Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto
Departamento de Odontologia Restauradora

LAÍS LOPES MACHADO DE MATOS

**Influência da técnica restauradora/ciclagem mecânica na adesão à dentina
de pré-molares superiores.**

Ribeirão Preto
2016

LAÍS LOPES MACHADO DE MATOS

Influência da técnica restauradora/ciclagem mecânica na adesão à dentina de pré-molares superiores.

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Odontologia Restauradora.

Programa de pós-graduação Odontologia Restauradora

Área de Concentração: Odontologia Restauradora

Opção: Dentística

Orientadora: Prof. Dra. Regina Guenka Palma Dibb

Versão corrigida

**Ribeirão Preto
2016**

Autorizo a reprodução e/ou divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

Catálogo da Publicação

Preparada pela Biblioteca do Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Matos, Laís Lopes Machado

Influência técnica restauradora/ciclagem mecânica na adesão à dentina de pré-molares superiores, Ribeirão Preto, 2016

89 p:il., 30cm

“A versão original se encontra disponível na Unidade que aloja o Programa”

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão/USP.
Área de Concentração: Odontologia Restauradora – Opção: Dentística.

Orientadora: Palma-Dibb, Regina Guenka

1. Técnica restauradora 2. Adesão à dentina. 3. Ciclagem mecânica 4. Resistência adesiva

Matos, LLM. **Influência da técnica restauradora/ciclagem mecânica na adesão à dentina de pré-molares superiores.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Odontologia Restauradora.

Área de Concentração: Odontologia Restauradora

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof (a). Dr (a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof (a). Dr (a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof (a). Dr (a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dedicatória

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Jaime e Neusa**, por acreditar e investir na minha educação e pelo esforço em me proporcionar sempre o melhor. Sem vocês essa conquista não seria possível.

Aos meus avós, **Vó Nica e Vô Miro**, que sempre esteve torcendo e vibrando com todas as minhas conquistas.

Ao meu namorado, **Caio**, por sempre estar ao meu lado, pela compreensão, dedicação e companheirismo em todos os momentos dessa trajetória.

E a todos os meu familiares, tios, tias, primos e primas, que sempre me desejaram toda sorte desse mundo.

Amo vocês!!

Agradecimentos Especiais

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Agradeço primeiramente à Deus pelo cuidado com minha família, por nunca desistir de mim, por me amparar em meus momentos tristes e me dar forças em momentos de dificuldades.

À minha orientadora, Profa. Dra. Regina Guenka Palma Dibb, pela confiança, pela oportunidade de trabalhar ao seu lado e por ser a maior incentivadora na superação dos meus limites. Um exemplo de profissional e pessoa. Obrigada por tudo!

À minha amiga e colaboradora, Dra. Juliana Jendiroba Faraoni, pela contribuição a essa pesquisa, obrigada pela amizade e pelas palavras motivadoras, pelos momentos de alegria que passamos juntas e pela agradável convivência diária e por tornar essa pessoa tão especial em minha vida!

À minha amiga e colaboradora, Bianca Carrilho Morando, pela ajuda com a pesquisa e pela parceria, obrigada pelos momentos que passamos juntas e por toda ajuda.

Às minhas amigas Amanda Bandeira, Júlia Olien e Alice Ramos que sempre estiveram ao meu lado me dando conselho, dividindo angústias e dando força nessa vida acadêmica.

Aos meus amigos do mestrado e do laboratório, obrigada pelos ótimos momentos que compartilhamos dentro e fora da faculdade, sempre acompanhados de muita alegria e muita diversão.

Agradecimientos

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, representada pela Digníssima Profa. Dra. Léa Assed Bezzera da Silva e pelo Vice-diretor Prof. Dr. Arthur de Belém Noves Junior.

À Coordenação Geral da Pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, na pessoa do Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo na pessoa do Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto. Agradeço pela compreensão e orientação nos momentos necessários.

Ao chefe do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Prof. Dr. Ricardo Gariba da Silva.

À Comissão de Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, na pessoa do Prof. Dr. Adalberto Luiz Rosa.

A CAPES (Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior), pelo apoio e financiamento que possibilitaram a realização deste trabalho.

Aos professores membros da banca, agradeço a disponibilidade e dedicação do tempo a este trabalho.

Aos professores do Departamento de Odontologia da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Aos alunos de pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, com os quais dividimos divertidos e agradáveis momentos.

Em especial ao Carlos Feitosa dos Santos, secretário do Curso de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, pela amizade, dedicação e paciência.

À técnica do Laboratório de Pesquisa em Dentística da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, pela convivência e disponibilidade em ajudar quando precisei.

Aos professores e funcionários da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

A Kavo Kerr Group pela doação das resinas e empréstimo da peça de mão para a realização dessa pesquisa.

Ao Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araraquara pelo empréstimo da máquina de ciclagem mecânica.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização desse trabalho.

Epígrafe

*“A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao seu tamanho original”*

Albert Einstein

Resumo

RESUMO

Lopes Machado de Matos, L. Influência da técnica/ciclagem mecânica na adesão à dentina de pré-molares superiores. 2016. 89f. Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2016.

A resina bulk fill vem ampliando as indicações dos compósitos na qual permite a inserção em incrementos com espessura de até 5mm. A interface adesiva é a principal responsável pela durabilidade de restaurações estéticas. **Objetivo:** Avaliar a integridade da interface dente/restauração, e a resistência adesiva da dentina após a ciclagem mecânica de dentes restaurados com a resina bulk fill. **Materiais e Métodos:** Foram selecionados 40 pré-molares superiores birradiculares que receberam um preparo MOD com término cervical mesial em esmalte e o término distal em dentina e foram divididos em 2 grupos: 1 incremento de resina e 2 incrementos de resina, e, dois subgrupos: com e sem ciclagem mecânica (n=10). Em seguida, os espécimes foram restaurados, analisados inicialmente em microscopia confocal a laser e posteriormente levados para ciclagem mecânica onde foram realizados 300.000 ciclos na frequência de 1Hz e carga de 80N. Após a ciclagem mecânica, os espécimes foram novamente avaliados em microscopia confocal a laser para avaliação da qualidade da interface, e foi realizado o teste de microtração na dentina das paredes proximais e pulpar dos dentes com ciclagem e sem ciclagem. Posteriormente, foi realizada a análise do padrão de fratura em microscopia confocal a laser. Os valores obtidos na mensuração de gaps foram analisados estatisticamente através da ANOVA seguido de Holm-Sidak; e os valores obtidos na microtração foram analisados estatisticamente através da ANOVA seguido de Tukey. **Resultados:** Observou-se que o fator incremento promoveu diferença estatística significativa tanto em esmalte como em dentina antes e após a ciclagem ($p<0,05$). A ciclagem promoveu fendas tanto para esmalte como para dentina ($p<0,05$). Para resistência adesiva não foi observada diferença entre os grupos de 1 e 2 incrementos antes e após a ciclagem ($p>0,05$), nem na dentina em suas diferentes porções ao comparar os incrementos ($p>0,05$), mas foi possível observar diferença significativa antes e após a ciclagem nas diferentes regiões de dentina ($p<0,05$). **Conclusão:** Previamente à ciclagem mecânica, o fator incremento não afetou a interface, a resistência adesiva e os termos cervicais proximais. Posteriormente à ciclagem, a qualidade da interface foi afetada negativamente, o término cervical em dentina apresentou fendas maiores, mas a resistência adesiva se manteve. A ciclagem mecânica influenciou o aumento da quantidade de gaps e trincas e prejudicou a adesão, principalmente na dentina da região distal.

Palavras-chave: bulk fill; interface dente/restauração; ciclagem mecânica

*A*bstract

ABSTRACT

Lopes Machado de Matos, L. Influence of restorative technique/mechanical cycling on dentin adhesion of upper premolars. 2016. 89f. Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2016.

The bulk fill resin extended the composites indications in which it allows the insertion in increments with thickness of up to 5mm. The adhesive interface is the main responsible for the durability of aesthetic restorations. **Objective:** To evaluate the integrity of the tooth/restoration interface and dentin adhesive resistance after mechanical cycling of restored teeth with bulk fill resin. **Materials and Methods:** 40 upper biradicular premolars were selected for the study and received a MOD preparation with mesial cervical terminus in enamel and the distal cervical terminus in dentin and were divided into 2 groups: resin in 1 increment and resin in 2 increments, and 2 subgroups: with and without mechanical cycling ($n = 10$). Afterwards, the specimens were restored, initially analyzed by confocal laser scanning microscopy and submitted to mechanical cycling with 300,000 cycles, 1Hz frequency and 80N load. After the mechanical cycling, the specimens were evaluated again in confocal laser scanning microscopy to evaluate the interface quality, and microtensile test was performed on the dentin of the proximal walls and pulp of the teeth cycled or not. Later, the analysis of the fracture pattern was performed in confocal laser scanning microscopy. The values obtained in the measurement of gaps were analyzed by ANOVA following test Holm-Sidak and microtensile were analyzed by ANOVA following test Tukey. **Results:** The increment factor promoted a significant statistically difference for enamel ($p < 0.05$) and dentin ($p < 0.05$) after cycling. The cycling promoted significant cracks for enamel ($p < 0.05$) and dentin ($p < 0.05$). No difference in adhesive resistance was observed between the groups of resin in 1 and 2 increments, before and after cycling. There was no difference in dentin adhesive resistance in the different portions when the increments were compared, but it was possible to observe a significant difference ($p < 0.05$) in the different regions of dentin ($p < 0.05$). **Conclusion:** Previously to mechanical cycling, the increment factor did not affect the interface, the adhesive resistance and proximal cervical terminus. After the cycling, the interface quality was adversely affected, the cervical terminus in dentin presented higher cracks, but the adhesive resistance remained. Mechanical cycling influenced in the increase of gaps and cracks number and impaired the adhesion, mainly in the dentin of the distal region.

