

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
ODONTOLÓGICAS**

**A ODONTOLOGIA ADESIVA E A INFLUÊNCIA DA  
TEMPERATURA – CONSIDERAÇÕES ATUAIS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Marcos Paulo Marchiori Carvalho**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2013**



**A ODONTOLOGIA ADESIVA E A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA –  
CONSIDERAÇÕES ATUAIS**

**por**

**Marcos Paulo Marchiori Carvalho**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências Odontológicas, com ênfase em Dentística.**

**Orientador: Prof. Dr. Alexandre Henrique Susin**

**Santa Maria, 2013**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**A ODONTOLOGIA ADESIVA E A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA –  
CONSIDERAÇÕES ATUAIS**

elaborada por

**C.D. Marcos Paulo Marchiori Carvalho**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciências Odontológicas, com ênfase em Dentística.**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

Alexandre Henrique Susin, Prof. Dr. (UFSM)  
(Presidente/Orientador)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rachel de Oliveira Rocha (UFSM)  
(examinadora)

---

Prof. Dr. Fábio Garcia Lima (UFPEL)  
(examinador)

**Santa Maria, 26 de julho de 2013.**

**Dedico esta dissertação às 5 pessoas mais importantes da minha vida, meus avós e minha mãe, que conduziram-me a uma criação baseada em carinho, respeito, amor e uma educação sempre focada, e com muito estímulo, nos estudos e no desejo de um futuro digno e honroso.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus**,

Pelas lições e testes que a vida tem feito eu e minha família passar e, conseqüentemente, trazendo mais força e união onde eu achei que não fosse mais possível encontrar.

Agradecimento especial ao meu professor, orientador e amigo, **Alexandre Henrique Susin**. Pois sem seu equilíbrio, ao saber dosar com maestria paciência e cobrança, este trabalho não teria sido concluído. Por toda a confiança depositada para orientar e no incentivo quanto ao aprendizado que tive nas clínicas de dentística, clinica integrada e laboratório.

Agradeço aos meus avós maternos e minha mãe, **Almir Machado Marchiori, Ieda da Costa Marchiori e Josele da Costa Marchiori Carvalho**, por tudo que fizeram por mim. Por terem me aguentado nesse período estressante e importante da minha vida. Por me fazerem feliz ao sentirem orgulho na minha formatura e aprovação no mestrado.

Ao meu avô paterno, **Alfredo Carvalho**. Por todo o carinho e incentivo para eu ser uma pessoa estudiosa e dedicada. Por compreender minha ausência nesse período todo.

A todos os meus primos. **Jeancarlo da Luz, Juliana Fenner, Marco da Luz, Matheus Marchiori, Nicolle Marchiori, Martina Marchiori, Catharina Marchiori; Diego, Mayra, Vinicius, Daniel, Cássia e Lorenzo Carvalho**. Vocês são os melhores irmãos que eu poderia ter. Meus melhores amigos ontem, hoje e sempre.

Aos meus tios e tias. **Jeanine, Josiane, Jeferson e James Marchiori; Paulo, Carmen, Jaqueline e Tanetti Carvalho**. Por não só terem sido tios, mas também pais. Sempre cuidadosos, carinhosos, parceiros e que com certeza ajudaram na construção da minha pessoa.

A todos os professores da disciplina de Dentística. **Roberto Bisogno, Jeferson Marchiori, Alexandre Susin, Roselaine Pozzobon, Leticia Brandão e Bruno Lopes**. Pelo exemplo de

equipe e profissionalismo. Por sempre me tratarem muito bem, nunca deixando de ensinar odontologia.

À **Prof. Rachel Rocha**. Por ter me ensinado a usar a máquina de corte, por ter me ajudado na realização da estatística do trabalho e por ter aceitado meu convite para fazer parte da banca de avaliação. Meu muito obrigado!

Ao **Prof. Fábio Garcia Lima**, por ter aceitado meu convite, vindo de longe, para fazer parte da banca de avaliação.

Ao **Prof. Luis Felipe Valandro**, coordenador do PPGCO. Por ter me ensinado a usar a EMIC. Pela seriedade e compromisso. Sempre me ajudando e me atendendo quando precisava.

À **UFSM** e todos os seus professores e servidores.

A todos os meus **colegas do mestrado**. Muito obrigado pela amizade e parceira. Pelos churrascos e partidas de futebol...

Em especial aos meus colegas, não só de mestrado, mas também de graduação **Leonardo Botton** e **Danilo Dutra**. Nunca vou esquecer nossa amizade, nossa parceira, nossas duplas em diversas clínicas da UFSM, do companheirismo e das discussões sérias na esquina da floriano com a Tuiuti, onde ficávamos horas discutindo sobre basicamente tudo.

Às minhas colegas de mestrado e também de especialização e graduação: **Luciana Friedrich** e **Patricia Henke**. Nunca vou esquecer nossas maratonas, tentando aliar o mestrado com a especialização, os esquemas com o taxis e as caronas, as discussões sobre casos clínicos.

À minha colega e uma das melhores pessoas que o Mestrado me deu, **Letícia Monteiro**. Um exemplo de inteligência, elegância e competência. É uma honra poder trabalhar contigo.

À “veterana” **Patricia Machado**, por ter aberto as portas da metodologia usada neste trabalho através do aparelho de aquecimento e por ter me dado toda ajuda necessária.

Não posso deixar de agradecer a **Jéssica**, secretária da pós-graduação. Por sempre resolver todas as nossas dúvidas e sempre estar atenciosa e paciente com todos os alunos que chegavam lá.

Ao **Prof. Carlos Heitor Moreira**, por ter me estimulado a ser extremamente crítico na avaliação e seleção de artigos científicos.

Ao **Prof. Fábio Bisogno**, por ter construído e disponibilizado, pelo grupo GEPOC, a máquina de temperatura usada neste trabalho.

