

MILENA TRAVERSA PALAZON

**Avaliação da influência da técnica incremental na força coesiva
de diferentes resinas compostas**

São Paulo

2013

MILENA TRAVERSA PALAZON

**Avaliação da influência da técnica incremental na força coesiva
de diferentes resinas compostas**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Dentística

Orientador: Prof. Dr. Michel Nicolau Youssef

São Paulo

2013

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

Catálogo-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Palazon, Milena Traversa.

Avaliação da influência da técnica incremental na força coesiva de diferentes resinas compostas / Milena Traversa Palazon ; orientador Michel Nicolau Youssef. -- São Paulo, 2013.

53 p. : fig., tab., graf.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração: Dentística. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida.

1. Resinas compostas. 2. Adesivos. 3. Polimerização. I. Youssef, Michel Nicolau. II. Título.

Palazon MT. Avaliação da influência da técnica incremental na força coesiva de diferentes resinas compostas. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Aprovado em: / /2013

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Agradeço de coração, à aqueles que são a razão deste momento,

Que sempre suportaram todas as minhas dificuldades, angústias e agonias,

Que fizeram dos meus os seus sonhos,

Que se dedicaram e se dedicam a mim sem quaisquer limites,

Que são os responsáveis por todas as minhas vitórias,

Razões de tudo o que sou, do meu caráter, dos meus valores, da minha essência,

Minhas fontes de inspiração, exemplos de pessoas e profissionais,

A vocês meus pais que amo tanto e serei eternamente grata por tudo o que fizeram

e fazem por mim,

Dedico esta conquista a vocês: Rosana Maria Traversa e Marcos Palazon

Sem vocês nada disso seria possível e eu não seria o que sou...

Obrigada por tudo!! Amo vocês!!!

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador Prof. Dr. Michel Nicolau Youssef, por ter acreditado em mim desde o início, me apoiando e compreendendo todas as minhas dificuldades ao mesmo tempo em que sempre me incentivou e estimulou. Torço para que não o tenha decepcionado, pois só tive aprendido. Obrigada por ser este exemplo profissional e humano, que admiro tanto.

À Profa. Dra. Miriam Lacalle Turbino, pela sua ajuda, amizade e ensinamentos recebidos. Obrigado pela força e incentivo, e pela disponibilidade em ajudar em todos os momentos.

À Profa. Dra. Márcia Martins Marques, Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Dentística, pelos ensinamentos, orientação e incentivo.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo durante o curso de mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de bolsa auxílio pesquisa regular para viabilização deste trabalho, processo 2010-15403-5.

À Universidade de São Paulo, representada pelo Reitor Prof. Dr. João Grandino Rodas.

À Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, representada por seu Diretor, Prof. Dr. Rodney Garcia Rocha.

À Profa. Dra. Marina Helena Cury Gallottini, Presidente da Comissão de Pós-Graduação da FOU SP.

À Profa. Dra. Marcia Martins Marques, Chefe do Departamento de Dentística e Endodontia da FOU SP e a todos os docentes pela competência e por todos os ensinamentos recebidos.

Às professoras Maria Angela Pita Sobral e Ana Cecilia Correa Aranha, pela amizade, disponibilidade e apoio recebido.

A todos os professores da Dentística, Adriana Bona Matos, Antonio Alberto de Cara, Carlos de Paula Eduardo, Eliza Maria Agueda Russo, Glauco Fioranelli Vieira, Márcia Martins Marques, Maria Aparecida A. de C. Luz, Maria Angela Pita Sobral, Margareth Oda, Narciso Garone Neto e Rubens Corte Real de Carvalho, agradeço por todos os ensinamentos.

Aos meus colegas de trabalho que tanto me ajudaram nas fases mais difíceis: Daniela Vaz de Jesus, Bruna Braga , Mariana Angeli Barotti, Daniela Salviatto,

obrigada por todo o apoio e suporte, sem vocês tudo seria quase impossível, adoro vocês!!

Aos colegas que me ajudaram desde o início com conselhos, boa vontade, incentivos diários e muito carinho: Rogéria Pereira Gonçalves, Camila Bengtson, Fernando Seishim Hanashiro, Leila Soares Ferreira, Karina Monteleoni Lachovski, Taís Scaramucci, Ellen Mendonça, muito obrigada, sem vocês acho que não teria conseguido.

Ao Tiago Martinez Régis, pelo apoio, compreensão, estímulo e carinho, meu muito obrigada.

Ao Prof. César Rogério Pucci, por todo apoio e por ter me iniciado na área acadêmica, muito obrigada.

Aos meus amigos da minha turma de mestrado, Adriano, Carlos, Daniela, Paula, Talita, e Tamile, obrigada por dividirem comigo aprendizado, amizade e carinho.

Aos meus colegas do curso de Pós-Graduação, agradeço a oportunidade de convivência e desejo muito boa sorte a todos vocês.

À Soninha, funcionária do Departamento de Dentística, por estar sempre pronta para me ajudar.

Aos Funcionários do Departamento de Dentística, Selma, Ana, Aldo, Arnaldo, Leandro e David pela ajuda e atenção demonstradas.

Às Funcionárias da Secretaria de Pós-Graduação, Cátia, Veridiana e Alessandra, pela paciência e ajuda durante o curso de mestrado.

Às Funcionárias Glauci e Maria Claudia do Serviço de Documentação Odontológica, pela ajuda essencial com o trabalho.

A todas as pessoas que contribuíram na elaboração deste trabalho, direta ou indiretamente.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Autor: Marthin Luther King

RESUMO

Palazon MT. Avaliação da influência da técnica incremental na força coesiva de diferentes resinas compostas [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2013. Versão Corrigida.

O objetivo desse estudo foi avaliar a influência da técnica incremental na força coesiva de diferentes resinas compostas. Foi confeccionado para este trabalho um dispositivo bipartido de Teflon que se encaixa em um magazine metálico para manter as metades em posição durante a preparação dos corpos de prova do compósito. A partir deste dispositivo de forma cônica, e dimensões: 4mm de base, 2mm de diâmetro na interface e 4mm de altura, foram obtidos 120 espécimes, divididos em 12 grupos (n=10), 6 grupos sem o uso de adesivo e 6 grupos com o uso de adesivo. Foram utilizadas as resinas compostas: Filtek P90-3M ESPE, St. Paul, MN, USA e Filtek Z350 XT-3M ESPE, St. Paul, MN, USA, ambas na cor A3, inseridas no dispositivo bipartido de teflon segundo a técnica incremental adotada, técnica incremental oblíqua, horizontal ou incremento único. A resina foi inserida com uma espátula metálica em incrementos horizontais ou em incrementos oblíquos, conforme a inclinação dada pelo instrumental utilizado, em incrementos de 2mm de espessura, ou ainda inserida de uma só vez, em porção única de 4mm de espessura e fotoativadas por 20 segundos, segundo indicação do fabricante. Os espécimes foram submetidos aos testes de tração para avaliar a força coesiva da resina composta e a influência da técnica incremental utilizada. Os dados obtidos foram analisados quanto à sua distribuição, à Análise de Variância (ANOVA) e ao Teste de Tukey HSD ($p > 0,05$ %). Pode-se concluir que a técnica incremental utilizando incrementos oblíquos influencia negativamente na resistência coesiva. A Resina Filtek Z350XT possui maior resistência coesiva quando comparada à resina Filtek P90. A utilização de adesivo influencia negativamente na resistência coesiva.

Palavras-Chave: Compósitos. Silorano. Técnica incremental. Força coesiva. Contração de polimerização

ABSTRACT

Palazon MT. Influence of incremental technique on the cohesive strength of different dental resin composites: microtensile bond strength analysis [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2013. Versão Corrigida.

The aim of this study was to evaluate the influence of incremental technique on the cohesive strength of different dental resin composites. A total of 120 conical specimens of different resin composites, Filtek P90 and Filtek Z350 XT, both in color A3, were made in a bipartite teflon device with the following dimensions: 4 mm base diameter of 2mm and 8mm in height. The specimens were assigned into 12 groups (n = 10), 6 groups without the use of adhesive and 6 groups with the use of adhesive. The cavity was filled with a metal spatula in oblique or horizontal increments of 2mm thick or inserted at once in one portion 4mm thick and each increment was light-cured for 20 seconds following manufacture's instructions. The specimens were subjected to microtensile tests to evaluate the cohesive strength of the resin composite and the influence of incremental technique used. Data were submitted to ANOVA and Tukey's HSD test ($p < 0,05\%$). Can be concluded that the incremental technique using increments oblique negatively influence the cohesive strength. The resin Filtek Z350XT has greater cohesive resistance when compared to Filtek P90. The use of adhesive negatively influence the cohesive resistance

Keywords: Composites. Silorane. Incremental technique. Cohesive strength. Shrinkage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Resina Composta Filtek P90 e Filtek Z350 XT	30
Figura 4.2 - Confeção dos espécimes em dispositivos de Teflon inseridos em magazine metálico e mensuração com sonda periodontal milimetrada.	31
Figura 4.3 - Fotopolimerizador Bluephase.	32
Figura 4.4 - Desenho esquemático de espécimes com 8mm x 4mm x2mm	32
Figura 4.5 - Desenho esquemático de espécimes com inserção oblíqua e horizontal respectivamente.....	33
Figura 4.6 - Dispositivos metálicos para microtração.....	33
Figura 4.7 - Máquina de tração Instron	37
Figura 4.8 - - Desenho esquemático de espécime submetido à tração	38

LISTA DE GRÁFICOS

Figura 5.1 - Valores estimados para a variável I Resina	41
Figura 5.2 - Valores estimados para a variável Adesivo	42
Figura 5.3 - Valores estimados para a variável Inserção	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Grupos analisados.....	29
Tabela 5.1 - Estatística descritiva	37
Tabela 5.2 - Teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov.....	38
Tabela 5.3 - Teste de homogeneidade de Levene.....	38
Tabela 5.4 - Tabela da Análise de Variância	39
Tabela 5.5 - Valores estimados para a variável Resina	40
Tabela 5.6 - Comparação “par a par” para a variável Resina	40
Tabela 5.7 - Valores estimados para a variável Adesivo.....	41
Tabela 5.8 - Comparação “par-a-par” para a variável Adesivo	42
Tabela 5.9 - Valores estimados para a variável Inserção	42
Tabela 5.10 - Teste complementar de múltipla comparação Tukey HSD	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
3 PROPOSIÇÃO	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
5 RESULTADOS.....	31
6 DISCUSSÃO	41
7 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

Com o aprimoramento das resinas compostas houve uma ampliação das suas indicações, estendendo-se também às restaurações posteriores. Contudo, ainda apresentam características que não foram totalmente solucionadas como a contração de polimerização.

