

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Trabalho de Conclusão de Curso

Aluna: Milena Ferreira Candido

Orientador: Luís Roberto Marcondes Martins

Ano de Conclusão do Curso: 2011



Assinatura do Orientador



**Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Piracicaba**



**EFEITO DA CONDIÇÃO DE UMIDADE DE ESMALTE E DENTINA
SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO
DE RESINAS A BASE DE METACRILATO OU SILOXANO**

Trabalho de Conclusão de Curso

Aluna: Milena Ferreira Candido

Orientador: Luís Roberto Marcondes Martins

Ano de Conclusão do Curso: 2011

**Piracicaba
2011**

Milena Ferreira Candido

**EFEITO DA CONDIÇÃO DE UMIDADE DE ESMALTE E DENTINA
SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO
DE RESINAS A BASE DE METACRILATO OU SIORANO**

Orientador: Luís Roberto Marcondes Martins

**Piracicaba
2011**

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

C161e Candido, Milena Ferreira, 1989-
Efeito da condição de umidade de esmalte e dentina sobre a resistência de união de resinas a base de metacrilato ou silorano / Milena Ferreira Candido. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2011.

Orientador: Luís Roberto Marcondes Martins.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Resinas compostas. 2. Adesivos dentinários. 3. Resistência ao cisalhamento. I. Martins, Luís Roberto Marcondes, 1960- II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Dedico este trabalho à minha mãe por me incentivar e apoiar em todos os momentos.

Agradecimentos

À minha mãe pela dedicação e por sempre estar ao meu lado.

À minha avó Severina pelos cuidados e carinho dados durante toda minha vida.

Ao Professor Luís Roberto pela oportunidade de realizar este estudo.

À minha co-orientadora Milena pela paciência e conhecimentos passados.

À aluna de pós-graduação Mayra pelos auxílios em etapas do projeto.

À Vanessa e Maysa pela grande amizade e paciência.

Aos colegas de turma pelos bons momentos nestes 4 anos.

Resumo

Em busca de uma efetiva união entre materiais restauradores e substrato dental, novos sistemas adesivos e resinas compostas são desenvolvidos buscando eliminar sensibilidades técnicas. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a resistência adesiva em dentina e esmalte, secos e úmidos, de restaurações em resina de silorano com adesivo específico (Filtek P90 – 3M ESPE), e de metacrilato (Filtek Z350 – 3M ESPE) com adesivo autocondicionante (Clearfil SE Bond – Kuraray). Os substratos de 30 hemi-seções de terceiros molares humanos hígidos foram tratadas de acordo com a condição de umidade: Seco, com secagem por 30 segundos; e Úmido, após secagem, umidificação com 1 µl de água destilada. Os procedimentos adesivos e restauradores foram feitos segundo instruções dos fabricantes. 1 cilindro de cada resina, para cada condição de umidade de esmalte e dentina foi confeccionado (n=15). Os espécimes foram armazenados em estufa, a 37°C, por 24 horas. Em seguida, foi aplicado o teste de microcisalhamento e obtido dados em Mpa. Após análise estatística (ANOVA), não observou-se diferença estatística entre grupos de resina de metacrilato ($p>0,05$). Para resina de silorano, em dentina não houve diferença estatística entre seco e úmido ($p>0,05$), mas esmalte seco apresentou menor resistência de união que úmido ($p<0,05$). Conclui-se que para resina de metacrilato, a condição de umidade dos substratos não interferiu na resistência adesiva, assim como para dentina com silorano. Porém, esmalte seco apresentou menores valores de resistência adesiva que esmalte úmido, para restauração com silorano.

Palavras-chave: Resinas Compostas; Adesivos Dentinários; Resistência ao Cisalhamento; Umidade.

Abstract

In search of an effective union between tooth substrate and restorative materials, new adhesive systems and composite resins are developed aiming to eliminate technical sensibilities. The objective of this study was to evaluate the bond strength on dentin and enamel, dry and wet, for silorano restorations with specific adhesive (Filtek P90 - 3M ESPE) and methacrylate restorations (Filtek Z350 - 3M ESPE) with self-etching adhesive (Clearfil SE Bond - Kuraray). The substrates of 30 hemi-sections of intact human third molars were treated according to the moisture condition: dry, drying for 30 seconds; and wet, after drying, humidification with a 1 μ l of distilled water. The adhesive and restorative procedures were conducted according to manufacturers' instructions. 1 cylinder of each resin for each enamel and dentin moisture condition was made (n = 15). The specimens were stored at 37 ° C for 24 hours. Then the microshear test was made and obtained MPa data. After statistical analysis (ANOVA), there was no statistical difference between groups of methacrylate resin ($p > 0.05$). After statistical analysis (ANOVA), there was no statistical difference between groups of methacrylate resin ($p > 0.05$). To silorano in dentin there was no statistical difference between dry and wet ($p > 0.05$), but dry enamel showed lower bond strength than wet enamel ($p < 0.05$). We conclude that for methacrylate resin, the moisture condition of the substrate did not affect the bond strength, as well as silorano in dentin. However, dry enamel showed lower bond strength values than wet enamel for silorano restoration.

Keywords: Composite Resin; Dentin-Bonding Agents; Shear Strength; Humidity.

Sumário

Introdução	pág. 8
Revisão de Literatura	pág. 10
Proposição	pág. 17
Material e Métodos	pág. 18
Resultados	pág. 28
Discussão	pág. 34
Conclusões	pág. 37
Referências Bibliográficas	pág. 38
Anexo	pág. 52

1. Introdução

Em busca de uma efetiva união entre materiais restauradores e substrato dental, novos sistemas adesivos e resinas compostas são desenvolvidos buscando eliminar sensibilidades técnicas. Para tentar reduzir a contração que resinas compostas a base de metacrilato apresentam durante a polimerização, resinas compostas que possuem baixa contração foram introduzidas no mercado. Assim como sistemas adesivos também são desenvolvidos na tentativa de encontrar controle efetivo em relação à umidade do substrato dental. Contudo, comportamentos distintos são esperados frente aos diferentes substratos dentais e sua umidade, e a utilização de sistemas restauradores.

As resinas a base de metacrilatos apresentam propriedades mecânicas adequadas para o uso na cavidade oral, porém ainda apresentam limitações como contração de polimerização, por isso, para tentar sanar indesejáveis efeitos dessa contração, foi introduzido no mercado odontológico uma resina composta que possui baixa contração de polimerização, denominada Filtek P90, da 3M/ESPE (VAN ENDE *et al.*, 2009).

Esta resina a base de silorano utiliza sistema adesivo autocondicionante especialmente próprio, conforme o fabricante, pois sistemas adesivos desenvolvidos atualmente disponíveis no mercado são compatíveis com resinas compostas a base de metacrilato (VALENCIA, 2010).

É descrito na literatura que para adesivos autocondicionantes a presença de água em sua composição é importante para existir a ionização dos monômeros ácidos e o condicionamento do substrato dental. Logo, se aplicado em superfície ressecada, a água poderá ser absorvida e o potencial condicionante poderá diminuir (HASHIMOTO *et al.*, 2008). Contudo, em superfície excessivamente úmida também pode haver prejuízo do desempenho do sistema adesivo (NUNES *et al.*, 2006). Entretanto, para o sistema autocondicionante Filtek P90 pouco se sabe sobre a importância da umidade do substrato dental, portanto é relevante avaliar-se se a condição de umidade dos diferentes substratos dentais influencia na resistência de

união do sistema adesivo autocondicionante a base de silorano em comparação a sistema autocondicionante a base de metacrilato.

Diante deste contexto, o presente estudo objetivou avaliar a resistência ao microcisoramento de resinas a base de silorano com sistema adesivo próprio, comparada com resina de metacrilato associada a adesivo autocondicionante de metacrilato, em dentina e esmalte humanos, secos e úmidos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência adesiva em dentina e esmalte humanos, nas condições secos ou úmidos, de restaurações realizadas em resina composta com matriz resinosa a base de silorano e resina a base de metacrilato.

2. Revisão de Literatura

A odontologia vem aprimorando seus conceitos, dentro deste aspecto procedimentos e materiais adesivos e restauradores vêm sendo estudados com intenção de melhorar suas propriedades (SILVA *et al.*, 2008). Logo que, juntamente com a evolução da resina composta houve também evolução dos sistemas adesivos, a união ao esmalte e à dentina tornou-se procedimento rotineiro (KUGEL, 2000).

Em 1963, BOWEN desenvolveu o que hoje é conhecido como “resina composta”: matriz orgânica geralmente constituída por monômeros diacrílatos alifáticos ou aromáticos, normalmente o BIS-GMA - bisfenol glicidil metacrilato, que possuem partículas orgânicas de carga, como vidro, quartzo e/ou sílica (ANUSAVICE, 2005). Às resinas compostas são adicionados monômeros de baixa viscosidade, como TEGDMA (trietileno glicol dimetacrilato) e EGDMA (etileno glicol dimetacrilato) para reduzir a viscosidade da matriz orgânica que facilita a manipulação e inserção na cavidade (RUYTER & SJOVIK, 1981). Além da matriz orgânica e das partículas de carga, a resina composta possui um agente de união, o silano, que possui duas características: união química com as partículas de carga e co-polimerização com os monômeros da matriz orgânica (PEUTZFELDT, 1997).

Na busca de melhorias das propriedades das resinas compostas, mudanças são baseadas na viscosidade, na polaridade (GHIRALDO *et al.*, 2010) ou no tamanho das partículas de carga (BISPO, 2010). O conteúdo, distribuição e tamanho das partículas de carga influenciam nas propriedades físico-mecânicas das resinas, estando relacionadas à resistência do material à compressão, ao módulo de elasticidade e à resistência à fratura. A resistência ao desgaste melhorou significativamente com a redução do tamanho das partículas (HERVÁS-GARCÍA *et al.*, 2006) e um melhor comportamento mecânico pode ser observado quando há maior conteúdo de carga (TAYLOR *et al.*, 1998).