Keywords: bulk fill; Tooth interface/restoration; mechanical cycling

Sumário

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	37
2. PROPOSIÇÃO	45
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	49
3.1 Delineamento experimental.....	49
3.2 Seleção da Amostra	50
3.3 Preparo da Coroa Dental.....	51
3.4 Protocolos Restauradores	52
3.5 Acabamento e Polimento das Restaurações	53
3.6 Análise Inicial em Microscopia Confocal a Laser.....	54
3.7 Ciclagem Mecânica	54
3.8 Análise Final em Microscopia Confocal a Laser	56
3.9 Ensaio para o teste de microtração	57
3.10 Análise do padrão de fratura.....	58
3.11 Análise dos Dados	58
4. RESULTADOS	61
4.1 Mensuração de Fendas.....	61
4.2 Resistência adesiva	62
4.3 Padrão de Fratura.....	63
4.4 Análise Morfológica em Microscopia Confocal a Laser.....	64
5. DISCUSSÃO	69
6. CONCLUSÃO.....	77
7. REFERÊNCIAS	81
8. ANEXO.....	89

Introdução

1. INTRODUÇÃO

Durante décadas, o amálgama foi a primeira indicação para restaurações diretas de dentes posteriores, contudo, em função da exigência estética cada vez mais predominante na odontologia, o uso do amálgama diminuiu significativamente na última década e os compósitos ganharam lugar de destaque na odontologia restauradora sendo utilizados em diversas aplicações na odontologia, incluindo, materiais restauradores diretos, forramentos de cavidade, selamento de fossas e fissuras, núcleos, inlays, onlays, coroas, restaurações diretas provisórias, cimentação de próteses dentárias e aparelhos ortodônticos, cimentos endodônticos, e pinos intra-radiculares (Ferracane, 2011).

Desde que foram introduzidos no mercado, em meados da década de 1960, os compósitos passaram por diversas alterações na sua composição para melhorar suas propriedades e aumentar a longevidade. Os três componentes principais são a matriz orgânica (monômero, radicais livres de polimerização e estabilizadores), materiais inorgânicos (partículas de vidro, quartzo, e/ou sílica fundida, entre outros) e o agente de união (ligando quimicamente as partículas de carga à matriz orgânica) (Peutzfeldt, 1997).

As resinas compostas podem ser classificadas em relação ao tipo de polimerização, as primeiras introduzidas no mercado passavam pelo processo de polimerização química, consistindo em um sistema pó-líquido ou pasta-pasta, que deveriam ser misturados para que a polimerização ocorresse (Alvim et al., 2007). Essas resinas químicas foram substituídas pelas polimerizadas com a luz ultravioleta. Contudo, esse material apresentava baixa profundidade de polimerização, associada a riscos aos tecidos por este tipo de radiação, e, dessa forma, ocorreu a substituição deste sistema, por um de luz visível que vem sendo empregado atualmente (Craig, 1981; Stansbury, 2000). As resinas fotopolimerizáveis apresentam um agente iniciador sensível a luz, geralmente uma alfa-dicetona. Entre as dicetonas disponíveis, o mais utilizado é a canforoquinona (CQ), um fotossensibilizador que absorve a luz em comprimentos de onda entre 460 e 480 nm (Craig et al., 1981; Peutzfeldt, 1989; Yoshida & Greener, 1993; Yoshida & Greener, 1994; Rueggeberg et al., 1997; Genestra et al., 2000; Stansbury et al., 2000; Sun & Chae, 2000; Martins et al., 2002; Neumann et al., 2005;) e promove a conversão dos monômeros resinosos em polímeros.

Outro método de classificação é em relação ao tamanho da partícula de carga utilizada. Este tipo de classificação permite agrupar as resinas compostas em cinco tipos essenciais: macroparticuladas, microparticuladas, híbridas/microhíbridas, nanoparticuladas e

nanohíbridas. As resinas de macropartículas ou convencionais recebem essa denominação, porque o tamanho de suas partículas varia de 15 a 100 μm , em razão das grandes dimensões dessas partículas, esses compósitos apresentam deficiências relacionadas à rugosidade superficial, o que dificulta o polimento, sendo contraindicadas em cavidades de classe V ou regiões próximas ao tecido gengival, uma vez que sua textura superficial promove um maior acúmulo de biofilme, tornando-se este um predisponente a alterações periodontais. As resinas de micropartículas são compostas por partículas de carga de sílica pirogênica ou sílica coloidal, na ordem de 0,04 μm . Sua principal vantagem clínica é proporcionar restaurações com superfícies mais lisas, resultando em alto grau de polimento e boa estética à restauração. Em virtude dessas propriedades, este sistema é indicado para aquelas cavidades que interagem com o periodonto de proteção. As resinas híbridas e micro-híbridas são compósitos que possuem tanto micro como macropartículas de carga. Essas consistem, em sua maioria, aproximadamente 10 a 20% de micropartículas de sílica coloidal e 75 a 80% de macropartículas de vidro de metais pesados (% em peso). A combinação entre essas partículas de carga confere propriedades únicas a esses compósitos, como aumento das propriedades de resistência ao desgaste e o aumento da lisura superficial, uma vez que melhora a transferência de tensões entre as partículas. Além disso, a incorporação de micropartículas enrijece a matriz resinosa, aumentando a força coesiva da matriz e, conseqüentemente, dificultando a propagação de trincas ou microtrincas (Nagem, 1988; Chain & Baratieri, 1998; Debastian & Lopes, 2005).

Baseado nessas últimas resinas, muitos fabricantes começaram a modificar a formulação das resinas microhíbridas incluindo maior quantidade de nanopartículas, e conseqüentemente maior quantidade de agentes de preenchimento, semelhantes aos encontrados nos compósitos microhíbridos, dando origem ao grupo das resinas nanohíbridas. Em geral, é difícil distinguir nanohíbridas de microhíbridas, pois suas propriedades como resistência e módulo à flexão tendem a ser semelhantes (Ilie et al., 2009; Ada, 2010).

Durante a polimerização desses compósitos, tensões de contração são geradas pela aproximação dos monômeros durante a formação da cadeia polimérica, dessa forma, quando a resina composta é inserida na cavidade, ocorre uma competição entre as forças de contração de polimerização e a resistência de união do adesivo à estrutura dentária. Esse pode ser considerado o principal problema associado à resina, uma vez que dependendo da magnitude destas tensões, poderão ocorrer falhas na interface dente/restauração, com a formação de fendas marginais e afetar o selamento marginal, ou seja, gerar microinfiltração

e contribuir para o aparecimento de lesões de cárie secundárias, degradação marginal da resina composta e fraturas coesivas no esmalte (Jesus et al., 2013).

A magnitude de tensões nas paredes cavitárias depende de uma série de fatores, como o fator de configuração cavitária (fator C), da diversidade biológica dos substratos e das características do material restaurador, como módulo de elasticidade, grau de conversão e contração volumétrica (Nayif et al., 2008; Van Ende et al., 2012). Para reduzir a contração, são sugeridas algumas técnicas, como controle de intensidade de luz e o uso da técnica sanduíche que emprega uma camada de baixo módulo flexível pode absorver as tensões da polimerização da resina composta convencional sobrejacente, podendo reduzir dessa forma as tensões com a camada adesiva. O CIV/CIVMR/resinas flow apresentam baixo módulo de elasticidade, portanto menor quantidade de partículas inorgânicas e maior quantidade de matriz e são preferencialmente utilizadas em áreas profundas. (Kalmowicz et al., 2015).

No entanto, nenhum método tem demonstrado ser eficiente para eliminar os efeitos da tensão de polimerização (Schneider et al., 2010; Mantri & Mantri, 2013). E apesar disso, a técnica mais utilizada para minimizar esses efeitos é a incremental, no qual as resinas devem inseridas nas cavidades em incrementos de no máximo 2mm e polimerizadas a cada inserção até que a cavidade seja preenchida. Além disso, o uso de incrementos de até 2mm permite uma transmissão de luz adequada para polimerização efetiva do compósito, resultando em melhores propriedades físico-químicas (Lazarchik et al., 2007; Van Ende et al., 2013).

Entretanto, a técnica incremental apresenta algumas limitações como: a possibilidade de incorporação de bolhas entre as camadas, aumento da probabilidade de falhas adesivas entre os incrementos, maior dificuldade de inserção em preparos conservativos, aumento da temperatura em função das múltiplas fotopolimerizações e aumento do tempo clínico devido a necessidade de fotopolimerização das camadas (Abbas et al., 2003; Sarrett, 2005; Lazarchik et al., 2007; El-Safty et al., 2012).

