

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

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DA TEMPERATURA
DOS SISTEMAS ADESIVOS NA RESISTÊNCIA DE
UNIÃO À DENTINA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Patrícia Machado

**Santa Maria, RS, Brasil
2012**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DA TEMPERATURA DOS
SISTEMAS ADESIVOS NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À
DENTINA**

Patrícia Machado

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

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Henrique Susin

Santa Maria, RS, Brasil
2012

**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

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DA TEMPERATURA DOS SISTEMAS
ADESIVOS NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA**

elaborada por
Patrícia Machado

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Ciências Odontológicas

COMISSÃO EXAMINADORA:

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

Fábio Garcia Lima, Dr. (UNIFRA)

Bruno Lopes da Silveira, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 02 de julho de 2012.

Dedico esse trabalho...

Primeiramente, a **Deus**, que sempre esteve presente ao meu lado, na forma de estímulo constante, o qual através de pessoas e oportunidades me fez refletir, acreditar e lutar pelos meus sonhos!

Aos meus queridos e batalhadores **Pais**, Silvio Régis Rosa Machado e Marisa Maris Sachet Machado, meus grandes exemplos! Nunca vou conseguir expressar em palavras tudo o que sinto por vocês e o quanto sou orgulhosa por ser sua filha! Sei que muitas vezes abriram mão de seus sonhos para que os meus fossem realizados, e para sempre serei grata. Espero que esse pequeno recado demonstre parte do meu amor por vocês! Obrigada por me proporcionarem o melhor estudo e a melhor família que eu poderia ter! Amo Vocês!

Ao meu **irmão**, Eduardo Machado, um maravilhoso e dedicado colega de profissão, que me passou grande parte da sua paixão pelos estudos, bem como me guiou em diversos momentos durante a construção desse e outros trabalhos! Obrigada pela paciência e companheirismo!

Ao meu **namorado**, Renato Berwian, meu grande companheiro, sempre disposto a me amparar nos momentos difíceis com palavras de consolo ou simplesmente um olhar de cumplicidade e um abraço sincero. Obrigada pela ajuda, pelo apoio, e por entender meus finais de semana “trancada” no laboratório!

Ao meu **orientador**, Prof. Alexandre Henrique Susin, um grande professor, grande pesquisador, grande clínico... Um grande profissional! Obrigada por me receber na Dentística há 6 anos, e por lá me deixar permanecer, cultivando em mim a sementinha da docência. Foi o senhor quem fez despertar em mim o desejo de cursar o mestrado e ser professora! Obrigada por apoiar as minhas decisões profissionais e permitir que eu cursasse o mestrado com tranquilidade. Obrigada por abrir meus caminhos rumo a outras Instituições, como a USP São Carlos, e realizar experimentos diferentes! Obrigada por ser essa ótima pessoa, que gosta de se fazer de bravo, mas que é um ser humano ímpar, que merece tudo de melhor! Obrigada pela convivência com a sua família, na figura calma da sua esposa Laci e da querida Luisa! Obrigada pelos ensinamento!

Agradecimentos...

À **Universidade Federal de Santa Maria**, por proporcionar a minha formação como cirurgiã-dentista, a minha formação como Mestre em Ciências Odontológicas, e a minha experiência na docência, como Professora Substituta de Prótese. Obrigada por ser pública, e acima de tudo, de qualidade.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas** e professores, por todo o aprendizado e oportunidade de realizar o mestrado na minha cidade.

Aos **professores do Curso de Odontologia** da UFSM, pelos ensinamentos ao longo dos 4 anos e meio de graduação, e pelas conversas de corredor ao longo do mestrado.

Aos **professores da disciplina de Dentística**, por despertarem em mim o amor por essa prática maravilhosa que é a Odontologia Restauradora e por me acolherem na Dentística!

A **Marcela Marquezan**, pela estatística da minha dissertação e por esclarecer minhas dúvidas, por mais bobas que fossem.

À **Professora Rachel Rocha**, a qual participou de minha qualificação e contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao **Professor Fábio Eick Bisogno e GEPOC**, pelo desenvolvimento do aparelho ao qual utilizei nesse trabalho, bem como seu aperfeiçoamento.

Ao **Professor Aleir e ao CT**, por me ensinar o pouco que sei sobre microscopia, sempre com paciência e conhecimento!

A **Professora Alessandra Rastelli e Professor Wanderlei Bagnato**, do IFISC da USP – São Carlos, pela oportunidade que me proporcionaram em realizar um trabalho diferenciado em seus laboratórios.

A colega de profissão e amiga **Cláudia Bohrer Flores**, pelas conversas, risos, negas e mate! Você é um grande exemplo para mim!

A colega de profissão e colega de docência, **Juliana Broch**, obrigada por participar dessa jornada ao meu lado! Foi muito bom trabalhar contigo e meu maior presente dessa experiência certamente foi a oportunidade de construir essa amizade que espero que cresça mais e mais!

A amiga **Letícia Leze Monteiro**, obrigada por mostrar que ainda existem pessoas motivadas, que realmente acreditam que o estudo faz a diferença e é algo prazeroso! Obrigada por sempre estar disposta a me ouvir!

À **Jéssica Dalcin da Silva**, por sua TOTAL competência e disponibilidade em nos ajudar sempre que precisamos de algo. Obrigada por tudo Jéssica, especialmente pelo ombro amigo!

A todos os **colegas de mestrado**, desde a época em que fui aluna especial, em especial um agradecimento e abraço apertado aos meus colegas queridos da *Menor Turma do Mestrado*, Eva, Felipe, Gabriele, Márcia, Otávio, Rafaela e Tieni, obrigada pela parceria!

As minhas **companheiras de laboratório**, Lizandra Mozzaquatro, Maristela Lago e Helen Oliveira, por animar minhas idas ao “lab” e tornar meu trabalho mais prazeroso!

As **alunas de graduação** Luiza Camara e Sabrina Sasso, minhas companheiras de vários e vários pilotos, obrigada por toda ajuda e consolo nos momentos difíceis! Esse trabalho só foi desenvolvido com o esforço de vocês! Obrigada pela ajuda e amizade!

Ao **Banco de Dentes Permanentes da Universidade Federal de Santa Maria**, pela doação dos dentes que utilizei em meu trabalho.

Às **Empresas** 3M ESPE, Dentsply, SDI e Voco, pela concessão do material utilizado nesta pesquisa.

Aos **funcionários** da Universidade Federal de Santa Maria, sempre solícitos e amigos, tornando um prazer a nossa ida a Universidade. Um agradecimento especial ao Seu Dilceu, que tantas vezes me recebeu na faculdade nos domingos e feriados, sob sol e chuva, sempre com um sorriso no rosto e sua preocupação em verificar se não fiquei presa no elevador. Obrigada Seu Dilceu!

Aos **pacientes**, por permitirem a aplicação prática dos conhecimentos teóricos obtidos durante a faculdade, sem vocês nada disso seria possível. Obrigada!

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, direta ou indiretamente, muito obrigada!

Epígrafe

“Aqueles que são apaixonados pela prática sem a ciência, são iguais ao piloto que navega sem leme e bússola e nunca tem certeza para onde vai. A prática deve estar sempre baseada em um perfeito conhecimento da teoria.”

Leonardo da Vinci

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas
Universidade Federal de Santa Maria

AValiação DO EFEITO DA TEMPERATURA DOS SISTEMAS ADESIVOS NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA

AUTORA: PATRÍCIA MACHADO
ORIENTADOR: ALEXANDRE HENRIQUE SUSIN
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 02 de julho de 2012.

Tendo em vista o uso rotineiro dos sistemas adesivos na Odontologia, a busca por melhores características destes materiais é essencial a fim de otimizar os resultados obtidos. Assim, este estudo teve por objetivo avaliar *in vitro* o efeito da temperatura dos sistemas adesivos sobre a resistência de união em dentina. Foram utilizados 120 terceiros molares, seccionados longitudinalmente, originando 240 hemi-dentes. Esses foram incluídos em tubos de PVC com resina acrílica e polidos com seqüência decrescente de lixas de carbetto de silício, sob refrigeração, a fim de padronizar a *smear layer*. Após, os espécimes foram divididos aleatoriamente em 24 grupos (n=10), e a dentina tratada com 4 sistemas adesivos (Adper Single Bond 2, 3MESPE; XP Bond, Dentsply; Stae, SDI; Admira, Voco), em 3 temperaturas, 5°C, 20°C e 37°C, simulando temperatura de acondicionamento em refrigerador, temperatura ambiente e corporal, respectivamente. Após, com uso de uma matriz de amido aderida a dentina, foram confeccionadas restaurações em resina composta Filtek Z250 (3M ESPE). Após a remoção da matriz, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°. Os corpos de prova foram então submetidos ao teste de microcislamento em uma máquina de ensaios universal (EMIC DL 1000 – Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda. – São José dos Pinhais, PR, Brasil), metade deles após 24 horas, e a outra metade após 180 dias. A análise de variância indicou que os três fatores: adesivo (p<0,001), temperatura (p<0,001) e tempo (p=0,015) afetaram significativamente a resistência adesiva, bem como a interação entre os três fatores (F=6,41; p<0,001), sendo que o comportamento mais frequente foi a elevação das médias de resistência adesiva proporcionalmente ao aumento da temperatura.

Palavras-chave: Temperatura. Sistema Adesivo. Microcislamento. Dentina. HEMA.

ABSTRACT

Master Thesis
MDS Oral Science Program
Federal University of Santa Maria

EVALUATION OF EFFECT OF ADHESIVE SYSTEMS TEMPERATURE ON BOND STRENGTH IN DENTIN

AUTHOR: PATRÍCIA MACHADO
SUPERVISOR: ALEXANDRE HENRIQUE SUSIN
Date and Local: July 02, 2012, Santa Maria.