As resinas compostas possuem várias classificações, mas a mais utilizada é quanto ao tamanho da carga (MICHELON, 2009). Há no mercado compósitos nanoparticulados, a base de metacrilato, que possuem maior conteúdo de partículas

de carga com menor tamanho dessas partículas (LUCENA *et al.*, 2010), como a resina nanoparticulada Filtek Z350 (3M/ESPE). São classificados como material universal, pois podem ser usados em dentes anteriores e posteriores, porque apresentam vantagens estéticas de resinas microparticuladas, como polimento, e possuem resistência mecânica semelhante às resinas micro-híbridas, capazes de suportar áreas com alto estresse mastigatório (MITRA, WU & HOLMES, 2003).

Um grande desafio da odontologia dentro do estudo das resinas compostas é a contração de polimerização e a tensão decorrente da mesma. A reação de polimerização para resinas atuais se dá por adição: há formação de unidades estruturais de polímeros que se ligam uma às outras e formam ramificações não-lineares, “polímeros com ligações cruzadas”, ocorrendo redução do volume da resina composta após a polimerização. A contração varia conforme a proporção de matriz e carga: quanto mais matriz orgânica em relação à quantidade de carga, maior será a contração (ANUSAVICE, 2005). A contração volumétrica que as resinas a base de metacrilato sofrem está entre 1,35 e 7,1%, dependente do volume e tamanho das partículas inorgânicas, da quantidade de matriz orgânica, do grau de conversão e do fator cavitário. Quanto maior o volume de material a ser polimerizado maior será a porcentagem de contração (EICK *et al.*, 2007).

Existem diversas falhas que são atribuídas a contração de polimerização, como fratura coesiva de prismas de esmalte (IKEDA *et al.*, 2002), micro infiltração marginal, baixa resistência ao desgaste, fraturas da restauração (GIACHETTI *et al.*, 2006) e deficiência de adesão (HILTON, 2002), que reduzem a longevidade da restauração. Há estratégias que podem ser usadas para diminuir a contração de polimerização: aumentar o peso molecular do monômero, aumentar o volume de partículas inorgânicas ou usar diferentes tipos de monômeros (ANUSAVICE, 2005).

Para tentar reduzir os indesejáveis efeitos que a contração de polimerização produz, foi introduzido no mercado resinas que possuem baixa contração de polimerização (ILIE *et al.*, 2007). Dentre estes o sistema de restauração para região posterior Filtek P90 (3M/ESPE) que é a base de silorano, utiliza sistema adesivo auto-condicionante de duas etapas, e tem como matriz orgânica o silorano que garante menos de 1% de contração volumétrica em sua polimerização (VAN ENDE *et al.*, 2009). É um composto constituído pelos monômeros siloxanos e oxiranos, de

onde deriva seu nome. Os siloxanos são conhecidos por sua hidrofobia e os oxiranos por sua baixa contração e boa estabilidade diante de altas forças, influenciando diretamente nas propriedades físico-mecânicas da resina (VALENCIA, 2010). A reação de polimerização ocorre pela abertura de anéis catiônicos dos radicais oxiranos seguida da formação de ligações cruzadas, resultando na redução da contração de polimerização, comparado ao metacrilato (WEINMANN, THALACKER & GUGGENBERGER, 2005; ILIE & HICKEL, 2006).

A Filtek P90 (3M/ESPE) pode ser classificada como uma resina micro híbrida e suas partículas de carga possuem uma capa de silano, adaptada a tecnologia silorano, com a intenção de proporcionar excelente propriedade mecânica ao material (VALENCIA, 2010). Suas propriedades mecânicas, comparadas às resinas de metacrilato, são bem aceitas clinicamente e possuem vantagens, como a baixa contração de polimerização, boa estabilidade sob a luz de foco (WEINMANN, THALACKER & GUGGENBERGER, 2005), boa estabilidade de cor (FURUSE *et al.*, 2008) e menor adesão de *Streptococcus* sp (BUERGERS *et al.*, 2009). Contudo, devido a poucas opções de cores e baixo grau de translucidez da matriz orgânica, o material está indicado apenas para uso em dentes posteriores (ARAÚJO & ISAAC, 2010).

ELORZA *et al.* (2010) realizaram um estudo para determinar, analisar e comparar dureza, módulo de elasticidade e resistência à compressão de três resinas compostas: duas a base de metacrilato, Z-250 e P-60 (3M/ESPE) e uma a base de silorano, P90 (3M/ESPE). Houve diferença estatística entre as três resinas em relação à dureza, sendo maior para resina Z-250. A resistência à compressão foi maior para P90, e o módulo elástico foi maior para resina Z-250. Concluiu-se que o comportamento mecânico das resinas a base de metacrilato e a base de silorano é dependente de sua composição e, principalmente, ao conteúdo inorgânico, tipo, porcentagem, tamanho e tratamento das partículas de carga.

Sendo necessária uma efetiva união entre os materiais restauradores e o substrato dental, um dos maiores desafios enfrentados pela dentística, começou a ser melhorado por BUONOCORE (1955), que introduziu a técnica de condicionamento ácido em esmalte, melhorando a união micro-mecânica. A adesão à dentina é mais complicada, devido à complexa composição orgânica (ARRAIS &

GIANNINI, 2002). Há diversos tipos de sistemas adesivos disponíveis no mercado, mas é de grande importância o clínico ter conhecimento das propriedades e características desses materiais, para haver seleção e utilização de forma correta (MARTINS *et al.*, 2008). Os adesivos possuem uma composição de monômeros resinosos de diferentes pesos moleculares e viscosidades, diluentes resinosos e solventes orgânicos (acetona, etanol ou água). Os monômeros podem ser hidrófilos, compatível com a umidade dentinária, ou hidrófobos, que apresentam maior peso molecular, maior viscosidade e maior resistência mecânica. (CARVALHO, 2004).

Nos últimos anos surgiram diversos tipos de adesivos que utilizam o condicionamento ácido prévio de esmalte e dentina com ácido fosfórico, sendo que a dentina deve ser deixada levemente úmida após enxágue, conhecido como técnica úmida, para adesivos convencionais. E, também há adesivos autocondicionantes, que utilizam o substrato seco antes de sua aplicação – técnica seca (REIS *et al.*, 2001).

Os adesivos autocondicionantes, introduzidos no mercado no início dos anos 90, dispensam a etapa de condicionamento ácido do substrato dental, o que elimina parte da sensibilidade da técnica, controlando a umidade do substrato (WATANABE, NAKABAYASHI & PASHLEY, 1994). Dentina desidratada ou muito úmida e incompleta penetração do adesivo são dificuldades atribuídas a técnicas adesivas convencionais, que são prevenidas com o uso de adesivos autocondicionantes (MARTINS *et al.*, 2008). Há desmineralização da dentina e infiltração dos monômeros simultaneamente, evitando que as fibrilas de colágeno entrem em colapso pela secagem com ar e a ocorrência de fibrilas desprotegidas pelo adesivo aplicado (CARVALHO *et al.*, 2005).

Adesivos autocondicionantes podem ser de um ou dois passos clínicos. Na técnica de dois passos, condicionador e primer estão em único frasco e o adesivo está em outro frasco (TAY *et al.*, 2002). Devido a presença de ácidos nos primers, a smear layer é dissolvida e incorporada no processo de hibridização (TAY & PASHLEY, 2003). Há uma divisão em relação à agressividade do condicionamento em sistemas autocondicionantes: fortes, de pH 1 ou abaixo de 1; moderados, com pH por volta de 1,5; e suaves, com pH por volta de 2. No caso dos adesivos autocondicionantes classificados como suaves há desmineralização parcial, o que

conserva a hidroxiapatita fixada ao colágeno, mas uma porosidade suficiente no substrato dental é gerada e obtém-se uma união para a hibridização (DE MUNCK *et al.*, 2005). TAY *et al.* (2000) mostraram que primers autocondicionantes, Clearfil SE Bond e Clearfil Liner Bond 2V, penetram de 3 a 4 μm pela smear layer e são capazes de desmineralizar a dentina intertubular a uma profundidade de 0,4 a 0,5 μm . Contudo, existe um problema para esmalte com autocondicionantes, como os adesivos possuem em sua composição ácidos fracos, uma adesão satisfatória pode não ser alcançada, por isso muitos estudos recomendam o uso de ácido fosfórico no esmalte (MARTINS *et al.*, 2008). Cada região do substrato dental apresenta suas peculiaridades, por isso o desempenho pode ser diferente em partes diferentes do dente, e esse desempenho também é dependente das características do sistema adesivo (PASHLEY, HORNER & BREWER, 1992).

VAN MEERBEEK *et al.* (2003) concluíram que para sistemas adesivos autocondicionantes há melhor desempenho quando são de dois passos, pois maiores valores de resistência de união foram obtidos justamente com produtos que possuem componentes hidrófilos (primer) e hidrófobos (adesivo) em frascos separados.

A ionização dos monômeros ácidos depende da presença de água na composição do sistema adesivo, por isso ao ser aplicado em superfície ressecada, a água poderá ser absorvida e o potencial de condicionamento poderá diminuir. Foi observado por alguns autores que a aplicação de alguns adesivos autocondicionantes sobre dentina seca pode ser negativo para adesão, enquanto para outros não há efeito significativo (HASHIMOTO *et al.*, 2008). Pequena quantidade de água no sistema adesivo pode prejudicar a ionização dos monômeros resinosos ácidos (HIRAISHI *et al.*, 2005). O etanol pode ser adicionado como co-solvente para reduzir a quantidade de água residual, o que forma uma mistura azeotrópica com a água, acelerando a volatilização (MOSZNER, SALZ & ZIMMERMANN, 2005). O conteúdo residual de água no substrato pode prejudicar a polimerização do adesivo, portanto excesso de água pode dificultar a volatilização do solvente (NUNES *et al.*, 2006).