Desde que as primeiras investigações científicas identificaram os efeitos deletérios da contração de polimerização das resinas compostas numa cavidade restaurada, muito esforço foi feito para se desenvolver resinas compostas com menor contração de polimerização. Mudanças nas partículas de carga e a associação do Bis-GMA com outros monômeros com menor contração foram algumas das tentativas das últimas décadas. Embora algumas dessas modificações afetassem certas características dos materiais restauradores importantes para apresentar adequada função mastigatória, como sua rigidez e resistência ao desgaste, de fato, obtiveram-se resinas compostas com considerável menor contração do que as formulações originais. Entretanto, chegou-se a um limite de redução da contração de polimerização, pois até então todas as resinas compostas tinham a matriz resinosa à base de metacrilatos (Bis-GMA).

No processo de polimerização a resina se contrai e se esta força for maior que a força de adesão, ocorrem fendas microscópicas, que facilitam a infiltração marginal (Carvalho et al.,1996; Davidson et al.,1984; Kidd 1976; Lutz et al., 1991) levando ao rompimento do selamento marginal (Veronezi, 2000) e a recorrência de cáries.

Visando eliminar ou, ao menos, minimizar a microinfiltração, várias alternativas têm sido estudadas, baseadas no desenvolvimento de materiais adesivos e restauradores mais eficientes e nas técnicas de inserção e de fotopolimerização das resinas compostas (Hilton et al., 1997).

Com relação à técnica de inserção da resina composta, questiona-se a utilização da técnica incremental ou do incremento único. Em grande parte dos casos, preconiza-se o uso da técnica incremental, que propõem a redução do

volume de resina a ser polimerizada de cada vez , resultando portanto, em menor tensão marginal (Franco et al.,2005, Menezes, 2002).

Na literatura tem-se verificado que a técnica incremental na maioria das vezes tem levado a maiores graus de polimerização e conseqüentemente maior dureza (De Gee et al., 1981; Santos et al., 2000; Turbino, 1997).

Através dos estudos, concluiu-se que para atingir uma qualidade aceitável de polimerização, ou seja, alto grau de conversão de monômeros em polímeros, a resina composta deve ser inserida em pequenos incrementos, não ultrapassando 2mm de espessura para as resinas híbridas e micro-híbridas fotoativadas com luz halógena. Porém, quando há uso de outras fontes e de resinas micro ou nanoparticuladas, a espessura desses incrementos deve ser de no máximo 1mm (Russo, 2010).

De acordo com Mobarak e El-Deeb (2012), no que diz respeito à contração de polimerização, em 2005, foi introduzido um compósito com matriz orgânica diferente do BIS-GMA. Esta matriz é constituída à base de silorano, um material composto de siloxano e oxirano, que em sua polimerização ocorre abertura do anel catiônico permitindo contração de cerca de 1%, em volume. Em função da sua recente introdução, pouco se sabe sobre a capacidade de reparação desta categoria de resina composta e com esta finalidade justificou-se o presente estudo.

Considerando uma resina composta com contração de polimerização de 0,7%, que tem como matriz resinosa silorano em vez de metacrilatos, tem-se menor estresse de contração e no que diz respeito à técnica incremental, há a possibilidade de inserção e polimerização de amplos incrementos horizontais. Com a baixa contração, não é necessário aplicar incrementos de resina composta de forma oblíqua mas, simplesmente, respeitar a profundidade da polimerização do material para se adquirir a sua máxima resistência porém não se deve exceder a espessura de 2,5mm de cada incremento horizontal, uma vez que quando se usa uma resina com matriz de silorano, resultam-se em poucos radicais livres para a união química com o próprio incremento (Ilie et al., 2007).

A aplicabilidade clínica deste estudo justifica-se pela importância do estudo da técnica incremental e as resinas compostas , isto é, se de fato o clínico consegue

respeitar os 2 mm da técnica incremental e se um material que possibilitasse sua inserção em incremento único garantiria a resistência coesiva e consequente durabilidade da restauração, além de atender à diminuição de tempo clínico. Considerando situações de reparo de restaurações ou ainda confecção de restaurações propriamente ditas. A partir daí decidimos estudar alguns materiais recentes e que se englobavam neste contexto.

Há uma busca constante por materiais ou técnicas que possibilitem o uso de incrementos mais espessos, na tentativa de agilizar a técnica e diminuir o tempo necessário para confecção de restaurações, mas ainda é insatisfatório (Russo, 2010).

2 REVISÃO DA LITERATURA

Foi em 1963, com Bowen, que as resinas compostas surgiram através da combinação da resina epóxica e resina acrílica, obtendo uma resina epóxico-acrílica, também chamada de resina de Bowen. Sua designação química é BIS-GMA (bisfenol glicidilmetacrilato). Esse material propiciava menor contração de polimerização, menor coeficiente de expansão térmica linear e menor quantidade de bolhas em relação às resinas acrílicas. Posteriormente, Bowen adicionou carga inorgânica (partículas de quartzo) que era unida à matriz orgânica BIS-GMA, com o objetivo de melhorar as propriedades físicas e mecânicas do material. Numa descrição mais atual, Satsangui et al.(2005), definiram as resinas compostas como materiais poliméricos repletos de ligações cruzadas e reforçados por uma dispersão de vidro, cristais e partículas de carga, ou pequenas fibras unidas à matriz por agentes de união, os silanos (Russo, 2010).

As resinas compostas têm, especialmente, três componentes estruturais: a matriz resinosa, a fase dispersa de cargas inorgânicas e o agente de união ou cobertura das partículas de carga, conhecido como silano. Além desses, outros componentes básicos são os sistemas iniciadores e ativadores de polimerização.

O corpo da resina pode ter como matriz o BIS-GMA (bisfenol-glicidilmetacrilato) que é o mais convencional; o uretano dimetacrilato (UDMA), ou ainda mais recentemente o silorano. Em função da alta viscosidade do BIS-GMA e do UDMA, que dificulta sua manipulação e mistura, são adicionados monômeros de menor peso molecular, altamente fluidos como o TEGDMA (trietileno glicoldimetacrilato), que possibilita a incorporação de alto conteúdo de carga, além de propiciar um material final com melhores características de manipulação. Os dimetacrilatos produzem cadeias com ligações cruzadas, resultando numa matriz resinosa mais rígida. Porém, sua característica de contração de polimerização ainda não foi eliminada (Russo, 2010).

As partículas de carga são de vidro ou quartzo e em tamanhos de 0,1 a 100 µm. Também podem ser partículas de sílica obtidas por processos pirolítico ou de precipitação, produzindo partículas de tamanho coloidal (0,04µm). Essas partículas

promovem estabilidade dimensional, com finalidade de melhorar suas propriedades como a dureza e a resistência à compressão, e facilitar a manipulação clínica, além de reduzir a contração de polimerização e o coeficiente de expansão térmica (Russo, 2010).

Devido às partículas de carga, a contração de polimerização é equivalente em proporção à fração volumétrica de carga. Embora a contração varie de uma resina composta para outra, está compreendida na faixa de 1,5 a 4,0% em volume nas primeiras 24 horas após a polimerização. De acordo com o tamanho e a quantidade de partículas de carga, haverá variações nas propriedades mecânicas, sendo interessante acrescentar partículas de diferentes tamanhos numa mesma resina, o que favorece o acréscimo de maior quantidade de partículas de carga para uma mesma quantidade de matriz (Russo, 2010).

Segundo Callister (2008), as combinações e as faixas das propriedades dos materiais foram, e ainda estão sendo, ampliadas através do desenvolvimento de materiais compósitos. De maneira geral, pode-se considerar um compósito qualquer material multifásico que exibe uma proporção significativa das propriedades de ambas as fases que o constituem, de modo tal que é obtida uma melhor combinação de propriedades. De acordo com este princípio da ação combinada, melhores combinações de propriedades são criadas através de uma combinação criteriosa de dois ou mais materiais distintos. Assim, entende-se que compósitos consistem em materiais multifásicos feitos artificialmente, em contraste com um material que ocorre ou se forma naturalmente. Além disso, as fases constituintes devem ser quimicamente diferentes e devem estar separadas por uma interface distinta. A maioria dos compósitos foi criada para melhorar combinações de características mecânicas, tais como rigidez, tenacidade e resistência.

Muitos materiais compósitos são compostos por apenas duas fases; uma chamada de matriz, que é contínua e envolve a outra fase, chamada com frequência de fase dispersa. Os compósitos podem ser classificados em: reforçados com partículas, reforçados com fibras e os compósitos estruturais (Callister, 2008).