Dessa forma, há uma constante necessidade de simplificar o procedimento clínico da restauração com resina composta, e, assim, novos compósitos restauradores vêm sendo desenvolvidos para isso, e introduzidos no mercado odontológico para que as restaurações sejam realizadas em um único incremento. Esses materiais apresentam indicação para inserção em camadas com espessura de até 5mm e em seguida polimerizado em apenas uma etapa, diminuindo expressivamente o tempo clínico (Czasch & Ilie, 2013; Ilie et al., 2013; Tiba et al., 2013).

Essa nova tecnologia de compósitos é denominada resinas bulk fill que podem ser nanohíbridas e de acordo com dados do fabricante são resinas capazes de manter eficiência de polimerização e as propriedades mecânicas em incrementos de 4 a 5mm; e isso é possível devido a vários mecanismos: a) a presença de fotoiniciadores derivados do benzoíla germânio apresentam maior atividade de fotopolimerização (que a canforoquinona) resultando em aumento na taxa de conservação e profundidade de polimerização (Moszner et al., 2008); b) moduladores de polimerização de elevado peso molecular (uretano a base de monômeros de dimatacrilato), responsáveis pela redução da contração de estresse (Ilie & Hickel, 2011); c) aumento da fluidez para melhor adaptação e d) aumento da translucidez em relação aos compósitos convencionais (Bucuta & Ilie, 2014) através da incorporação de óxidos correspondentes ao índice de refração dos pinos de fibra de vidro que favorecem a penetração e melhoram a difusão da luz (Ivoclar, 2011; Garoushi et al., 2013).

Contudo, apesar da melhoria das resinas, suas propriedades têm de ser consideradas, já que os dentes estão em constante estresse, seja durante a mastigação, seja em parafunção habitual; esses estresses vão induzir algumas microfissuras que podem comprometer a taxa de sobrevivência da restauração a longo prazo, degradando tecidos dentários e a interface dente/restauração (Sano et al., 1994). Estudos (Bedran et al., 2004; Shahabi et al., 2008; Daneshkazemi et al., 2013) têm demonstrado que as cargas da mastigação podem acelerar a degradação da interface dentina/restauração. As alterações térmicas que ocorrem na cavidade bucal podem induzir estresse e a deterioração entre o dente e o substrato do material restaurador, gerando expansão/contração (Daneshkazemi et al., 2013).

Para avaliar o efeito dos diferentes tratamentos ou a utilização de novos materiais na odontologia, a realização de estudos clínicos representa resultados mais fiéis. Entretanto, esse tipo de estudo apresenta sérias dificuldades como o seu alto custo, longos períodos de tempo para avaliação, e o alto desvio padrão dos resultados associado a um número limitado de pacientes avaliados (Hickel et al., 2007). Portanto, as simulações laboratoriais se tornam cada vez mais importantes. Em estudos de simulação de ensaios clínicos, o uso de ciclagem térmica e ciclagem mecânica facilita a avaliação de materiais dentais em condições semelhantes ao que ocorrem na cavidade bucal (Nikaido et al., 2002; De Munck et al., 2005; Shahabi et al., 2008). Assim, a realização de ciclagem mecânica como método de envelhecimento, vem sendo cada vez mais empregada e para essa simulação emprega-se cerca de 250.000 ciclos mastigatórios representando o ciclo médio/ano de um indivíduo. Outros estudos (Krejci et al., 1990; Kern et al., 1999; Andreiotelli & Kohal., 2009;) realizam

até 1.200.000 ciclos para a simulação de aproximadamente cinco anos de processo mastigatório.

Apesar dessa busca incessante pela estética, a função, a longevidade e as propriedades mecânicas ainda devem ser os critérios de escolha do material restaurador (Qvist et al., 1990). Assim, mais estudos devem ser realizados para avaliar aspectos destas resinas bulk fill para pleno entendimento sobre sua viabilidade e capacidade de se produzir restaurações aceitáveis clinicamente (El-Safty et al., 2012).

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da técnica restauradora inicialmente e após ciclagem mecânica, em microscopia confocal a laser e através do teste de microtração, verificando a interface dente/restauração tanto com término em esmalte como em dentina.

Proposição

2. PROPOSIÇÃO

O objetivo da presente pesquisa foi avaliar a influência da técnica restauradora/ciclagem mecânica em preparo amplo MOD com uma resina bulk fill na integridade da interface dente/restauração com término cervical em esmalte e dentina de pré-molar superior, e a resistência adesiva à dentina.

Materiais e Métodos

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, registrado na Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP - nº 53799716.2.0000.5419) e aprovado. Foram selecionados 40 dentes pré-molares superiores humanos erupcionados, birradiculares, com a rizogênese completa provenientes do Biobanco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto-USP.

3.1 Delineamento experimental

O presente trabalho consistiu em um estudo *in vitro*, fatorial 2x2, tendo como fatores: *Incremento* em dois níveis (dentes com restauração em resina bulk fill em um único incremento e em dois incrementos) e *Ciclagem Mecânica* em dois níveis (com e sem ciclagem mecânica).

As amostras experimentais foram 40 espécimes divididos aleatoriamente em 2 grupos (n= 20) conforme a técnica restauradora da resina bulk fill, sendo que esses grupos foram subdivididos em 2 subgrupos (n=10), conforme a realização ou não da ciclagem mecânica. Além disso, foi realizada a comparação do fator Incremento e Ciclagem mecânica da interface com término cervical em esmalte e em dentina, separadamente.

O estudo foi realizado de acordo com um delineamento em blocos completos casualizados. As variáveis de resposta quantitativa foram: mensuração de fendas e resistência adesiva. A morfologia da interface e da restauração, integridade da estrutura dentária foram avaliadas qualitativamente.

Figura 1. Organograma representativo da divisão dos grupos.

3.2 Seleção da Amostra

A amostra foi constituída por pré-molares superiores permanentes humanos, recém-extraídos e hígidos, obtidos junto ao Biobanco de Dentes da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, armazenados em água destilada, à temperatura de 4°C. Foram selecionados dentes sem facetas de desgaste e com rizogênese completa para haver padronização na maturação do esmalte dental.

Os dentes foram submetidos à profilaxia com pasta de pedra pomes e água, com auxílio de escova tipo Robinson, montada em micromotor, em baixa rotação. A seguir, com auxílio de uma sonda exploradora e de um estereomicroscópio (Nikon Inc. Instrument Group, Melville, NY, USA) em aumento de 10x foi realizado o exame visual do espécime, sendo selecionados apenas os dentes que não apresentaram trincas, fraturas, lesão de cárie ou anomalias de estrutura, e que não tiveram sido submetidos ao tratamento endodôntico. Os dentes foram radiografados no sentido vestibulo-lingual com o objetivo de selecionar pré-molares birradiculares, sem calcificações e dilaceração, raízes com ápices completamente formados. Os dentes que não respeitaram os critérios de inclusão foram devolvidos ao Biobanco de Dentes e substituídos até que o número da amostra estipulado fosse atingido (n=40).

Os dentes selecionados foram armazenados em solução de formol 10% supersaturada durante 1 semana sendo, a seguir, lavados abundante em água corrente por 24 horas. Após esse período, os dentes foram colocados em recipientes contendo água destilada e mantidos à temperatura de aproximadamente 4°C, até o início da confecção dos espécimes.

3.3 Preparo da Coroa Dental

Preparos MOD foram confeccionados por um único operador por meio da broca carbide #245 (KG Sorensen, Barueri, São Paulo, Brasil) acoplada à caneta de alta rotação. O preparo apresenta profundidade de 2 mm da face oclusal em relação à parede pulpar. A face mesial apresenta uma caixa com término em esmalte com uma profundidade de 2 mm abaixo da parede pulpar e uma espessura de 1,2 mm de parede gengival; a face distal apresenta uma caixa com término em dentina (na junção amelodentinária-JAD) com uma profundidade de aproximadamente 3 mm abaixo da parede pulpar e uma espessura de 1,2 mm de parede gengival e a face palatina foi mantida com uma espessura de 1,2 mm. Durante toda a execução do preparo foi utilizado um paquímetro para checar essas dimensões padronizadas. Com o auxílio de um recortador de margem gengival foi realizado o acabamento das caixas proximais (mesial e distal) e os ângulos em esmalte (mesial) e em dentina (distal) foram aplainados. Após o preparo os dentes foram aleatoriamente divididos em dois grupos, de acordo com a técnica restauradora (Figura 2).

Figura 2. Pré-molar superior. A) Vista proximal. B) Vista oclusal. Pré-molar superior preparado C) Vista Oclusal. D) Vista Distal. E) Vista Mesial. Pré-molar superior restaurado. F) Vista Oclusal. G) Vista Distal. H) Vista Mesial.