A resina a base de silorano também utiliza um sistema adesivo autocondicionante. Contudo, adesivos desenvolvidos atualmente que estão

disponíveis no mercado são para resinas a base de metacrilato, e, quando combinados a resinas a base de silorano, Filtek P90 (3M/ESPE), produzem resultados insuficientes. Devido à presença de siloxano, a resina é mais hidrófoba que as de metacrilato, resultando em menor absorção de água. O sistema adesivo da resina Filtek P90 é mais hidrófilo e garante uma adesão forte (VALENCIA, 2010).

Os ensaios de resistência de união mais utilizados são os que analisam o desempenho dos sistemas adesivos, dentre eles o teste de microcissalhamento, que utiliza amostras com reduzidas dimensões (MCDONOUGH *et al.* 2002; SHIMADA *et al.* 2003). Este teste permite o preparo de diversas amostras a partir de um mesmo dente. O teste de microcissalhamento possibilita a obtenção de valores obtidos logo após os procedimentos de união, o que é relevante, pois tensões geradas pela contração de polimerização começam minutos após a reação (DE MUNCK *et al.*, 2005). MCDONOUGH *et al.* (2002), mostraram que o teste de microcissalhamento é muito importante para entendermos a complexa interação que ocorre entre materiais restauradores e o substrato dental, assim, as propriedades dos materiais, ao longo do tempo, podem ser melhoradas.

GARCIA *et al.* (2007) avaliaram a resistência de união de dois sistemas adesivos autocondicionantes em dentina bovina e discutiram sobre adesivos contemporâneos e testes para resistência de união. Incisivos bovinos foram preparados com auxílio de lixas de carbeto de silício até a obtenção de superfícies planas de dentina média. Os adesivos Clearfil SE Bond (Kuraray) e Clearfil S3 Bond (Kuraray) foram aplicados, e matrizes Tygon foram posicionadas na dentina hibridizada e preenchidas com o cimento resinoso RelyX ARC (3M/ESPE). Após todos os procedimentos restauradores, as amostras foram armazenadas em água destilada em 37°C por 24 horas e após esse tempo foi realizado o ensaio de microcissalhamento. Concluiu-se que o sistema adesivo Clearfil SE Bond resultou em maior média de resistência de união. De acordo com a literatura, os autores confirmam que a união à dentina parece ser instável para os sistemas adesivos simplificados (os que contêm os componentes hidrófilos e hidrófobos em um frasco).

O mesmo grupo, em 2008, realizou um estudo para avaliar a resistência de união ao microcissalhamento de sistemas adesivos autocondicionantes em dentina profunda. Foram preparados cinquenta terceiros molares humanos até a obtenção

de superfícies planas de dentina profunda. As amostras foram divididas em cinco grupos, de acordo com os grupos experimentais: 1) adesivo convencional Syntac (controle); 2) adesivo autocondicionante One-Up Bond F Plus (um passo); 3) Hybrid Bond (um passo); 4) AdheSE (dois passos), unidos ao compósito Tetric Ceram; e, 5) Sistema Adesivo Silorano (dois passos), unido ao compósito de baixa contração Filtek Silorano. Os materiais foram aplicados segundo orientação dos fabricantes. Concluiu-se que o adesivo Silorano e o compósito Filtek Silorano tiveram resistência de união similar à dos demais materiais, porém menor que o One-Up Bond F Plus, quando este foi utilizado com o Tetric Ceram. Os resultados sugerem que, em termos de resistência de união, os adesivos autocondicionantes podem ser uma boa alternativa nos procedimentos restauradores adesivos em dentina profunda.

Diante deste contexto, observou-se ser relevante avaliar a resistência adesiva em dentina e esmalte humanos, em diferentes condições de umidade, secos ou úmidos, de restaurações realizadas em resina composta, tanto com matriz resinosa a base de silorano (Filtek P90, 3M/ESPE) combinadas com o sistema adesivo específico, como com resina a base de metacrilato (Filtek Z350, 3M/ESPE) associada a sistema adesivo autocondicionante de dois passos (Clearfil SE Bond, Kuraray).

3. Proposição

O objetivo do presente estudo foi avaliar a resistência adesiva em dentina e esmalte humanos, nas condições secos ou úmidos, de restaurações realizadas em resina composta com matriz resinosa a base de silorano (Filtek P90, 3M/ESPE) combinada com o sistema adesivo específico, e resina a base de metacrilato (Filtek Z350, 3M/ESPE) associada a sistema adesivo autocondicionante de dois passos (Clearfil SE Bond, Kuraray).

4. Material e Métodos

4.1. Material

Para realização deste trabalho foram utilizadas resina composta com matriz resinosa a base de silorano (Filtek P90, 3M/ESPE) combinada com sistema adesivo específico silorano (Figura 1A) e resina a base de metacrilato (Filtek Z350, 3M/ESPE) associada à sistema adesivo autocondicionante de dois passos (Clearfil SE Bond, Kuraray) (Figura 1B).

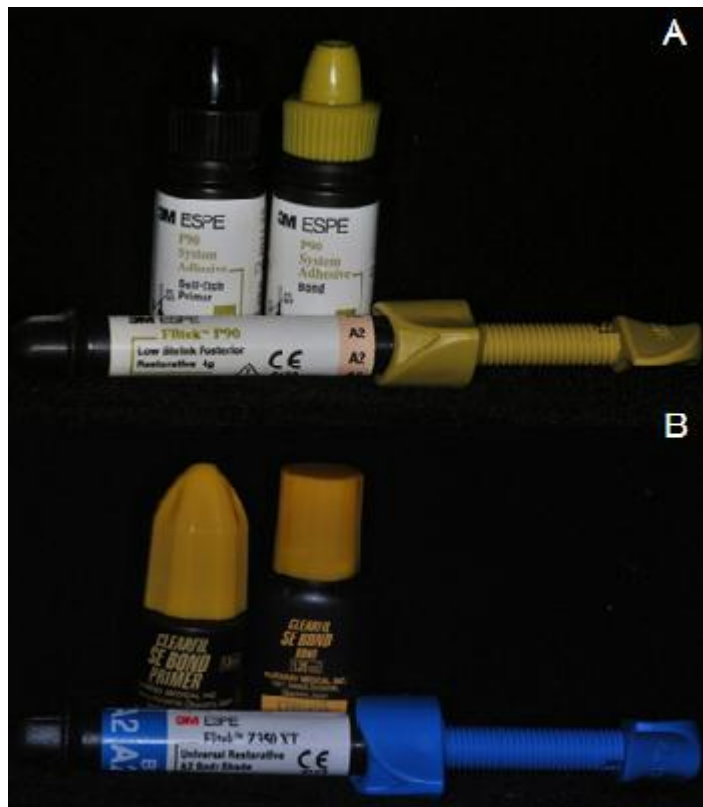


Figura 1. (A) Resina composta com matriz resinosa a base de silorano (3M/ESPE) e Sistema Adesivo específico silorano. (B) Resina composta com matriz resinosa a base de metacrilato (3M/ESPE) e sistema adesivo autocondicionante de dois passos (Clearfil SE Bond, Kuraray).

4.2. Obtenção dos fragmentos dentais

Vinte e cinco terceiros molares humanos hígidos, foram armazenados em solução timol a 0,1%, sob temperatura de 4°C por período de 30 dias. Para limpeza, a superfície externa das raízes recebeu raspagem com instrumentos periodontais Duflex (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e a coroa foi limpa com taça de borracha (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) e pasta de pedra pomes e água (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) em baixa rotação (Kavo do Brasil Ind. E Com. Ltda., Joinville, SC, Brasil), seguida de abundante lavagem com água destilada deionizada. Foram selecionados quinze terceiros molares, de tamanhos aproximados e identificados com algarismos arábicos.

As coroas foram separadas das raízes na altura do assoalho da câmara pulpar, com disco diamantado dupla face (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil), em baixa rotação, sob refrigeração. Restos da polpa coronária foram removidos com curetas. A porção coronária do dente foi seccionada no sentido méso-distal, através do sulco central, obtendo-se duas hemi-seções de cada dente correspondentes às superfícies vestibular e lingual/palatina (Figura 2). As superfícies do esmalte dental foram analisadas em lupa com 4x de aumento para certificar-se da ausência de trincas e outros defeitos.



Figura 2. Hemi-seções da porção coronária de terceiro molar selecionado para pesquisa.

As hemi-seções, sem defeitos como trincas ou hipoplasias, foram incluídas em resina de poliestireno, permanecendo a porção vestibular e lingual/palatina exposta. Os blocos dentais foram desgastados em politriz, sob refrigeração, com

auxílio de lixas de carbeto de silício de granulações 180 e 320, até que apresentassem esmalte e dentina planificados (Figura 3). As amostras planificadas foram armazenadas em recipiente com água.

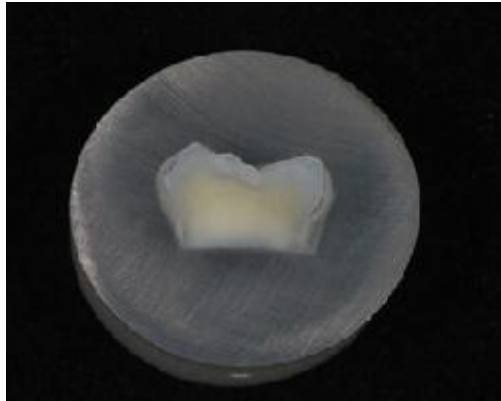


Figura 3. Hemi-seção dental incluída em resina de poliestireno, com superfície vestibular exposta, após desgaste realizado em politriz giratória, expondo dentina e esmalte planificados.

4.3. Condições de umidade

Para realização dos procedimentos restauradores, fragmentos dentais receberam os seguintes tratamentos, de acordo com a condição de umidade de cada grupo (FARIA-E-SILVA *et al*, 2009):

Seco: Esmalte e dentina foram secos por 30 segundos com seringa de ar livre de óleo (Figura 4A).

Úmido: Após a secagem dos substratos (descrita para condição seco) (Figura 4A), o esmalte e a dentina foram umidificados com 1 µl de água destilada deionizada, dispensados através de uma micro-pipeta (Micropipet, Pipetman, Gilson, NY, USA) (Figura 4B) e deixado em posição por 60 segundos.