Os compósitos com matriz de polímero (CMPs) consistem em uma resina (termo para identificar um plástico de reforço que possui alto peso molecular) polimérica como a fase matriz e fibras como o meio de reforço. Esses materiais são

usados na mais ampla diversidade de aplicações de compósitos, assim como nas maiores quantidades, em função das suas propriedades à temperatura ambiente, da sua facilidade de fabricação e do seu custo. As várias classificações dos CMPs estão de acordo com o tipo de reforço (isto é vidro, carbono e aramida) juntamente com suas aplicações e as várias resinas poliméricas que são empregadas. A fibra de vidro é relativamente forte e quando se encontra no interior de uma matriz de plástico, produz um compósito de resistência específica muito alta (Callister, 2008).

Ensaio de tração são os testes mais indicados para avaliar diversas propriedades mecânicas dos materiais. Uma amostra é submetida à tensão geralmente até sua fratura, com o emprego de uma carga de aumento gradativo de tração, aplicada uniaxialmente ao longo do eixo de um corpo-de-prova. A máquina de tração é projetada para alongar o corpo-de-prova a uma taxa constante, além de medir contínua e simultaneamente a carga instantânea aplicada (com uma célula de carga) e os alongamentos resultantes (usando um extensômetro). Normalmente, um ensaio de tensão-deformação leva vários minutos para ser realizado e é um ensaio destrutivo, isto é, a amostra testada é deformada de maneira permanente, sendo geralmente levada até a fratura (Callister, 2008).

O resultado de um ensaio de tração é registrado em um registrador gráfico (ou por um computador), na forma de um gráfico ou de uma tabela de carga ou força em função do alongamento. Essas características carga-deformação são dependentes do tamanho do corpo-de-prova (Callister, 2008).

As resistências à fratura dos materiais poliméricos são baixas quando comparadas com as dos metais e das cerâmicas. Como regra geral, o modo de fratura em polímeros termofixos é frágil. Em termos simples, associada ao processo de fratura está a formação de trincas nas regiões onde existe uma concentração de tensões localizada (isto é, em riscos, entalhes e falhas afiladas). As ligações covalentes na estrutura em rede ou em ligações cruzadas são rompidas durante a fratura (Callister, 2008).

A resina composta à base de silorano tem como característica uma interface intermediária mais flexível devido ao uso do seu sistema adesivo exclusivo, proporcionando menor estresse. Com a redução da contração da interface pode-se melhorar o selamento marginal e prolongar a durabilidade da restauração (Weimann

et al., 2005). Entretanto, Elshahn et al. (2011) afirmam que mesmo aumentando o fator-C, não houve influência negativa na força de união dos compósitos de baixa contração.

A camada de adesivo do sistema adesivo Silorano constitui-se de duas fases, o adesivo autocondicionante e o carregado de monômeros hidrofílicos, resultando em uma espessa camada de adesivo que promove um alívio de estresse na interface.

Sobre a técnica incremental, Van Ende et al. (2010) demonstraram que o uso da resina Filtek P90, com o adesivo correspondente, reduz a contração e aumenta a força coesiva mais significativamente do que a resina Filtek Z250, entretanto Krajangta e Srisawasdi (2011), encontraram maior força coesiva em restaurações Classe I oclusal com a utilização da resina Filtek Z250 e o Adper Scotchbond Multipurpose do que com o uso da Filtek P90 e seu adesivo específico e a primeira explicação pode ser devido a uma maior espessura, em função das duas camadas de resina formadas pelo Silorano Primer e Silorano Bond.

Versiluis et al. (1996), usando a análise de elementos finitos, mostraram que a técnica incremental leva a maiores deformações de dentes restaurados e produz maior estresse. Por outro lado, Kujis e Fennis (2003), concluíram que a diferença entre a técnica de incremento único e a incremental não foi significativa. Estudos experimentais recentes confirmam o fato de que a técnica incremental produz menos *gaps* (indutórios de cepas bacterianas) do que a técnica de incremento único (Park et al., 2008).

Nayif et al. (2008) demonstraram que a resina composta mal polimerizada devido à ausência de energia luminosa pode evitar a adesão da resina no assoalho da cavidade. A microscopia eletrônica de varredura evidenciou a formação de fendas no assoalho das cavidades quando preenchidas pela técnica de incremento único enquanto na utilização da técnica incremental apresentou uma adesão homogênea do compósito às paredes da cavidade.

Com relação ao uso do adesivo, Pucci et al. (2013) afirmaram que valores de resistência de união mais elevados foram associados com aplicação ativa do

adesivo silorano, quando em comparação com a aplicação do adesivo passiva, alguns estudos demonstraram que a aplicação ativa do primer acidulado com componentes à base de metacrilato pode acelerar a evaporação do solvente resultando em uma melhor incorporação do monômero dentro da *smear-layer*. Embora a composição do adesivo do Silorano seja diferente, exibiu o mesmo comportamento com respeito ao método de aplicação. A presença de um tratamento da superfície dentinária (laser ou ácido fosfórico), quando combinado com uma superfície de dentina úmida e a utilização da agitação do primer, melhora a força de resistência do sistema adesivo Silorano.

Baur e Ilie (2013) demonstraram em seu estudo que o efeito dos diferentes materiais na força coesiva varia fortemente, dependendo de sua manipulação e sua indicação (material para preenchimento, ou como material reparador). A resina Filtek Silorano possui propriedades de um material de reparação ideal, pois fornece valores adequados em todas as combinações com os materiais testados (resinas a base de metacrilatos). Pode-se presumir que a outra forma ótima de resultados da Filtek Silorano quando utilizada como um preenchimento de reparação estão otimizadas, devido à sua relativa baixa contração de polimerização, o que leva a uma menor formação de fendas do compósito ao substrato ou a camada do agente de ligação. A resina Filtek Silorano portanto, fornece uma superfície menos propensa à falhas. Especialmente, quando utilizada como material reparador apresenta os maiores valores de resistência de união e aumentou significativamente o número de fraturas coesivas em obturações e reparos. No entanto, se um Silorano de preenchimento é combinado com outra resina como a Esthet X, Filtek Supreme XT, ou Tetric Ceram HB, como material reparador, um grande número de fraturas adesivas pode ser observado. As fraturas coesivas demonstram que o silorano, quando usado em preenchimento, tem suas propriedades mecânicas e físicas reduzidas, representando um ponto fraco da adesão.

Baksh et al. (2013) realizaram teste de resistência de união em uma cavidade que pode ser, essencialmente, diferente da superfície plana que é comumente utilizado como substrato para a adesão. Neste ponto, além dos fatores associados, como o fator-C, a espessura da camada de adesivo pode ser afetada significativamente pela forma e pela presença de ângulos de em uma cavidade em oposição a uma superfície livre e plana. Além disso, a evaporação de solventes à

base de água, é afetada por secagem com ar. Alguns estudos relatam que a incompleta remoção do solvente vai dificultar a polimerização eficaz entre resina e adesivo, especialmente se o composto não é colocado sob pressão adequada para quebrar a barreira de monômeros de solventes com monômeros não –reagentes. A microscopia eletrônica de varredura (MEV) mostra frequentemente pequenos vazios ou "bolhas" em áreas como a interface entre a resina flow e o adesivo e curiosamente, o fracasso é freqüente entre o agente compósito e agente de colagem, confirmando o papel deste importante conjunto na adesão.

Mobarak e El-Deeb (2013) afirmam que o uso de diferentes adesivos em reparos para resina composta à base de silorano, tendem a mostrar microinfiltrações, uma vez que a absorção de água favorece monômeros não-reagentes interferindo diretamente na estabilidade do sistema adesivo, o que não ocorre com a utilização de materiais a base de silorano.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo principal desta pesquisa é avaliar a influência da técnica incremental na força coesiva de diferentes resinas compostas com a presença ou não de sistema adesivo. Assim sendo, podemos dividir a proposição deste trabalho nos tópicos abaixo:

- Influência da Técnica Incremental
- Influência do tipo de resina composta
- Influência da presença ou não de sistema adesivo
- Se há interação entre todos os fatores citados

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Materiais

- Água destilada;
- Espátula metálica de inserção de resina (Kota, Japan);
- Resinas compostas Filtek P90-3M ESPE, St.Paul,MN,USA e Filtek Z350 XT-3M ESPE, St. Paul, MN,USA, cor A3;
- Adesivo Single Bond- 3M ESPE, St.Paul,MN,USA;
- Adesivo Primer e Bond P90-3M ESPE, St.Paul,MN,USA;
- Dispositivos de teflon e magazine metálica, Jaguaré Protótipos- LTDA-ME, SP, Brasil;
- Papel absorvente ;
- Pinça metálica, Duflex,Brasil;
- Sonda periodontal milimetrada, Duflex, Brasil;
- Pincéis *microbrush*.

Equipamentos

- Fotopolimerizador Bluephase Ivoclar Vivadent, Estados Unidos– Auxílio Pesquisa Regular FAPESP, processo 2010/15403-5);
- Dispositivos metálicos acoplados à Instron- Auxílio Pesquisa Regular FAPESP, processo 2010/15403-5) , Jaguaré Protótipos- LTDA-ME, SP, Brasil;
- Máquina de tração Instron (Modelo 5942,Instron Co., Canton, MA, Estados Unidos).