3.4 Protocolos Restauradores

Os procedimentos restauradores também foram confeccionados por um único operador e seguiram o seguinte protocolo de restauração: aplicação de sistema adesivo Optibond XTR (Kerr Corporation, Orange, CA, EUA) com aplicação do *primer* por 20 s com auxílio de um microbrush (Kerr Corporation, Orange, CA, EUA), remoção de excesso com aplicação de jatos de ar por 5 s, aplicação do adesivo por 15 s com microbrush (Kerr Corporation, Orange, CA, EUA), e remoção do excesso com aplicação de jatos de ar por 5 s. Na sequência, realizou-se a fotopolimerização com Poly Wireless (Kavo Kerr Group, Joinville, SC, Brasil – 1100mW/cm²) por 10 s, seguindo as orientações dos fabricantes; e em seguida a matriz de poliéster (SuperMat) foi posicionada (Kerr Corporation, Orange, CA, EUA).

Técnica Restauradora 1 Incremento

Neste grupo a resina bulk fill (*SonicFill 2*– Kerr Corporation, Orange, CA, EUA) foi inserida na cavidade com a peça de mão SonicFill (Kerr Corporation, Orange, CA, EUA) padronizando a velocidade da inserção da resina para todos os espécimes (velocidade “3”). A cavidade foi completamente preenchida iniciando pelas caixas proximais; e a resina foi acomodada e esculpida com o auxílio de espátula e, definindo a anatomia do pré-molar superior. Após esse procedimento, foi realizada uma única fotopolimerização com Poly Wireless (Kavo Kerr Group, Joinville, SC, Brasil– 1100 mW/cm²) por 20 s (Figura 3).

Figura 3. A) Matriz de Poliéster. B) Aplicação de bulk fill. C) Fotopolimerização.

Técnica Restauradora (2 Incrementos)

Após a aplicação do sistema adesivo a resina bulk fill (*SonicFill 2*– Kerr Corporation, Orange, CA, EUA) foi inserida na cavidade com velocidade “3” da peça de mão SonicFill. As caixas proximais foram preenchidas até o nível da parede pulpar,

acomodada com uma espátula de resina (Hu-Friedy, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) seguida da fotopolimerização com Poly Wireless (Kavo Kavo Kerr Group, Joinville, SC, Brasil – 1100 mW/cm²) por 20 s; posteriormente a cavidade foi completamente preenchida; e a resina foi acomodada e esculpida com o auxílio de espátula e pincéis de acordo com as recomendações descritas pelo fabricante, definindo a anatomia do pré-molar superior. Após esse procedimento, foi realizada a fotopolimerização com Poly Wireless (Kavo Kerr Group, Joinville, SC, Brasil – 1100 mW/cm²) por 20 s (Figura 4).

Figura 4. Sequência dos dois incrementos A) Matriz de Poliéster. B) Aplicação de bulk fill - 1º incremento. C) 1ª Fotopolimerização; D) Aplicação bulk fill 2º - incremento. E) 2ª Fotopolimerização.

3.5 Acabamento e Polimento das Restaurações

Os excessos de resina composta foram removidos com uma lâmina de bisturi para não ocorrer sobreposição em esmalte/dentina. Os dentes foram armazenados por 24 horas em umidade relativa 100% a 36°C +/- 1°, e posteriormente, seguidos de acabamento e polimento com pontas multilaminadas (Microdont, São Paulo, SP, Brasil) e a sequência dos discos Sof-lex (3M Espe, St Paul, MN, EUA) nas superfícies proximais. Na face oclusal, o acabamento foi feito com Polidor de Resina Opti 1 – Step Polisher (Kerr Corporation, Orange, CA, EUA). Em seguida, foram usados discos de feltro Diamond (FGM, Joinville, SC, Brasil) em todas as faces restauradas (Figura 5).

Figura 5. Polimento. A) Pontas Multilaminadas. B) Discos Sof-Lex. C) Disco de Feltro.

3.6 Análise Inicial em Microscopia Confocal a Laser

Após finalização dos protocolos restauradores foram adquiridas as imagens referentes à superfície mesial e distal. Os espécimes foram fixados em lâminas de vidro, mantendo a superfície perpendicular ao microscópio confocal a laser LEXT OLS4000 (Olympus, Tokyo, Japão). Foi realizada a aquisição das imagens com objetiva de 5x (correspondente ao aumento final de 107x) para captura das imagens das superfícies mesial e distal e verificar a presença de trincas. Com uma objetiva de 10x (correspondente ao aumento de 216x), foi capturada imagens da interface mesial e distal para avaliar e mensurar a presença de gaps (Figura 6).

Figura 6. Técnica 1 Incremento. A) Dentina/Restauração. B) Stitching. C) Esmalte/Restauração. Técnica 2 Incrementos. D) Dentina/Restauração. E) Stitching. F) Esmalte/Restauração.

3.7 Ciclagem Mecânica

Para realizar uma simulação do ligamento periodontal, os pré-molares superiores foram fixados com cera utilidade no delineador e suas raízes foram mergulhadas em cera fundida Geodip (Renfert, Hilzingen, Alemanha) por 5 s, de modo que toda a sua extensão tenha sido preenchida de maneira uniforme (Figura 7). Posteriormente, as raízes dos pré-molares foram moldadas com silicone de condensação pesada Optosil® Comfort Putty (Heraeus Kulzer, São Paulo, SP, Brasil); a cera foi então removida das raízes dos espécimes e o material de moldagem

à base de poliéter Impregnum® Soft (3M Espe, St Paul, MN, EUA) foi aplicado às raízes e levadas à moldagem inicial feita em silicone de condensação. Após a polimerização, os pré-molares foram retirados do molde com o poliéter aderido em suas raízes.

O conjunto pré-molar/poliéter foi embutido com resina acrílica autopolimerizável transparente em tubos de PVC $\frac{3}{4}$ (TIGRE, Rio Claro, SP, Brasil), preparados com dimensões de 2,0 cm de diâmetro x 2,0 cm de altura (Figura 8). Após a presa da resina autopolimerizável o PVC foi levado a máquina de ciclagem mecânica (Byocicle Cicladora Termomecânica, BioPdi, São Carlos, Brasil). Os antagonistas foram pontas ativas de aço inox em formato de meia esfera (6 mm de diâmetro).

Figura 7. A) Raiz sendo mergulhada na cera fundida. B) Cera adaptada de maneira uniforme.

Figura 8. A) Molde da raiz com silicona de condensação. B) Raiz com poliéter inserida no molde. C) Poliéter adaptada na raiz. D) Inserção do dente com resina acrílica autopolimerizável em tubos de PVC.

Após as 24hs de armazenagem em estufa à 37°C seguida à restauração, foi realizado o ensaio de ciclagem mecânica, onde os pré-molares embutidos no PVC (TIGRE, Rio Claro, SP, Brasil) foram posicionados na máquina simuladora de fadiga mecânica (Byocicle Cicladora Termomecânica, BioPdi, SP, Brasil).

A máquina de ciclagem Biocycle realiza testes de fadiga mecânica por compressão, possui 10 pistões que são ativados mecanicamente de forma simultânea e, tanto a pressão como a frequência de aplicação da carga podem ser ajustadas. A ponta ativa da máquina (antagonista) tem formato de meia esfera (6 mm de diâmetro), feita em aço inox, e foi posicionada para atuar na região central do pré-molar (Figura 9).

Neste estudo foi utilizada uma carga de 80N equivalentes à força nominal de mordida com frequência de 1Hz, por 300.000 ciclos, em água destilada à temperatura de 37°C.

Figura 9. A) Máquina de Ciclagem Mecânica. B) Ponta ativa da máquina (antagonista).

3.8 Análise Final em Microscopia Confocal a Laser

Após finalização da ciclagem mecânica todos os dentes foram submetidos ao mesmo procedimento de captura de imagens citadas no item Análise Inicial em Microscopia Confocal, e a interface foi avaliada nos ângulos vestibulo-cervical e línguo-cervical em ambas caixas proximais para verificar a presença de fendas, e trincas e compará-las com a inicial (Figura 10).

Figura 10. Pós Ciclagem Mecânica. A) Dentina/Restauração. B) Stitching. C) Esmalte/Restauração.

3.9 Ensaio para o teste de microtração

Os corpos de prova foram removidos da estufa e secos, fixados com cera pegajosa, em dispositivo metálico de base plana, adaptável na máquina de cortes seriados (Isomet™ Low Speed Saw® Buehler, Lake Bluff - EUA), e seccionados com disco diamantado (Extec Dia. Wafer blade 5"x.015x1/2, cód 12240 Extec Corp-Einfeld, CT, EUA) em baixa velocidade e sob refrigeração com água.

Primeiramente, o seccionamento por desgaste ocorreu no sentido mésio-distal da coroa, gerando fatias de espessura média de 1mm (Figura 11), as quais permaneceram presas na base do dispositivo pela ação retentiva da cera. Em sequência, girando-se a base metálica em 90°, fatias semelhantes foram obtidas no sentido vestibulo-lingual do mesmo dente, obtendo-se, assim, espécimes em forma de palito com área transversal de aproximadamente 1mm². Os espécimes foram mantidos hidratados até o momento do teste.

Figura 11: Vista oclusal do pré-molar superior restaurado simulando o seccionamento.