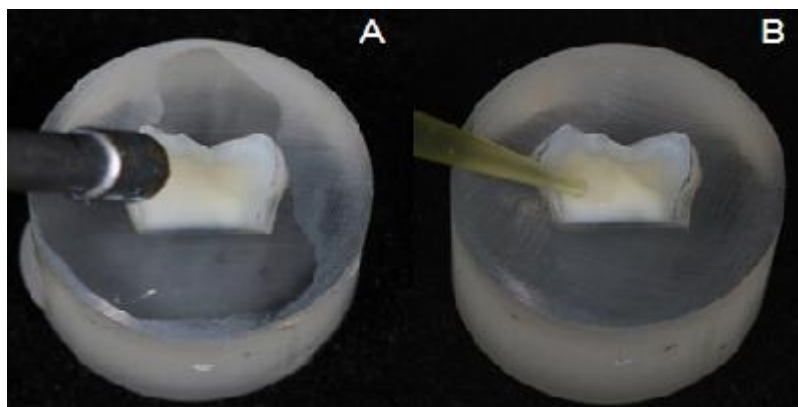


Figura 4. (A) Secagem de esmalte e dentina por 30 segundos, com seringa de ar livre de óleo. (B) Umidificação de esmalte e dentina com 1 µl de água destilada deionizada, dispensados através de micro-pipeta.

4.4. Procedimentos adesivos

Os sistemas adesivos, autocondicionantes de dois passos, de cada grupo, foram aplicados, aleatoriamente cada qual em metade da face dental exposta, conforme instruções dos fabricantes:

Sistema Adesivo Silorano (3M/ESPE, St Paul, Minn, USA): Uma gota do primer foi aplicada com auxílio de aplicador microbrush (Figura 5B) por 15 segundos, em esmalte e dentina, e com leve jato de ar (Figura 5C), evaporou-se o solvente. Em seguida, foi feita fotoativação por 10 segundos com aparelho fotopolimerizador Curing Light 2500 (3M/ESPE, St Paul, Minn, USA) (Figura 5D). Uma gota do bond foi aplicada uniformemente por toda superfície, com auxílio de aplicador microbrush (Figura 6B). Após novo leve jato de ar (Figura 6C), foi feita fotoativação por 10 segundos (Figura 6D).

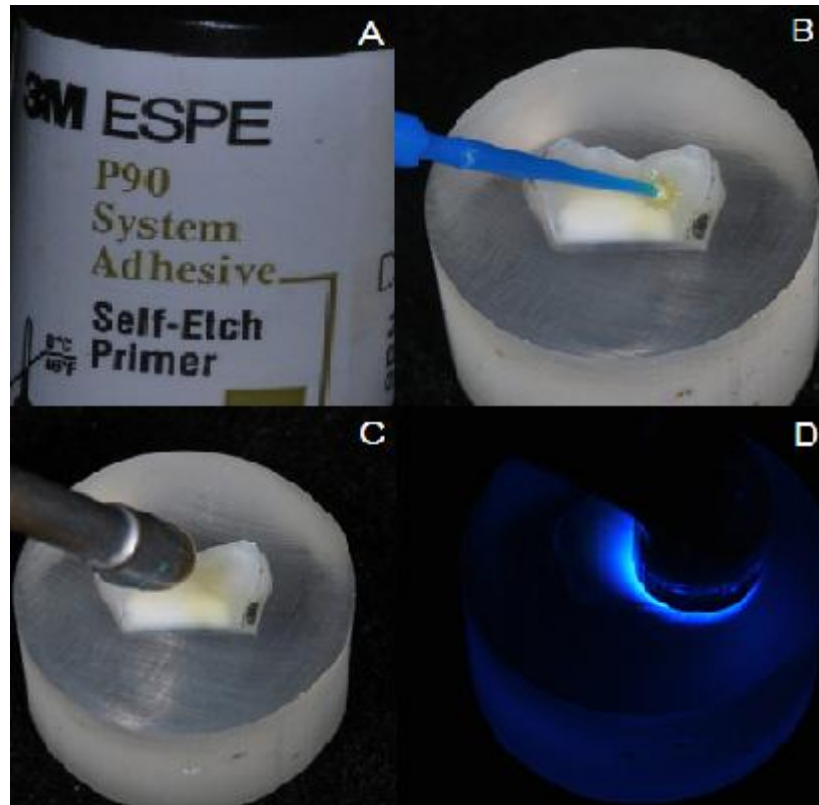


Figura 5. (A) Primer do sistema adesivo silorano. (B) Aplicação do primer com auxílio de aplicador microbrush. (C) Evaporação do solvente com leve jato de ar. (D) Fotoativação do primer.

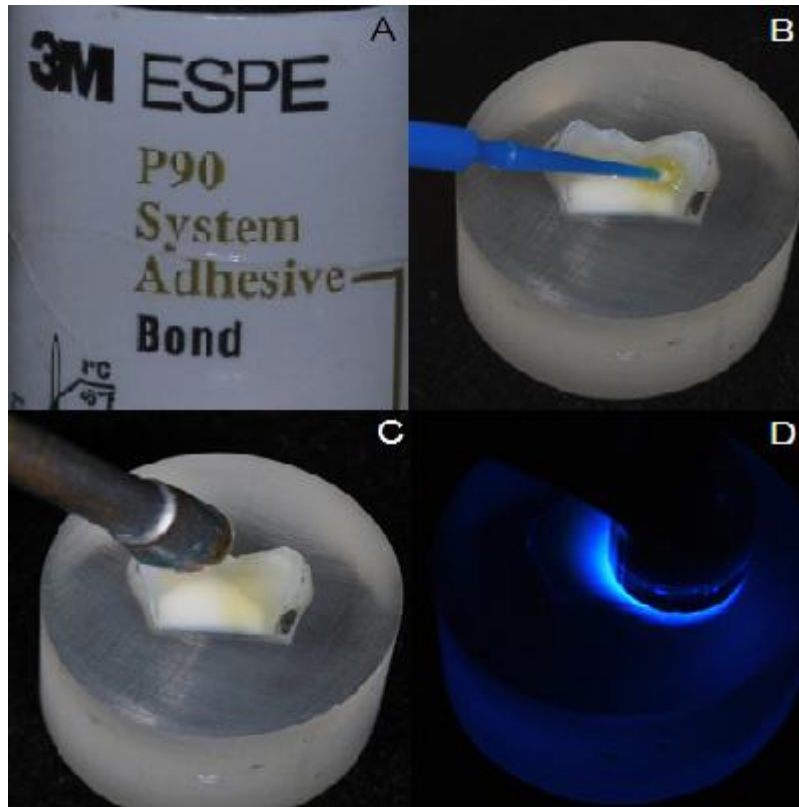


Figura 6. (A) Bond do sistema adesivo silorano. (B) Aplicação do bond com auxílio de aplicador microbrush. (C) Leve jato de ar após aplicação do bond. (D) Fotoativação do sistema adesivo.

Clearfil SE Bond (Kuraray Co., Osaka, Japão): Uma gota de primer foi aplicada com auxílio de aplicador microbrush (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) (Figura 7B) por 20 segundos, em esmalte e dentina, e com leve jato de ar, evaporou-se o solvente (Figura 7C). Em seguida, o bond foi aplicado uniformemente por toda superfície, com auxílio de aplicador microbrush (Figura 8B). Após novo leve jato de ar (Figura 8C), foi feita fotoativação por 10 segundos com aparelho fotopolimerizador (Figura 8D).

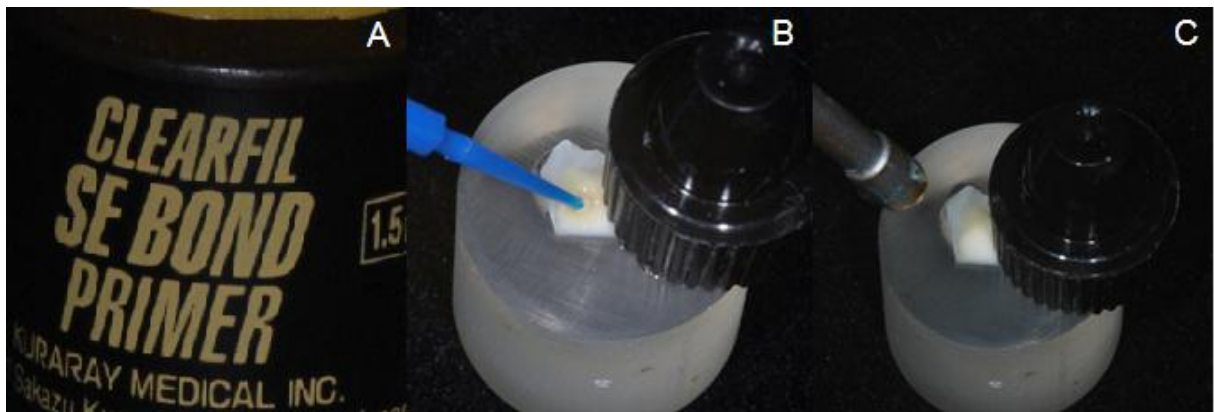


Figura 7. (A) Primer do sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond. (B) Aplicação do primer, com auxílio de aplicador microbrush. (C) Evaporação do solvente com leve jato de ar.