4.2 Métodos

4.2.1 Preparo dos espécimes

Foi confeccionado para este trabalho um dispositivo bipartido de Teflon que se encaixa em um magazine metálico para manter as metades em posição durante a preparação dos corpos de prova do compósito. A partir deste dispositivo de forma tronco-cônica, e dimensões: 4mm de base, 2mm de diâmetro na interface e 8mm de altura foram obtidos 120 espécimes, divididos em 12 grupos(n=10) conforme mostra tabela 4.1 a seguir:

Tabela 4.1- Grupos analisados. A técnica incremental foi denominada: 2O para técnica de 2 incrementos oblíquos, 2H para técnica de 2 incrementos horizontais, ou 4, para técnica de incremento único de 4mm

Grupo	Número de incrementos	Espessura de cada incrementos em mm	Adesivo	Resina Composta
G1	2	4	Sem adesivo	Filtek P90
G2	2	4	Sem adesivo	Filtek Z350 XT
G3	3	2H+4	Sem adesivo	Filtek P90
G4	3	2H+4	Sem adesivo	Filtek Z350 XT
G5	3	2O +4	Sem adesivo	Filtek P90
G6	3	2O +4	Sem adesivo	Filtek Z350 XT
G7	2	4	Com adesivo	Filtek P90
G8	2	4	Com adesivo	Filtek Z350 XT
G9	3	2H +4	Com adesivo	Filtek P90
G10	3	2H +4	Com adesivo	Filtek Z350 XT
G11	3	2O +4	Com adesivo	Filtek P90
G12	3	2O +4	Com adesivo	Filtek Z350 XT

Foram utilizadas as resinas compostas: Filtek P90-3M ESPE, St.Paul,MN,USA, e Filtek Z 350 XT- 3M ESPE, St.Paul,MN,USA (Figura 4.1), ambas cor A3, inseridas no dispositivo bipartido de teflon segundo a técnica incremental adotada. A resina foi inserida com uma espátula metálica de inserção de resina composta, em incrementos horizontais ou em incrementos oblíquos, conforme a inclinação dada pelo instrumental utilizado, em incrementos de 2mm de espessura, ou ainda inserida de uma só vez, em incremento único de 4mm de espessura.



Figura 4.1 - Resina Composta Filtek P90 e Filtek Z350 XT

Cada incremento de resina composta foi cuidadosamente mensurado com o auxílio de uma sonda periodontal milimetrada (Duflex, Brasil), padronizando assim as espessuras para cada grupo, como indicado na tabela acima.

O total foi de 12 grupos, sendo que 6 grupos usaram o sistema adesivo específico de cada resina na região de interface do espécime.

Realizou-se a fotopolimerização da resina composta a uma intensidade de $1200\text{mW}/\text{cm}^2$ (Bluephase LED Curing Light, Ivoclar Vivadent Products, no modo contínuo; aplicou-se a intensidade máxima pelo tempo determinado pelo fabricante, no caso 20 segundos. No caso do incremento único, a polimerização foi realizada no modo contínuo porém durante 40 segundos por incremento.

Os espécimes finalizados constituíram-se de dois tronco-cones de resina composta unidos pela base menor, onde se encontrava a interface de adesão,

padronizada em 2mm de diâmetro e em uma área circular de $3,14\text{mm}^2$, Barakat e Powers (1986), conforme mostrado na figura 4.2. 120 espécimes foram imersos em água destilada à 37°C em estufa, após sua confecção por pelo menos 24 horas (Terzvergil-Mutluay et al., 2008).

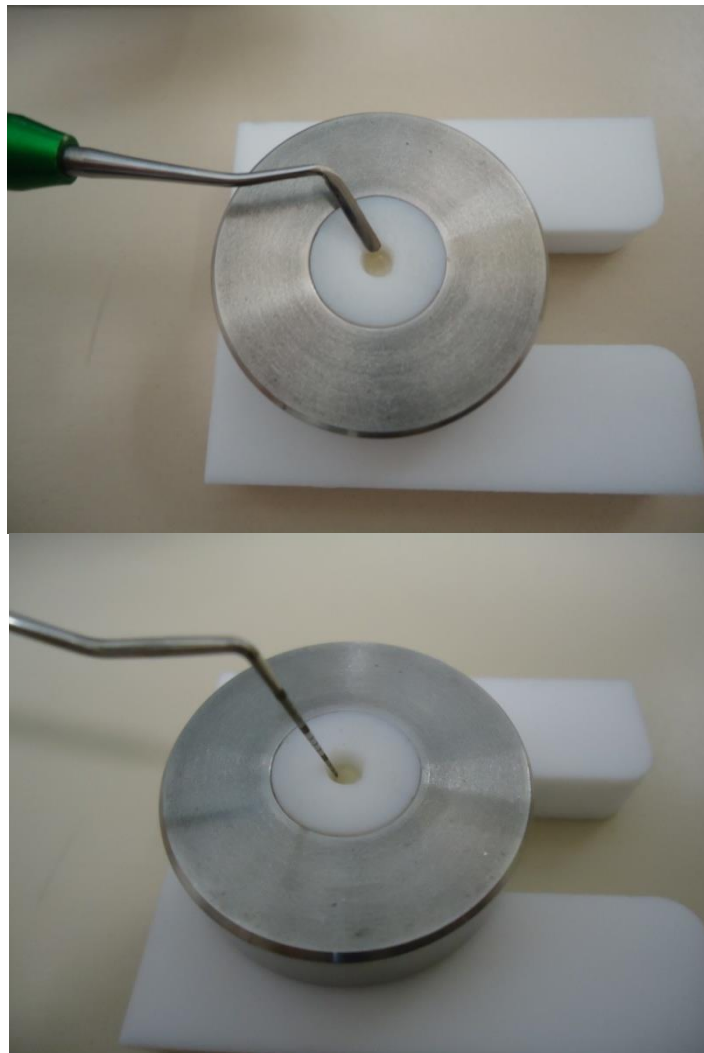


Figura 4.2 - Confeção dos espécimes em dispositivos de Teflon inseridos em magazine metálico e mensuração com sonda periodontal milimetrada



Figura 4.3 - Fotopolimerizador Bluephase

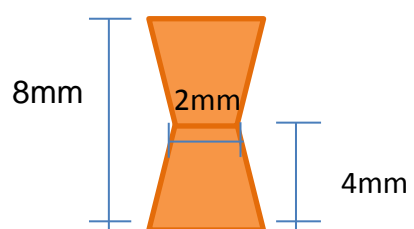


Figura 4.4 – Desenho esquemático de espécimes com 8mm x 4mm x2mm

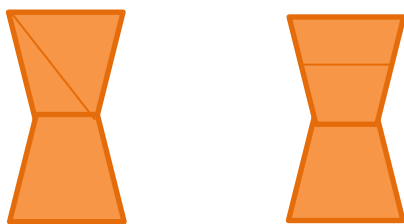


Figura 4.5 – Desenho esquemático de espécimes com inserção oblíqua e horizontal respectivamente



Figura 4.6 – Dispositivos metálicos para microtração



Figura 4.7 – Máquina de tração Instron

4.4 Ensaio de Microtração

Os espécimes foram testados individualmente, prendendo-os à base metálica pré-fabricada e em seguida adaptada à máquina de prova Instron (Modelo 5942, Instron Co., Canton, MA, Estados Unidos) e a uma velocidade de 5mm por mim. O teste de microtração foi utilizado para avaliar a força coesiva da resina composta e a influência da técnica incremental utilizada, conforme mostra a figura 4.8.

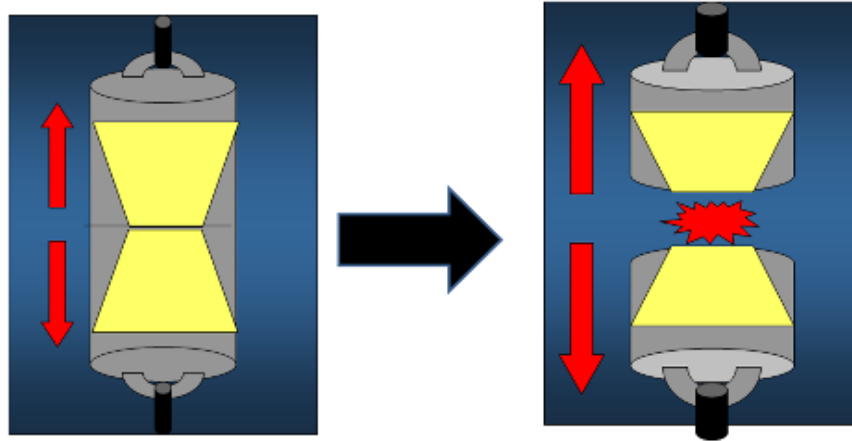


Figura 4.8- Desenho esquemático de espécime submetido à tração

O teste de microtração tem versatilidade, em relação a outros testes como cisalhamento ou tração, podendo comparar regiões ímpares, áreas de forma irregular, regiões onde os outros testes não conseguiriam, e permite avaliar resistência adesiva em diferentes áreas de um mesmo espécime (Della Bona; Van Noort, 1995).

4.5 Análise estatística

Para análise dos dados, foi utilizado o Programa SPSS 14.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). A variável resposta analisada foi a resistência coesiva, representada pela variável RC (resistência coesiva). Foi feito o teste preliminar de homogeneidade de Levene e o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (tabelas em Resultados).

Satisfeitas as premissas do teste, foi feita a análise de variância (ANOVA) e teste complementar paramétrico de Tukey HSD.