The establishment of a routine of use of adhesive systems in dentistry make an essential way to seek out the best characteristics of these materials in order to optimizes the clinical results. The aim of this study was to evaluate the effect of temperature of adhesive system on bond strength to dentin. A total of 120 caries free third molars were sectioned longitudinally in order to obtain 240 hemi-teeth. They were embedded into a PVC cylinder with acrylic resin and polished with silicon carbide sandpapers in sequential decreasing in order to produce a standardized *smear layer*. The specimens were divided into 24 groups (n=10), and each one was treated with 4 different adhesive system (Adper Single Bond 2, 3MESPE; XP Bond, Dentsply; Stae, SDI; Admira, Voco) at 3 temperatures (5°C, 20°C e 37°C), simulating the follow conditions: refrigerator storage, environmental temperature and body temperature, respectively. Composite resin restorations were built up into a starch matrix bonded on dentin. After removal of the matrix, the samples were stored in distilled water at 37°C. The specimens were submitted to microshear test in a universal testing machine (EMIC DL 1000 – Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda. – São José dos Pinhais, PR, Brasil) in times of storage of 24 hours and 180 days. The ANOVA indicated that factors like adhesive system ($p<0,001$), temperature ($p<0,001$) and storage time ($p<0,015$) affect significantly the bond strength, as well interactions between the factors. The most frequent behavior was increasement of bond strength according to the higher temperature.

Keywords: Temperature. Adhesive System. Microshear. Dentin. HEMA.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
PROPOSIÇÃO	15
ARTIGO – AVALIAÇÃO DO EFEITO DA TEMPERATURA DOS SISTEMAS ADESIVOS NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA	16
Página de Título	17
Resumo	18
Abstract	19
1 Introdução	20
2 Materiais e Métodos	22
2.1 Local de realização da pesquisa.....	22
2.2 Seleção das amostras.....	22
2.3 Preparo dos corpos de prova para o teste de microcissalhamento.....	23
2.4 Procedimentos adesivos e restauradores.....	24
2.5 Descrição do ensaio – Teste de microcissalhamento.....	28
2.6 Análise estatística.....	29
3 Resultados	30
4 Discussão	35
5 Conclusões	42
6 Agradecimentos	43
7 Referências	44
8 Quadros, Tabelas e Gráficos	48
9 Figuras	54
CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS	56
ANEXOS	
Anexo A: Carta de aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa.....	58
Anexo B: Normas de publicação da revista The Journal of Adhesive Dentistry.....	59

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o desenvolvimento da odontologia ocorreu simultaneamente ao surgimento de novos materiais restauradores. Entretanto, mesmo havendo significativa melhora na qualidade dos materiais, a maior parte das restaurações necessitam ser substituídas em algum momento, devido, na maioria das vezes, a falhas na interface entre dente e restauração. A introdução dos princípios adesivos na odontologia foi um importante passo a fim minimizar essas dificuldades (NAKABAYASHI, 2003).

Em 1955, Buonocore introduziu a técnica de condicionamento ácido do esmalte dental, a fim de promover uma melhor superfície para a adesão dos materiais restauradores. Desde então, diversos estudos foram desenvolvidos no sentido de aprimorar os procedimentos adesivos.

Seguindo a técnica de condicionamento por Buonocore, Nakabayashi e colaboradores, em 1982, relataram a teoria de hibridização dos tecidos duros dentais, na qual uma estrutura denominada camada híbrida seria formada após o condicionamento ácido do dente e aplicação do adesivo. Essa camada resulta da infiltração dos monômeros resinosos nos espaços previamente ocupados pelos minerais entre as fibras colágenas e sua posterior polimerização (NAKABAYASHI e PASHLEY, 1998).

Os pré-requisitos clínicos da adesão proposta por Nakabayashi baseiam-se basicamente na premissa de que os agentes adesivos devem selar efetivamente os túbulos dentinários, a fim de evitar sensibilidade pós-operatória e proteger a polpa, mantendo a micromorfologia da dentina e promovendo, assim, uma adesão duradoura (TITLEY et al., 1994).

Nos últimos 30 anos, a odontologia restauradora presenciou uma revolução no que diz respeito ao surgimento de materiais restauradores (LANDUYT et al., 2007; HIRAISHI et al., 2005), técnicas de preparo e atitude dos pacientes, que passaram a procurar o dentista não só devido a dor, mas também devido a preocupação com a estética do sorriso (LUTZ e KREJCI, 2001; BOUILLAGUET, 2004).

Ainda assim, a interface adesiva continua sendo a região mais crítica da restauração. Isso provavelmente deve-se a combinação da degradação da

resina e das fibras colágenas, que aumenta o conteúdo de água na interface, levando a uma redução na longevidade da adesão devido ao enfraquecimento das propriedades físicas da adesão entre resina e dentina (BRESCHI et al., 2008; TAY et al., 2004; CHERSONI et al., 2004).

Ao contrário da alta previsibilidade da adesão em esmalte, a adesão dentinária ainda é considerada um procedimento desafiador. Diversos trabalhos têm discutido a complexa estrutura da dentina, sua heterogênea constituição orgânica e mineral, que pode modificar-se com o condicionamento ácido, e sua variável porosidade e graus de umidade no interior dos túbulos dentinários (PASHLEY, 1991; PASHLEY e CARVALHO, 1997).

A fim de evitar o colapamento da rede de fibras colágenas, é necessário manter a dentina desmineralizada úmida. O quanto úmida varia de acordo com cada adesivo, havendo diferenças em relação ao controle da umidade. 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) (FARGE, ALDERETE e RAMOS, 2010).

A 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 (ANDRZEJEWSKA, 2001). A reação de polimerização é reconhecidamente influenciada pela temperatura, assim, quanto maior a temperatura, maior o grau de conversão dos monômeros (DEB et al., 2011). Temperaturas reduzidas influenciam propriedades como microdureza e causam uma diminuição no grau de polimerização. A baixa temperatura aumenta a viscosidade do adesivo, diminuindo a resistência adesiva e afetando a evaporação do solvente (BAUSCH, LANGE e DAVIDSON, 1981; TAY et al., 1995).

Fróes-Salgado e colaboradores, em 2010, sugerem que o pré-aquecimento da resina composta antes do uso em clínica promove uma melhor adaptação do material às paredes da cavidade. Considerando que os sistemas adesivos são compostos basicamente por monômeros resinosos, um aumento da temperatura dos mesmos resultaria em uma melhor qualidade de polimerização abaixo da camada híbrida, aumentando assim a adesão resina-dentina e diminuindo os efeitos da degradação pela água (REIS et al., 2009).

Assim, Reis et al. (2009) em um estudo envolvendo dois sistemas adesivos, Adper Single Bond 2 e Prime&Bond, analisaram a força de adesão a dentina quando os adesivos eram submetidos a diferentes temperaturas. Como resultado, o adesivo acetinado apresentou maior força de adesão na temperatura 37°C, enquanto que o adesivo a base de água/álcool apresentou maiores resultados na temperatura de 50°C.

Outros trabalhos na literatura apontam que a imediata força de adesão, bem como a formação da camada híbrida, podem ser influenciadas positivamente pela temperatura (KLEIN-JÚNIOR et al., 2008; ALEXANDRE et al., 2008).

Assim, com o intuito de contribuir para maiores esclarecimentos sobre o tema, o objetivo deste estudo é avaliar a influência da temperatura dos sistemas adesivos na resistência de união a dentina.

PROPOSIÇÃO

Diante da necessidade de maiores esclarecimentos em relação ao comportamento dos sistemas adesivos, o objetivo desse trabalho é avaliar *in vitro* a influência da temperatura na resistência de união a dentina de quatro diferentes sistemas adesivos com condicionamento ácido total.

Como objetivos específicos:

1. Comparar a resistência de união proporcionada pelos diferentes adesivos, sob alteração da temperatura (5°C, 20°C e 37°C), entre si;
2. Comparar os valores de resistência de união de um mesmo adesivo, submetido a três diferentes temperaturas;
3. Avaliar a influência do tempo de estocagem (24 horas e 180 dias) nos valores de resistência adesiva;
4. Apresentar um aparelho experimental para aquecimento de Sistemas Adesivos.

ARTIGO – AVALIAÇÃO DO EFEITO DA TEMPERATURA DOS SISTEMAS ADESIVOS NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA

Este artigo será submetido à publicação no periódico “The Journal of Adhesive Dentistry”. Guideline for Authors – Anexo B.

Página de Título

Avaliação do Efeito da Temperatura dos Sistemas Adesivos na Resistência de União à Dentina

Patrícia Machado 1; Alexandre Henrique Susin 2.

1. Especialista em Prótese pela Pontifícia Universidade Católica de Porto Alegre; Aluna do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Universidade Federal de Santa Maria.

Rua Francisco Trevisan, 20. Cep 97050-230. Santa Maria, RS, Brasil.

2. Mestre e Doutor em Dentística Restauradora, UNESP, Araraquara. Professor do Departamento de Odontologia Restauradora da Universidade Federal de Santa Maria.

Rua Floriano Peixoto, 1184. Sala 114. Cep 97015-372. Santa Maria, RS, Brasil.

Autor Correspondente:

Patrícia Machado.

Rua Francisco Trevisan, 20. Cep 97050-230. Santa Maria, RS, Brasil.

Fone: 55 55 3307 8952.

E-mail: patriciasachet@gmail.com; patriciasachet@yahoo.com.br

RESUMO

OBJETIVO: Este estudo teve por objetivo avaliar *in vitro* o efeito da temperatura dos sistemas adesivos sobre a resistência de união em dentina.

MATERIAIS E MÉTODOS: Foram utilizados 120 terceiros molares, seccionados longitudinalmente, originando 240 hemi-dentes. Esses foram incluídos em tubos de PVC com resina acrílica e polidos com seqüências de lixa, sob refrigeração, a fim de padronizar a *smear layer*. Após, os espécimes foram divididos aleatoriamente em 24 grupos (n=10), e a dentina tratada com 4 sistemas adesivos (Adper Single Bond 2, 3MESPE; XP Bond, Dentsply; Stae, SDI; Admira, Voco), em 3 temperaturas, 5°C, 20°C e 37°C. Após, com uso de uma matriz de amido, foram confeccionadas restaurações em resina composta Filtek Z250 (3M ESPE). Após a remoção da matriz, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C. Os corpos de prova foram então submetidos ao teste de microcisalhamento em uma máquina de ensaios universal (EMIC DL 1000 – Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda. – São José dos Pinhais, PR, Brasil), metade deles após 24 horas, e a outra metade após 180 dias.

RESULTADOS: A análise de variância indicou que os três fatores: adesivo (p<0,001), temperatura (p<0,001) e tempo (p=0,015) afetaram significativamente a resistência adesiva, bem como a interação entre os três fatores (p<0,001).