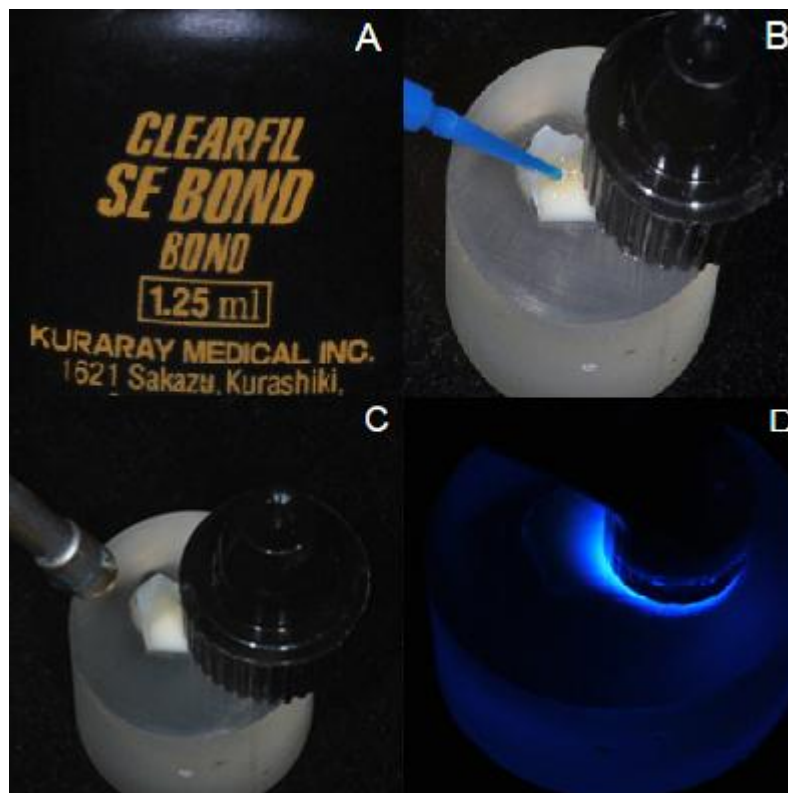


Figura 8. (A) Bond do sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond. (B) Aplicação do bond, com auxílio de aplicador microbrush. (C) Leve jato de ar após aplicação do bond. (D) Fotoativação do sistema adesivo.

4.5. Obtenção das amostras para micro-cisalhamento

Após os procedimentos adesivos, matrizes plásticas com 2mm de altura e 1 mm de diâmetro interno foram obtidas através do corte de catéteres infantis (Figura 9).

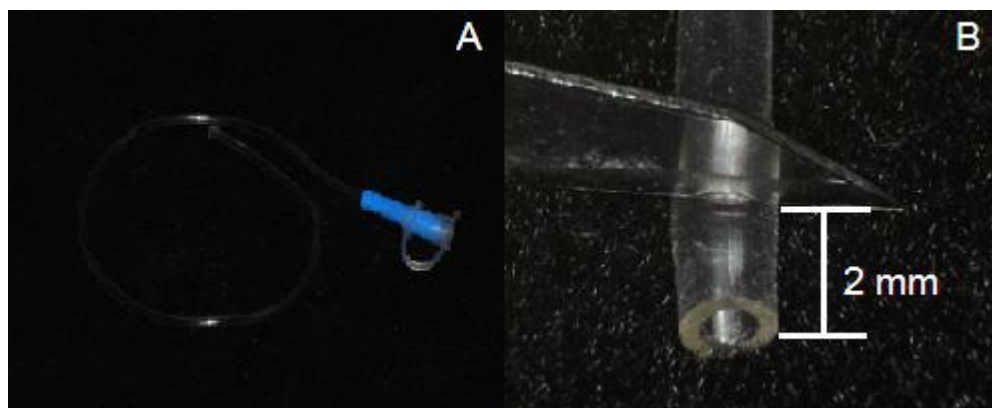


Figura 9. (A) Catéter. (B) Corte de cateteres para obtenção de matrizes plásticas com 2mm de altura e 1mm de diâmetro.

Na respectiva metade da face dental seccionada exposta, onde realizou-se procedimento adesivo com Sistema Adesivo Silorano, a matriz plástica foi posicionada sobre esmalte hibridizado e a resina composta a base de silorano Filtek P90 (3M/ESPE, St Paul, Minn, USA), cor A2, foi inserida no interior da matriz com auxílio de condensador (Duflex, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) (Figura 10A), e fotoativada por 20 segundos com mesmo aparelho fotopolimerizador (Figura 10B). Em seguida, realizou-se os mesmos procedimentos restauradores, em dentina hibridizada.

Na outra metade da face dental seccionada exposta, onde realizou-se procedimento adesivo com Sistema Clearfil SE Bond, foi realizado o procedimento restaurador, em esmalte e dentina hibridizados, utilizando resina composta a base de metacrilato, Filtek Z350 (3M/ESPE, ST Paul, Minn, USA), cor A2, para confecção dos cilindros (Figura 11).

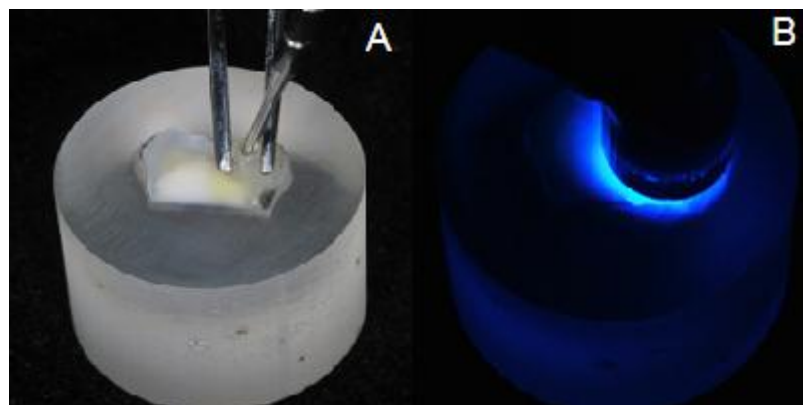


Figura 10. (A) Inserção de resina composta com auxílio de condensador, e (B) fotoativação da resina composta.

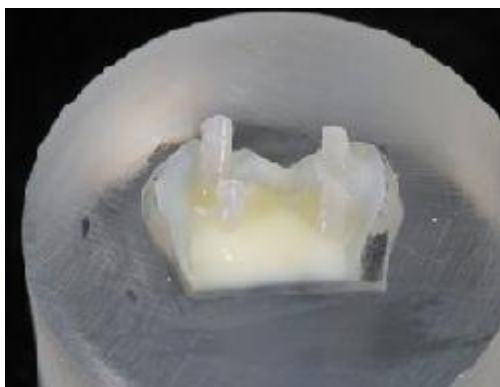


Figura 11. Cilindros de resina composta confeccionados sobre esmalte e dentina. Cada metade da face dental seccionada exposta continha ou adesivo/resina a base de metacrilato ou adesivo/resina a base de silorano.

Os dentes restaurados foram armazenados por 24 horas em estufa, em umidade 100% relativa, a 37° C, previamente ao ensaio de micro-cisalhamento (ASMUSSEN & PEUTZFELDT, 2001).

4.6. Realização do teste de microcisalhamento

Após período de armazenamento, as amostras foram fixadas em dispositivo específico para ensaio de microcisalhamento, acoplado a máquina de ensaios universal (Emic Equipamentos e Sistemas de Ensaio LTDA, São José dos Pinhais, PR, Brasil). Os cilindros de compósitos foram envolvidos próximo à área de união

com fio ortodôntico de 0,25 mm de diâmetro (Figura 12). O ensaio foi conduzido com célula de carga de 50 kg, a velocidade de 0,5 mm/min, até ruptura das amostras. Foram obtidos valores de resistência máxima fornecidos pela máquina em Newton (N). Para o cálculo dos valores em Mega Pascal (MPa), utilizou-se a fórmula: $MPa = N / 1,02 \text{ mm}$, sendo este valor (1,02 mm) a área média de união do cilindro com base de 1mm de diâmetro. Os dados foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) em delineamento experimental de blocos ao acaso, segundo esquema fatorial resina x substrato x condição, sendo dentes considerados como blocos estatísticos.



Figura 12. Imagem representativa do ensaio de micro-cisalhamento, com amostra posicionada para realização do teste.

4.7. Análise do padrão de fratura

Após ensaio de micro-cisalhamento, para análise do padrão de fratura, as amostras foram mantidas secas, em recipiente fechado, em contato com sílica. Foi realizada análise do padrão de fratura em Lupa Esterioscópica Leica modelo MZ75 (Leica, Wetzlar, Alemanha).

As imagens foram classificadas de acordo com os seguintes padrões: Fratura Adesiva, Fratura Coesiva de adesivo, Fratura Coesiva de substrato (esmalte/dentina), Fratura Coesiva de resina, ou Fratura Mista. Os resultados foram expressos em gráficos, por porcentagem.

5. Resultados

5.1. Análise Estatística

O teste Anova mostrou efeito significativo para fator substrato e fator condição de umidade, em interação destes com adesivo. Foi aplicado delineamento experimental de blocos ao acaso, segundo o esquema fatorial resina x substrato x condição, sendo os dentes considerados blocos estatísticos. O nível de significância considerado foi de 5 %.

Para adesivo/resina de silorano não houve diferença entre condições seco e úmido em dentina, contudo esta diferença foi verificada quando o sistema silorano foi aplicado sobre esmalte (Tabela 1).

Para adesivo/resina de metacrilato, a variação da condição (seco x úmido), independente do substrato, não apresentou resultados estatisticamente diferentes (Tabela 1).

Em dentina seca, adesivo/resina de silorano apresentou resultados inferiores que adesivo/resina de metacrilato, porém em dentina úmida, não houve diferença entre as resinas (Tabela 1).

E, em esmalte úmido e seco, adesivo/resina de silorano apresentou valores estatisticamente menores que adesivo/resina de metacrilato (Tabela 1).

Tabela 1. Resistência média (desvio padrão) em função de adesivo/resina, substrato e condição

Resina	Substrado	Condição	
		Seco	Umido
P90	Dentina	*13,5 (2,9)Aa	14,8 (3,6)Aa
	Esmalte	*9,4 (1,8)Bb	*14,1 (3,1)Aa
Z350	Dentina	16,9 (3,8)Aa	15,7 (3,3)Aa
	Esmalte	18,2 (2,6)Aa	17,8 (2,6)Aa

Médias seguidas de letras distintas (maiúscula na horizontal e minúscula na vertical comparando substrato dentro de cada material) diferem entre si ($p \leq 0,05$). *Difere de adesivo/resina de metacrilato no mesmo substrato e condição ($p \leq 0,05$).