5 RESULTADOS

5.1 Avaliação da Força Coesiva

Para a avaliação da Força Coesiva, este trabalho experimental possui três fatores de variação:

- Resina em dois níveis de variação: Filtek P90 e Filtek Z350 XT
- Técnica incremental em três níveis de variação: oblíqua, horizontal ou incremento único
- Adesivo em dois níveis de variação- na presença ou não

5.1 Estatística Descritiva

Tabela 5.1 - Estatística descritiva

Resina	Adesivo	Inserção	Média	Desvio padrão	Limite superior	Limite inferior	Mínimo	Máximo
P90	Sem adesivo	4+4	26,35	9,13	19,81	32,88	13,13	43,73
P90	Sem adesivo	2H+4	27,53	7,87	21,90	33,16	18,06	42,19
P90	Sem adesivo	2O+4	10,21	6,07	5,86	14,55	1,47	20,19
P90	Com adesivo	4+4	19,23	15,58	8,09	30,38	5,86	55,73
P90	Com adesivo	2H+4	19,23	15,58	8,09	30,38	5,86	55,73
P90	Com adesivo	2O+4	9,89	7,73	4,36	15,41	1,99	25,54
Z350XT	Sem adesivo	4+4	31,12	9,89	24,05	38,19	12,55	44,99
Z350XT	Sem adesivo	2H+4	27,18	13,10	17,81	36,55	2,73	47,59
Z350XT	Sem adesivo	2O+4	17,51	11,59	9,22	25,80	3,38	34,46
Z350XT	Com adesivo	4+4	25,03	15,00	14,29	35,76	9,83	47,48
Z350XT	Com adesivo	2H+4	24,82	8,75	18,57	31,08	14,87	42,51
Z350XT	Com adesivo	2O+4	15,63	11,10	7,69	23,56	2,56	34,17

A tabela 5.1 acima mostra a estatística descritiva dos dados desse trabalho experimental.

5.2 Modelo experimental

O modelo estatístico escolhido para a análise dos dados deste estudo experimental foi o teste paramétrico de Análise de Variância (ANOVA) de três fatores e nível de significância 0,05 ou 5% e os testes de normalidade de acordo com as tabelas 5.2 e 5.3.

5.3 Teste de Normalidade

Tabela.5.2 - Teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov

Valor estatístico	GI (graus de liberdade)	<i>valor-p.</i> (Significância)
0,72	120	0,186

O teste de normalidade Komlogorov-Smirnov apresentou distribuição normal, sendo este é um dos pré requisitos para o teste paramétrico ANOVA.

5.4 Teste de Homogeneidade

Tabela.5.3 - Teste de homogeneidade de Levene

Valor estatístico(F)	gL1	gL2	<i>valor-p.</i> (Significância)
1,880	11	108	0,050

O teste de homogeneidade de Levene apontou que $F(11,108)=1,880$; $p=0,050$; não significativa, portanto os dados apresentam distribuição homogênea, sendo esse um dos pré-requisitos para o teste paramétrico ANOVA.

5.5 ANOVA

Tabela 5.4 - Tabela da Análise de Variância

Fonte da variação	SQ	GI	MQ	F calc.	valor-P
Interceção	53645,711	1	53645,711	413,818	,000*
Resina	693,794	1	693,794	5,352	,023*
Adesivo	566,023	1	566,023	4,366	,039*
inserção	3693,458	2	1846,729	14,246	,000*
resina * adesivo	24,246	1	24,246	,187	,666
resina * inserção	79,433	2	39,716	,306	,737
adesivo * inserção	165,530	2	82,765	,638	,530
resina * adesivo * inserção	72,633	2	36,316	,280	,756
Erro	14000,679	108	129,636		
Total	72941,508	120			

O resultado do teste de ANOVA aponta as variáveis:

Resina com valor de $F=5,352$ é significativa com valor de $p=0,023$;

Adesivo com valor de $F=4,366$ é significativa com valor de $p=0,039$;

Inserção com valor de $F=14,246$ é significativa com valor de $p=0,000$;

A interação das variáveis: Resina e Adesivo com valor de $F=0,187$ não é significativa com valor de $p=0,666$;

A interação das variáveis: Resina e Inserção com valor de $F=0,306$ não é significativa com valor de $p=0,737$;

A interação das variáveis: Adesivo e Inserção com valor de $F=0,638$ não é significativa com valor de $p=0,530$;

A interação Resina, Adesivo e Inserção com valor de $F=0,280$ não é significativa com valor de $p=0,756$.

A fim de se detectar as diferenças existentes entre as variáveis resina e adesivo, por possuírem apenas dois níveis, foi feita a comparação diretamente entre

os pares. Em função da variável inserção possuir três níveis, foi realizado o teste complementar de múltipla comparação Tukey HSD.

5.5.1 – Comparação “par a par”

Tabela 5.5 - Valores estimados para a variável Resina

Variável: Resina	Média	Erro-padrão	Intervalo de Confiança 95%	
			Limite inferior	Limite Superior
P90	18,739	1,470	15,825	21,653
Z350XT	23,548	1,470	20,634	26,462

Tabela 5.6 - Comparação “par-a-par” para a variável Resina

Comparações		Média da diferença	Erro-padrão	Valor-p
P90	Z350XT	-4,809	2,079	,023*
Z350XT	P90	4,809	2,079	,023*

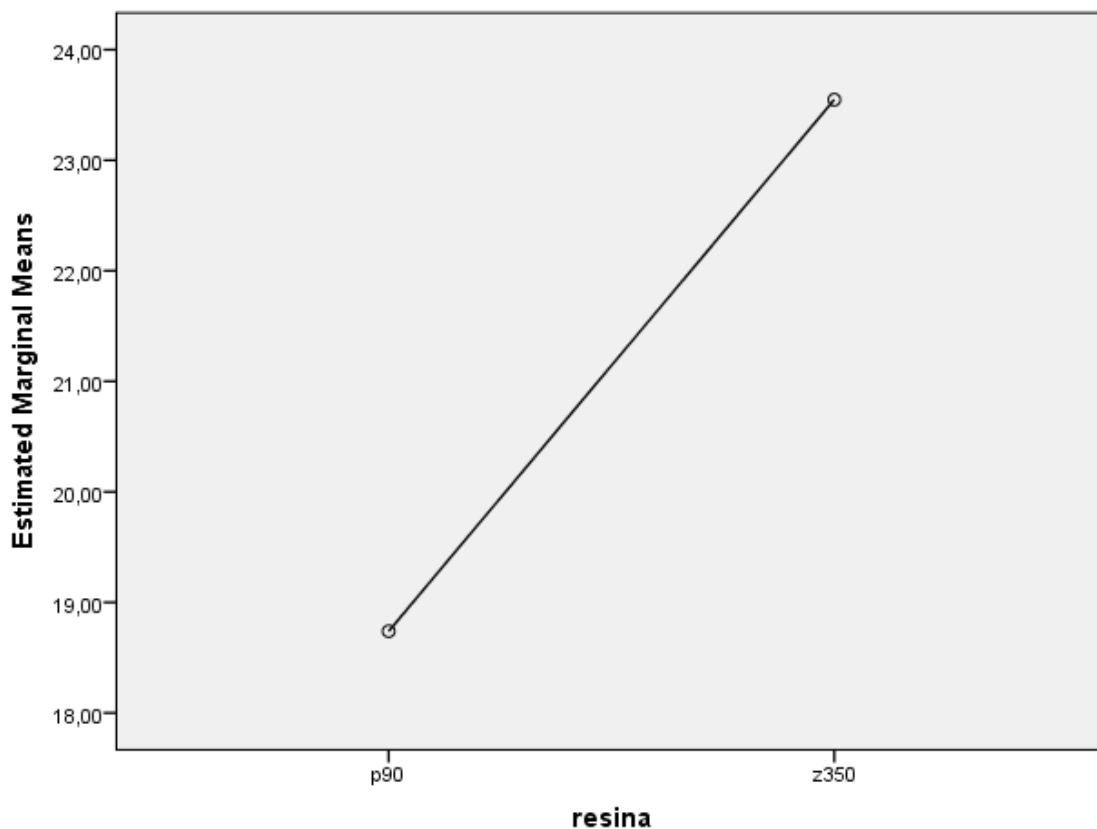


Gráfico 5.1 – Valores estimados para a variável Resina

Para a variável Resina, os dois níveis foram diferentes estatisticamente significantes (tabela 5.4)

Tabela 5.7 - Valores estimados para a variável Adesivo

Variável: Adesivo	Média	Erro-padrão	Intervalo de Confiança 95%	
			Limite inferior	Limite Superior
sem adesivo	23,315	1,470	20,402	26,229
com adesivo	18,972	1,470	16,058	21,885

Tabela 5.8 - Comparação “par-a-par” para a variável Adesivo

Comparações		Média da diferença	Erro-padrão	Valor-p
sem adesivo	com adesivo	4,344*	2,079	,039*
com adesivo	sem adesivo	-4,344*	2,079	,039*