Teste de microtração:

Para avaliação da resistência adesiva, todos os palitos tiveram a área transversal da interface adesiva mensurada através de um paquímetro digital. Em seguida foram fixados, individualmente, ao dispositivo de microtração JIG 1 – Plus (Odome Dentel Research, SC, Brasil) (Figura 12) adaptado à máquina de ensaios universal INSTRON 3342 (Illinois Tool Works, Norwood, EUA). Foi empregado um adesivo à base de cianocrilato (Loctite Super Bonder Original, Henkel Ltda, São Paulo, Brasil) em ambas as extremidades de cada corpo de prova, de modo a posicionar a interface adesiva perpendicular à força desempenhada pela máquina. O teste foi realizado numa velocidade de 0,5 mm/min (ISO TR 11405), utilizando-se uma célula de carga de 500 N para captação das forças. A resistência de união foi calculada pela divisão do valor de força (N) pela área (cm²) obtendo-se valor em megapascal (MPa).

Figura 12: A) Palito posicionado no dispositivo antes da realização da microtração. B) Palito posicionado no dispositivo após a realização da microtração.

3.10 Análise do padrão de fratura

Para avaliar os padrões de fratura após o teste de resistência adesiva, a dentina das diferentes regiões foram analisadas com o auxílio do microscópio confocal, com 107x de aumento. Os tipos de fratura foram classificados em fratura adesiva (rompimento na interface dentina/adesivo); fratura coesiva em dentina (rompimento de estrutura dentinária); e fratura mista (presença de fratura em dentina e/ou resina em um mesmo corpo de prova) (Figura 13)

3.11 Análise dos Dados

As informações obtidas a partir das análises realizadas com microscopia confocal antes e após os testes de ciclagem mecânica foram analisadas e comparadas quantitativamente (mensuração dos gaps, quantidade de trincas, resistência adesiva) e qualitativamente (morfologia da interface e da restauração, integridade da estrutura dentária adjacente), sendo considerada a interface dente/restauração, verificando a presença de gaps e/ou trincas abaixo desta interface, assim como a análise do padrão de fraturas, quando ocorreu.

Os dados obtidos pelos métodos quantitativos na mensuração de gaps foram avaliados quanto a sua normalidade e homogeneidade; como foram normais e homogêneos foram submetidos a análise paramétrica (ANOVA e teste de Holm-Sidak) para comparação interna dos grupos e para a comparação entre os grupos foi utilizado o teste “t” pareado, com nível de significância a 5%. Os dados obtidos pelos métodos quantitativos na resistência adesiva, foram avaliados quanto a sua normalidade e homogeneidade, como foram normais e homogêneos foram analisados por análise paramétrica (ANOVA e teste de Tukey) com nível de significância a 5%.

Resultados

4. RESULTADOS

4.1 Mensuração de Fendas

Na análise dos dados observou-se que no esmalte o fator técnica restauradora não apresentou diferença estatística. A ciclagem mecânica promoveu uma maior formação de gaps e estatisticamente significativa ($p < 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Média das fendas (desvio padrão) no esmalte em μm na interface dente/restauração.

Esmalte	Antes da Ciclagem	Após ciclagem
1 incremento	10,46 (3,90) c	18,26 (9,11) a
2 incrementos	9,27 (2,07) c	12,36 (3,10) b

*Mesma letra demonstra similaridade estatística.

Na dentina observou-se que o fator incremento apresentou diferença estatística significativa ($p < 0,05$), sendo que de 1 incremento apresentou maiores valores que 2. A ciclagem também apresentou diferença estatística significativa ($p < 0,05$), sendo que a realização da ciclagem promoveu maiores valores de fendas (Tabela 2).

Tabela 2. Média das fendas (desvio padrão) na dentina em μm na interface dente/restauração.

Dentina	Antes da Ciclagem	Após ciclagem
1 incremento	1,53 (4,28) c	16,75 (7,10) a
2 incrementos	8,47 (2,46) b	14,66 (7,25) a

*Mesma letra demonstra similaridade estatística.

4.2 Resistência adesiva

Na análise dos dados, em relação a resistência adesiva, observou-se que o grupo de 1 incremento não apresentou diferença estatística significativa (dentina mesial, distal e pulpar) ($p=0,172$), assim como o de 2 incrementos ($p=0,122$). Quando comparado o fator ciclagem, também não foi observado diferença estatisticamente significativa entre o período pré ciclagem ($p=0,619$) e pós ciclagem ($p=0,965$).

Na interface da dentina na mesial (após a remoção do esmalte) pode-se observar que não houve diferença estatística significativa entre ambos os grupos ($p>0,05$). No entanto, pode-se observar diferença estatística entre eles nos períodos pré e pós ciclagem ($p=0,015$) (Tabela 3).

Tabela 3. Média da resistência adesiva da dentina mesial (desvio padrão) em MPa na interface dente/restauração antes e após a ciclagem mecânica.

Dentina (mesial)	Antes da Ciclagem	Pós Ciclagem
1 Incremento	12,95 (14,40) a	12,70 (10,48) b
2 Incrementos	21,27 (15,28) a	1,92 (2,74) b

*Mesma letra demonstra similaridade estatística.

Na análise da adesão na parede distal pode-se observar que não houve diferença estatística significativa entre os grupos de 1 e 2 incrementos ($p=0,954$). No entanto, pode-se observar diferença estatística entre os períodos pré e pós ciclagem ($p=0,046$) (Tabela 4).

Tabela 4. Média da resistência adesiva da dentina distal (desvio padrão) em MPa na interface dente/restauração antes e após a ciclagem mecânica.

Dentina (distal)	Antes da Ciclagem	Pós Ciclagem
1 Incremento	14,67 (14,73) a	7,01 (9,54) b
2 Incrementos	19,44 (25,84) a	7,41 (12,23) b

*Mesma letra demonstra similaridade estatística.

Na análise da adesão na parede pulpar pode-se observar que não houve diferença estatística significativa entre os grupos de 1 e 2 incrementos ($p=0,774$). No entanto, pode-se observar diferença estatística entre os períodos antes e pós ciclagem ($p=0,040$) (Tabela 5).

Tabela 5. Média da resistência adesiva parede pulpar (desvio padrão) em MPa na interface dente/restauração antes e após a ciclagem mecânica.

Porção central Parede Pulpar	Antes da Ciclagem (MPa)	Pós Ciclagem (MPa)
1 Incremento	22,08 (21,18) a	16,01 (18,89) b
2 Incrementos	28,99 (15,15) a	12,21 (10,82) b

*Mesma letra demonstra similaridade estatística.

4.3 Padrão de Fratura

Nesse presente estudo foi possível observar que a maioria das falhas encontradas foram adesivas tanto no grupo com a ciclagem como no grupo sem a ciclagem independente da região que foi analisada. Os padrões de fratura observados no aspecto geral dos grupos estão de acordo com as Figuras 13, 14 e 15.

Figura 13. A) Falha Adesiva. B) Falha Coesiva Dentina. C) Falha Mista (Dentina/Resina). D) Falha Mista (Esmalte/Resina).

Figura 14. Gráfico representativo das falhas encontradas antes da ciclagem.

Figura 15. Gráfico representativo das falhas encontradas após ciclagem.

4.4 Análise Morfológica em Microscopia Confocal a Laser

Em relação a análise morfológica das faces proximais dos dois grupos antes e após a ciclagem mecânica, pode-se observar que tanto o grupo de 1 incremento, como o grupo de 2 incrementos apresentaram um aumento considerável de gaps e fendas, e presença de trincas em alguns espécimes. Após a realização da ciclagem mecânica, o grupo de 1 incremento apresentou fendas maiores quando comparado ao grupo de 2 incrementos (Figura 16 e 17).

Figura 16. Interface dente/restauração de um espécime do grupo de 1 incremento antes e após a ciclagem mecânica, respectivamente. As setas indicam as fendas.

Figura 17. Interface dente/restauração de um espécime do grupo de 2 incrementos antes e após a ciclagem mecânica, respectivamente. As setas indicam as fendas.

Nas imagens a seguir é possível observar as trincas que se formaram após a realização da ciclagem mecânica (Figura 18).

Figura 18. Interface dente/restauração pós ciclagem mecânica. As setas indicam a presença de trincas.

Discussão

5. DISCUSSÃO

As resinas compostas têm sido utilizadas em Odontologia há mais de 50 anos. Inicialmente, a aplicabilidade desse material era restrita à utilização em dentes anteriores devido às propriedades mecânicas insatisfatórias. Com a evolução dos materiais odontológicos e a procura cada vez maior pela estética, as resinas passaram por uma melhoria em suas propriedades físicas e hoje em dia são consideradas a primeira opção no consultório odontológico.

Apesar da evolução da resina, a contração de polimerização ainda é o principal obstáculo enfrentado por esse material (Braga et al., 2005; Hirata et al., 2015), podendo ocasionar situações clínicas desfavoráveis como: sensibilidade pós-operatória, fratura na restauração, fratura dental, infiltração marginal (Ferracane, 2013; Senawongse et al., 2010). Visando reduzir o estresse de polimerização foram então sugeridos a inserção da resina em incrementos a fim de permitir uma penetração adequada da luz fotopolimerizadora (Feilzer et al., 1987; Braga & Ferracane, 2002; Braga et al., 2005; Dietschi et al., 2002). Embora essa técnica seja importante para controlar e minimizar a tensão de polimerização, algumas desvantagens podem ser citadas, como o tempo prolongado para realização da restauração e a possibilidade de incorporação de bolhas (Park et al., 2008).