A **todos os alunos** que passaram por mim nas dentísticas I, II, III e integrada I. Mas em especial a **ATO 82** que foi a primeira turma que eu ministrei uma aula teórica e foi a primeira turma que eu acompanhei em todas as dentísticas desde os primeiros preparos em manequim no laboratório. Obrigado pelo apoio, respeito e confiança depositados.

E a todos que conviveram comigo durante esses dois anos e contribuíram, direta ou indiretamente, para a minha formação. Meu muito obrigado!

Marcos Paulo Marchiori Carvalho

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
------------------------	-----------

---

<b>ARTIGO* - AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES MÉTODOS DE AUMENTO DE TEMPERATURA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UM SISTEMA ADESIVO DE CONDICIONAMENTO ÁCIDO TOTAL.....</b>	<b>13</b>
--	-----------

<b>Resumo.....</b>	<b>14</b>
--------------------	-----------

<b>Abstract.....</b>	<b>15</b>
----------------------	-----------

<b>Introdução.....</b>	<b>16</b>
------------------------	-----------

<b>Materiais e Método.....</b>	<b>18</b>
--------------------------------	-----------

Preparo preliminar dos dentes.....	18
------------------------------------	----

Procedimentos adesivos restauradores.....	18
---	----

Análise estatística.....	22
--------------------------	----

<b>Resultados.....</b>	<b>23</b>
------------------------	-----------

<b>Discussão.....</b>	<b>24</b>
-----------------------	-----------

<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>
-----------------------	-----------

<b>REFERÊNCIAS introdução.....</b>	<b>28</b>
------------------------------------	-----------

<b>REFERÊNCIAS Artigo.....</b>	<b>30</b>
--------------------------------	-----------

<b>ANEXO 1 (Normas da revista THE JOURNAL OF ADHESIVE DENTISTRY).....</b>	<b>33</b>
---	-----------

<b>ANEXO 2 (Parecer do CEP).....</b>	<b>36</b>
--------------------------------------	-----------

**\*O estudo será submetido para publicação no periódico THE JOURNAL OF ADHESIVE DENTISTRY.**

## **A ODONTOLOGIA ADESIVA E A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA – CONSIDERAÇÕES ATUAIS**

Durante anos a odontologia vem evoluindo com o surgimento de novos materiais restauradores e adesivos. Entretanto, mesmo havendo melhora na qualidade dos materiais, o ciclo restaurador repetitivo ainda acontece. A introdução dos princípios adesivos na odontologia foi um importante passo a fim de minimizar seus efeitos (1).

Com a introdução da técnica de condicionamento ácido do esmalte dental preconizado por Buonocore em 1955, foi inaugurada a odontologia adesiva. Além da promoção da limpeza do preparo cavitário, remoção da *smear layer* e desmineralização, ocorre também o aumento de energia de superfície e exposição de prismas de esmalte, tornando possível o embricamento micro estrutural. Desde então, diversos estudos foram desenvolvidos no sentido de divulgar e aprimorar os procedimentos adesivos. Encontra-se a partir daí a difusão de diversos trabalhos clássicos que são referenciados até hoje (2, 3, 4, 5, 6).

Nakabayashi e colaboradores (6) descreveram a teoria de hibridização dos tecidos dentais duros, na qual um substrato formado pela interação dos componentes do sistema adesivo com o tecido dental denomina-se camada híbrida. Essa interface é resultado da infiltração dos monômeros resinosos nos espaços previamente ocupados pelos minerais entre as fibras colágenas, e sua posterior polimerização (7).

Os pré-requisitos clínicos então propostos, baseiam-se no selamento de esmalte e dentina pelos agentes adesivos, a fim de evitar sensibilidade pós-operatória e proteger o complexo dentina polpa, mantendo a micromorfologia da dentina e promovendo assim uma adesão duradoura (8).

Nos últimos anos, a evolução dos materiais restauradores trouxe incrementos de qualidade à odontologia restauradora (9), com técnicas de preparo menos invasivas, aliada à mudança de atitude do paciente que hoje não procura o dentista apenas para aliviar a dor, mas também por necessidades estéticas. (10, 11).

Ainda assim, a interface adesiva continua sendo a região de maior vulnerabilidade na restauração. Isso provavelmente deve-se a combinação da degradação da resina e das fibras

colágenas, que aumenta o conteúdo de umidade na interface, levando a uma redução da longevidade da adesão devido ao deterioração da camada híbrida (12, 13, 14).

Enquanto a adesão em esmalte tem boa previsibilidade, a adesão em dentina é um desafio devido a sua complexa estrutura, sua heterogênea constituição orgânica e mineral, que pode modificar-se com o condicionamento ácido, e sua porosidade variável, além de presença de umidade no interior dos túbulos dentinários (15, 16).

Para evitar o colapamento da rede de fibras colágenas, é necessário que a dentina desmineralizada se mantenha úmida. O “quanto úmida” varia de acordo com cada adesivo, Assim, pelo menos dois parâmetros interferem na umidade: as características físico-químicas do adesivo (tipo de solvente e hidrofiliidade dos monômeros) e as condições ambientes (procedimento de secagem, umidade local e temperatura) (17).

A variação de temperatura dos sistemas adesivos pode alterar algumas propriedades dos monômeros presentes, tais como viscosidade e grau de conversão, que são importantes parâmetros para uma efetiva adesão (18). A reação de polimerização é influenciada pela temperatura, assim, quanto maior a temperatura, maior o grau de conversão dos monômeros. Temperaturas reduzidas influenciam negativamente propriedade como microdureza, causando uma diminuição no grau de polimerização, além de aumentar a viscosidade do adesivo, prejudicando o molhamento, diminuindo a resistência adesiva e afetando a evaporação do solvente (19).