CONCLUSÕES: Com exceção do Single Bond a 20°C e 37°C, que não apresentou diferença estatística, todos os valores de resistência adesiva aumentaram proporcionalmente com a elevação da temperatura.

Palavras-chave: Temperatura. Sistema Adesivo. Microcisalhamento. Dentina. HEMA.

ABSTRACT

Purpose: The aim of this study was to perform an in vitro evaluation of the effect of temperature on microshear bond strength of adhesive systems in dentin.

Materials and Methods: To conduct this study, 120 caries-free third molars were used. They were sectioned longitudinally and embedded into PVC cylinder with acrylic resin. After, they were polished with silicon carbide sandpapers in sequential decreasing grit in order to obtain regularized surfaces and standardized the *smear layer*. The specimens were divided into 24 groups (n=10) and they had the dentin treated with 4 adhesive systems (Adper Single Bond 2, 3M/SPE; XP Bond, Dentsply; Stae, SDI; Admira, Voco) at 3 temperatures (5°C, 20°C e 37°C). A starch matrix was used to build up cylinders of composite resin as restorations (Filtek Z250, 3M/SPE). After removal of the matrix, the samples were stored in distilled water at 37°C. The samples were submitted to microshear test on a universal testing machine (EMIC DL 1000 – Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda. – São José dos Pinhais, PR, Brasil) in times of storage of 24 hours and 180 days.

Results: The ANOVA indicated that factors like adhesive system ($p < 0,001$), temperature ($p < 0,001$) and storage time ($p < 0,015$) affect significantly the bond strength, as well as interactions between this factors ($p < 0,001$).

Conclusion: In exception of Single Bond, 20°C and 37°C, all of values of bond strength presents better results according the higher temperature.

Keywords: Temperature. Adhesive System. Microshear. Dentin. HEMA.

1 Introdução

Nos últimos 30 anos, a odontologia restauradora presenciou uma revolução no que diz respeito ao surgimento de materiais restauradores (LANDUYT et al., 2007; HIRAISHI et al., 2005) e técnicas de preparo do substrato dental (BOUILLAGUET, 2004). Mesmo com esse desenvolvimento, a interface adesiva continua sendo a região mais crítica da restauração. Isso provavelmente deve-se a combinação da degradação da resina e das fibras colágenas, que aumenta o conteúdo de água na interface, levando a uma redução na longevidade da adesão devido ao enfraquecimento das propriedades físicas da adesão entre resina e dentina (BRESCHI et al., 2008; TAY et al., 2004; CHERSONI et al., 2004).

Ao contrário da alta previsibilidade da adesão em esmalte, a adesão dentinária ainda é considerada um procedimento desafiador. Diversos trabalhos têm discutido a complexa estrutura da dentina, sua heterogênea constituição orgânica e mineral, que pode modificar-se com o condicionamento ácido, e sua variável porosidade e graus de umidade no interior dos túbulos dentinários (PASHLEY, 1991; PASHLEY e CARVALHO, 1997).

Sabe-se que, a fim de evitar o colapso da rede de fibras colágenas, é necessário manter a dentina desmineralizada úmida. Basicamente dois parâmetros interferem na umidade: as características físico-químicas do adesivo (tipo de solvente e hidrofiliabilidade dos monômeros) e as condições ambientais (procedimento de secagem, umidade local e temperatura) (FARGE, ALDERETE e RAMOS, 2010).

A 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 (ANDRZEJEWSKA, 2001). A reação de polimerização é reconhecidamente temperatura-dependente, assim, quanto maior a temperatura, maior o grau de conversão dos monômeros (DEB et al., 2011). Temperaturas reduzidas influenciam propriedades como microdureza e causam uma diminuição no grau de polimerização. A baixa temperatura aumenta a viscosidade do adesivo,

diminuindo a resistência adesiva e afetando a evaporação do solvente (BAUSCH, LANGE e DAVIDSON, 1981; TAY et al., 1995).

Fróes-Salgado e colaboradores, em 2010, sugerem que o pré-aquecimento da resina composta antes do uso em clínica promove uma melhor adaptação do material às paredes da cavidade. Considerando que os sistemas adesivos são compostos basicamente por monômeros, um aumento da temperatura dos mesmos resultaria em uma melhor qualidade de polimerização abaixo da camada híbrida, aumentando assim a adesão resina-dentina e diminuindo os efeitos da degradação pela água (REIS et al., 2009).

Outros trabalhos na literatura apontam que a imediata força de adesão, bem como a formação da camada híbrida, podem ser influenciadas positivamente pela temperatura (KLEIN-JÚNIOR et al., 2008; ALEXANDRE et al., 2008).

Assim, com o intuito de contribuir para maiores esclarecimentos sobre o tema, o objetivo deste estudo é avaliar a influência da temperatura dos sistemas adesivos na resistência de união a dentina.

2 Materiais e Métodos

▸ Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria e foi aprovada. **Certificado de Apresentação para Apreciação Ética:** 0136.0.243.000-11.

2.1 Local de realização da pesquisa

A etapa experimental desta pesquisa foi realizada no laboratório do Programa de Pós Graduação em Ciências Odontológicas, Nível Mestrado, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

2.2 Seleção das amostras

Foram utilizados na pesquisa 120 terceiros molares humanos hígidos, extraídos por razões clínicas, provenientes do Banco de Dentes do Curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Maria. Os dentes foram selecionados seguindo o critério de qualidade da coroa dental, ausência de lesão de cárie, restaurações, trincas ou opacidades, e tamanho igual ou maior a 10 mm no sentido méso-distal, oferecendo área mínima para o desenvolvimento do estudo proposto.

Após a seleção, os dentes foram curetados, limpos com pasta de pedrapomes e água (aplicados com escova de robinson em baixa rotação) e desinfetados em solução manipulada de Timol 0,5% por 30 dias, com trocas semanais de solução. Vinte e quatro horas previamente a realização do estudo, os dentes foram limpos em água corrente, e após armazenados em água destilada em temperatura ambiente.

O cálculo do $n=10$ para o teste mecânico foi obtido através de dados do trabalho piloto, os quais foram analisados no Programa Power and Sample Size Calculations, Versão 3.0, com um nível de significância de 5% e poder de 80%.

2.3 Preparo dos corpos de prova para o teste de microcisalhamento

O preparo dos corpos de prova foi realizado da mesma maneira para todos os grupos experimentais, reservando-se a técnica adesiva, a qual foi realizada de acordo com orientações dos fabricantes.

Os 120 elementos dentais selecionados tiveram suas raízes removidas com disco diamantado dupla face (KG Sorensen®), sob refrigeração. Após, foi realizado um corte longitudinal completo da coroa, no sentido méso-distal, gerando assim, de um dente, 2 amostras (esse corte simulará uma restauração classe V ou a parede axial de uma classe II) (Figura 1).

As estruturas dentárias para o experimento foram então incluídas em cilindros de PVC de 15,0 mm de altura e 20,00 mm de diâmetro e fixados com resina acrílica autopolimerizável. Após 24 horas, o conjunto cilindro/amostra foi levado a Politriz Circular Mecânica (Arotec, Cotia, SP), para regularização da resina acrílica e padronização da *smear layer*, com lixas de carbetto de silício de granulação 200, 400 e 600. Após, foram armazenados em água destilada até o momento dos procedimentos adesivos e restauradores.

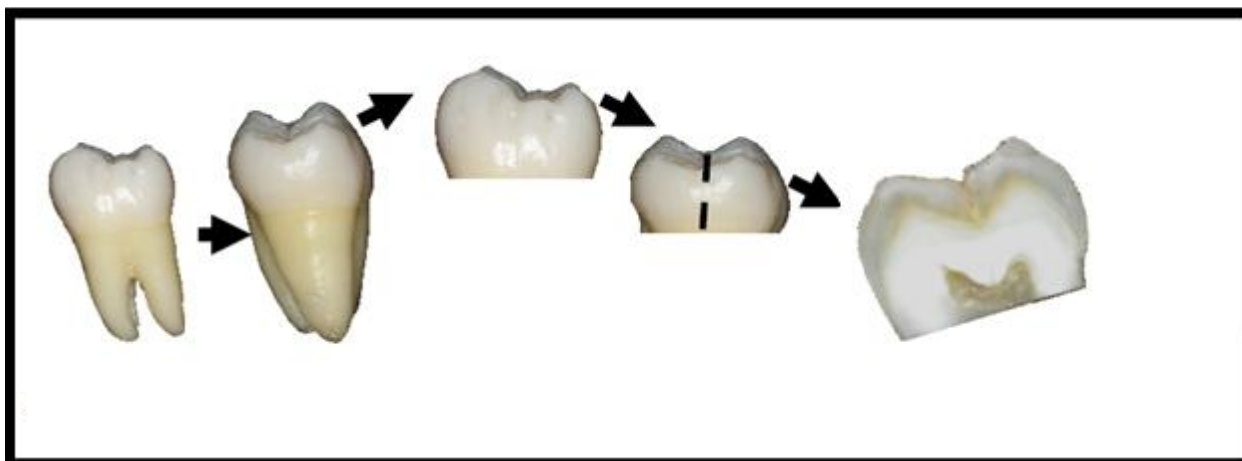


Figura 1 – Esquema de corte dos 120 dentes, originando 240 hemi-dentes para o teste mecânico.

2.4 Procedimentos adesivos e restauradores

Os corpos de prova foram divididos aleatoriamente em 24 grupos, de acordo com o sistema adesivo, temperatura (5°C, 25°C e 37°C, para simular temperatura do refrigerador, ambiente e corporal, respectivamente), e tempo de armazenamento até o ensaio. A temperatura de 5°C foi obtida após o adesivo permanecer 24 horas no interior de refrigerador (Bosch®, Gerlingen, Alemanha) e checada com termômetro digital, a temperatura de 20°C foi a temperatura controlada em ambiente laboratorial por meio de ar condicionado, e 37°C foi obtido através de um aparelho experimental desenvolvido para essa finalidade pelo Departamento de Engenharia Elétrica da UFSM, pelo Grupo GEPOC. O aparelho é composto por dois dispositivos interligados; Um deles apresenta um display digital no qual permite a escolha da temperatura desejada, enquanto que o outro dispositivo acomoda o material a ser aquecido (Figuras 2a e 2b). Todos os procedimentos foram realizados por um único operador, em uma sala com temperatura (20°C) padronizada.