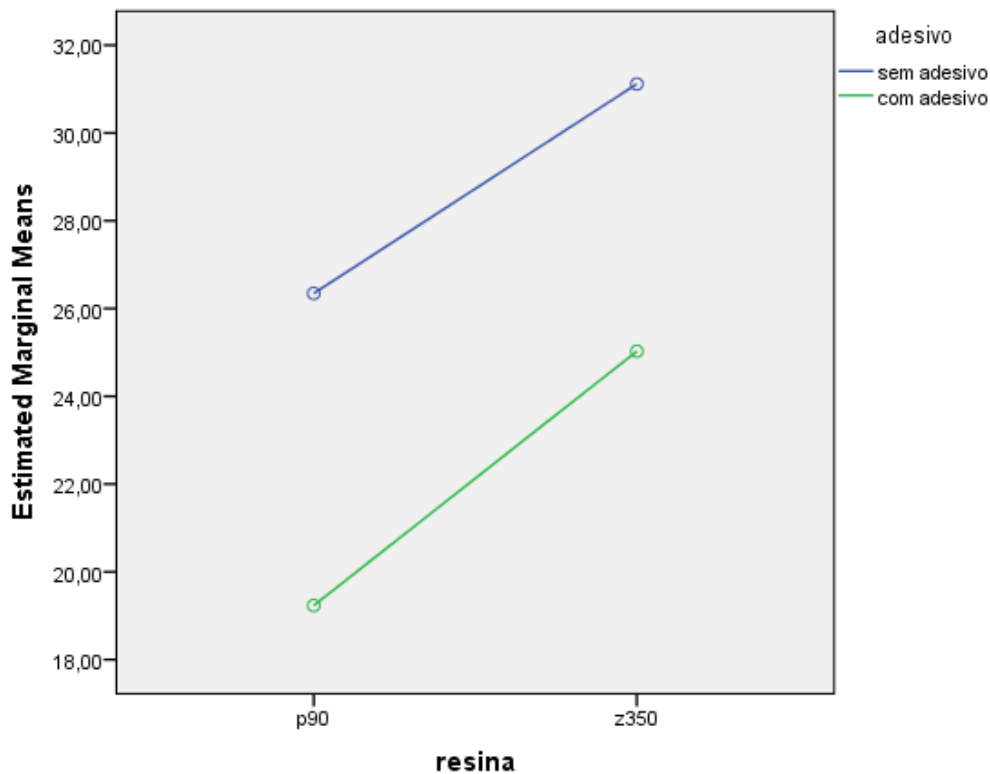


Gráfico 5.2 – Valores estimados para a variável Adesivo

Para a variável Adesivo, os dois níveis foram estatisticamente significantes (Tabela 5.4)

Tabela 5.9 - Valores estimados para a variável Inserção

Variável: Inserção	Média	Erro-padrão	Intervalo de Confiança 95%	
			Limite inferior	Limite Superior
4+4	25,430	1,800	21,862	28,999
2H+4	24,691	1,800	21,123	28,259
2O+4	13,309	1,800	9,741	16,878

Tabela 5.10 - Teste complementar de múltipla comparação Tukey HSD

Comparações		Média da diferença	Erro-padrão	Valor-p
4+4	2H+4	,739	2,546	,955
	2O+4	12,121	2,546	,000
2H+4	4+4	-,739	2,546	,955
	2O+4	11,382	2,546	,000*
2O+4	4+4	-12,121	2,546	,000*
	2H+4	-11,382	2,546	,000*

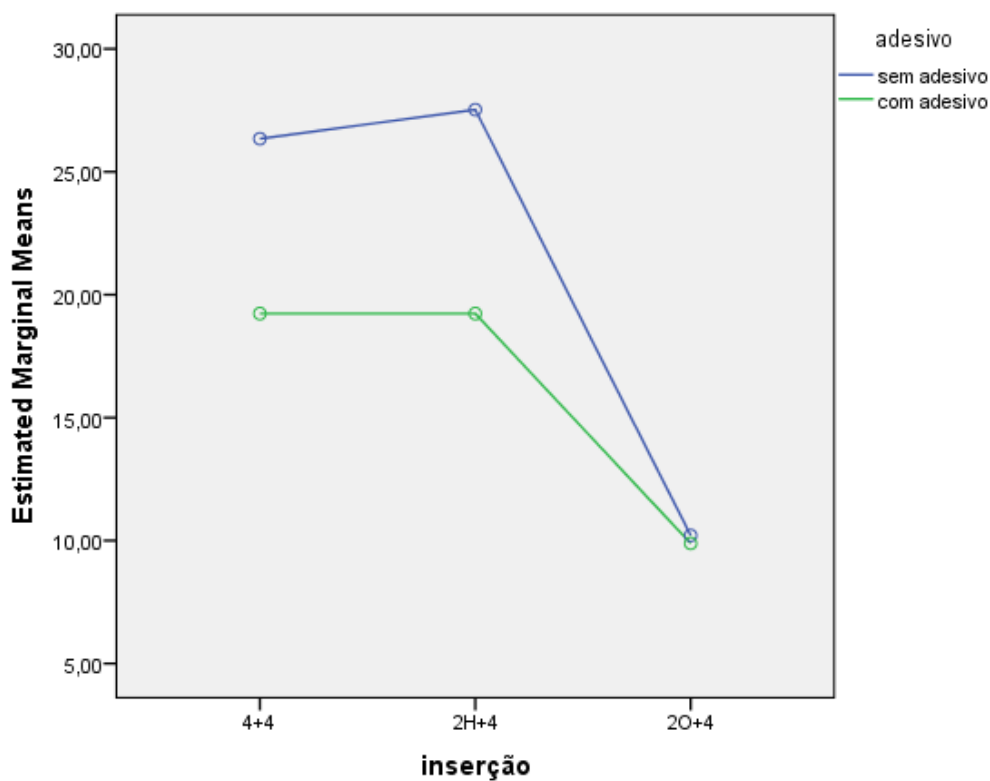


Gráfico 5.3 – Valores estimados para a variável Inserção

Para a variável Inserção, os três níveis foram diferentes estatisticamente (tabela 5.4) e a técnica de inserção 2O+4 é diferente das técnicas de inserção 4+4 e da técnica de inserção 2H+4 e não há diferença estatisticamente significativa entre a técnica de inserção 4+4 e 2H+4. Assim sendo :

2O+4 <4+4=2H+4

Para a variável Resina, os 2 níveis foram diferentes estatisticamente, (tabela 5.4), sendo que:

P90<Z350XT

Para a variável Adesivo, os 2 níveis foram diferentes estatisticamente, (tabela 5.4), sendo que:

Com adesivo < sem adesivo

As interações duplas: Técnica de inserção X Resina, Técnica de inserção X Adesivo, Resina X adesivo, não apresentaram diferenças estatística

A interação tripla Técnica de inserção X Resina X adesivo, não apresentou diferenças significantes.

6 DISCUSSÃO

No presente estudo, foi observado no fator de variação resina o pior desempenho para a resina P90 provavelmente em função da sua composição, uma vez que a matriz orgânica é o silorano. O compósito de matriz orgânica à base de silorano foi introduzido em 2005 e a matriz foi modificada consistindo-se de siloxano e componentes oxiranos, apresentando cerca de 1% de contração de polimerização devido à abertura do anel catiônico. Em função desta recente introdução, pouco se sabe sobre a capacidade de reparação desta categoria de compósito e este estudo vem contribuir com este objetivo (Zakir et al., 2013).

Chen et al. (2011) observaram que as propriedades mecânicas podem ser melhoradas por uma pequena fração de massa de cristais de hidroxiapatita, os quais resultam numa distribuição uniforme da resina composta, mas, se esta massa for aumentada haverá o efeito contrário causando redução das propriedades mecânicas, assim, uma fração da massa de cristais de hidroxiapatita pode desempenhar um papel no aumento ou diminuição das propriedades mecânicas.

Com relação ao fator de variação técnica de inserção, a técnica oblíqua, de dois incrementos horizontais de 2mm e 1 incremento único de 4mm apresentou os valores mais baixos. A hipótese da dispersão da luz durante a polimerização sugere estes resultados. Segundo Jenkins e White (1981), a intensidade de luz irá diminuir a medida que ela penetra em um meio diferente, como por exemplo a resina composta. A perda de intensidade, é causada pela absorção da luz pelo material, e em algumas circunstâncias, causada pelo espalhamento de luz internamente ao material. Além da diminuição da luz transmitida para a interface aderida, devido à inclinação do incremento oblíquo, poderá ocorrer uma maior reflexão da luz na superfície do material, pois a intensidade de luz a ser refratada, depende diretamente do ângulo de sua incidência em relação à Normal, perpendicular ao material (Philips, 1981).

Nayif et al. (2008) demonstraram que a resina composta mal polimerizada devido à ausência de energia luminosa pode evitar a polimerização da resina no

assoalho da cavidade. Segundo Ariyoshi et al. (2010), a técnica de incremento único não é a mais apropriada para grandes cavidades, devido à profundidade limitada de polimerização. A polimerização dual (química e física) é a mais indicada por ser capaz de polimerização química em regiões sem transmissão de luz. Os resultados obtidos sugeriram que técnicas de inserção e modos de polimerização influenciaram a força coesiva e resistência adesiva, obtendo melhores resultados. A fotoativação do compósito mostrou-se essencial para a obtenção de elevadas forças de coesão.

Ainda no tocante da transmissão da luz, se considerarmos algumas propriedades ópticas podemos explicar mais criteriosamente os fenômenos ocorridos.

Segundo Philips (1981), a reflexão da luz é a devolução de radiação por uma superfície, sem modificação da frequência dos componentes monocromáticos, dos quais a radiação é composta.

Callister (2008), afirma que quando a radiação luminosa passa de um meio para outro que possui um índice de refração diferente, uma parte da luz é dispersada na interface entre os dois meios mesmo se ambos os materiais forem transparentes. A reflexividade representa aquela fração de luz incidente que é refletida na interface, ou seja, é a razão entre o feixe de luz refletido e o incidente respectivamente. A reflexão de luz poderá ser total ou parcial. A reflexão será total quando o raio de luz incidente atingir o limite entre os dois meios mas não penetrar no meio subjacente sendo totalmente refletido. Isso ocorre sempre que o ângulo formado entre o raio incidente e a normal é maior ou igual ao ângulo crítico., e quando o índice de refração do meio de onde veio o raio de incidência é maior do que o índice de refração do meio subjacente. O ângulo crítico é maior do que o ângulo de reflexão parcial. A reflexão parcial ocorre quando um raio de luz incide em um plano que separa dois meios diferentes, como por exemplo ar e vidro. Parte do raio é refletido para o primeiro meio, no caso o ar e a parte restante é refratada, ou seja desviada para o segundo meio, no caso o vidro. Jenkins e White (1981) comentam que o caminho seguido por estes raios pode ser descrito por duas leis ópticas geométricas, a primeira estabelece que o ângulo de incidência deve ser igual ao ângulo de reflexão, e a segunda parte desta lei estabelece que o raio refletido permaneça no plano de incidência e no lado oposto da normal, em outras palavras,

o raio incidente, a normal e o raio refletido devem estar todos num mesmo plano, sendo este plano perpendicular à interface que separa os dois meios. A segunda lei refere-se aos raios incidente e refratado, e coloca o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo do raio refratado numa razão constante, um com o outro para todos os ângulos de incidência. Por fim o raio refratado também permanece em um plano de incidência do lado oposto da normal e esta relação também pode ser chamada de Lei de Snell.

