.
6. 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.
7. Powers JM. A new universal simplified adhesive: 6-month clinical evaluation. *J Esthet Restor Dent.* 2013;25(1):70-1.
8. Rosatto CM, Bicalho AA, Veríssimo C, Bragança GF, Rodrigues MP, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *J Dent* 2015;(15) 30047-6.
9. El-Damanhoury H, Platt J. Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Oper Dent.* 2014;39(4):374-82.

10. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent*. 2013;38(6):618-25.
11. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent*. 2014; 42(8):993-1000.
12. Caixeta RV, Guiraldo RD, Kaneshima EN, Barbosa AS, Picolotto CP, Lima AE, Gonini Júnior A, Berger SB. Push-out bond strength of restorations with bulk-fill, flow, and conventional resin composites. *Scientific World Journal*. 2015; 2015:452976.
13. Daneshkazemi A, Davari A, Akbari MJ, Davoudi A, Badrian H. Effects of thermal and mechanical load cycling on the dentin microtensile bond strength of Single Bond-2. *J Int Oral Health*. 2015;7(8):9-13.
14. Aguiar TR, André CB, Correr Sobrinho L, Arrais CA, Ambrosano GM, Giannini M. Effect of storage times and mechanical load cycling on dentin bond strength of conventional and self-adhesive resin luting cements. *J Prosthet Dent*. 2014; 111(5): 404-10.
15. Bijelic-Donova J, Garoushi S, Vallittu PK, Lassila LV. Mechanical properties, fracture resistance, and fatigue limits of short fiber reinforced dental composite resin. *J Prosthet Dent*. 2015; (15)00439-4.
16. Assunção WG, Jorge JR, Dos Santos PH, Barão VA, Gomes EA, Delben JA. The effect of mechanical cycling and different misfit levels on Vicker's microhardness of retention screws for single implant-supported prostheses. *J Prosthodont*. 2011; 20 (7):523-7.
17. Poptani B, Gohil KS, Ganjiwale J, Shukla M. Microtensile dentin bond strength of fifth with five seventh-generation dentin-bonding agents after thermocycling: An in vitro study. *Contemp Clin Dent*. 2012;3 (2):167-71.
18. Aggarwal V, Singla M, Miglani S. Effect of thermal and mechanical loading on marginal adaptation and microtensile bond strength of a self-etching adhesive with caries-affected dentin. *J Conserv Dent*. 2011;14(1):52-6.

19. Fagundes TC, Toledano M, Navarro MF, Osorio R. Resistance to degradation of resin-modified glass-ionomer cements dentine bonds. *J Dent.* 2009;37(5):342-7.
20. Aboushelib MN. Clinical performance of self-etching adhesives with saliva contamination. *J Adhes Dent.* 2011;13(5):489-93.
21. Heintze SD, Monreal D, Peschke A. Marginal quality of Class II composite restorations placed in bulk compared to an incremental technique: Evaluation with SEM and Stereomicroscope. *J Adhes Dent.* 2015;17(2):147-54.
22. Petrovic LM, Zorica DM, Stojanac IL j, Krstonosic VS, Hadnadjev MS, Atanackovic TM. A model of the viscoelastic behavior of flowable resin composites prior to setting. *Dent Mater.* 2013; 29(9):929-34.
23. Pavan S, Dos Santos PH, Berger S, Bedran-Russo AK. The effect of dentin pretreatment on the microtensile bond strength of self-adhesive resin cements. *J Dent Prosthet* 2010; 104 (4): 258-64.
24. De Munck J , Luehrs AK, Poitevin A, Van Ende A, Van Meerbeek B. Fracture toughness versus micro-tensile bond strength testing of adhesive-dentin interfaces. *Dent Mater.* 2013;29(6):635-44.
25. Chang YE, Shin DH. Effect of chlorhexidine application methods on microtensile bond strength to dentin in Class I cavities. *Oper Dent.* 2010;35(6):618-23.
26. Sagsoz O, Ilday NO, Karatas O, Cayabatmaz M, Parlak H, Olmez MH, Demirbuga S. The bond strength of highly filled flowable composites placed in two different configuration factors. *J Conserv Dent.* 2016;19(1):21-5.
27. Soares CJ, Pizi EC, Fonseca RB, Martins LR. Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. *Braz Oral Res.* 2005;19:11-6.
28. Taneja S, Kumar P, Kumar A. Comparative evaluation of the microtensile bond strength of bulk fill and low shrinkage composite for different depths of Class

II cavities with the cervical margin in cementum: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2016; 19(6): 532–35.

29. Agarwal RS, Hiremath H, Agarwal J, Garg A. Evaluation of cervical marginal and internal adaptation using newer bulk fill composites: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2015; 18(1): 56–61.

30. Dietschi D, Argente A, Krejci I, Mandikos M. In vitro performance of Class I and II composite restorations: A literature review on nondestructive laboratory trials—Part II. *Operative Dentistry*. 2013; 38(5):182-200.

31. Armstrong S, Breschi L, Özcan M, Pfefferkorn F, Ferrari M, Van Meerbeek B. Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (μ TBS) approach. *Dent Mater*. 2017;33(2):133-43.

32. Al-Harbi F, Kaisarly D, Michna A, ArRejaie A, Bader D, El Gezawi M. Cervical interfacial bonding effectiveness of Class II Bulk versus incremental fill resin composite restorations. *Oper Dent*. 2015;40(6):622-35.

33. Campos EA, Ardu S, Lefever D, Jassé FF, Bortolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *J Dent*. 2014; 42(5):575-81.

34. Han SH, Park SH. Comparison of internal adaptation in Class II Bulk-fill composite restorations using micro-CT. *Oper Dent*. 2017;42(2):203-14.