Figura 2a: Aparelho desenvolvido pelo GEPOC – UFSM.



Figura 2b: Aparelho desenvolvido pelo GEPOC – UFSM, vista superior.

Os sistemas adesivos utilizados são descritos no Quadro 1, e seu protocolo de utilização na Tabela 1.

Quadro 1. Sistemas adesivos utilizados, fabricante, composição e lote.

ADESIVO	FABRICANTE	COMPOSIÇÃO	LOTE
Adper Single Bond	3MESPE, St Paul, MN, EUA.	Etanol; Água; Bis-GMA; HEMA; Silano tratado com sílica; Glicerol-1; 3-dimetacrilato; Copolímero de ácido acrílico e ácido itacônico; Diuretano dimetacrilato.	N211104BR
XP Bond	DENTSPLY, Milford, DE, EUA.	Resina TCB; PENTA; UDMA; TEGDMA;	529643D

		HEMA; Estabilizadores; Trietilenoglicol-dimetacrilato; Hidroxietilmetacrilato; Etildimetilamino-benzoato; Butilhidroquinona terciária; Canforoquinona; Silica morfa ; Butanol terciário.	
Stae	SDI, Victoria, Austrália.	Monômero acrílico; Acetona; Flúor; Estabilizador; HEMA*.	110203
Admira	VOCO, Cuxhaven, Alemanha.	Bis-GMA; HEMA; BHT; Acetona; Ormocer®es (polímero híbrido orgânico/inorgânico); Ácidos orgânicos.	1044217

* Van Landuyt et al, 2007 [40].

Tabela 1. Protocolo de utilização dos adesivos de acordo com fabricantes.

Sistema Adesivo	Técnica de Aplicação
Adper Single Bond 2	<p>Condicionamento ácido em dentina por 15 segundos;</p> <p>Lavagem com água em abundância; *</p> <p>Secagem com papel absorvente;</p> <p>Aplicação de 2 camadas de Adesivo, friccionando gentilmente por 15s;</p> <p>Leve jato de ar; *</p> <p>Fotoativação por 20s.*</p>
XP Bond	<p>Condicionamento ácido em dentina por 15s;</p> <p>Lavagem com spray ar/água por 15s; *</p> <p>Leve jato de ar;*</p> <p>Aplicação do Primer/Adesivo por 10s;</p> <p>Repouso de 20s;</p> <p>Aplicação de leve jato de ar; *</p> <p>Fotoativação por 20s.*</p>
Stae	<p>Condicionamento ácido em dentina por 20s;</p> <p>Lavagem com água abundante; *</p> <p>Secagem com papel absorvente;</p> <p>Aplicação do Primer/Adesivo;</p> <p>Leve jato de ar; *</p> <p>Fotoativação por 20 segundos.*</p>
Admira	<p>Condicionamento ácido em dentina por 15 segundos;</p> <p>Lavagem com água por 20s; *</p> <p>Leve jato de ar; *</p> <p>Aplicação do Primer/Adesivo;</p> <p>Repouso de 30s;</p> <p>Leve jato de ar; *</p> <p>Fotoativação por 20 segundos. *</p>

*Padronização – Leve jato de ar: 5s; Lavagem: spray ar/água por 15s; Fotoativação: 20s.

Os adesivos foram aplicados com um aplicador descartável (Microbrush KG Sorensen, Barueri, São Paulo, Brasil) e sobre a superfície tratada foi aplicada uma matriz cilíndrica de amido (Barilla, São Paulo, Brasil), com um orifício de 1,0mm de diâmetro e 1,5mm de altura (BORGES, 2010), a fim de possibilitar a confecção da restauração de resina composta), e o conjunto foi fotoativado por 20 segundos com LED Flashlite 1401(Discus Dental-Philips, Eindhoven, Holanda). Assim, a matriz manteve-se fixada na superfície a ser restaurada. As restaurações de formato cilíndrico foram confeccionadas com resina composta Filtek Z250 (3M ESPE, St Paul, MN, EUA), em dois incrementos posicionados no interior da matriz, e cada incremento foi fotoativado por 20s, conforme orientações do fabricante da resina composta.

Concluída a inserção e fotoativação dos incrementos de resina composta, as amostras foram armazenadas em água destilada, e após 2 horas a matriz de amido foi removida e os corpos de prova analisados no Estereomicroscópio (Carl Zeiss, Alemanha), em um aumento de 25 vezes, a fim de detectar qualquer falha visível na interface dente-restauração. As amostras que apresentaram falhas foram substituídas. Após, as amostras foram armazenadas em água destilada, em estufa a 37°C, sendo que metade das mesmas foram submetidas ao ensaio de microcisalhamento após 24 horas, e a outra metade após 180 dias.

2.5 Descrição do ensaio - Teste de microcisalhamento

Após os tempos de 24 horas e 180 dias, as amostras foram submetidas ao ensaio de resistência de união pelo teste de microcisalhamento. O método foi escolhido por apresentar predominantemente falhas adesivas e menor perda de amostras durante a confecção dos corpos de prova [7].

Após demarcação da restauração com lâmina de bisturi, os espécimes foram colocados em um dispositivo acoplado a uma máquina de ensaio universal (EMIC DL 1000 – Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda – São José dos Pinhais, PR, Brasil). Um fio de aço (0,2mm de diâmetro), unido a um dispositivo e à célula de carga de 1kN, foi adaptado ao redor da restauração cilíndrica, de forma a encostar na dentina circundante da mesma. A força foi aplicada na velocidade 1,0 mm/min, até ocorrer a fratura. Durante todo o

processo foi tomado o cuidado a fim de manter o cilindro alinhado ao centro da célula de carga, e o fio de aço paralelo a direção do movimento e a interface adesiva.

O valor da resistência de união obtido no teste de microcisalhamento corresponde ao resultado da divisão da força aplicada pela área de união dente/resina composta. O cálculo foi realizado automaticamente pelo software Tesc - Test Script instalado no computador conectado a máquina.

A análise das falhas, com uso de lupa estereoscópica, comprovou a expectativa em relação ao modo de fratura predominante, sendo 100% delas, adesivas.

2.6 Análise estatística

Os valores nominais de resistência de união registrados em MPa foram tabulados em planilhas e analisados por meio de estatísticas descritivas no programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences, versão 18.0). A normalidade de distribuição foi verificada com o teste de Shapiro-Wilk e a homocedacidade pela Prova de Levene. Os grupos foram comparados por meio de ANOVA de três fatores ($\alpha=0,05$). De forma a elucidar o efeito independente de cada fator, análises de variância de um fator foram realizadas isolando-se os grupos (adesivo e temperatura) de interesse, bem como teste “*t*” *de student* para comparação entre os tempos.

3 Resultados

A análise de variância indicou que os três fatores: adesivo (F=174,17; $p < 0,001$), temperatura (F=647,05; $p < 0,001$) e tempo (F=5,99; $p = 0,015$) afetaram significativamente a resistência adesiva, bem como a interação entre os três fatores (F=6,41; $p < 0,001$) (Tabela 2; Gráfico 1).

Tabela 2: Médias dos valores de resistência adesiva e seus respectivos desvios padrões e suas significância estatística.

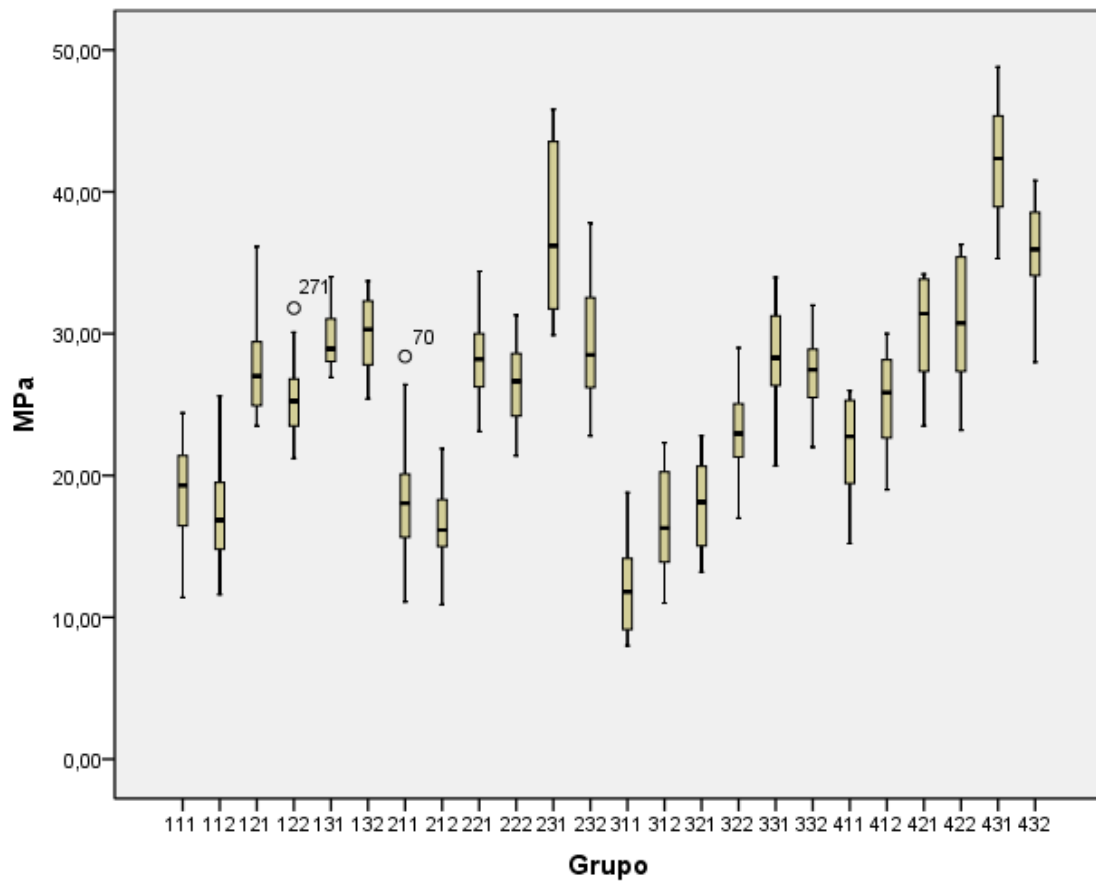
		SB	XP	ST	AD
24h	5°	18,98 (3,54) ^{B,b}	18,37 (4,14) ^{B,c}	12,12 (3,30) ^{C,c*}	22,23 (3,20) ^{A,c*}
	20°	28,07 (4,00) ^{A,a*}	28,43 (2,84) ^{A,b*}	18,02 (3,16) ^{B,b*}	30,59 (3,54) ^{A,b}
	37°	29,63 (2,09) ^{C,a}	37,21 (5,66) ^{B,a*}	28,54 (3,28) ^{C,a}	42,15 (4,06) ^{A,a*}
180d	5°	17,48 (3,55) ^{B,c}	16,64 (2,69) ^{B,c}	16,72 (3,62) ^{B,c*}	25,44 (3,38) ^{A,c*}
	20°	25,49 (2,81) ^{BC,b*}	26,30 (2,83) ^{B,b*}	23,16 (2,91) ^{C,b*}	31,09 (4,17) ^{A,b}
	37°	30,05 (2,56) ^{B,a}	29,41 (4,45) ^{B,a*}	27,40 (2,51) ^{B,a}	35,80 (3,60) ^{A,a*}

Para cada linha, letras MAIÚSCULAS diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os adesivos, mantendo-se temperatura e tempo;

Para cada coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as temperaturas, mantendo-se adesivo e tempo;

*Indica diferença entre os tempos em cada grupo com mesmo adesivo e temperatura.