Fróes-Salgado e colaboradores sugeriram que o pré-aquecimento da resina composta antes da técnica restauradora promove uma melhor adaptação do material às paredes da cavidade. Considerando que os sistemas adesivos são compostos por monômeros resinosos, um aumento da temperatura dos mesmos resultaria em uma melhor qualidade de polimerização acima da camada híbrida, aumentando assim a adesão resina-dentina e diminuindo os efeitos da degradação pela água. Porém, não foi observada diferença estatística significativa com o aumento da temperatura na prevenção da degradação por água ao longo de 6 meses (20). Em estudo envolvendo dois sistemas adesivos com diferentes solventes, Adper Single Bond 2 e Prime&Bond, foi analisada a resistência de união a dentina quando os adesivos eram aplicados em diferentes temperaturas. Os resultados apresentaram, para o adesivo acetinado (Prime & Bond), a temperatura de 50°C promoveu uma diminuição da resistência de união quando comparado às outras temperaturas testadas (5°C, 20°C e 37°C), enquanto que no adesivo a base de água/etanol, foi observado decréscimo apenas na

temperatura de 5°C. Foi observado que o aumento de temperatura não trouxe benefícios no que diz respeito à degradação da interface ao longo do tempo. (21)

Em compensação, outros trabalhos na literatura apontam que a imediata resistência de união, bem como a formação da camada híbrida podem ser influenciadas positivamente pela temperatura (22).

Por isso, como ainda restam dúvidas, variações de técnicas tem sido testadas. Para obter um controle melhor sobre a variação da temperatura, padronizando-a, a fim de testar em novos ensaios, uma máquina específica para essa finalidade foi desenvolvida pelo departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria (GEPOC – Grupo de Eletrônica de Potência e Controle). Este aparelho possibilita o controle da temperatura dentro do frasco do adesivo, podendo ser usado em trabalhos que testem o efeito do aquecimento do adesivo previamente a aplicação na dentina.

Outra variação de técnica pode ser utilizada para o aquecimento do adesivo, dessa vez mudando o momento e a forma da variação de temperatura. O aquecimento do sistema adesivo após o mesmo ser aplicado na dentina, através da utilização de um secador de cabelo, aumenta a temperatura e influencia diretamente na evaporação de solventes.

Assim, com o intuito de contribuir para maiores esclarecimentos sobre a influência da temperatura dos sistemas adesivos na união à dentina, o estudo conduzido e apresentado a seguir, intitulado “AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES MÉTODOS DE AUMENTO DE TEMPERATURA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UM SISTEMA ADESIVO DE CONDICIONAMENTO ÁCIDO TOTAL” tem como objetivo avaliar a influência da temperatura dos sistemas adesivos e diferentes métodos de aquecimento na resistência de união a dentina, além de consolidar o uso de um dispositivo desenvolvido especificamente para proporcionar alteração controlada de temperatura dos sistemas adesivos.

**ARTIGO – AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES MÉTODOS DE AUMENTO DE TEMPERATURA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UM SISTEMA ADESIVO DE CONDICIONAMENTO ÁCIDO TOTAL.**

Este artigo será submetido à publicação no periódico *The Journal of Adhesive Dentistry*, ISSN 1757-9988

## RESUMO

### AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES MÉTODOS DE AUMENTO DE TEMPERATURA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UM SISTEMA ADESIVO DE CONDICIONAMENTO ÁCIDO TOTAL.

Autor: Marcos Paulo Marchiori Carvalho

Orientador: Alexandre Henrique Susin

Santa Maria, 26 de julho de 2013.

**Introdução:** Na odontologia adesiva, diferentes metodologias tem sido testadas afim de promover melhor resistência de união entre os substratos dentina/resina. O aumento de temperatura, associado à evaporação de solventes, tem sido uma das maneiras de se modificar protocolo a fim de obter adesão mais satisfatória.

**Materiais e métodos:** Para este trabalho, foram testadas duas metodologias diferentes de aquecimento do adesivo. Além do grupo controle (n=4), foram testados grupo temperatura (n=6) que consistiu no aumento da temperatura do adesivo antes de ser aplicado na dentina e o grupo ar quente (n=6) que consistiu no aquecimento do adesivo após a aplicação na dentina. Para avaliarmos a resistência de união, o ensaio de microtração foi escolhido. Após a realização do ensaio, foi aplicado o teste de tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Resultados:** Os resultados do trabalho não demonstraram diferença estatisticamente significativa na comparação com os grupos (G1: 48,52<sup>a</sup>, G2: 40,35<sup>a</sup>, G3:47,21<sup>a</sup>).

**Conclusão:** Este trabalho conclui que o aumento de temperatura não promove ganhos significativos em qualidade adesiva.

Palavras-chave: adesivos dentinários; temperatura; dentina.

## ABSTRACT

### EVALUATION OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT METHODS TO TEMPERATURE INCREASE IN BOND STRENGTH OF A TOTAL ETCHING ADHESIVE SYSTEM.

Autor: Marcos Paulo Marchiori Carvalho

Orientador: Alexandre Henrique Susin

Santa Maria, July, 26, 2013.

**Purpose:** Different methodology of adhesion have been tested in order to promote better bonding strength between dentinal substrate and composite resin. The increase of temperature associated with the solvent evaporation, it has been one of the ways of modifying the protocol in order to obtain better adhesion.

**Materials and Methods:** For this study, were tested two different methodologies to increase adhesive temperature. The control group 1 (n=4) were tested under environmental temperature; group 2 (n=6) consisting of heating the adhesive in an experimental apparel before the adhesive to be applied and the group 3 (n=6) consisting in increasing of the temperature of the adhesive by application of warm air steam over adhesive applied on dentin. It was applied the tukey test at 5% probability.

**Results:** The results of the study showed no statistically significant difference in comparison with the groups. (G1: 48,52<sup>a</sup>, G2: 40,35<sup>a</sup>, G3:47,21<sup>a</sup>)

**Conclusion:** This study concludes that the increase of temperature did not cause significant differences on bond strength.

Key words: Dentin-bonding agents; temperature; dentin.