35. Costa T, Rezende M, Sakamoto A, Bittencourt B, Dalzochio P, Loguercio AD, Reis A. Influence of adhesive type and placement technique on postoperative sensitivity in posterior composite restorations. *Oper Dent*. 2017;42(2):143-54.

36. Mosharrafian S, Sharifi Z. Comparison of push-out bond strength of two Bulk-Fill and one conventional composite to intracanal dentin in severely damaged primary anterior teeth. *J Dent (Tehran)*. 2016; 13(3): 207–14.

37. Campos RE, Santos Filho PCF, de O Júnior OB, Ambrosano GMB, Pereira CA. Comparative evaluation of 3 microbond strength tests using 4 ad

hesive systems: Mechanical, finite element, and failure analysis. J Prosthet Dent. 2017; (17)30203-2.

Anexos

ANEXO – Comitê de Ética

UNESP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA-CAMPUS DE
ARAÇATUBA/ UNIVERSIDADE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Resistência adesiva de restaurações de resina composta de baixa contração após ciclagens mecânica e térmica

Pesquisador: Ticiane Cestari Fagundes

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 56540716.0.0000.5420

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba - UNESP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.653.683

Apresentação do Projeto:

O estudo avaliará *in vitro* a resistência de união de restaurações Classe I em dentina utilizando 4 sistemas restauradores. Noventa e seis molares permanentes serão selecionados, sendo que na superfície oclusal de cada dente será confeccionada uma cavidade Classe I. Os espécimes serão divididos aleatoriamente em 4 grupos (n=24), conforme o tipo de sistema restaurador: Single Bond Universal + Filtek Z350 XT (3MESPE); Single Bond Universal + Filtek Bulk Fill (3MESPE); AdheSE + Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent) e AdheSE + Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

Após as restaurações das cavidades, os dentes serão divididos em 3 subgrupos (n=8): GI – armazenamento por 24hrs (controle); GII - submetido à ciclagem mecânica e GIII - submetido à termociclagem. Posteriormente, de acordo com o sistema restaurador, os dentes serão cortados em palitos (0,8mm²), totalizando aproximadamente 6 palitos por dente. Em seguida, os espécimes serão submetidos ao teste de microtração a uma velocidade de 0,5mm/min, os valores serão obtidos em MegaPascal (MPa). As médias dos resultados de resistência de união serão submetidos à análise de variância a dois critérios, e ao teste de Fisher para comparações múltiplas, com nível de significância de 5%.

Objetivo da Pesquisa:

Resistência adesiva de restaurações de resina composta de baixa contração após ciclagens

Endereço: JOSE BONIFACIO 1193
Bairro: VILA MENDONÇA CEP: 16.015-050
UF: SP Município: ARAÇATUBA
Telefone: (18)3636-3200 Fax: (18)3636-3332 E-mail: andreberlon@fca.unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA-CAMPUS DE
ARAÇATUBA/ UNIVERSIDADE



Continuação do Parecer: 1.653.663

mecânica e
técnica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Risco mínimo, pois os dentes a serem utilizados no estudo serão extraídos por indicação não relacionada à pesquisa.

Benefícios:

Os resultados a serem obtidos serão importantes para a escolha e indicação correta dos materiais restauradores em dentes permanentes

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Objetivos são claros e bem definidos.

A metodologia proposta é capaz de atender os objetivos do estudo

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos obrigatórios foram apresentados.

Recomendações:

Frente ao solicitado no parecer enviado dia 24/06/2016, foram tomadas as providências para sanar as pendências apontadas.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não havendo pendências, recomenda-se a aprovação do projeto.

Considerações Finais a critério do CEP:

Não havendo pendências, o CEP propõe a aprovação do projeto de pesquisa salientando que, de acordo com a Resolução 466 CNS de 12/12/2012 (título X, seção X.1., art. 3, item b, e, título XI, seção XI.2., item d), há necessidade de apresentação de relatórios semestrais, devendo o primeiro relatório ser enviado até 01/01/2017. O CEP reitera a necessidade de entrega de uma via (não cópia) do TCLE ao sujeito participante da pesquisa e solicita ao pesquisador responsável leitura da carta circular 003/2011 CONEP/CNS antes do início do projeto.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações	PE_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P	06/07/2016		Aceito

Endereço: JOSE BONFACIO 1193
Bairro: VILA MENDONÇA CEP: 16.015-050
UF: SP Município: ARACATUBA
Telefone: (16)3636-3200 Fax: (16)3636-3332 E-mail: andreiberto@fca.unesp.br

**UNESP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA-CAMPUS DE
ARAÇATUBA/ UNIVERSIDADE**



Continuação do Parecer: 1.653.683

Básicas do Projeto	ETO_636822.pdf	12:16:41		Aceito
Outros	214651.PDF	06/07/2016 12:14:10	Tidiane Cestari Fagundes	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	06/07/2016 12:11:24	Tidiane Cestari Fagundes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_oficial.pdf	06/07/2016 12:02:55	Tidiane Cestari Fagundes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	06/07/2016 11:13:50	Tidiane Cestari Fagundes	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.PDF	15/02/2016 10:37:17	Tidiane Cestari Fagundes	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ARACATUBA, 29 de Julho de 2016

Assinado por:
André Pinheiro da Magalhães Bertoz
(Coordenador)

Endereço: JOSE BONFACIO 1163
Bairro: VILA MENDONÇA CEP: 16.015-000
UF: SP Município: ARACATUBA
Telefone: (16)3636-3300 Fax: (16)3636-3332 E-mail: andrebortoz@foa.unesp.br