Gráfico 1: Representação em *Box Plots* das médias de resistência adesiva, em Mpa, dos diferentes grupos.



Legenda:

Primeiro número:

1. Single Bond
2. XP Bond
3. Stae
4. Admira

Segundo número:

1. 5°C
2. 20°C
3. 37°C

Terceiro número:

1. 24 horas
2. 180 dias

3.1 Comparação da Resistência Adesiva entre os diferentes adesivos, mantendo-se a mesma temperatura e tempo de estocagem.

Sob mesma temperatura e tempo de estocagem, o adesivo Admira apresentou maiores valores de resistência adesiva em todas as condições, enquanto que o adesivo Stae apresentou os menores resultados (Tabela 3).

Single Bond, no tempo 24 horas, apresentou resultados intermediários na temperatura 5°C, enquanto que aos 20°C não apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparado ao Admira. Já aos 37°C apresentou resultados semelhantes ao Stae. No tempo 180 dias, aos 5°C, 20°C e 37°C apresentou resultados intermediários (Tabela 3).

Tabela 3: Comparação da Resistência Adesiva entre os diferentes adesivos, mantendo-se a mesma temperatura e tempo de estocagem.

		SB	XP	ST	AD
24h	5°	18,98 ^B	18,37 ^B	12,12 ^C	22,23 ^A
	20°	28,07 ^A	28,43 ^A	18,02 ^B	30,59 ^A
	37°	29,63 ^C	37,21 ^B	28,54 ^C	42,15 ^A
180d	5°	17,48 ^B	16,64 ^B	16,72 ^B	25,44 ^A
	20°	25,49 ^{B,C}	26,30 ^B	23,16 ^C	31,09 ^A
	37°	30,05 ^B	29,41 ^B	27,40 ^B	35,80 ^A

Para cada linha, letras MAIÚSCULAS diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os adesivos, mantendo-se temperatura e tempo.

3.2 Comparação da Resistência Adesiva entre diferentes temperaturas, mantendo-se o mesmo adesivo e tempo de estocagem.

Comparando-se o mesmo adesivo no tempo 24 horas, variando apenas as temperaturas, o Single Bond apresentou maior resistência adesiva nas temperaturas 20°C e 37°C, enquanto que os adesivos XPBond, Stae e Admira

apresentaram valores crescentes de resistência, de acordo com o aumento da temperatura (Tabela 4A).

Tabela 4A: Comparação da Resistência Adesiva entre diferentes temperaturas, mantendo-se o mesmo adesivo e tempo de estocagem.

		SB	XP	ST	AD
24h	5°	18,98 ^b	18,37 ^c	12,12 ^c	22,23 ^c
	20°	28,07 ^a	28,43 ^b	18,02 ^b	30,59 ^b
	37°	29,63 ^a	37,21 ^a	28,54 ^a	42,15 ^a

Para cada coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as temperaturas, mantendo-se adesivo e tempo.

Já no tempo 180 dias, todos os adesivos apresentaram um aumento da resistência adesiva quando ocorreu a elevação da temperatura (Tabela 4B).

Tabela 4B: Comparação da Resistência Adesiva entre diferentes temperaturas, mantendo-se o mesmo adesivo e tempo de estocagem.

		SB	XP	ST	AD
180d	5°	17,48 ^c	16,64 ^c	16,72 ^c	25,44 ^c
	20°	25,49 ^b	26,30 ^b	23,16 ^b	31,09 ^b
	37°	30,05 ^a	29,41 ^a	27,40 ^a	35,80 ^a

Para cada coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as temperaturas, mantendo-se adesivo e tempo.

3.3 Comparação da Resistência Adesiva entre diferentes tempos de estocagem, mantendo-se o mesmo adesivo e temperatura.

Comparando os valores de resistência adesiva entre 24 horas e 180 dias, o adesivo Single Bond não apresentou mudança nas temperaturas de 5°C e 37°C, enquanto que em 20°C houve uma diminuição na resistência adesiva – envelhecimento (Tabela 5).

XP Bond não apresentou diferenças na resistência adesiva na temperatura de 5°C, entretanto os valores de resistência adesiva diminuíram nas temperaturas de 20°C e 37°C com o passar do tempo.

O adesivo Stae apresentou um aumento estatisticamente significativo nas médias de resistência das temperaturas de 5°C e 20°C, enquanto que aos 37°C não houve diferença. Por sua vez, o Admira apresentou um aumento na resistência adesiva aos 5°C e uma diminuição aos 37°C; Aos 20°C não houve diferença comparando os dois tempos de estocagem.

Tabela 5: Comparação da Resistência Adesiva entre diferentes tempos, mantendo-se o mesmo adesivo e temperatura.

	SB	XP	ST	AD
5°				
<u>24hrs</u>	18,98	18,37	12,12*	22,23*
<u>180d</u>	17,48	16,64	16,72*	25,44*
20°				
<u>24hrs</u>	28,07*	28,43*	18,02*	30,59
<u>180d</u>	25,49*	26,30*	23,16*	31,09
37°				
<u>24hrs</u>	29,63	37,21*	28,54	42,15*
<u>180d</u>	30,05	29,41*	27,40	35,80*

* Indica diferença estatisticamente significativa entre os tempos, mantendo-se adesivo e temperatura.

4 Discussão

A submissão dos adesivos a diferentes temperaturas mostrou-se capaz de afetar os valores de resistência adesiva. Isso deve-se ao fato de que a temperatura influencia a evaporação do solvente [34], além de alterar propriedades como grau de conversão e viscosidade [4].

Comparação dos diferentes adesivos

Ao comparar os diferentes adesivos, submetidos as mesmas temperaturas e tempo de armazenamento, os resultados apresentados foram distintos. Isso deve-se a sua composição [12,40], com diferentes solventes e monômeros resinosos. Nos sistemas adesivos contemporâneos, os monômeros resinosos hidrofílicos são dissolvidos em solventes voláteis, como acetona e etanol, além de água e combinações de solventes [40]. A inclusão desses solventes auxilia o deslocamento da água através da dentina, facilitando a penetração dos monômeros resinosos nas microporosidades da rede de fibras colágenas expostas durante o condicionamento ácido [36, 32]. Além disso, alteram a morfologia e as propriedades da interface adesiva permitindo que a hibridização se consolide [23,42]. Os dados referentes aos solventes dos quatro sistemas adesivos utilizados nesse trabalho estão no Quadro 2.

Quadro 2: Solventes utilizados nos sistemas adesivos, de acordo com informações dos fabricantes.

Adesivo	Solvente
Single Bond (3MESPE, St Paul, MN, EUA)	Etanol*
XP Bond (Dentsply, Milford, DE, EUA)	T-Butanol*
Stae (SDI, Victoria, Austrália)	Acetona
Admira (Voco, Cuxhaven, Alemanha)	Acetona

*Alcoóis.

O adesivo Admira, que apresentou os melhores valores de resistência adesiva, possui acetona como solvente, além do monômero HEMA, o qual é utilizado a fim de manter os monômeros resinosos em uma só solução, evitando separação de fases [39,38]. Entretanto, o adesivo Stae, o qual apresentou os menores valores de resistência adesiva, também possui a acetona e HEMA como componentes.

De acordo com Yoshida e Torres [45], em um estudo sobre adição de carga inorgânica, os adesivos Stae e Stae modificado com 10% de carga apresentaram valores de microinfiltração notadamente maiores que os demais. Os autores atribuem isso a uma deficiência de impregnação da rede colágena quando da aplicação deste material, em virtude de sua tensão superficial ou sua hidrofiliçidade, devendo ter resultado em camadas híbridas de menor qualidade, o que conseqüentemente levaria a menores valores de resistência. Em outro estudo, Felizardo e colegas [18] estudaram a resistência adesiva de adesivos com HEMA e adesivos HEMA-free. O adesivo Go! (SDI, Victoria, Austrália), o qual possui composição semelhante ao Stae, apresentou os menores valores de resistência adesiva, além de mostrar-se um adesivo de difícil trabalho. Segundo a opinião dos autores, a fragilidade da adesão foi evidenciada pelo elevado número de fraturas prematuras, motivo pelo qual diversas amostras tiveram que ser refeitas.

Embora o tipo de solvente seja um fator essencial, outros componentes dos sistemas adesivos podem influenciar a volatilização dos solventes, e conseqüentemente, a conversão dos monômeros, influenciando assim a resistência adesiva [9]. A hidrofiliçidade, funcionalidade e tamanho dos monômeros nos adesivos dentinários afetam a sorpção de água, solubilidade, densidade de ligações cruzadas e heterogeneidade da estrutura do polímero [28], influenciando assim na resistência adesiva.

Van Landuyt, 2007 [40], testou a influência de diferentes concentrações de HEMA na resistência adesiva em dentina e encontrou menores valores para os adesivos que não continham HEMA. Apesar do seu potencial alergênico [41], HEMA tem se mostrado um componente que melhora a performance dos sistemas adesivos na adesão dentinária, devido as suas características hidrofílicas que promovem uma melhor miscibilidade dos componentes hidrofóbicos e hidrofílicos dos sistemas adesivos.