Contudo, foi lançado no mercado compósitos (Alshali et al., 2013; Czasch & Ilie, 2013; Pacifici et al., 2013; Vichi et al., 2013; Zorzin et al., 2015) que permitem realizar incrementos de até 5mm de espessura ou até mesmo o preenchimento de toda a cavidade (Ilie & Hickel, 2011; Ress et al., 2011; El-Badrawy et al., 2012), reduzindo a tensão de contração de polimerização assim como o nível de estresse (Ilie & Hickel, 2011). Esses novos materiais são denominados resinas bulk fill, que simplificam e reduzem o tempo clínico. Entretanto, o uso de incrementos maiores e a preocupação a respeito dessa técnica é que o material pode sofrer uma polimerização reduzida na camada mais profunda da restauração, pelo fato de não permitir a chegada da luz.

As pesquisas a respeito dessa nova tecnologia de compósitos ainda são muito limitadas (Czasch & Ilie, 2013, Vichi et al., 2013; Wei et al., 2013) assim, esse estudo avaliou a integridade da interface dente/restauração, realizando em um grupo a inserção da resina em um único incremento, e, em outro grupo a inserção em 2 incrementos (ou seja, com preenchimento da cavidade até a parede pulpar, seguida de fotopolimerização e posteriormente o preenchimento da outra porção e uma nova fotopolimerização) a fim de

avaliar o quanto o processo afetou a interface adesiva e a sua integridade. Para isso foi realizado um preparo amplo MOD em pré-molar superior, com término cervical da face mesial em esmalte e da face distal em dentina para observar o comportamento na interface cervical dos dois substratos dentais, tanto em relação a quantidade de gaps formados como em relação a sua resistência de união.

Para simular os impulsos mecânicos gerados pelas forças mastigatórias têm-se utilizado a ciclagem mecânica com o objetivo de simular a degradação dos materiais e interfaces envolvidas e assim tentar reproduzir o comportamento clínico de diferentes condições restauradoras. Entretanto, os parâmetros a serem utilizados na ciclagem mecânica, tais como força, frequência e número de ciclos mecânicos, buscando representar um tempo clínico de um determinado material, ainda têm sido muito discutido (Bedran de Castro et al., 2004; Mitsui et al., 2006; Toledano et al., 2006). Acredita-se que a força de mastigação e de deglutição varia entre 70 à 150 N (Anderson, 1956), a frequência mastigatória seja em torno de aproximadamente 1 Hz, podendo variar de 0,5 a 1,3 Hz (De Boever et al., 1978) e em relação ao número de ciclos mastigatórios normalmente empregados nos estudos *in vitro* pressupõe-se que cerca 250.000 ciclos mastigatórios equivalem a 1 ano de desgaste clínico para materiais restauradores (DeLong et al., 1985). Com base nisso, o presente estudo empregou uma carga de 80 N, uma frequência de 1 Hz e 300.000 ciclos.

A adesão dos materiais adesivos vem sendo largamente estudada com a finalidade de obter um material com boas propriedades físicas e adesivas e assim conseguir devolver parte do substrato perdido. Uma das formas de testar a adesividade de um sistema restaurador é empregando o teste de microtração, assim o presente estudo empregou essa metodologia para analisar separadamente a adesão à dentina em três diferentes áreas: dentina mesial, distal e pulpar. Sugere-se que este seja o teste mais apropriado para este tipo de análise, pois permite um melhor alinhamento dos espécimes, proporcionando uma distribuição homogênea do estresse e realizando uma comparação ou avaliação mais sensível da força de união presente na interface adesiva (Feitosa, 2011).

Outra forma de avaliação da interface adesiva é verificar essa região com maiores aumentos para avaliar a quantidade de gaps e trincas. Dessa forma, foi utilizada a microscopia confocal a laser no qual foi observado que o fator incremento avaliado previamente à ciclagem mecânica apresentou comportamento semelhante entre os dois grupos. Sabe-se que os compósitos sofrem contração volumétrica de 2-6% após a fotopolimerização, e isso gera tensões entre o compósito e o dente, levando à desunião, e resultando em microtrincas e gaps (Kaisarly et al., 2016). Ao comparar o fator incremento

antes da ciclagem pode-se notar que a técnica restauradora apresentou melhor comportamento (menor quantidade de fendas) no término cervical dentina, e, isso pode ser explicado pelo fato da espessura da resina nesse grupo não permitir a completa polimerização quando em grande volume, e com isso a contração pode ter sido menos intensa. Por sua vez no término cervical em esmalte, a integridade da interface apresentou comportamento similar para ambos os grupos tendo formação de gaps em toda a extensão cavo superficial, o que pode ser explicado pela tensão proveniente da contração volumétrica e da rigidez do compósito (Ferracane, 2016). Quanto maior a contração volumétrica, maior é o estresse podendo até mesmo exceder a resistência do esmalte e resultar em trincas e fraturas ao longo da interface (Ferracane, 2016), principalmente em regiões com espessura muito tênue de esmalte como ocorreu no presente estudo.

Os dentes estão em constante estresse, seja durante a mastigação, seja na parafunção habitual e com base no que foi exposto, a presente pesquisa realizou a ciclagem como método de envelhecimento dos espécimes para avaliar seu efeito no aumento de microfissuras entre os grupos e a sua influência na resistência de união da dentina, uma vez que a degradação da interface adesiva pelos esforços mecânicos é uma questão muito importante na Odontologia, já que a demanda por restaurações estéticas nos dentes posteriores tem aumentado significativamente.

Cerca de 200.000 ciclos mecânicos já são suficientes para afetar significativamente o sistema de ligação simples entre a resina e a parede gengival da classe II (Mitsui et al., 2006), mesmo quando se tem uma forte adesão, pois ela pode suportar a contração de polimerização, mas não parece suportar o estresse gerado pela mastigação e apertamento (De Munck et al., 2005) como foi observado no estudo que, independente da localização da dentina a adesão foi prejudicada. Após a realização de 300.000 ciclos mastigatórios, foi possível observar que ambas as técnicas restauradoras apresentaram uma maior quantidade de gaps e trincas, porque provavelmente o compósito não foi capaz de absorver as tensões da carga, prejudicando a força de ligação (Aguiar et al., 2003; Mitsui et al., 2006; Cavalcanti et al., 2008). A literatura afirma que as resinas bulk fill podem ser utilizadas com segurança, em incrementos de até 4mm (Ilie et al., 2013), apesar de não haver estudos que realizaram ciclagem mecânica. Os resultados da presente pesquisa corroboram com a literatura, uma vez que previamente a ciclagem mecânica o comportamento entre as duas técnicas utilizadas foi muito semelhante. A ciclagem mecânica, no entanto, afetou a qualidade da interface nos dois grupos, sendo possível verificar que os grupos restaurados pela técnica incremental

apresentaram uma melhor integridade dente/restauração que os grupos restaurados com 1 incremento, tanto em término em esmalte como em dentina.

Na técnica com 1 incremento, o aumento de fendas na dentina pós ciclagem foi 10 vezes superior à condição inicial; uma provável explicação para esse fato talvez esteja relacionado ao aumento no tamanho do incremento que promove uma diminuição na transmissão da luz (Emami et al., 2005; Feng et al., 2010; Fujita et al., 2011). Apesar das resinas bulk fill prometerem uma baixa contração, elas podem apresentar alta tensão de polimerização, portanto a inserção de 2mm do compósito seguido de fotopolimerização a cada incremento é geralmente aconselhada para assegurar uma profundidade total de polimerização e reduzir o efeito da contração (Ferracane, 2013). Sabe-se, portanto, que atenção deve ser dada à camada mais profunda destes incrementos únicos, uma vez que o aumento na espessura pode afetar a penetração da luz e comprometer a polimerização e consequentemente afetar a ligação entre a resina e o sistema adesivo, prejudicando a restauração como um todo (Flury et al., 2014), como observado no presente estudo.

Mesmo considerando as limitações da técnica de microtração, a avaliação da resistência de união somente poderia ser feita em amostras com áreas reduzidas e mediante cortes seriados (Ozturk & Aykent, 2003; Ozturk et al., 2007; Saavedra et al., 2009; Feitosa, 2011). Considerando a quantidade de incrementos, a adesão não foi afetada, uma vez que é possível observar um comportamento semelhante em ambos os grupos. No entanto, a ciclagem mecânica afetou negativamente a resistência de união, pois muitos espécimes se soltaram durante a finalização das secções ou mesmo durante a colagem no dispositivo de microtração para a realização do teste, que na análise em microscopia confocal observou falhas adesivas. Alguns estudos realmente demonstram limitações relacionadas ao teste de microtração (Brentel et al., 2007; Feitosa, 2011; Vanderlei et al., 2012), como a ocorrência de falhas prematuras durante o procedimento de corte do espécime para a obtenção de corpos de prova com área da secção transversal de aproximadamente 1mm², sendo que a ciclagem, no presente trabalho, promoveu rompimento do processo adesivo, impossibilitando mensurar a adesão na microtração de alguns os espécimes.