5.2. Avaliação do Padrão de fratura

Para silorano em esmalte seco, a maioria do padrão de fraturas foi caracterizada como fraturas adesivas (48%), seguida de fraturas mistas (45%) (Figura 13).

Silorano em esmalte úmido apresentou a mesma porcentagem de fraturas adesivas e mistas (48%) (Figura 14).

Em dentina seca, sistema silorano apresentou o padrão de fratura bem dividido entre fraturas mistas (37%), seguido de fraturas adesivas (33%) e fraturas coesivas em adesivo (30%) (Figura 15).

Contudo, em dentina úmida, sistema silorano apresentou a maioria do padrão de fratura sendo fraturas mistas (45%), seguido de fraturas adesivas (27%), fraturas coesivas em adesivo (21%) e fraturas coesivas em resina (7%) (Figura 16).

Metacrilato em esmalte seco apresentou o padrão de fratura dividido entre fraturas mistas (35%), seguido de fraturas coesivas em adesivo (32%), fraturas coesivas em resina (23%) e fraturas adesivas (10%) (Figura 17).

Para metacrilato em esmalte úmido, a maioria foi de fraturas coesivas em adesivo (37%), seguido de fraturas mistas, fraturas adesivas e fraturas coesivas em resina com a mesma porcentagem (21%) (Figura 18).

Metacrilato em dentina seca e úmida apresentou semelhante padrão de fratura, caracterizado como fraturas adesivas (44%, 50%, respectivamente), seguida de fraturas mistas (43%, 39%, respectivamente) e pequena porcentagem de fraturas coesivas em adesivo (13%, 11%, respectivamente) (Figura 19 e 20).

Figura 13. Padrão de fratura para esmalte seco com adesivo/resina de silorano

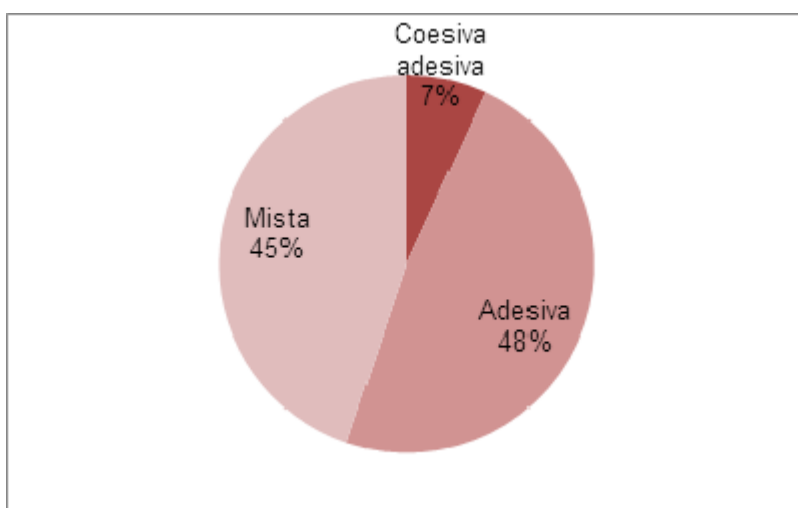


Figura 14. Padrão de fratura para esmalte úmido com adesivo/resina de silorano

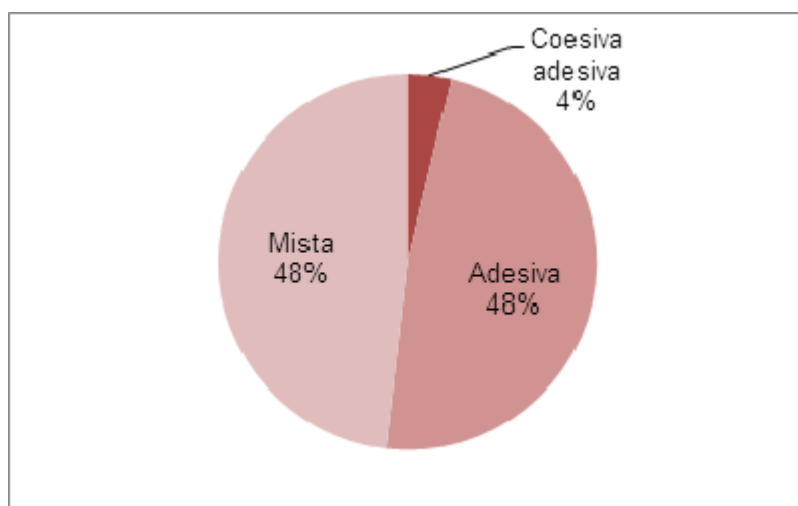


Figura 15. Padrão de fratura para dentina seca com adesivo/resina de silorano

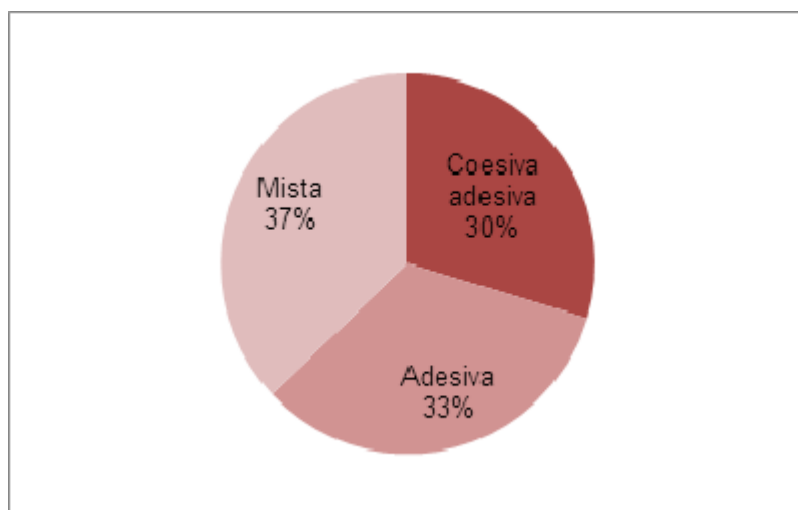


Figura 16. Padrão de fratura para dentina úmida com adesivo/resina de silorano

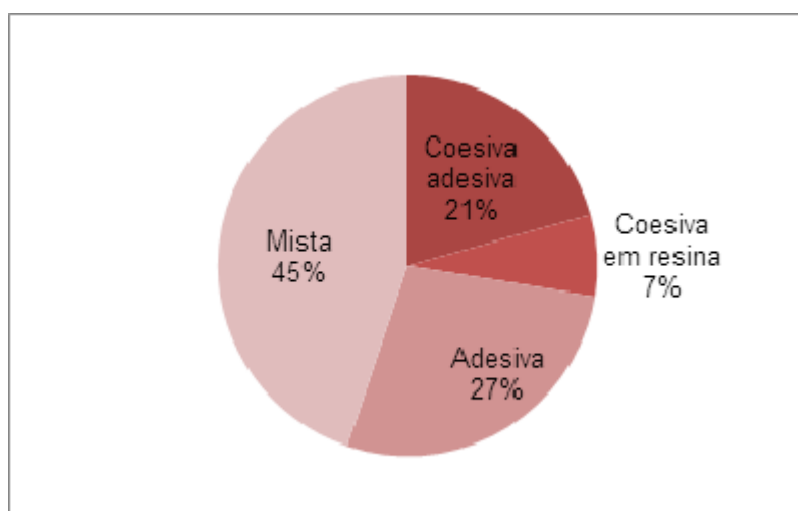


Figura 17. Padrão de fratura para esmalte seco com adesivo/resina de metacrilato

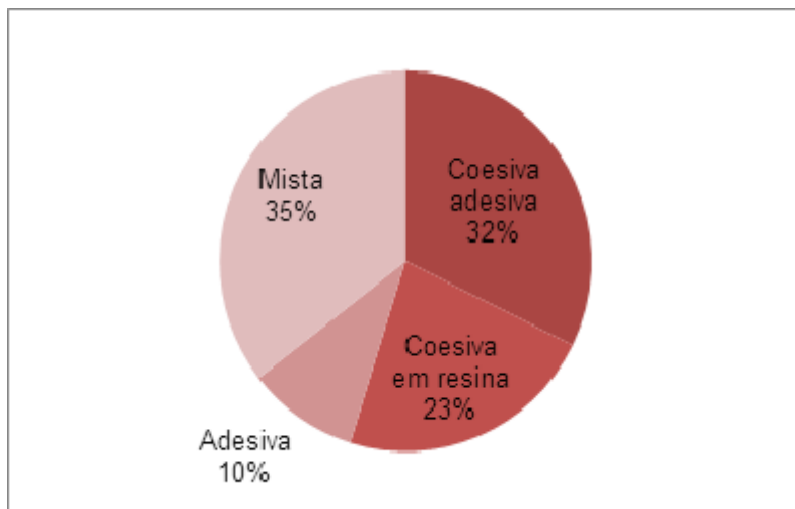


Figura 18. Padrão de fratura para esmalte úmido com adesivo/resina de metacrilato