Além disso, HEMA tem se mostrado um perfeito componente do primer, que melhora a adesão da resina a dentina [26]. Entretanto, o tipo de solvente utilizado junto ao HEMA, bem como sua proporção, interfere na estabilização da dentina desmineralizada. Isso pode justificar o fato do Admira, XP Bond e Single Bond, todos contendo HEMA, apresentarem resultados de resistência de união diferentes estatisticamente em algumas temperaturas.

Efeito da temperatura

Com exceção do Single Bond, que apresentou resultados semelhantes de resistência adesiva nas temperaturas 20°C e 37°C, no tempo 24 horas, todos os outros grupos apresentaram valores crescentes de resistência com o aumento da temperatura (5°C, 20°C e 37°C).

Esses dados levam a crer que a temperatura tem efeito direto na resistência de união. Temperaturas baixas diminuem a viscosidade do adesivo, o que leva a uma menor penetração do mesmo na superfície dental condicionada. Além do mais, a medida em que se reduz a temperatura do sistema adesivo, ela se distancia da temperatura de evaporação da maioria dos solventes, interferindo na remoção do mesmo após a aplicação do jato de ar. O solvente não evaporado interfere na polimerização do adesivo, afetando qualidade de camada híbrida e propriedades físicas e mecânicas [23], o que explicaria os resultados inferiores obtidos neste trabalho na temperatura de 5°C. Por outro lado, Reis e colaboradores, 2009 [33], compararam a resistência adesiva de dois sistemas submetidos a três temperaturas, 5°C, 20°C e 37°C, e não encontraram diferença entre os valores de 5 e 20°C. Eles atribuíram isso ao fato do adesivo a 5°C sofrer rápido ganho de temperatura desde sua remoção do ambiente refrigerado até sua aplicação e fotoativação. Essa diferença entre os dois trabalhos pode ser explicada pela temperatura em que foram realizados os experimentos (neste trabalho os procedimentos foram realizados sob temperatura ambiente de 20°C, enquanto que no trabalho citado foi a 24°C), e pela própria diferença metodológica e na técnica de aplicação e secagem.

Por outro lado, o aumento da temperatura leva a uma diminuição da viscosidade e conseqüente aumento da fluidez dos adesivos, levando a uma difusão mais profunda dos monômeros na superfície [33].

Estudos como o de Dickens e Cho, 2005 [15], comprovam que grande volume de solvente previamente a fotoativação leva a uma diminuição do grau de conversão dos monômeros. Com a maior evaporação do solvente, menos solvente residual permanece na estrutura adesiva, promovendo assim um melhor entrelaçamento dos polímeros na camada híbrida. Em trabalho de 2008, Klein Júnior e colaboradores [25] preconizaram a aplicação de um jato de ar aquecido para promover a evaporação do solvente de dois adesivos: Single Bond (solvente: etanol e água) e Prime&Bond (solvente: acetona). Os adesivos apresentaram um aumento de 40 e 20%, respectivamente, nos valores de resistência de união. Esses dados justificariam os melhores resultados de médias de resistência adesiva na temperatura 37°C, visto que uma temperatura mais elevada promoveria maior evaporação dos solventes.

A reação de polimerização é temperatura-dependente. Assim, quanto maior a temperatura, maior o grau de conversão dos monômeros [14]. Baixos níveis de conversão afetam as propriedades físicas dos polímeros, diminuindo sua resistência. A quantidade de monômeros residuais varia de acordo com os tipos de monômeros presentes nos adesivos. Para os polímeros que contém Bis-GMA, o grau de conversão varia de 54 a 85% [19], entretanto, esses valores variam na medida que outros monômeros são utilizados nos sistemas adesivos [31]. Para TEGMA, presente na composição do XPBond, o grau de conversão é cerca de 90% [28]; Já para o HEMA, em mistura com Bis-Gma (semelhante ao Admira), em uma proporção 55% HEMA/ 45% Bis Gma, o grau de conversão é 91,5%.

Os adesivos possuem diferentes solventes, com diferentes temperaturas de evaporação. Dos solventes estudados neste trabalho, a acetona é a que evapora em uma temperatura mais próxima aos 37°C (temperatura de evaporação da acetona: 56,5°C; temperatura de evaporação do álcool: 78,3°C; temperatura de evaporação da água: 100°C). Isso pode explicar os melhores resultados de resistência do adesivo Admira, cujo solvente é a acetona, mas não justificaria plenamente visto que o Stae, o adesivo que apresentou os menores valores de resistência, também possui esse mesmo solvente.

Entretanto, a quantidade e a concentração de solvente também interferem, e essas informações não costumam ser informadas pelos fabricantes.

A quantidade de água presente nos adesivos que contém HEMA também é um fator importante. Na medida em que a água evapora, a concentração de HEMA cresce rapidamente. Essa diferença causa uma diminuição na pressão de vaporização da água, tornando mais difícil a evaporação da água residual. Esse mesmo fenômeno ocorre em misturas de acetona-HEMA, mas não é tão significativa devido a maior pressão de vapor da acetona. O HEMA diminui a pressão de vapor da mesma, contudo a acetona residual ainda consegue ser liberada [31].

Se a quantidade de água for muito elevada, ela impede a penetração dos monômeros via área desmineralizada, pois tende a formar bolhas, permitindo assim concentração de estresse, o que pode levar a uma falha adesiva na região [44].

Efeito do tempo de armazenamento (24 horas e 180 dias)

A maior parte dos grupos apresentou diferença estatisticamente significativa comparando-se as médias de resistência adesiva nos tempos 24 horas e 180 dias de armazenamento.

A durabilidade da adesão entre resinas e substrato dental é de fundamental importância para a longevidade clínica das restaurações. Entretanto, a estabilidade ao longo do tempo da união entre adesivo/resina e dentina ainda é questionável [38].

A progressiva degradação da matriz resinosa ocorre através de poros resultantes de espaços nos quais polímeros de cadeias pequenas e monômeros residuais, resultantes da conversão incompleta dos monômeros [31] podem ter sido aprisionados. Assim, o tamanho dos poros após a evaporação do solvente influencia na resistência adesiva e na durabilidade das restaurações [16].

Com o passar do tempo, a água penetra na matriz de polímero, promovendo a degradação da estrutura adesiva [34], levando a uma diminuição na resistência adesiva, fenômeno conhecido como envelhecimento. Esse fato justifica a diminuição da resistência adesiva do Single Bond (20°C), Xp Bond

(5°C*, 20°C e 37°C), Stae (37°C*) e Admira (37°C) com o passar dos 180 dias (*: houve diminuição da resistência, mas a diferença não foi estatisticamente significativa). Entretanto, Stae (5°C e 20°C) e Admira (5°C) sofreram um aumento das médias de resistência com o passar dos 180 dias.

Estudos que analisam a relação entre a resistência adesiva versus tempo de estocagem apontam a longevidade de união entre substrato/resina composta como uma característica relacionada a qualidade da interface adesiva. A tendência são resultados de resistência adesiva decrescente ou estável com o passar do tempo [1,44,22,6].

Considerando-se o conhecimento sobre a influência da hidrólise das fibras colágenas (degradação hidrolítica) à partir do “Deficit Híbridizatório” [2] os resultados desses 3 grupos são controversos. Sob esse aspecto, o estudo de resistência adesiva ao ensaio de microtração influenciado pelo tempo de estocagem das amostras, conduzido por Armstrong et al, 2004 [6], demonstrou que após cinco anos de armazenamento, o sistema adesivo Optibond FL apresentou resultados superiores àqueles obtidos após 6 meses.

Achados dessa natureza podem corroborar os resultados desse estudo para os sistemas adesivos Stae (5°C e 20°C) e Admira (5°C), contudo não explicam os motivos desse comportamento. Um rigoroso estudo sobre esse fenômeno não é objetivo desse trabalho, mas a comparação entre os resultados obtidos nos tempos referidos demonstra que a alteração na deformação elástica relacionada com a hidratação da linha adesiva é um fator que interfere na resistência adesiva. As reações de formação de cadeias poliméricas e sua estabilização podem ser afetadas por diversas circunstâncias e isso interfere na performance dos polímeros obtidos.

Dentre os fatores que influenciam a performance estão a contração de polimerização, fator C [5], sorpção de água e o relaxamento das tensões geradas na formação das cadeias [27,44]. A sorpção e solubilidade, bem como a quantidade e os produtos liberados ao longo do processo híbridizatório, são dependentes do tempo de armazenamento e características particulares dos monômeros [21].

Além disso, a resistência adesiva pode ser aumentada com o passar do tempo, quando utilizado um meio oleoso para o armazenamento das amostras. O volume de água absorvida pode atuar como um suavizador, reduzindo as

forças de fricção e estabilizando as cadeias poliméricas [44]. Contudo, uma vez que esse comportamento não foi padrão para todos os adesivos testados, a justificativa para esses resultados deve residir nas características individuais de cada adesivo, bem como técnica de aplicação dos mesmos e sua complexa composição.

O processo de hibridização dos tecidos dentais é sensível a uma série de fatores como qualidade da estrutura dental, condições ambiente, presença ou não de umidade, temperatura, além das particularidades dos próprios sistemas adesivos e sua manipulação. Esses fatores somados determinarão as características e qualidade da interface adesiva. Então, seria prudente também afirmar que a influência de outros fatores como a metodologia e os equipamentos utilizados para o ensaio das amostras, além do período de armazenamento até o ensaio mecânico, podem também interferir nos resultados finais obtidos, seja de forma independente ou interdependente.

5 Conclusões

Os resultados obtidos nesse trabalho “*in vitro*” permitem concluir que:

- A temperatura tem efeito direto na resistência de união de adesivos a dentina. Assim, os clínicos que costumam armazenar os sistemas adesivos em refrigeradores, retirando-os somente previamente ao seu uso, devem tomar o cuidado de deixar o frasco atingir a temperatura ambiente antes de utilizá-lo.

- O aquecimento do adesivo a temperatura corporal provou ser benéfico na prática restauradora, visto que aumentou os valores de resistência de união. Entretanto, esses resultados foram obtidos *in vitro*; Pesquisas envolvendo procedimentos *in vivo* devem ser realizadas a fim de verificar os resultados sob as condições bucais.