Acredita-se que a margem cervical concentra tensões mais altas, e portanto, é o local mais provável de falhas (Ichim et al., 2007). Isso pode ser observado no presente estudo, no qual a dentina pulpar foi a que apresentou menor incidência de falha antes da execução do teste. Os esforços de tração na margem oclusal da restauração são menores que na interface cervical e, portanto, uma fratura tem uma menor probabilidade de iniciar neste ponto (Mansoreh et al., 2014). Mesmo assim, foi possível observar a presença de trincas

envolvendo dentina, esmalte e/ou restauração. Durante o preparo das amostras a dentina na distal foi a que apresentou maior quantidade de falhas, fato esse que pode ser explicado pelo esmalte apresentar maior conteúdo mineral que a dentina, resultando em um melhor selamento marginal e adesão superior menos afetada pela degradação da porção orgânica (Ferracane, 2013).

Entretanto, para a margem cervical em esmalte observou-se grandes quantidades de trinca no substrato ao redor da interface, principalmente no grupo de 2 incrementos. Isso pode ser explicado pelo fato da técnica de inserção ter proporcionado uma maior tensão proveniente da contração volumétrica e rigidez do compósito (Ferracane, 2016) devido a melhor polimerização do material e assim as forças mastigatórias geram maior tensão na interface e como o esmalte na região é tênue e friável pode ter favorecido a formação de trincas (Ferracane, 2013).

Diante de todos os achados deste estudo, mais estudos são necessários com as resinas bulk fill para a sua aplicabilidade em grandes incrementos com maior confiança. Sabe-se que previamente a realização da ciclagem, o comportamento entre as técnicas foi muito semelhante, porém após a realização da ciclagem ocorreu um aumento considerável na quantidade de gaps para os dois tipos de técnicas, no entanto, ressalta-se que a técnica com 1 incremento resultou em fendas muito maiores. Dessa forma, deve-se enfatizar maior cautela por parte do cirurgião dentista na realização de restaurações classe II amplas, nos quais são submetidos a maiores esforços mastigatórios.

Conclusão

6. CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia empregada, os resultados obtidos e as limitações de um estudo *in vitro*, conclui-se que:

- O fator incremento previamente à ciclagem mecânica não influenciou na quantidade de gaps e fendas na interface dente/restauração e adesão; e após a ciclagem o incremento afetou a qualidade da interface, sendo que o de 1 incremento resultou em fendas maiores, sem afetar adesão;
- O fator ciclagem mecânica afetou negativamente a interface dente/restauração, aumentando consideravelmente a quantidade de fendas e trincas e diminuindo a adesão.
- Previamente a ciclagem mecânica, os términos em esmalte e em dentina apresentaram comportamento semelhantes em relação a presença de gaps e trincas. Sucessivamente à ciclagem, a dentina apresentou fendas muito maiores que o esmalte.
- O término em dentina (mesial, distal e parede pulpar) afetou a resistência adesiva após a ciclagem mecânica, sendo que a dentina cervical distal apresentou a pior adesão.

Referências

7. REFERÊNCIAS

Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC, Burke FJ. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or in increments. *J Dent*; 6:437-444, 2003.

ADA professional product review. *Restor Mater*; 5:1-16, 2010.

Aguiar FH, Dos Santos AJ, França FM, Paulillo LA, Lovadino JR. A quantitative method of measuring the microleakage of thermocycled or non-thermocycled posterior tooth restorations. *Oper Dent*; 28:793-799, 2003.

Alshali RZ, Silikas N, & Satterthwaite JD. Degree of conversion of bulk-fill compared to conventional resincomposites at two time intervals. *Dent Mater*; 9:213-217, 2013.

Alvim HH, Alecio AC, Vasconcellos WA, Furlan M, de Oliveira JE, Saad JR. Analysis of camphorquinone in composite resins as a function of shade. *Dent Mater*; 23:1245-1249, 2007.

AN Cavalcanti, FHO Mitsui, F Silva AR Peris, A Bedran-Russo, GM Marchi. Effect of Cyclic Loading on the Bond Strength of Class II Restorations with Different Composite Materials. *Oper Dent*; 33:163-168, 2008.

Anderson DJ. Measurement of stress in mastication. *Dent Res*; 35:664-670, 1956.

Andreiotelli M, Kohal RJ. Fracture strength of zirconia implants after artificial aging. *Clin Implant Dent Relat Res*; 11:158-166, 2009.

Bedran-De-Castro AK, Pereira PN, Pimenta LA. Longterm bond strength of restorations subjected to thermomechanical stresses over time. *Am J Dent*; 17:337-341, 2004.

Braga RR & Ferracane JL. Contraction stress related to degree of conversion and reaction kinetics. *J Dent Res*; 81:114-118, 2002.

Braga RR, Ballester RY & Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites. *Dent Mater*; 21: 962-970, 2005.

Brentel AS, Ozcan M, Valandro LF, Alarca LG, Amaral R, Bottino MA. Microtensile bond strength of a resin cement to feldspathic ceramic after different etching and silanization regimens in dry and aged conditions. *Dent Mater*; 23:1323-1331, 2007.

Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Investig*; 18:1991-2000, 2014.

Cavalcanti AN, Mitsui FH, Silva F, Peris AR, Bedran-Russo A, Marchi GM. Effect of cyclic loading on the bond strength of class II restorations with different composite materials. *Oper Dent*; 33:163-168, 2008.

Chain MC, Baratieri LN. Restaurações estéticas com resina composta em dentes posteriores. São Paulo: Artes Médicas; 1998.

Craig RG. Chemistry, composition, and properties of composite resins. *Dent Clin N Am*; 25:219-239, 1981.

Czasch P, & Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of a selfadhesive and four novel flowable composites. *J Adhes Dent*; 15:229-236, 2013.

Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig*; 1:227-235, 2013.

Daneshkazemi AR, Davari AR, Ataei E, Dastjerdi F, Hajighasemi E. Effects of mechanical and thermal load cycling on micro tensile bond strength of clearfil SE bond to superficial dentin. *Dent Res J*; 10:202-209, 2013.

De Boever JA, McCall WD Jr, Holden S, Ash MM, Jr. Functional occlusal forces: an investigation by telemetry. *J Prosthet Dent*; 40:326-333, 1978.

De Munck J, Van Landuyt KL, Coutinho E, Poitevin A, Peumans M, Lambrechts P, Braem M & Van Meerbeek B. Fatigue resistance of dentin/composite interfaces with an additional intermediate elastic layer. *Eur J Oral Sci*; 113:77-82, 2005.

Debastiani FS, Lopes GC. Restaurações diretas de resina composta em dentes posteriores. *Int J Braz Dent*; 1:31-39, 2005.

DeLong R, Sakaguchi RL, Douglas WH, Pintado MR. The wear of dental amalgam in an artificial mouth: a clinical correlation. *Dent Mater*; 1:238-244, 1985.

Dietschi D, Monasevic M, Krejci I, & Davidson C. Marginal and internal adaptation of class II restorations after immediate or delayed composite placement. *Journal of Dentistry*; 30:259-269, 2002.

El-Badrawy W, Jafarbour S, Jazi HS & McComb D. Effect of composite insertion technique on cuspal deflection using in vitro simulation model. *Oper Dent*; 7:299-305, 2012.

El-Safty S, Silikas N, Watts DC. Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dent Mater*; 8:928-935, 2012.

Emami N, Sjudahl M, Soderholm KJ. How filler properties, filler fraction, sample thickness and light source affect light attenuation in particulate filled resin composites. *Dent Mater*; 21:721-730, 2005.

Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res*; 66:1636-1639, 1987.

Feitosa SA. Restaurações inlays em cerâmicas feldspáticas injetadas em pré-molares: efeito da estratégia de cimentação e da ciclagem mecânica na resistência adesiva entre dentina e restauração [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos: UNESP - Univ Estadual Paulista; 2011.

Feng L, Suh BI, Shortall AC. Formation of gaps at the filler-resin interface induced by polymerization contraction stress: gaps at the interface. *Dent Mater*; 26:719-729, 2010.

Ferracane JL, Hilton TJ. Polymerization stress—is it clinically meaningful. *Dent Mater*; 32:1-10, 2016.

Ferracane JL. Resin composite—State of the art. *Dent Mater*; 27: 29-38, 2011.

Ferracane JL. Resin-based composite performance: are there some things we can't predict. *Dent Mater*; 29:51-58, 2013.

Flury S, Peutzfeldt A, Lussi A. Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulk fill resin composites. *Dent Mater*; 30:1104-1112, 2014.

Fujita K, Ikemi T, Nishiyama N. Effects of particle size of silica filler on polymerization conversion in a light-curing resin composite. *Dent Mater*; 27:1079-1085, 2011.

Garoushi S, Sailynoja E, Vallittu PK, Lassila L. Physical properties and depth of cure of a new short fiber reinforced composite. *Dent Mater*; 29:835-841, 2013.

Genestra M, Souza MR, Almeida RP, Machado T, Flores D, Vasconcelos P, et al. Aspectos bioquímicos e biofísicos da utilização de resinas fotopolimerizáveis. *Rev Cons Reg Odontologia Pernamb*; 3:71-79, 2000.