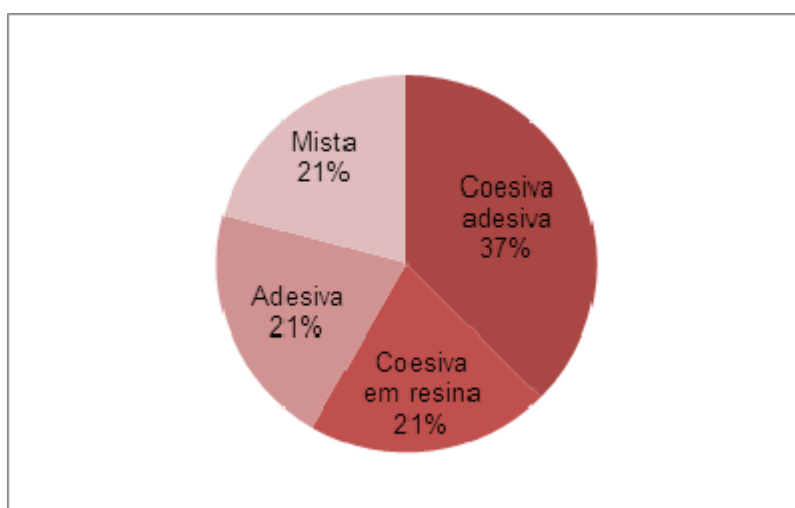


Figura 19. Padrão de fratura para dentina seca com adesivo/resina de metacrilato

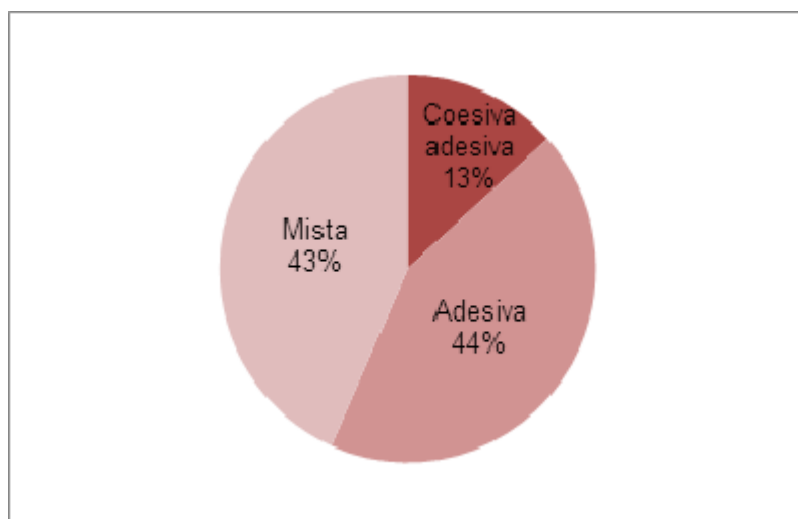
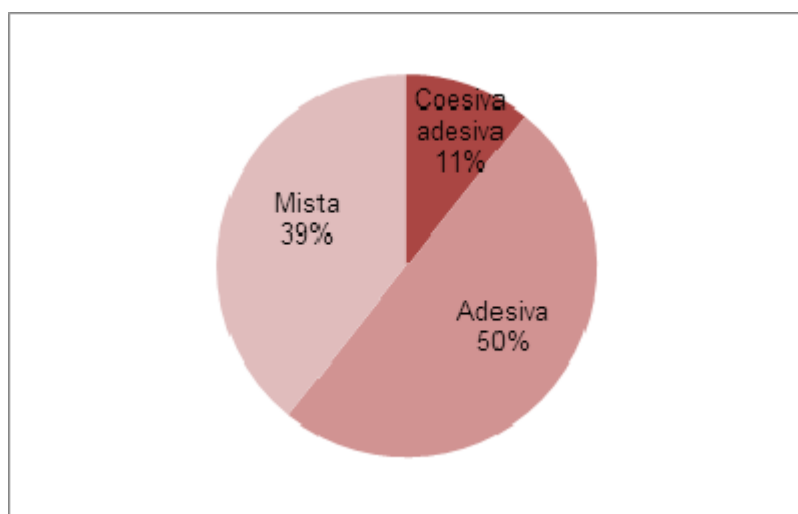


Figura 20. Padrão de fratura para dentina úmida com adesivo/resina de metacrilato



6. Discussão

Para a resina composta Filtek P90, utilizada com próprio sistema adesivo silorano, esmalte seco apresentou menores valores de resistência de união que esmalte úmido. Sabendo que ensaios de resistência de união colocam em teste sistemas adesivos, uma possível explicação para o pior desempenho do esmalte seco para silorano pode ter sido a composição do primer do sistema adesivo, que possui como solvente água e co-solvente etanol. A presença de água é necessária, pois a ionização dos monômeros ácidos depende de água para condicionamento dos substratos (HASHIMOTO *et al.*, 2008). Portanto, ao ser aplicado sistema silorano em superfície de esmalte seco, a água pode ter sido absorvida em função de o etanol acelerar a volatilização de água (MOSZNER, SALZ & ZIMMERMANN, 2005), podendo ter prejudicado o condicionamento do mesmo. Assim, o adesivo de silorano em esmalte seco pode não ter penetrado o suficiente neste substrato, formando uma união deficiente com a resina. Provavelmente, esta também é a explicação para o padrão de fratura que apresentou maioria das falhas adesivas, seguida de fraturas mistas. Logo, supõe-se que maior quantidade de água em esmalte úmido, fez com que o condicionamento neste substrato fosse mais eficiente para silorano, que esmalte seco.

Entretanto, dentina seca e úmida, não apresentaram valores significativamente diferentes com o uso de sistema silorano. Provavelmente, em função de o substrato dentinário possuir 50% de matéria inorgânica, 30% de orgânica e 20% de água, apresentando também túbulos onde se encontram prolongamentos odontoblásticos e fluido dentinário, que lhe conferem característica úmida (MARSHALL *et al.*, 1997). Estas características podem ter propiciado adequado condicionamento do substrato, mesmo após protocolo da condição seco, devido à quantidade de água que a dentina possui. Contudo, no protocolo úmido, em função de o primer do silorano possuir etanol que favorece a volatilização de água, provavelmente não existiu excesso da mesma, que poderia prejudicar o condicionamento do substrato e a polimerização do adesivo (MOSZNER, SALZ & ZIMMERMANN, 2005).

Para resina composta a base de metacrilato Filtek Z350, utilizada com sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond, a variação da condição de umidade dos substratos, seco ou úmido, independente se esmalte ou dentina, não apresentou diferença estatística. Em função da composição do primer deste adesivo autocondicionante possuir MDP, HEMA, monômero dimetacrilato, água e fotoiniciador (Kuraray Co., Osaka, Japão), a condição de umidade dos substratos não foi relevante, provavelmente devido ao monômero hidrófilo quando exposto ao protocolo úmido, e, ao solvente água, para o protocolo seco (VAN LANDUYT *et al.*, 2007). Logo, não sofreram perda de resistência de união independente da condição dos substratos.

Para comparação entre resina de silorano e resina de metacrilato, silorano apresentou valores estatisticamente menores que metacrilato em esmalte, independente da condição de umidade, e em dentina seca. Este resultado pode ser explicado pela composição dos primers de cada adesivo. O primer do sistema adesivo Clearfil SE Bond possui água como solvente e HEMA como monômero hidrófilo. Porém, o primer do sistema adesivo silorano possui água como solvente e etanol como co-solvente. Espera-se um melhor desempenho em substrato seco do primer que possuir mais água como único solvente, por exemplo: primer do Clearfil SE Bond, comparando-se com aquele que possuir etanol como co-solvente, por exemplo: primer do Silorano, porque o etanol acelera a volatilização de água que já estaria escassa no substrato seco. Além de que, o substrato seco poderia absorver parte de água, prejudicando o desempenho do adesivo com co-solvente etanol. E, maior quantidade de água no primer resulta em maior capacidade de desmineralização dos substratos, que melhora a penetração do adesivo (HIRAISHI *et al.*, 2005). Com maior disponibilidade de água no sistema a base de metacrilato e com a umidade fornecida ao substrato, o condicionamento e desempenho deste adesivo foram favorecidos. Ambos adesivos possuem agressividade de condicionamento classificados como suaves, pH por volta de 2, caracterizando uma desmineralização parcial do substrato dental (DE MUNCK *et al.*, 2005). Devido a semelhança da acidez dos adesivos, o pH, provavelmente, não possuiu influência na resistência de união, dentro desta comparação.

Com os resultados apresentados podemos ressaltar como relevância clínica do estudo que quando utilizada a resina Filtek P90 com seu próprio sistema adesivo, é mais conveniente a condição de substrato úmido para melhor resistência de união, devido à composição de seu primer que possui etanol como co-solvente, assim a falta de água em substrato seco, especialmente esmalte, prejudicaria o condicionamento do mesmo, diminuindo a união da resina composta a este substrato dental nesta condição.

Contudo, para resina Filtek Z350, utilizada com sistema adesivo Clearfil SE Bond, a condição de umidade de esmalte e dentina não é tão relevante, pois apresentou adequado desempenho independente de umidade. Provavelmente, pelo fato de seu primer possuir HEMA, um monômero hidrófilo, que é compatível com os substratos após protocolo úmido. E, quando em substrato seco, por possuir água como solvente do primer deste autocondicionante, não permite falta de água ao tecido, o que prejudicaria o condicionamento do mesmo. Assim, os materiais a base de metacrilato, resina Filtek Z350 e sistema adesivo Clearfil SE Bond, apresentaram-se menos sensíveis a condição dos substratos, podendo-se extrapolar para uma maior facilidade de obtenção clínica da condição ideal para esmalte e dentina.

Sugere-se que mais estudos sejam desenvolvidos para confirmação, elucidação, e aprimoramento dos procedimentos restauradores adesivos de constante uso na odontologia restauradora, como realizados neste estudo.

7. Conclusões

De acordo com os dados obtidos, concluiu-se que:

A resistência de união foi dependente da condição de umidade para adesivo/resina a base de silorano.

Material a base de metacrilato apresentou desempenho semelhante em ambos os substratos, independente da condição de umidade.

Adesivo/resina a base de metacrilato, apresentou melhor desempenho que silorano, apresentando valores semelhantes apenas em dentina úmida.

Referências

AMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A. The influence of relative humidity on the effect of dentin bonding systems. J Adhes Dent, Berlin, v.3, n.2, p.123-127, Summer 2001.

ANUSAVICE, K.J. Phillips Materiais Dentários. 11 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005, p.146-152, 377-382.

ARAÚJO, A.N.P.; ISAAC, S.Z. Utilização da resina composta de baixa contração de polimerização: relato de caso clínico. Rev Assoc Bras Odontol, São Paulo, v.2, n.2, p.32-36, Jan-Dez. 2010.

ARRAIS, C.A.G.; GIANNINI, M. Morfologia e espessura da difusão de resina através da matriz de dentina desmineralizada ou sem condicionamento. Pesq Odontol Bras, São Paulo, v.16, n.2, p.115-20, Abr-Jun. 2002.