## INTRODUÇÃO

Os protocolos atuais de adesão à dentina estão intimamente relacionadas com a maneira com que os adesivos interagem com o substrato dental. Essa interação pode se dar pela sua remoção total da smear layer (para os sistemas adesivos “total-etching”) ou pela sua modificação, alterando sua permeabilidade (para os sistemas adesivos self-etching). A remoção total da smear layer acontece pelo uso prévio de condicionamento com ácido fosfórico de 30 a 40% (18, 26). Condicionado a estas circunstâncias a aplicação dos componentes dos sistemas adesivos obedecerá os protocolos de cada tipo de sistema adesivo.

Entretanto, diferentes protocolos têm sido testados e avaliados a fim de promover melhora da performance adesiva, mesmo para aqueles com desempenho comprovadamente satisfatório em ensaios clínicos e laboratoriais (7, 24). O aumento da temperatura, por exemplo, diminui a viscosidade e aumenta o grau de conversão do sistema adesivo, que são importantes parâmetros no contexto da adesão. O calor também exerce influência na evaporação de solvente, uma vez que altera a relação solvente / monômeros, afetando positivamente o grau de conversão (1, 3, 17, 25).

A literatura atual mostra que o aumento de temperatura com vistas ao procedimento adesivo pode se dar de diversas maneiras, como aquecimento do próprio sistema adesivo ou uso de ar quente que, além do efeito de aquecimento, auxilia na evaporação do solvente. Alguns trabalhos demonstram que o uso de ar quente para evaporar o solvente pode ajudar a produzir interfaces adesivas menos propensas à degradação por água (21, 23). Acredita-se que a eficácia na evaporação de solventes antes da fotopolimerização pode promover a formação de um polímero altamente reticulado com redução de sorção de água e solubilidade (16), conseqüentemente qualificando a hibridização.

Já o aquecimento prévio do sistema adesivo também tem sido utilizado com o mesmo propósito de facilitar a evaporação de solventes (14). Embora a maioria dos fabricantes de sistemas adesivos recomendem que os adesivos sejam armazenados em temperatura ambiente, muitos clínicos ainda insistem em mantê-los refrigerado. Porém, já foi demonstrado que os sistemas adesivos tem reduzida sua eficácia, em virtude da baixa temperatura alterar negativamente a conversão dos monômeros e, mais viscosos, tem reduzida a capacidade de permeação o tecido condicionado. A refrigeração de sistemas adesivos também afeta a

evaporação do solvente, como demonstrado em estudos onde ficou constatado que o aquecimento entre 54-60°C incrementou a taxa de polimerização, comparado com aqueles adesivos usados refrigerados. É amplamente aceito que o aumento do grau de conversão pode afetar positivamente as propriedades mecânicas da linha adesiva (2, 3, 6, 9, 11, 12, 15, 19).

Baseado nesses aspectos justifica-se a avaliação de diferentes protocolos adesivos. Dessa forma, baseado no ensaio mecânico de microtração em dentina, com sistema de adesão “padrão ouro”, esse trabalho avaliou a influência de dois métodos de aquecimento do sistema adesivo na resistência de união, onde nossa hipótese conceitual foi de que os diferentes protocolos de variação de temperatura promovesse um aumento na resistência de união. A hipótese nula foi de que esses protocolos não apresentariam melhoria na qualidade adesiva.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Para a execução do projeto, 16 terceiros molares humanos, hígidos, foram selecionados do Banco de Dentes da Universidade Federal de Santa Maria. Os dentes foram acondicionados em solução de tymol 0,5% em temperatura de 5°C, até o momento do seu uso.

### **Preparo preliminar dos dentes**

Os dentes tiveram o 1/3 oclusal removido com uso de disco diamantado dupla face na máquina de cortes *ISOMET 1000 Buehler* com velocidade de 250 rotações por minuto. Em seguida, os mesmos foram inspecionados em sua superfície dentinária com auxílio de uma lupa estereoscópica para identificar a presença de remanescentes de esmalte. Nos casos em que ocorreu, os dentes foram desgastados com lixas de granulação 600 em politriz circular mecânica (*Arotec – SP, Brasil*) - sob constante irrigação - até a completa remoção das “ilhas” de esmalte e padronização da *smear layer*, durante 40 segundos. A cada 10 segundos as amostras foram giradas ¼ de volta até completar 1 volta a fim diminuir as estrias de lixamento que ocorrem em casos de uso em sentido único.

Após o preparo preliminar, os dentes foram aleatoriamente divididos, de acordo com o tipo de tratamento, sendo: Grupo Controle (G1), Grupo Temperatura – Dispositivo de aquecimento (G2), Grupo Temperatura – Ar Quente (G3).

### **Procedimentos adesivos restauradores.**

Todos os dentes foram condicionados com ácido fosfórico a 37% (3M ESPE, St Paul, MN, USA), lavados e removida a umidade pelo tempo e técnica recomendados pelo fabricante.

### G1 – Controle (n=4)

Após a etapa de condicionamento ácido o adesivo Adper Single Bond 2 foi aplicado conforme instruções do fabricante.