Hickel R, Roulet JF, Bayne S, Heintze SD, Mjör IA, Peters M, Rousson V, Randall R, Schmalz G, Tyas M, Vanherle G. Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. *Int Dent J*; 55:300-302, 2007.

Hirata R, Clozza E, Giannini M, Farrokhmanesh E, Janal M, Tovar N, Bonfante EA, & Coelho PG. Shrinkage assessment of low shrinkage composites using microcomputed tomography. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*; 103:798-806, 2015.

Ichim I, Schmidlin PR, Kieser JA, Swain MV. Mechanical evaluation of cervical glass-ionomer restorations: 3D finite element study. *J Dent*; 35:28–35, 2007.

Ilie N & Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR technology. *Dent Mater*, 27:348-355, 2011.

Ilie N, Hickel R. Investigations on mechanical behavior of dental composites. *Clin Oral Investig*; 13:427-438, 2009.

Ilie N, Hickel R. Macro-, micro- and nano-mechanical investigations on silorane and methacrylate-based composites. *Dent Mater*; 25:810-819, 2009.

Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent*; 38:618-625, 2013.

Ivoclar Vivadent. Tetric evoceram bulk fill-scientific documentation 2011.

Jesus, DS, Pereira, TS, Silva, AC, Chianelli, CB, Nascimento, CMVN, Souza, GG, Silva, MCK, Gonçalves, MF, Lima, RSP, Junior, RCA, Veloso, RS, Goncalves, L. Como minimizar as tensões de contração de polimerização de resinas compostas na clínica odontológica? *Revista De Trabalhos Acadêmicos*; 4:45, 2013.

Kaisarly D, Moataz El Gezawi. Polymerization shrinkage assessment of dental resin composites: a literature review. *Odontology*; 104:257-270, 2016.

Kalmowicz, Phebus JG, Owens BM, Johnson WW, King GT. Microleakage of class I and II composite resin restorations using a sonic-resin placement system. *Oper Dent*; 40:653-661, 2015.

Kern M, Strub JR, Lü XY. Wear of composite resin veneering materials in a dual-axis chewing simulator. *J Oral Rehabil*; 26:372-378, 1999.

Krejci I, Reich T, Lutz F, Albertoni M. In-vitro-Testverfahren Evaluation dental restorations system. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*; 100:953-960, 1990.

Lazarchik DA, Hammond BD, Sikes CL, Looney SW, Rueggeberg FA. Hardness comparison of bulk-filled/transooth and incremental-filled/occlusally irradiated composite resins. *J Prosthet Dent*; 98:129-140, 2007.

Mansoreh Mirzaie, Esmail Yasini, Hamid Kermanshah, Baharan Ranjbar Omid. The effect of mechanical load cycling and polishing time on microleakage of class V glass-ionomer and composite restorations: A scanning electron microscopy evaluation. *Dent Res*; 11:100-108, 2014.

Mantri SP, Mantri SS. Management of shrinkage stresses indirect restorative light-cured composites: A review. *J Esthet Restor Dent*; 25:305-313, 2013.

Martins F, Delbem ACB, Santos LRA, Soares HLO, Martins EOB. Microhardness of resins as a function of color and halogen light. *Pesqui Odontol Braz*; 16:246-50, 2002. materials in a dual-axis chewing simulator. *J Oral Rehabil*

Mitsui FH, Peris AR, Cavalcanti AN, Marchi GM, Pimenta LA. Influence of thermal and mechanical load cycling on microtensile bond strengths of total and self-etching adhesive systems. *Oper Dent*; 31:240-247, 2006.

Moszner N, Fischer UK, Ganster B, Liska R, Rheinberger V. Benzoyl germanium derivatives as novel visible light photoinitiators for dental materials. *Dent Mater*; 24:901-907, 2008.

Nagem Filho H. Classificação das resinas compostas (Encarte Especial). *Rev Gaúcha Odontol*; 36:218, 1988.

Nayif MM, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Bond strength and ultimate tensile strength of resin composite filled into dentine cavity; effect of bulk and incremental filling technique. *J Dent*; 36:228-234, 2008.

Neumann MG, Miranda Jr WG, Schimitt CC, Rueggeberg FA, Correa IC. Molar extinction coefficients and the photon absorption efficiency of dental photoinitiators and light curing units. *J Dent*; 33:525-5332, 2005.

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*; 18:269-275, 2002.

Ozturk AN, Inan O, Inan E, Ozturk B. Microtensile bond strength of cad-cam and pressed-ceramic inlays to dentin. *Eur J Dent*; 1:91-96, 2007.

Ozturk N, Aykent F. Dentin bond strengths of two ceramic inlay systems after cementation with three different techniques and one bonding system. *J Prosthet Dent*; 89:275-278, 2003.

Pacifici E, Chazine M, Vichi A, Grandini S, Goracci C, & Ferrari M. Shear-bond strength of a new selfadhering flowable restorative material to dentin of primary molars. *J Clin Pediatr Dent*, 38:149-154, 2013.

Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater*; 11:117-125, 1995.

Peutzfeldt A, Asmussen E. Hardness of restorative resins: effect of camphorquinone, amine and inhibitor. *Acta Odontol Scand*; 47:229-231, 1989.

Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci*; 105: 97-116, 1997.

Qvist V, Qvist J, Mjor I. Placement and longevity of toothcolored restorations in Denmark. *Acta Odontol Scand*; 48:305-311, 1990.

Rees JS, Jagger DC, Williams DR, Brown G & Duguid W. A reappraisal of the incremental packing technique for light cured composite resins. *J Oral Rehabil*; 31:81-84, 2011.

Rueggeberg FA, Ergle JW, Lockwood PE. Effect of photoinitiator level on properties of a light-cured and post-cure heated model resin system. *Dent Mater*; 13:360-364, 1997.

Saavedra G, Ariki EK, Federico CD, Galhano G, Zamboni S, Baldissara P, Valandro LF. Effect of acid neutralization and mechanical cycling on the microtensile bond strength of glass-ceramic inlays. *Oper Dent*; 34:211-216, 2009.

Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater*; 10:236-240, 1994.

Sarrett DC. Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. *Dent Mater*; 21:9-20, 2005.

Schneider LF, Cavalcante LM, Silikas N. Shrinkage stresses generated during resin-composite applications: a review. *J Dent Biomech*; 1:1-14, 2010.

Senawongse P, Pongprueksa P, Tagami J. The effect of the elastic modulus of low-viscosity resins on the microleakage of Class V resin composite restorations under occlusal loading. *Dent Mater*; 29:324-329, 2010.

Shahabi S, Ebrahimpour L, Walsh LJ. Microleakage of composite resin restorations in cervical cavities prepared by Er,Cr:YSGG laser radiation. *Aust Dent J*; 5:172-175, 2008.

Stansbury FW. Curing dental resins and composites by photopolymerization. *J Esthet Dent*; 12:300-308, 2000.

Sun GJ, Chae KH. Properties of 2,3-butanedione and 1-phenyl-1,2-propanedione as new photosensitizers for visible light cured dental resin composites. *Polymer*; 41:6205-6212, 2000.

Tiba A, Zeller GG, Estrich CG, Hong A. A laboratory evaluation of bulk-fill versus traditional multi-increment-fill resin-based composites. *J Am Dent Assoc*; 144:1182-1183, 2013.

Toledano M, Osorio R, Albaladejo A, Aguilera FS, Tay FR, Ferrari M. Effect of cyclic loading on the microtensile bond strengths of total-etch and self-etch adhesives. *Oper Dent*; 31:25-32, 2006.

Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: effect on adhesion to cavity-bottom dentin. *Dent Mater*; 29:269-277, 2013.

Van Ende A, Mine A, De Munck J, Poitevin A, Van Meerbeek B. Bonding of low-shrinking composites in high C-factor cavities. *J Dent*; 40:295-303, 2012.

Vanderlei A, Passos SP, Özkan M, Amaral R, Bottino MA, Valandro LF. Durability of adhesion between feldspathic ceramic and resin cements: effect adhesive resin, polymerization mode of resin cement and aging. *J Prosth*; 22:196-202, 2012.

Vichi A, Margvelashvili M, Goracci C, Papacchini F, & Ferrari M. Bonding and sealing ability of a new self-adhering flowable composite resin in class I restoration. *Clin Oral Investig*; 17:1497-1506, 2013.

Wei YJ, Silikas N, Zhang ZT, & Watts DC. The relationship between cyclic hygroscopic dimensional changes and water sorption/desorption of self-adhering and new resin-matrix composites *Dent Mater*; 29:218-226, 2013.

Yoshida K, Greener EH. Effect of photoinitiator on degree of conversion of unfilled light-cured resin. *J Dent*; 22:296-299, 1994.

Yoshida K, Greener EH. Effects of two amine reducing agents on the degree of conversion and physical properties of an unfilled light-cured resin. *Dent Mater*; 9:246-251, 1993.

Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U, Petschelt A, & Taschner M. Bulk-fill resin composites: polymerization properties and extended light curing. *Dent Mater*; 31:293-301, 2015.

Anexo

8. ANEXO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Influência da técnica restauradora/ciclagem mecânica na adesão à dentina de pré-molares superiores

Pesquisador: Laís Lopes Machado de Matos

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 53799716.2.0000.5419

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.903.524