Sobre a reflexão da luz, também podemos classificá-la como especular, difusa ou mista. A primeira ocorre quando o raio refletido se apresenta sem difusão, o que ocorre por exemplo numa superfície polida. A reflexão difusa ocorre quando há dispersão dos raios em várias direções, como numa superfície rugosa ou ainda pode ser mista, quando ocorrem ambas as situações como numa cerâmica odontológica e esmalte humano.(Brodbelt et al., 1980, Brodbelt et al., 1981).

A partir destes conceitos pode-se deduzir que o pior desempenho observado foi da técnica oblíqua, o que deve-se à incidência de raios num plano inclinado culminando com a dispersão da energia luminosa, ao passo que na técnica horizontal, por se tratar de luz incidindo em um plano perpendicular, a transmissão de energia luminosa dá-se de forma mais colimada e conseqüentemente favorece a eficiência na fotopolimerização da resina, culminando em maior resistência coesiva.

Ilie e Hickel (2006), afirmam que as propriedades mecânicas tendem a diminuir com a profundidade dos incrementos , mas não obtiveram diferenças significativas das propriedades mecânicas entre 2mm e 6mm, assim como também não observaram diferença entre os padrões de polimerização adotados (luz halógena e LED) e correlação entre o tempo de polimerização e propriedades mecânicas. As propriedades mecânicas dos compósitos à base de silorano são clinicamente bem sucedidas e comparáveis aos compósitos a base de metacrilato. Versluis et al. (1998), avaliaram se a contração de polimerização ocorria somente em direção à luz e concluíram que a contração ocorre em várias direções, dependendo também de fatores como a adesão e fator-C. No entanto, a inclinação da fonte de luz não foi um fator considerado (Feilzer et al., 1987).

Outra observação do presente estudo, refere-se ao fator de variação adesivo, pois na sua presença observou-se redução da força coesiva da resina

corroborando com Krajangta e Srisawasdi (2011), que encontraram maior força coesiva em restaurações Classe I oclusal com a utilização da resina Filtek Z250 e o Adper Scotchbond Multipurpose do que com o uso da Filtek P90 e seu adesivo específico e a primeira explicação pode ser devido a uma maior espessura, em função das duas camadas de resina formadas pelo Silorano Primer e Silorano Bond.

Um estudo reportou que a utilização de uma fina camada de adesivo (Adper Scotchbond Multi-Purpose) resultou em redução de estresse na interface resina-dentina (Choi et al., 2000).

Sobre a técnica incremental, Van Ende et al. (2010) demonstraram que o uso da resina Filtek P90, com o adesivo correspondente, reduz a contração e aumenta a força coesiva mais significativamente do que a resina Filtek Z250, entretanto Krajangta e Srisawasdi (2011), encontraram maior força coesiva em restaurações Classe I oclusal com a utilização da resina Filtek Z250 e o Adper Scotchbond Multipurpose do que com o uso da Filtek P90 e seu adesivo específico e a primeira explicação pode ser devido a uma maior espessura, em função das duas camadas de resina formadas pelo Silorano Primer e Silorano Bond.

O estudo de Pucci et al. (2013), demonstrou que houve vários espécimes com descolamento da camada adesiva da camada do primer polimerizado, identificado por meio de microscopia eletrônica de varredura e observaram a presença de uma zona intermediária fina, de aproximadamente 1 µm, que estava presente entre o *primer* polimerizado e o adesivo. Esta zona intermediária continha intensidades espectrais mistas que foram associadas tanto ao *primer* quanto ao *bond* do adesivo. Isto pode ser devido à presença de uma fina camada de inibição de oxigênio remanescente na superfície polimerizada do primer. A presença de uma fina camada de inibição de oxigênio resulta, provavelmente, em uma subótima de acoplamento entre o primer e o adesivo. Sauro et al. (2009), observaram a formação de gotículas de água não-globular dentro do adesivo não polimerizado evidenciando que a fase dinâmica mudou quando o adesivo do silorano foi aplicado, na presença de pressão pulpar simulada. Os autores sugeriram que a formação de gotas é atribuída a dessorção da água e componentes hidrofílicos (tais como HEMA e fosforilada metacrilatos) contido no primer do adesivo, o qual resulta na separação de fases do adesivo Silorano.

Entende-se que mais estudos são necessários para avaliar se esta zona de intervenção pode atuar como um elo fraco do sistema adesivo Silorano.

Ainda no tocante ao uso do adesivo, a evaporação de solventes a partir de água, é afetada por secagem com ar. Alguns estudos relatam a incompleta remoção do solvente a partir da superfície dos adesivos All-in-one mediante polimerização, o que vai dificultar a co-polimerização eficaz entre resina e adesivo, especialmente se o composto não é colocado sob pressão adequada para quebrar a barreira de monômeros de solventes / monômeros não –reagentes. O álcool isopropílico tem uma pressão de vapor relativamente baixa (4,1 kPa a 20 8C) de etanol (5,8 kPa a 20 8C), o que significa que ele requer mais tempo para evaporar durante a secagem com ar. A microscopia eletrônica de varredura (MEV) mostra frequentemente pequenos vazios ou "bolha" em áreas como a interface entre a resina flow e adesivo e curiosamente, o fracasso é freqüente entre o agente composto e colagem confirmando o papel deste importante conjunto na adesão (Bakhsh et al.,2013).

Feitosa et al. (2012) observaram em seu estudo, micro-fissuras entre o adesivo do silorano (bond) e o primer polimerizado, o que pode ter levado à redução da força de união e conseqüente diminuição de resistência mecânica.

Por fim, torna-se necessária a utilização de outros modelos *in vitro*, e principalmente, modelos *in situ* e *in vivo*, que forneçam dados complementares para uma avaliação mais ampla do comportamento coesivo das resinas em questão.

7 CONCLUSÕES

Dentro das limitações de um estudo in vitro, pode-se concluir:

- O fator de variação, técnica incremental apresentou a inserção de incrementos oblíquos como a de pior desempenho, influenciando negativamente na resistência coesiva.
- O fator de variação resina, evidenciou a resina P90 com menor força coesiva quando comparada à resina Z 350XT.
- O fator de variação adesivo, demonstrou que a utilização do adesivo apresentou redução de força coesiva.

REFERÊNCIAS¹

Ariyoshi M, Nikaido T, Foxton RM, Tagami J. Influence of filling technique and curing mode on the bond strength of composite cores to pulpal floor dentin. *Dent Mater J*. 2010; 29(5): 562-59.

Bakhsh TA, Sadr A, Shimada Y, Mandurah MM, Hariri I, Alsayed EZ, Tagami J, Sumi Y. Concurrent evaluation of composite internal adaptation and bond strength in a class-I cavity. *J Dent*. 2013 Jan;41(1):60-70

Barcellos DC, Pucci CR, Torres CRG, Goto EH, Inocencio AC . Effects of resinous monomers used in the dental modeling on the cohesive strength of composite resin. *J Adhes Dent*. 2008; 10:351-4.

Barakat MM, Powers JM. In vitro bond strength of cements to treated teeth. *Aust Dent J*. 1986 July; 31: 415-9.

Baur V, Ilie N. Repair of dental resin-based composites. *Clin Oral Invest*. 2013 (17):601-8.

Bengtson CRG, Azevedo DS, Turbino ML. Influência da espessura do incremento de resina composta na união de um sistema adesivo ao esmalte bovino. *RPG Rev Pós Grad* 2010;17(3):138-42.

Boaro LC, Gonçalves F, Guimarães TC, Ferracane JL, Pfeifer CS, Braga RR. Sorption, solubility, shrinkage and mechanical properties of "low-shrinkage" commercial resin composites. *Dent Mater*. 2013 Apr;29(4):398-404.

Bowen RL. Properties of Silica-reinforced polymer for dental restoration. *J Am Dent Assoc*. 1963;66(1): 57-64.

Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin C, et al. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. *J Dent*. 2001; 29(1): 55-61.

Boushell LW, Getz G, Swift Jr EJ, Walter R. Bond Strengths of a silorane composite to various substrates. *Am J Dent*. 2011; 24(2): 93-6.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

Broadbelt RHW, O'Brien WJ, Fan PL. Translucency of dental porcelains. *J Dent Res.* 1980; 59(1) 70-5.

Broadbelt RHW, O'Brien WJ, Fan PL, Frazer-Dib JG, Yu R. Translucency of human dental enamel. *J Dent Res* 1981; 60(10)1749-53.

Callister, WD. Jr. *Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais , Uma abordagem integrada.* 2 edição. São Paulo: Anhanguera Educacional;2008.

Carvalho APMC, Turbino ML. Analysis of the microtensile bond strength to enamel of two adhesive systems polymerized by halogen light or LED. *Pesqui Odontol Bras.* 2005; 19(4): 307-11.

Carvalho RM, Pereira JC, Yoshima M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent.* 1996; 21(1): 17-24.

Casanova RC, Amaral CM, Marchi GM, Pimenta LAF, Costa JF. Influência das técnicas de inserção de resina composta condensável sobre a infiltração marginal. *Cienc Odontol Brás.* 2002; 5(3): 62-8.