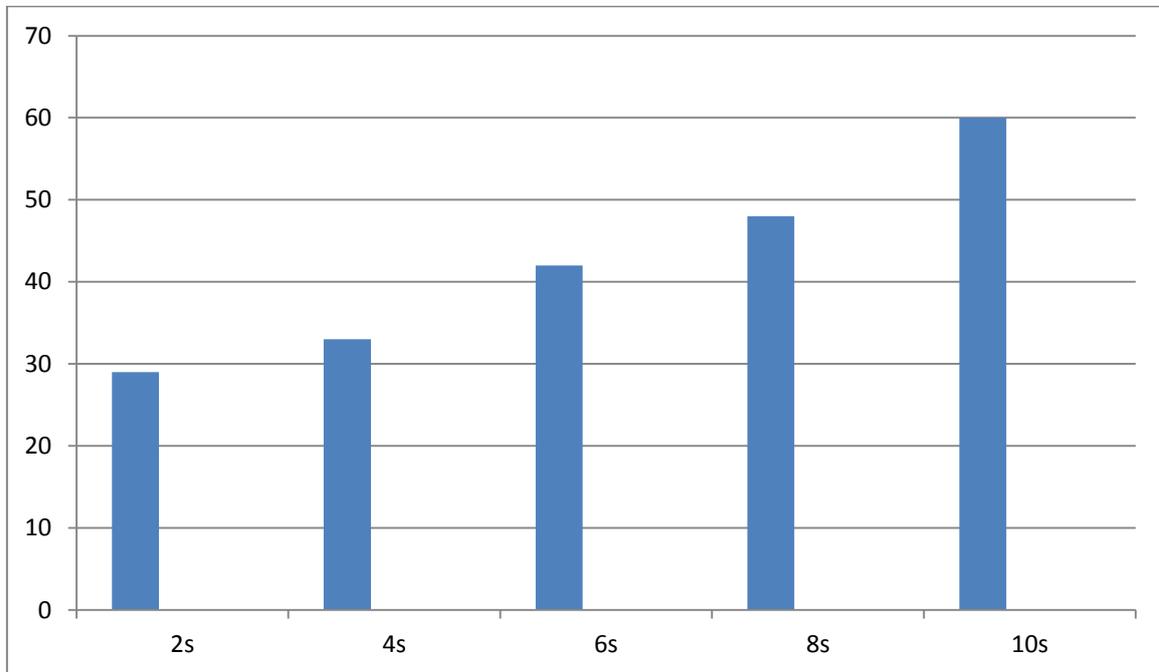
### G2 – Temperatura – Dispositivo (n=6)

O adesivo foi pré-aquecido por um aparelho desenvolvido especificamente para essa finalidade. Esse aparelho foi desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Elétrica da UFSM, pelo Grupo GEPOC. Todos os procedimentos foram realizados por um único operador, em uma sala com temperatura ambiente controlada (25°C). O aparelho consta de uma câmara de aquecimento onde permite selecionar a temperatura escolhida (37°C) dentro da mesma. Para garantir que a temperatura do adesivo em questão alcançasse a temperatura desejada, foi acoplado um termômetro digital diretamente dentro do frasco do sistema adesivo para assegurar que a temperatura dele fosse aquela programada e mostrada no display, certificando assim a temperatura desejada.

### G3 – Temperatura - Ar Quente (n=6)

Após o condicionamento ácido da superfície oclusal, os dentes foram lavados com spray ar/água e secos conforme preconiza o fabricante. Duas camadas de adesivo foram aplicadas por um tempo de 15 segundos. Após a aplicação da segunda camada, a evaporação do solvente foi realizada com jato de ar quente ( $60 \pm 2^\circ\text{C}$ ) por 10 segundos em uma distância de 10 cm, medido por um termômetro digital. O jato de ar quente foi gerado por um secador de cabelo.

Gráfico (tempo x temperatura): Da temperatura inicial (25°C) até a temperatura final (60°C) foi necessário 10 segundos



O Quadro 1 apresenta o resumo metodológico dos procedimentos adesivos. Após as amostras dos 3 grupos terem sido hibridizadas, confeccionaram-se restaurações em bloco de 5,0 mm de altura com resina composta Filtek Z250, cor A2 (3M ESPE St. Paul, MN, EUA) de modo que cobrissem completamente a superfície adesivada.

**Quadro 1: Sistema adesivo e grupos de estudo – resumo metodológico.**

Adesivo	composição	Metodologia		
		G1 Grupo Controle (25°C)	G2 Grupo Temperatura (37°C)	G3 Grupo Ar Quente (60°C)
Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St Paul, MN, USA)  Validade: Jan/2015  Lote: N345318BRI	Ácido: gel de ácido fosfórico a 37%  Primer/Adesivo:  Sílica, silano, Bis- GMA, HEMA, dimetacrilatos, etanol, água, canforoquinona e copolímero funcional de metacrilato de ácidos poliacrílico e polialcenóico	1: Condicionamento ácido da dentina por 15 segundos;	1: Condicionamento ácido da dentina por 15 segundos;	1: Condicionamento ácido da dentina por 15 segundos;
		2: Lavado com spray ar/água por 10 segundos;  3: Removido o excesso de água com papel absorvente;  4: Aplicado o adesivo com microbrush. Duas camadas;  5: Utilização de jato de ar por 5 segundos;  6: Adesivo fotopolimerizado por 10 segundos.	2: Lavado com spray ar/água por 10 segundos;  3: Removido o excesso de água com papel absorvente;  4: Aplicado o adesivo aquecido previamente em dispositivo específico, com microbrush. Duas camadas;  5: Utilizado de jato de ar por 5 segundos;  6: Adesivo fotopolimerizado por 10 segundos.	2: Lavado com spray ar/água por 10 segundos;  3: Removido o excesso de água com papel absorvente;  4: Aplicado o adesivo com microbrush. Duas camadas;  5: Utilizado de jato de ar quente (60°C + - 2°C) por 10 segundos;  6: Adesivo fotopolimerizado por 10 segundos.

Todos os dentes foram restaurados por um único operador, e em seguida imersos em água destilada e mantidos a temperatura ambiente durante 24 horas.

Os dentes foram fixados em bloco de resina para serem acoplados à máquina de corte *ISOMET 1000 Buehler* para seccionamento com disco diamantado a 250 rpm, sob refrigeração, de modo a proporcionar a obtenção de espécimes em forma de palitos com área de interface adesiva de 1,0 mm<sup>2</sup>.

Cada espécime foi fixada aos dispositivos para microtração através do uso de cianoacrilato (Super Bonder GEL, Loctite, SP, Brasil) em suas extremidades.

Os palitos foram levados a máquina de ensaios mecânicos (*EMIC DL 1000 Equipamentos e sistemas Ltda. – São José dos Pinhais, PR, Brasil*) com célula de carga de 50kN (limite de força: 450N), onde após apreendidos no dispositivo de tração, foram submetidos à força de tração vertical em uma velocidade de 0,5mm/min até a sua ruptura,

sendo os dados armazenados pelo software e em seguida transferidos para uma planilha de cálculo a fim de ser procedida análise estatística.