BISPO, L.B. Resina composta nanoparticulada: há superioridade no seu emprego? Rev Dent online, Santa Maria, v.9, n.19, 2010. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/dentisticaonline/0901.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2011.

BOWEN, R.L. Properties of silica-reinforced polymer for dental restorations. J Am Dent Assoc, Chicago, v.66, n.(spec no), p.57-64, Jan. 1963.

BUERGERS, R. Streptococcal adhesion to novel low-shrink silorane-based restorative. Dent Mater, Oxford, v.25, n.2, p.269-275, Feb. 2009.

BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res, Washington, v.34, n.6, p.849-853. Dec. 1955.

CARVALHO, R.M. Sistemas Adesivos: fundamentos para aplicação clínica. Biodonto, Goiânia, v.2, n.1, p.1-86, jan-fev. 2004.

CARVALHO, R.M. *et al.* A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration Always occur in self-etch adhesives. Biomaterials, Oxford, v.26, n.9, p.1035-1042, Mar. 2005.

DE MUNCK, J. *et al.* A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. J Dent Res, Washington, v.84, n.2, p.118-132, Feb. 2005.

EICK J. Properties of silorane-based dental resins and composites containing a stress-reducing monomer. Dent Mater, Oxford, v.23, n.8, p.1011-1017, Aug. 2007.

ELORZA, P.A.B. *et al.* Estudio comparativo de las propiedades mecânicas de diferentes tipos de resina compuesta. Rev Colomb investig odontol, Colombia, v.1, n.3, p.(spec no), Sep-Dez. 2010.

FARIA-E-SILVA, A.L. *et al.* Bond strength o fone-step adhesives under diferente substrate moisture conditions. Eur J Dent, Turkey, v.3, n.4, p.290-296, Oct. 2009.

FURUSE, A.Y. Colour-stability and gloss-retention of silorane and dimethacrylate composites with accelerated aging. J Dent, Oxford, v.36, n.11, p.945-952, Nov. 2008

GARCIA, R.N. Resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes em dentina profunda. Res Sul-Bras Odontol, Joinville, v.5, n.3, p.39-47, Dez. 2008.

GARCIA, R.N. *et al.* Avaliação da resistência de união de dois sistemas adesivos autocondicionantes – Revisão de literatura e aplicação do ensaio de microcisolamento, RSBO, Joinville, v.4, n.1, p. 36-45, Mar. 2007.

GIACHETTI, L. *et al.* A review of polymerization shrinkage stress: Current techniques for posterior direct resin restorative. J Contemp Dent Pract, Ohio, v.4, n.7, p.79-88, Sept. 2006.

GUIRALDO, R.K. Comparison of silorane and methacrylate-based composite resins on the curing light transmission. Braz Dent J, Ribeirão Preto, v.21, n.6, p.538-542, Nov. 2010.

HASHIMOTO, M. *et al.* Effect of water on bonding of one-bottle self-etching adhesives. Dent Mater J, Tokyo, v.27, n.2, p.172-178, Mar. 2008.

HERVÁS-GARCÍA,A. *et al.* Composite resins. A review of the materials and clinical indications. Med Oral Patol Oral Cir Bucal, Valencia, v.11, n.2, p.215-220, Mar. 2006.

HILTON, T.J. Can modern restorative procedures and materials reliably sel cavities? In vitro investigations. Part 2. Am J Dent, San Francisco, v.15, n.4, p.279-289, Aug. 2002.

HIRAISHI, N. *et al.* Water concentration in self-etching primers affects their aggressiveness and bonding efficacy to dentin. J Dent Res, Washington, v.84, n.7, p.653-658, Jul. 2005.

IKEDA, T. *et al.* Relation of enamel prism orientation to microtensile bond strength. Am J Dent, San Francisco, v.15, n.2, p.9-13, Apr. 2002.

ILIE, N.; HICKEL, R. Silorane-based dental composite: behavior and abilities. Dent Mater J, Tokyo, v.25, n.3, p.445-454, Sept. 2006.

ILIE, N. *et al.* Low-shrinkage composite for dental application. Dent Mater J, Tokyo, v.26, n.2, p.149-155, Mar. 2007.

KUGEL, G. Direct and indirect adhesive restorative materials: a review. Am J Dent, San Antonio, v.13, n.(spec no), p.35D-40D, Nov. 2000.

LUCENA, M.C.M. *et al.* Avaliação da rugosidade superficial da resina composta filtek Z350 3M/Espe de baixa viscosidade exposta a enxaguatórios com e sem álcool. Odontol. Clín.-Cient. (Online), Recife, v.9, n.1, Jan-mar. 2010. Disponível em:< http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-38882010000100011&lng=pt&nrm=isso>. Acesso em: 15 jul. 2011.

MARSHALL JR, G.W. *et al.* The dentin substrate: structure and properties related to bonding. J Dent, Oxford, v.25, n.6, p.441-458, Nov. 1997.

MARTINS, G.C. *et al.* Adesivos dentinários. RGO, Porto Alegre, v.56, n.4, p.429-436, Out-Dez. 2008.

MCDONOUGH, W.G. *et al.* A microshear test to measure bond strengths of dentin-polymer interfaces. Biomaterials, Oxford, v.23, n.17, p.3603-3608, Sept. 2002.

MICHELON, C. *et al.* Restaurações diretas de resina composta em dentes posteriores – considerações atuais e aplicação clínica. RFO UPF, Passo Fundo, v. 14, n. 3, p. 256-261, Set-Dez, 2009.

MITRA, S. B.; WU, D.; HOLMES, B.N. An application of nanotechnology in advanced dental materials. J AM Dent Assoc, Chicago, v. 134, n.10, p. 1382-1390, Oct. 2003.

MOSZNER, N.; SALZ, U.; ZIMMERMANN, J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: a systematic review. Dent Mater, v.21, n.10, p.895-910, Oct. 2005.

NUNES, T.G. *et al.* Polymerization efficacy of simplified adhesive systems studied by NMR and MRI techniques. Dent Mater, v.22, n.10, p.963-972, Oct. 2006.

PASHLEY, D.H.; HORNER, J.A.; BREWER, P.D. Interactions of conditioners on the dentin surface. Oper Dent, Seattle, suppl. 5, p. 137-150, 1992.

PEUTZFELDT, A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. Eur J Oral Sci, Copenhagen, v.105, n.2, p.97-116, Apr. 1997.

REIS, A. *et al.* Sistemas adesivos atuais. J Bras Clin Odontol Integr, Curitiba, v.5, n.30, p.455-466, Nov-Dez. 2001.

RUYTER, J.E.; SJOVIK, J.J. Composition of dental resin and composite materials. Acta Odontol Scand, Oslo, v.39, n.3, p.133-146, Jan. 1981.

SHIMADA, Y. *et al.* Shear bond strength of current adhesive systems to enamel, dentin and dentin-enamel junction region. Oper Dent, Seattle, v.28, n.5, p.585-590, Sept-Oct. 2003.

SILVA, J.M.F. *et al.* Resinas compostas: estágio atual e perspectivas. Odonto, São Bernardo do Campo, v.16, n.32, p.98-104, Jul-Dez. 2008.

TAY, F.R.; PASHLEY, D.H. HAVE DENTIN ADHESIVES BECOME TOO HYDROPHILIC? J Can Dent Assoc, Ottawa, v.69, n.11, p.726-731, Dec. 2003

TAY, F.R., *et al.* An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. J Adhes Dent, Berlin, v.2, n.2, p.83-98, Summer 2000.

TAY, F.R *et al.* How can nanoleakage occur in self-etching adhesive systems that demineralize and infiltrate simultaneously? J Adhes Dent, Berlin, v.4, n.4, p.255-69, Winter 2002.

TAYLOR, D. F. *et al.* Relationship between filler and matrix resin characteristics and the properties of uncured composite pastes. Biomaterials, Oxford, v. 19, n. 1-3, p.197-204, Jan-Feb. 1998.

VALENCIA, J.J.C. Restaurador posterior de resina de baja contracción. ADM, México, v.67, n.3, p. 137-42, Apr. 2010.

VAN ENDE, A. *et al.* Does a low-shrinking composite induce less stress at the adhesive interface? Dent Mater, Oxford, v.26, n.3, p.215-222, Mar. 2010.

VAN LANDUYT, K.L. *et al.* Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. Biomaterials, Oxford, v.28, n.26, p.3757-3785, Sept. 2007.

VAN MEERBEEK, B. *et al.* Buonocore memorial lecture: Adhesion to enamel and dentin – Current status and future challenges. Oper Dent, v.28, n.3, p.215-35, May-Jun. 2003.

WATANABE, I.; NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D.H. Bonding to ground dentin by a phenyl-P self-etching primer. J Dent Res, Washington, v. 73, n.6, p.1212-1220, Jun. 1994.

WEINMANN, W.; THALACKER, C.; GUGGENBERGER, R. Siloranes in dental composites. Dent Mater, Oxford, v.21, n.1, p.68-74, Jan. 2005.

***Baseada na NBR-6023 de ago. de 2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
Abreviatura dos títulos dos periódicos em conformidade com o MEDLINE.**

Anexo

Quadro de Análise

The SAS System					
The GLM Procedure					
Level of Resina padrão	Level of Subst	Level of Cond	N	-----Resist----- Media	Desvio
P90	dentina	seco	15	13.5460000	2.91639650
P90	dentina	umido	15	14.7673333	3.64295890
P90	esmalte	seco	15	9.4000000	1.80559052
P90	esmalte	umido	15	14.1346667	3.08978239
Z350	dentina	seco	15	16.9726667	3.76459345
Z350	dentina	umido	15	15.6886667	3.32454480
Z350	esmalte	seco	15	18.1980000	2.56256345
Z350	esmalte	umido	15	17.7786667	2.61919253

Effect	Pr > F
Amostra	0.0523
Resina	<.0001
Subst	0.4894
Cond	0.0465
Resina*Subst	0.0002
Resina*Cond	0.0005
Subst*Cond	0.0405
Resina*Subst*Cond	0.2122