Assim sendo, mais trabalhos devem ser realizados a fim de melhor entender a química envolvida na composição dos adesivos aquecidos, bem como testar diferentes regiões do substrato dental, submetidas a diferentes testes mecânicos.

6 Agradecimentos

Os autores agradecem as empresas 3M ESPE (St Paul, MN, EUA), Dentsply (Milford, DE, EUA), SDI (Victoria, Austrália) e Voco (Cuxhaven, Alemanha) pela doação dos materiais utilizados nessa pesquisa. Não houve conflito de interesses durante a realização desta pesquisa.

7 Referências

1. Abdala A, Feilzer AJ. Two-year water degradation of self-etching adhesives bonded to bur ground enamel. **Oper Dent** 2009; 34(6):732-740.
2. Amaral, FLD et al. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: A critical review. **J Esthet Restor Dent** 2007;19:340-354.
3. Alexandre RS et al. The influence of temperature of three adhesive systems on bonding to ground enamel. **Oper Dent** 2008; 33(3):272-281.
4. Andrzejewska E. Photopolimerization kinetics of multifunctional monomers. **Prog Polym Sci** 2001; 26:605-665.
5. Armstrong SR, Keller JC, Boyer DB. The influence of water storage and C-factor on the dentin-resin composite microtensile bond strength and debond pathway utilizing a filled and unfilled adhesive resin. **Dent Mater** 2001; 17:268-276.
6. Armstrong SR. et al. Resin-dentin interfacial ultrastructure and microtensile dentin bond strength after five-year water storage. **Oper Dent** 2004; 29(6):705-712.
7. Armstrong SR et al. Adhesion to tooth structure: A critical review of "micro" bond strength test methods. **Dent Mater** 2010; 26:e50-e62.
8. Bausch JR, Lange C, Davidson CL. The influence of temperature on some physical properties of dental composites. **J Oral Rehabil** 1981; 8: 309-317.
9. Borges BCD et al. Degree of conversion of simplified contemporary adhesive systems as influenced by extended air-activated or passive solvent volatilization modes. **Oper Dent** 2012; 37(3):246-252.
10. Bouillaguet S. Biological risks of resin-based materials to the dentin-pulp complex. **Crit Rev Oral Biol Med** 2004; 15(1):47-60.

11. Breschi L. et al. Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. **Dent Mater** 2008; 24:90-101.
12. Cadenaro M. et al. Degree of conversion and permeability of dental adhesives. **Eur J Oral Sci** 2005; 113:525-530.
13. Chersoni S. et al. Water movement in the hybrid layer after different dentin treatments. **Dent Mater** 2004; 20(9):796-803.
14. Deb S. et al. Pre-warming of dental composites. **Dent Mater** 2011; 27: p.e51-e59.
15. Dickens SH, Cho BH. Interpretation of bond failure through conversion and residual solvent measurements and Weibull analyses of flexural and microtensile bond strengths of bonding agents. **Dent Mater** 2005; 21(4):354-364.
16. Eddleston CL. et al. Dimensional changes in acid-demineralized dentin matrices following the use of HEMA–water versus HEMA–alcohol primers. **J Biomed Mater Res** 2003; 67(3):900-907.
17. Farge P, Alderete L, Ramos SMM. Dentin wetting by three adhesive systems: Influence of etching time, temperature and relative humidity. **J Dent** 2010; 38:698-706.
18. Felizardo KR et al. Bond strength of HEMA containing versus HEMA-free self-etch adhesive systems to dentin. **Braz Dent J** 2011; 22(6):468-472.
19. Floyd JEC, Dickens SH. Network structure of Bis-GMA- and UDMA-based resin systems. **Dent Mater** 2006; 22:1143-1149.
20. Fróes-Salgado NR et al. Composite pre-heating: effects on marginal adaptation, degree of conversion and mechanical properties. **Dent Mater** 2010; 26:908-914.
21. Giannini M et al. Six-Month Storage-Time Evaluation of One-Bottle Adhesive Svstems to Dentin. **J Esthet Restor Dent** 2003; 15:43-49.
22. Goodis HE et al. Storage effects on dentin permeability and shear bond strengths. **Dent Mater** 1993; 9:79-84.

23. Hashimoto M et al. The effects of common errors on sealing ability of total-etch adhesives. **Dent Mater** 2006; 22:560-568.

24. Hiraishi N et al. Water concentration in self-etching primers affects their aggressiveness and bonding efficacy to dentin. **J Dent Res** 2005; 84(7):653-658.

25. Klein-Júnior CA et al. Evaporating solvents with a warm air-stream: Effects on adhesive layer properties and resin-dentin bond strengths. **J Dent** 2008; 36:618-625.

26. Nakaoki Y et al. Dimensional changes of desmineralized dentin treated with HEMA primers. **Dent Mater** 2000; 16:441-446.

27. Ortengren U. et al. Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behavior of three composite resin materials. **J Dent** 2001; 29:35-41.

28. Park J et al. The influence of chemical structure on the properties in methacrylate-based dentin adhesives. **Dent Mater** 2011; 11:1086-1093.

29. Pashley DH. Clinical correlations of dentin structure and function. **J Posthetic Dent** 1991; 66(5):777-781.

30. Pashley DH, Carvalho, RM. Dentine permeability and dentine adhesion. **J Dent** 1997; 25:355-372.

31. Pashley EL et al. Effects of HEMA on water evaporation from water-HEMA mixtures. **Dent Mater** 1998; 4:6-10.

32. Pashley DH et al. Solvent-induced dimensional changes in EDTA-desmineralized dentin matrix. **J Biomed Mater Res** 2001; 56(2):273-281.

33. REIS A et al. Effects of adhesive temperature on the early and 6-month dentin bonding. **J Dent** 2009; 37:791-798.

34. REIS A et al. The use of warm air stream for solvent evaporation: Effects on the durability of resin-dentin bonds. **Oper Dent** 2010; 35(1):29-36.

35. Tay FR et al. Variability in microleakage observed in a total-etch wet-bonding technique under different handling conditions. **J Dent Res** 1995; 74:1168-1178.
36. Tay RF, Gwinnett JA, Wei SHY. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free, acetone-based, single-bottle primer/adhesives. **Dent Mater** 1996; 12:236-244.
37. Tay F, Carvalho RM, Pashley DH. Water movement across bonded dentin – too much of a good thing. **J Appl Oral Sci** 2004; 12:12-25.
38. Torkabadi S. et al. Bonding durability of HEMA-free and HEMA-containing one-step adhesives to dentine surrounded by bonded enamel. **J Dent** 2008; 36:80-86.
39. Van Landuyt KL et al. Monomer-solvent phase separation in one-step self-etching adhesives. **J Dent Res** 2005; 84(2):183-188.
40. Van Landuyt KL et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. **Biomaterials** 2007; 28:3757-3785.
41. Van Landuyt KL et al. The role of HEMA in one-step self-etch adhesives. **Dent Mater** 2008; 24:1412-1419.
42. Wang Y et al. Effect of solvent content on resin hybridization in wet dentin bonding. **J Biomed Mater Res** 2007; 82(4)975-983.
43. Watanabe I. Photocure bonding agents to ground dentin. **J Jpn Dent Mater** 1992;11:955-973.
44. Yiu CKY et al. Effect of resin hydrophilicity and water storage on resin strength. **Biomaterials** 2004; 25:5789-5796.
45. Yoshida KRA, Torres CRG. Influência da adição de carga inorgânica aos sistemas adesivos dentinários na microinfiltração marginal. **Revista Odonto Ciência** 2005; 20(48):97-103.

8 Quadros, Tabelas e Gráficos

Quadro 1: Sistemas adesivos utilizados, fabricante, composição e lote.

ADESIVO	FABRICANTE	COMPOSIÇÃO	LOTE
Adper Single Bond	3MESPE, St Paul, MN, EUA.	Etanol; Água; Bis-GMA; HEMA; Silano tratado com sílica; Glicerol-1; 3-dimetacrilato; Copolímero de ácido acrílico e ácido itacônico; Diuretano dimetacrilato.	N211104BR
XP Bond	DENTSPLY, Milford, DE, EUA.	Resina TCB; PENTA; UDMA; TEGDMA; HEMA; Estabilizadores; Trietilenoglicol-dimetacrilato; Hidroxietilmetacrilato; Etildimetilamino-benzoato; Butilhidroquinona terciária; Canforoquinona; Silica morfa ; Butanol terciário.	529643D
Stae	SDI,	Monômero acrílico;	110203

	Victoria, Austrália.	Acetona; Flúor; Estabilizador; HEMA*.	
Admira	VOCO, Cuxhaven, Alemanha.	Bis-GMA; HEMA; BHT; Acetona; Ormocer®es (polímero híbrido orgânico/inorgânico); Ácidos orgânicos.	1044217

* Van Landuyt et al, 2007 [40].

Quadro 2: Solventes utilizados nos sistemas adesivos, de acordo com informações dos fabricantes.

Adesivo	Solvente
Single Bond (3MESPE, St Paul, MN, EUA)	Etanol*
XP Bond (Dentsply, Milford, DE, EUA)	T-Butanol*
Stae (SDI, Victoria, Austrália)	Acetona
Admira (Voco, Cuxhaven, Alemanha)	Acetona

*Alcoóis;

Tabela 1: Protocolo de utilização dos adesivos de acordo com fabricantes.

Sistema Adesivo	Técnica de Aplicação
Adper Single Bond 2	<p>Condicionamento ácido em dentina por 15 segundos;</p> <p>Lavagem com água em abundância; *</p> <p>Secagem com papel absorvente;</p> <p>Aplicação de 2 camadas de Adesivo, friccionando gentilmente por 15s;</p> <p>Leve jato de ar; *</p> <p>Fotoativação por 20s. *</p>
XP Bond	<p>Condicionamento ácido em dentina por 15s;</p> <p>Lavagem com spray ar/água por 15s; *</p> <p>Leve jato de ar; *</p> <p>Aplicação do Primer/Adesivo por 10s;</p> <p>Repouso de 20s;</p> <p>Aplicação de leve jato de ar; *</p> <p>Fotoativação por 20s. *</p>
Stae	<p>Condicionamento ácido em dentina por 20s;</p> <p>Lavagem com água abundante; *</p> <p>Secagem com papel absorvente;</p> <p>Aplicação do Primer/Adesivo;</p> <p>Leve jato de ar; *</p> <p>Fotoativação por 20 segundos. *</p>
Admira	<p>Condicionamento ácido em dentina por 15 segundos;</p> <p>Lavagem com água por 20s; *</p> <p>Leve jato de ar; *</p> <p>Aplicação do Primer/Adesivo;</p> <p>Repouso de 30s;</p> <p>Leve jato de ar; *</p> <p>Fotoativação por 20 segundos. *</p>

*Padronização – Leve jato de ar: 5s; Lavagem: spray ar/água por 15s; Fotoativação: 20s.