### **Análise estatística**

Foi aplicada análise de variância de um fator (condição) e o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A unidade experimental desse estudo foi dente, uma vez que cada dente possui sua própria particularidade histomorfológica. A média da resistência de união de todos os palitos correspondeu à média de uma unidade experimental do grupo. As falhas coesivas que puderam ser verificadas mesmo sem uso de instrumento auxiliar (a olho nu) foram excluídos do cálculo.

## RESULTADOS

Foi usado como critério de exclusão ao estudo as amostras que apresentaram falha de adesão antes do ensaio e aquelas que falharam coesivamente.

Nesse trabalho, não foi observado diferença estatística na resistência de união dos diferentes grupos que simularam variações de temperatura. .

A Tabela 1 apresenta os valores médios de resistência de união obtidos para cada um dos grupos, bem como os desvios padrão.

**Tabela 1 – Resistência de união pelo ensaio de microtração (MPa)**

	Grupo Controle (25°C)	Grupo Temperatura (37° C)	Grupo Ar Quente (60° C)
Adper Single Bond 2	48,52a   5,2	40,35a   4,9	47,21a   5,3

Comparações válidas para um mesmo parâmetro. Os valores mostrados são a média | desvio padrão, considerando um n=4 para o grupo controle, um n=6 para os outros grupos. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## DISCUSSÃO

A temperatura é um fator que influencia a adesão do sistema adesivo às estruturas dentais e os eventos que promovem a variação de temperatura são diversos. Desde armazenar o adesivo em geladeira para supostamente aumentar a vida útil do produto, ou mesmo aquecê-lo a altas temperaturas com uso de ar quente, estufa ou outro aparelho objetivando melhora na sua eficácia clínica. (2)

Argumenta-se que o aquecimento do sistema adesivo promove maior agitação das moléculas, conduzindo para uma diminuição de viscosidade, desde que não haja evaporação de solvente. A diminuição da viscosidade promoveria melhor escoamento do material na dentina, pois diminuiria a tensão superficial, melhorando o molhamento da superfície, que é um dos requisitos para ser obtida boa adesão. (14)

Os solventes dos sistemas adesivos, além de melhorar o molhamento do adesivo e diminuir sua viscosidade, proporcionam o equilíbrio dinâmico à solução. Depois da aplicação do sistema adesivo na estrutura dental, deseja-se que o solvente evapore completamente, pois a função de carreador de monômeros para dentro da matriz dentinária já haveria sido cumprida (10). Sabe-se que a manutenção do mesmo em excesso prejudica a polimerização dos monômeros e conseqüente formação da camada híbrida. O ideal é que os solventes sejam evaporados após carregarem os monômeros para dentro da matriz dentinária, sem prejudicar a polimerização e adesão (10). Para isso, além do aquecimento prévio do adesivo, tem se utilizado maneiras de aquecer o adesivo após o seu espalhamento na dentina através do uso de ar quente durante a etapa de uniformização da linha adesiva e evaporação do solvente. Essa manobra poderia contribuir para uma melhora da adesão, seja por uma possível diminuição da viscosidade do material ou por uma possível evaporação mais eficaz dos solventes. (22).

Para testar, validar ou mesmo comparar diferentes metodologias adesivas, vários ensaios podem ser realizados, dentre eles, a microtração (22). Este estudo utilizou o sistema adesivo Adper Single Bond 2 por ser um adesivo com comprovada eficácia laboratorial e clínica, portanto útil para o objetivo principal desse trabalho que foi testar e comparar a influência do aumento da temperatura na resistência de união, ao ensaio de microtração.

Nesse trabalho, os resultados obtidos pelo ensaio de microtração através de diferentes protocolos simulando variações de temperatura e evaporação de solvente, quanto ao uso do

Adper Single Bond 2, não trouxe diferença estatisticamente significativa, ou seja, não seria relevante aquecer o adesivo diretamente sobre a dentina usando um jato de ar quente para a evaporação de solvente. Ficou constatado neste trabalho que isso não promoveu maior resistência de união, portanto sem poder afirmar que um ou outro protocolo forneceria uma melhor adesão.

Trabalhos demonstram que isso pode ser explicado pela própria temperatura da fotoativação, onde o aumento da temperatura durante a polimerização já seria o suficiente para promover o incremento das reações necessárias para obter as vantagens que o aumento de temperatura poderia promover em relação a hibridização (4, 5, 8), contudo, considerando os diversos estudos que resultaram em melhor desempenho quando o aquecimento foi realizado (20), pode-se afirmar que o incremento da temperatura seria fator de interferência positiva, contrariando, dessa forma, os resultados obtidos neste trabalho.

Contudo, é importante ressaltar que a temperatura de ebulição do etanol é fator que poderia justificar os resultados obtidos. Adper Single Bond 2 tem como solventes a água e o etanol, ambos com ponto de ebulição (pressão de vapor) superior aos 60°C. Como o ponto de ebulição do solvente, neste caso, é maior do que as temperaturas utilizadas nesse trabalho, pode ser lícito defender que apenas temperaturas perto do ponto de ebulição de um deles poderiam fazer efeito a ponto de se tornar perceptível para um trabalho de microtração.

Estudos citam que adesivos acetoados, quando aquecido a uma temperatura de 50°C, portanto, próxima ao ponto de ebulição da acetona - 56.5°C -, observa-se interferência negativa na permeação dos monômeros resinosos. Os autores atribuem os resultados ao fato de que a acetona evaporaria em excesso e portanto alteraria o equilíbrio estequiométrico da solução e a capacidade de permeação dos monômeros. (17, 20) Além disso, o menor deslocamento de água da dentina úmida poderia contribuir para promover baixos valores de resistência de união em ensaios de microtração. No trabalho de Reis e colaboradores, (20), os autores observaram uma melhora na resistência de união para o Single Bond quando o mesmo foi aquecido a uma temperatura de 20°, 37°C e 50° previamente ao uso, comparando com a temperatura refrigerada de 5°C, porém não encontraram diferença estatística entre as 3 temperaturas mais elevadas (20°C, 37°C e 50°C). O aquecimento do Single Bond pode ter melhorado a penetração dos monômeros ao promover uma maior movimentação das moléculas e ter produzido um polímero de melhor qualidade durante a fotoativação, que conduziu para obtenção de valores de resistência mais elevados. No entanto, a natureza

química desse monômeros não foi alterada, isso torna a interface adesiva tão susceptível à degradação por água ao longo do tempo, quanto outras restaurações adesivas (14).