Consani S, Pereira SB; Sinhoretti MAC, Correr SL. Efeito dos métodos de fotoativação e de inserção sobre a dureza de resinas compostas. *Pesqui Odontol Bras [online].* 2002; 16 (4): 355-60.

Chen L, Yu Q, Wang Y, Li H. BisGMA/TEGDMA dental composite containing high aspect-ratio hydroxyapatite nanofibers. *Dent Mater.* 2011 Nov; 27(11):1187-95.

Choi KK, Condon JR, Ferracane JL. The effects of adhesive thickness on polymerization contraction stress of composite. *J Den Res.* 2000; 79:812-7.

Davidson CL, De Gee AJ, Feilzer A. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res.* 1984; 63(12): 1396-9.

De Gee AJ, Dandson A, Smith AA. Modified dilatometer of continuous recording of volumetric polymerization shrinkage of composite restorative materials. *J Dent.* 1981; 9: 36-42.

Della Bona A, van Noort R. Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. *J Dent Res.* 1995 Sep;74(9):1591-6.

Demarco FF, Turbino ML, Matson E. Cohesive Strength of dentin. *Rev Odontol Univ São Paulo.* 1997; 11(3): 189-94.

Elsahn NA, Elkassas D, El-Damhoury HM, Fahmy OM, Gomaa H, Platt JA. Effect of C-factor on Microtensile Bond Strengths Of Low-Shrinkage Composites. *Oper Dent.* 2011; 36(3):281-92.

Erick JD, Kotha SP, Chappelow CC, Kilway KV, Giese GJ, Glaros AG, Pinzino CS. Properties of silorane-based dental resins and composites containing a stress-reducing monomer. *Dent Mater.* 2007; 23(8): 1011-7.

Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res.* 1987;66:1636-9.

Feitosa VP, Sauro S, Watson TF, Correr AB, Osorio R, Toledano M, Correr-Sobrinho L, Sinhorette MA. Evaluation of the micro-mechanical strength of resin bonded-dentin interfaces submitted to short-term degradation strategies. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2012 Nov;15:112-20.

Franco EB, Lopes LG. Contração de polimerização X adaptação marginal de restaurações em resina composta: abordagem atual. *Ver Fac Odontol Passo Fundo.* 2005; 5(1): 37-41.

Hilton TJ, Schwartz RS, Ferracane JL. Microleakage of four class I resin composite insertion techniques at intraoral temperature. *Quintessence Int.* 1997; 28(2): 135-44.

Ilie N, Hickel R. Silorane-based dental composite: behavior and abilities. *Dent Mater J.* 2006 Sep;25(3):445-54.

Ilie N, Jelen E, Clementino-Luedemann T, Hickel R. Low-shrinkage composite for dental application. *Dent Mater J.* 2007; 26(2): 319-27.

Jenkins FA, White HE. *Fundamentals of optics.* 4th ed. Auckland: Mc Graw-Hill, 1981.

Kidd EMA. Microleakage: a review. *J Dent.* 1976; 14(4): 199-204.

Kikuti WY, Chaves FO, Hipólito VD, Rodrigues FP, D'Alpino PHP. Fracture resistance of teeth restored with different resin-based restorative systems. *Bras Oral Res.* 2012; 26(3):275-81.

Khosla M, Malhotra N, Mala K. An in vitro evaluation of shear bond strength of silorane and bis-GMA resin-based composite using different curing units. *J Conserv Dent.* 2012 Jul;15(3):278-82.

Krajangta N, Srisawasdi S. Microtensile bond strength of silorane-based resin composite and its corresponding adhesive in Class I occlusal restorations. *Am J Dent.* 2011; 24(6): 346-53.

Kujis RH, Fennis WMM, Does layering minimize shrinkage stresses in composite restorations? *J Dent Res.* 2003; 82:967-71.

Liang Chen, Qingsong Yu, Yong Wang, Hao Li. BisGMA/TEGDMA dental composite containing high aspect-ratio hydroxyapatite nanofibres. *Dent Mater.* 2011;27:1187–95.

Lutz F, Krejci I, Barbakow F. Quality and durability of marginal adaption in bonded composite restorations. *Dent Mater.* 1991; 7(2): 107-13.

Lutz F, Krejci I, Oldenburg TR. Elimination of polymerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. *Quintessence Int.* 1986; 17(12): 777-84.

Martins GC, Franco APGO, Godoy EP, Maluf DR, Gomes OMM. Adesivos Dentinários. *RGO.* 2008; 56(4): 429-36.

Miani PK, Do Nascimento C, Menani LR, Oliveira Pagnano V, Benitez Catirse AB. Diametral compressive bond strength of composite resin associated with an adhesive system in incremental filling technique. *Minerva Stomatol.* 2009 Oct;58(10):479-82.

Menezes FCH. Avaliação da infiltração na margem cervical em dentina de restaurações classe V variando-se as técnicas de inserção e fotoativação da resina composta. [Tese]. Araraquara: Faculdade de Odontologia;2002.

Mobarak E, El-Deeb H. Two-year Interfacial Bond Durability and Nanoleakage of Repaired Silorane- Base resin Composite. *Oper Dent*. 2013; 38(3):1-11.

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*. 2008 Mar;36(3):228-34.

Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dent Mater*. 2008; 24:1501-5.

Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent*. 1997; 25(5): 355-72.

Pashley DH. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int*. 1993; 24(9): 618-31.

Perdigão J, Gomes G. Effect of instrument lubricant on the cohesive strength of a hybrid resin composite. *Quint Int*. 2006; 37(8): 621-5.

Pereira SG, Osorio R, Toledano M, Nunes TG. Evaluation of two bis-GMA analogues as potencial monomer diluents to improve the mechanical properties of lightcured composite resins. *Den Mater*. 2005; 21: 823-30.

Philips NV. Gloeilampenfabrieken. Manual de iluminação. Eindhoven:editora; 1981.

Pollack BF. Class II composites:1987 thoughts and techniques. *Oral Health*. 1988; 78(4): 23-5.

Pucci CR, Oliveira RS, Caneppele TMF, Torres CRG, Borges AB, Tay FR. Effects of surface treatment, hydration and application method on the bond strength of a silorane adhesive and resin system to dentine. *J Dent*. 2013(36):228-34.

Russo, EM. *Dentística: restaurações diretas. Fundamentos de Odontologia*: São Paulo. Santos ;2010.

Santos PJ, Silva MS, Alonso RC, D'Alpino PH. Hydrolytic degradation of silorane- and methacrylate-based composite restorations: Evaluation of push-out strength and marginal adaptation. *Acta Odontol Scand*. 2013 Feb 11. [Epub ahead of print].

Santos LA, Turbino ML, Youssef MN, et al. Microdureza de resina composta: efeito de aparelhos e tempos de polimerização em diferentes profundidades. *Pesq Odont Bras.* 2000; 14 (1): 5-11.

Santini A, Miletic V. Comparison of the hybrid layer formed by Silorane adhesive, one-step self-etch and etch and rinse systems using confocal micro-Raman spectroscopy and SEM. *J Dent.* 2008;36: 683–91.

Stsangui N, Rawls HR, Norling BK. Synthesis of low-shrinkage polymerizable methacrylate liquid-crystal monomers. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2005; 74(2):706-11.

Sauro S, Mannocci F, Toledano M, Osorio R, Thompson I, Watson TF. Influence of the hydrostatic pulpal pressure on droplets formation in current etch-and-rinse and self-etch adhesives: a video rate/TSM microscopy and fluid filtration study. *Dent Mater* 2009;25: 1392–402.

Tay FR, Pashley DH, Garcia-Godoy F, Yiu CK. Single-step, self-etch adhesives behave as permeable membranes after polymerization. Part II. Silver tracer penetration evidence. *Am J Dent.* 2004; 17:315–22.

Terzvergil-Mutluay A, Lassila LV, Vallitu PK. Incremental layers bonding of silorane composite: the initial bonding properties. *J Dent.* 2008; 36(7): 560-3.

Tjan AHL, Glancy JF. Effects of four lubricants used during incremental insertion of two types of visible light-activated composites. *J Prosthet Dent.* 1988; 60(2): 189-94.

Tjan AHL, Glancy JF. Interfacial bond strengths between layers of visible light-activated composites. *J Prosthet Dent.* 1988; 59(1):25-9.

Turbino ML. Contribuição ao estudo da microdureza Knoop de resinas compostas na região próxima à área de união à dentina [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 1997.

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.* 2012; 40:295-303.

Van Ende A, De Munck J, Mine A, Lambrechets P, Van Meerbeek B. Does a low-shrinking composite induce less stress at the adhesive interface? *Dent Mater.* 2010; 26: 215-22.

Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res.* 1992 Aug; 71(8):1530-40.

Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Duke ES, Eick JD, Robinson SJ. A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. *J Dent Res.* 1998 Jan; 77(1):50-9.

Veronezi MC. Influência da ciclagem térmica e do método de avaliação na determinação da microinfiltração em restaurações de resina composta [tese]. Bauru: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2000.

Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *J Dent Res.* 1996 Mar;75(3):871-8.

Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Do dental composites always shrink toward the light? *J Dent Res.* 1998 Sep;77(6):1435-45.

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

Youssef JA, Turbino ML, Youssef MN, Matson E. Resistência de união à dentina de resinas compostas associadas a sistemas adesivos com e sem carga. *Pesqui Odontol Brás.* 2001; 15(2): 157-60.

Zakir M, Al Kheraif AA, Asif M, Wong FS, Rehman IU. A comparison of the mechanical properties of a modified silorane based dental composite with those of commercially available composite material. *Dent Mater.* 2013 Apr;29(4):e53-9.