Embora o aumento de temperatura pudesse melhorar a resistência de união, neste trabalho o aquecimento prévio a 37°C do Single Bond não apresentou resultados estatisticamente diferentes dos outros grupos para o ensaio de microtração e nem a aplicação de jato de ar quente, após a aplicação do adesivo na dentina desmineralizada também foi suficiente para melhorar a performance adesiva, o que não corrobora com o trabalho de Reis e colaboradores, 2010 (21) e Reis e colaboradores, 2013 (23) onde foram registradas diferenças estatisticamente significantes na resistência de união comparando o uso de ar frio e ar aquecido na etapa de evaporação dos solventes. Porém, quando avaliada após 6 meses, o grupo que usou o ar quente já não apresentou melhores resultados do que o grupo que utilizou ar frio. O que significa dizer que o uso do ar quente não inibe a degradação da interface adesiva ao longo do tempo (20, 21, 23). Lobo e colaboradores, 2012, relataram incrementos em relação a resistência adesiva com o uso de sistemas autocondicionantes à base de água, associados a aplicação de ar quente.(13)

Assim, mais estudos testando mais variações de temperatura próximas a 50°C são necessários para um melhor entendimento e conclusão do quanto a temperatura pode beneficiar a adesão de maneira relevante e satisfatória. Tal qual mais estudos, usando outros tipos de ensaios, devem ser realizados a fim de apontar uma conclusão mais definitiva sobre o benefício ou não de utilizar ar quente para a evaporação de solventes.

Embora trabalhos laboratoriais possam fornecer dados de comparação a outros materiais, técnicas ou protocolos dentro de um teste específico através da eliminação de variáveis que poderiam interferir nessa comparação direta, os resultados desse tipo de estudo não podem ser extrapolados para a prática clínica, justamente pela prática clínica incluir diversas variáveis que não são consideradas em estudos in vitro, envolvendo fatores que os estudos laboratoriais não conseguem simular com igual propriedade em relação ao que acontece no procedimento clínico. São necessários, portanto, de mais estudos, com diferentes variáveis, diferentes ensaios e até estudos clínicos para afirmar qualquer possível vantagem relevante que o uso da temperatura pode trazer em termos de melhora da resistência de união ou mesmo ao procedimento adesivo em si.

## **CONCLUSÃO**

O aquecimento prévio do adesivo ou mesmo a aplicação de um jato de ar quente para facilitar a evaporação dos solventes não apresentou diferença estatisticamente significativas em ensaio de microtração para um adesivo de condicionamento ácido total a base de água e etanol.

## REFERÊNCIAS INTRODUÇÃO:

1. Nakabayashi N. Dental biomaterials and the healing of dental tissue. *Biomaterials* 2003; 24(13): 2437-9.
2. Tay FR, Gwinnett AJ, Pang KM, Wei SHY. Structural evidence of a sealed tissue interface with total etch wet bonding technique, in vivo. *J Dent Res* 1994; 73:629-636.
3. Pashley DH. The clinical correlations of dentin structure and fuction. *J Prosthet Dent* 1991; 66:777-781.
4. Perdigão J. An ultra-morphological study of human dentine exposed to adhesive systems [thesis]. Leuven, Belgium: Catholic University of Leuven, 1995.
5. Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin inter-diffusion zone with different denti adhesive systems. *J Dent Res* 1992; 71: 1530-1540
6. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 1982; 16:265-273
7. Nakabayashi N, Watanabe A, Arao T. A tensile test to facilitate identification of defects in resin-bonded dentin specimens. *J Dent* 1998; 26:379-385.
8. Titley K, Chernecky R, Marie B, Smith DC. Penetration of a dentin bonding agent into dentin. *Am J Dent* 1994; 7: 190-194.
9. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, Coutinho E, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterial* 2007; 28:3757-85
10. Lutz F, Krejci I. Amalgam substitutes: a critical analysis. *J Esthet Dent* 2000; 12: 146-59.
11. Bouillaguet S, Wataha JC. Future directions in bonding resins to the dentine-pulp complex. *J Oral Rehabil.* 2004; 31:385-92

12. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater* 2008; 24: 90-101.
13. Tay FR, Pashley DH. Dentin bonding – is there a future? *J Adhes Dent* 2004; 6:263.
14. Chersoni S, Suppa P, Breschi L, Ferrari M, Tay FR, Pashley DH, Prati C. Water movement in the hybrid layer after different dentin treatments. *Dent Mater* 2004; 9: 796-803.
15. Pashley DH. Clinical correlations of dentin structure and function. *J Prosthetic Dent* 1991; 66: 777-81.
16. Pashley DH, Carvalho RM, Pereira JC, Villanueva R, Tay FR. The use of oxalate to reduce dentin permeability under adhesive restorations. *Am J Dent* 2001; 14: 89-94.
17. Farge P, Alderete L, Ramos SM. Dentin wetting by three adhesive systems: influence of etching time, temperature and relative humidity. *J Dent* 2010; 38:698-706.
18. Bausch JR, de Lange C, Davidson CL. The influence of temperature on some physical properties of dental composites. *J Oral Rehabil* 1981; 8:309-17.
19. Tay FR, Gwinnett AJ, Pang KM, Wei SHY. Variability in microleakage observed in a total etch, wet-bonding technique under different handling conditions. *J Dent Res* 1995; 74: 1168-1178
20. Fróes-Salgado NR, Silva LM, Kawano Y, Francci C, Reis A, Loguercio AD. Composite pre-heating: effects on marginal adaption, degree of conversion and mechanical properties. *Dent Mater* 2010; 26: 908-14.
21. Reis A, Klein-Júnior CA, Accorinte MLR, Grande RHM, dos Santos CB, Loguercio AD. Effects of adhesive temperature on the early and 6-month dentin bonding. *Journal of Dentistry* 2009; 37: 791-798
22. Klein-Junior CA, Zander-Grande C, Amaral R, Stanislawczuk R, Garcia EJ, Baumhardt-Neto R, Meier MM, Loguercio AD, Reis A . Evaporating solvents with a warm air-stream: effects on adhesive layer properties and resin-dentin bond strengths. *J Dent* 2008; 36: 618-25.

**REFERÊNCIAS ARTIGO:**

1. Abate PF, Rodriguez VI, Macchi RL. Evaporation of solvent in one-bottle adhesives. *Journal of Dentistry* 2000; 28:437-40
2. Alexandre RS, Sundfeldt RH, Giannini M, Lovadino JR. The influence of temperature of three adhesive systems on bonding ground enamel. *Operative Dentistry* 2008; 33:272-81
3. Andrzejewska E. Photopolymerization kinetics of multifunctional monomers. *Progress in polymer Science* 2001;26:605-65
4. Asmussen E, Peutzfeldt A . Temperature rise induced by some light emitting diode and quartz-tungsten-halogen curing units. *European Journal of Oral Sciences* 2005; 113:96-8
5. Bagis YH, Rueggeberg FA. Effect of post-cure temperature and heat duration on monomer conversion of photo-activated dental resin composite. *Dental Materials* 1997; 13:228-32
6. Blalock JS, Holmes RG, Rueggeberg FA. Effect of temperature on unpolymerized composite film thickness *Journal of Prosthetic Dentistry* 2006, 96(6) 424-432
7. Bortolotto T, Ferrari M, Susin A. Morphology of the smear layer after the application of simplified self-etch adhesives on enamel and dentin surfaces created with different preparation methods. *Clin Oral Invest* 2009; 13:409-417
8. Bouillagues S, Caillot G, Forchelet J, Cattani-Lorente M, Wataha JC, Krejci I. Thermal risks from LED and high intensity QTH – curing units during polymerization of dental resins. *Journal of Biomedical Materials Research B Applied Biomaterials* 2005; 72:260-7
9. Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF. Monomer conversion of pre-heated composite *Journal of Dental Research* 2005, 84(7) 663-667
10. Ding PG, Wolff D, Pioch T, Staehle hoje, Dannewitz B. Relationship between microtensile bond strength and nanoleakage at the composite-dentin interface. *Dental Materials* 2009; 25:135-41
11. Eliades G. Clinical relevance of the formulation and testing of dentine bonding systems *Journal of Dentistry* 1994, 22(2) 73-81

12. Hagge MS, Lindemuth JS, Broome JC & Fox MJ. Effect of refrigerator on shear bond strength of three dentin bonding systems American Journal of Dentistry 1999 12(3) 131-133
13. Lobo JS, Nery MM, Beatrice LCS, Moreira JF, Braz R. Influence of drying temperature and application time of self-etch adhesive systems on marginal microleakage. Pesq Bras Odontoped Clin Integr, João Pessoa, 2012; 12(3): 331-36.
14. Loguercio AD, Salvalaggio D, Piva AE, Klein-Júniro CA, Accorinte M de LR, Meier MM, Grande RHM, Reis A . Adhesive temperature: effects on adhesive propertier and resin-dentin bond strength. Operative Dentistry 2011, 36 (3): 293-303.
15. Lovell LG, Newman SM, Bowman CN. The effects of light intensity, temperature, and comonomer composition on the polymerization behavior of dimethacrylate dental resins. Journal of Dental Research 1999 78(8) 1469-1476
16. Malacarne-Zanon J, Pashley DH, Agee KA, Foulger S, Alves MC, Breschi L, Cadenaro M, Garcia FP, Carrilho MR. Effects of ethanol addition on the water sorption/solubility and percent conversion of comonomers in model dental adhesives. Dent Mater 2009;25:1275-1284
17. Pazinato FB, Marquezini Jr L, Atta MT. Influence of temperature on the spreading velocity of simplified-step adhesive systems. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2006; 18:35-42
18. Peumans M, Kanumili P, De Munck J, et al. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a sistematic review of current clinical trials. Dent Mater 2005; 21: 864-81
19. Plasmans PJ, Creugers NH, Hermsen RJ, Vrijhoef MM. Intraoral humidity during operative procedures Journal of Dentistry 1994, 22(2) 89-91
20. Reis A, Klein-Júnior CA, Accorinte MLR, Grande RHM, Santos CB, Loguércio AD. Effects of adhesive temperature on the early and 6-month dentin bonding. Journal of Dentistry 2009; 37: 791-798.
21. Reis A, Klein-Júnior CA, De Souza FH, Stanislawczuk R, Loguercio AD. The use of warm air stream for solvent evaporation: Effects on the durability of resin-dentin bonds. Oper Dent 2010;35:29-36

22. Reis AF, Oliveira MT, Giannoni M, De Goes MF, Rueggeberg FA. The effect of organic solvents on one-bottle adhesives bond strength to enamel and dentin. *Operative Dentistry* 2003; 28:700-6
  
23. Reis A, Wambierb L, Malaquiasc T, Wambierd DS, Loguercio Ad. Effects of warm air drying on water sorption, solubility, and adhesive strength of simplified etch-and-rinse adhesives. *J Adhes Dent* 2013; 15: 41–46
  
24. Say EC, Nakajima M, Senawongse P, Soyman M, Özer F, Ogata M, Tagami J. Microtensile bond strength of a filled vs unfilled adhesive to dentin using self-etch and total-etch technique. *Journal of Dentistry* 2006; 34: 283-291
  
25. Silikas N, Watts DC. Rheology of urethane dimethacrylate and diluent formulations. *Dental Materials* 1999; 15:257-61
  
26. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28:215-35