Tabela 2: Médias dos valores de resistência adesiva e seus respectivos desvios padrões e suas significância estatística.

		SB	XP	ST	AD
24h	5°	18,98 (3,54) ^{B,b}	18,37 (4,14) ^{B,c}	12,12 (3,30) ^{C,c *}	22,23 (3,20) ^{A,c *}
	20°	28,07 (4,00) ^{A,a *}	28,43 (2,84) ^{A,b *}	18,02 (3,16) ^{B,b *}	30,59 (3,54) ^{A,b}
	37°	29,63 (2,09) ^{C,a}	37,21 (5,66) ^{B,a *}	28,54 (3,28) ^{C,a}	42,15 (4,06) ^{A,a *}
180d	5°	17,48 (3,55) ^{B,c}	16,64 (2,69) ^{B,c}	16,72 (3,62) ^{B,c *}	25,44 (3,38) ^{A,c *}
	20°	25,49 (2,81) ^{BC,b *}	26,30 (2,83) ^{B,b *}	23,16 (2,91) ^{C,b *}	31,09 (4,17) ^{A,b}
	37°	30,05 (2,56) ^{B,a}	29,41 (4,45) ^{B,a *}	27,40 (2,51) ^{B,a}	35,80 (3,60) ^{A,a *}

Para cada linha, letras MAIÚSCULAS diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os adesivos, mantendo-se temperatura e tempo;

Para cada coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as temperaturas, mantendo-se adesivo e tempo;

*Indica diferença entre os tempos em cada grupo com mesmo adesivo e temperatura.

Tabela 3: Comparação da Resistência Adesiva entre os diferentes adesivos, mantendo-se a mesma temperatura e tempo de estocagem.

		SB	XP	ST	AD
24h	5°	18,98 ^B	18,37 ^B	12,12 ^C	22,23 ^A
	20°	28,07 ^A	28,43 ^A	18,02 ^B	30,59 ^A
	37°	29,63 ^C	37,21 ^B	28,54 ^C	42,15 ^A
180d	5°	17,48 ^B	16,64 ^B	16,72 ^B	25,44 ^A
	20°	25,49 ^{B,C}	26,30 ^B	23,16 ^C	31,09 ^A
	37°	30,05 ^B	29,41 ^B	27,40 ^B	35,80 ^A

Para cada linha, letras MAIÚSCULAS diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os adesivos, mantendo-se temperatura e tempo.

Tabela 4A: Comparação da Resistência Adesiva entre diferentes temperaturas, mantendo-se o mesmo adesivo e tempo de estocagem.

		SB	XP	ST	AD
24h	5°	18,98 ^b	18,37 ^c	12,12 ^c	22,23 ^c
	20°	28,07 ^a	28,43 ^b	18,02 ^b	30,59 ^b
	37°	29,63 ^a	37,21 ^a	28,54 ^a	42,15 ^a

Para cada coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as temperaturas, mantendo-se adesivo e tempo.

Tabela 4B: Comparação da Resistência Adesiva entre diferentes temperaturas, mantendo-se o mesmo adesivo e tempo de estocagem.

		SB	XP	ST	AD
180d	5°	17,48 ^c	16,64 ^c	16,72 ^c	25,44 ^c
	20°	25,49 ^b	26,30 ^b	23,16 ^b	31,09 ^b
	37°	30,05 ^a	29,41 ^a	27,40 ^a	35,80 ^a

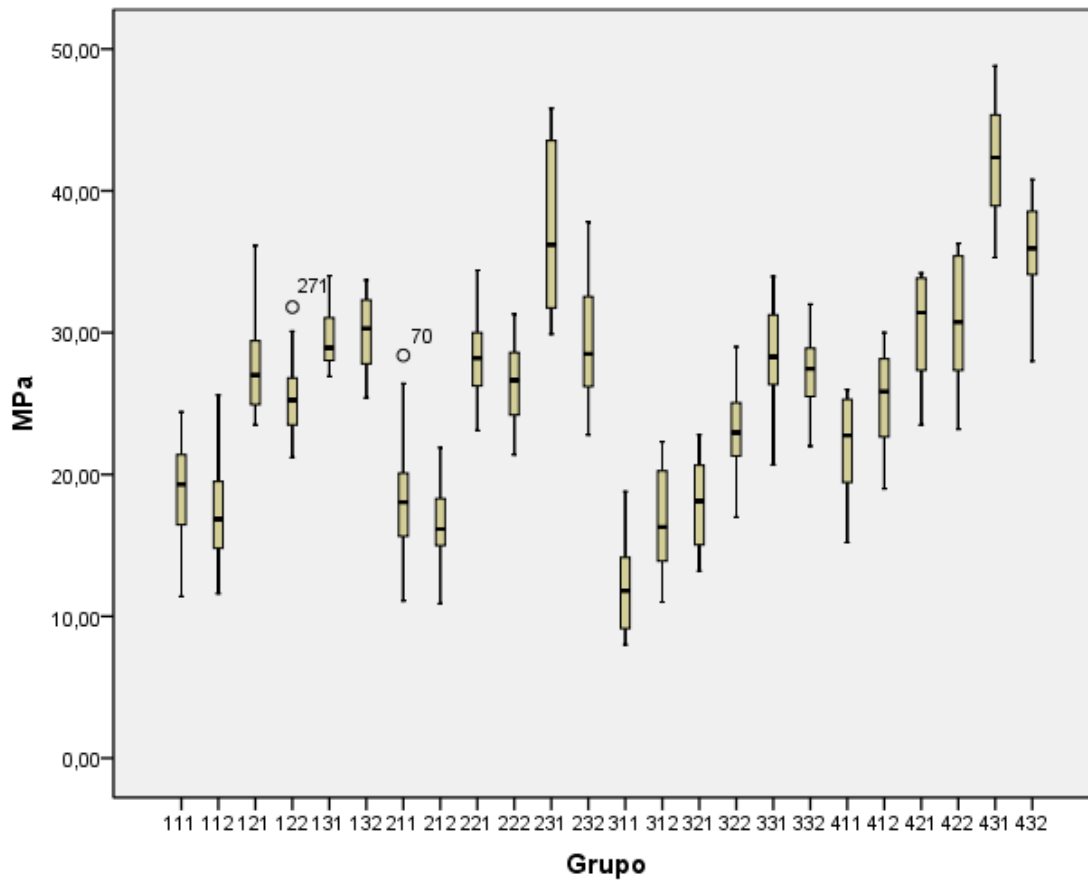
Para cada coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as temperaturas, mantendo-se adesivo e tempo.

Tabela 5: Comparação da Resistência Adesiva entre diferentes tempos, mantendo-se o mesmo adesivo e temperatura.

		SB	XP	ST	AD
	5°				
	<u>24hrs</u>	18,98	18,37	12,12*	22,23*
	<u>180d</u>	17,48	16,64	16,72*	25,44*
	20°				
	<u>24hrs</u>	28,07*	28,43*	18,02*	30,59
	<u>180d</u>	25,49*	26,30*	23,16*	31,09
	37°				
	<u>24hrs</u>	29,63	37,21*	28,54	42,15*
	<u>180d</u>	30,05	29,41*	27,40	35,80*

* Indica diferença estatisticamente significativa entre os tempos, mantendo-se adesivo e temperatura.

Gráfico 1: Representação em *Box Plots* das médias de resistência adesiva, em Mpa, dos diferentes grupos.



9 Figuras

Figura 1: Esquema de corte dos 120 dentes, originando 240 hemi-dentes para o teste mecânico.



Figura 2a: Aparelho desenvolvido pelo GEPOC – UFSM.



Figura 2b: Aparelho desenvolvido pelo GEPOC – UFSM, vista superior.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temperatura apresentou um papel importante na resistência adesiva dos sistemas adesivos *in vitro*, entretanto outros estudos devem ser realizados a fim de melhor explicarem o efeito da mesma nas propriedades mecânicas e micromorfológicas do substrato dental.

Baseado nos dados deste trabalho, podemos afirmar que:

- Adesivos submetidos a temperaturas baixas, em torno de 5°C, promovem menores valores de resistência adesiva;
- Temperaturas elevadas, próximas de 37°C, promovem melhores valores de resistência adesiva quando comparadas ao adesivo a temperatura ambiente;
- O aparelho desenvolvido para a realização desse trabalho mostrou-se capaz de desempenhar o objetivo proposto para o mesmo: promover o aquecimento gradual dos sistemas adesivos.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, R.S. et al. The influence of temperature of three adhesive systems on bonding to ground enamel. **Oper Dent**, v.33, n.3, p.272-281, 2008.

ANDRZEJEWSKA, E. Photopolymerization kinetics of multifunctional monomers. **Prog Polym Sci**, v.26, p.605-665, 2001.

BAUSCH, J.R.; LANGE, C.; DAVIDSON, C.L. The influence of temperature on some physical properties of dental composites. **J Oral Rehabil**, v.8, p.309-317, 1981.

BRESCHI, L. et al. Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. **Dent Mater**, v.24, p.90-101, 2008.

BORGES, M.F. **Correlação entre grau de conversão e resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes**. 2010. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

BOUILLAGUET, S. Biological risks of resin-based materials to the dentin-pulp complex. **Crit Rev Oral Biol Med**, v.15, n.1, p.47-60, 2004.

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

CHERSONI, S. et al. Water movement in the hybrid layer after different dentin treatments. **Dent Mater**, v.20., n.9., p.796-803, 2004.

DEB, S. et al. Pre-warming of dental composites. **Dent Mater**, v.27, p.e51-e59, 2011.

FARGE, P.; ALDERETE, L.; RAMOS, S.M.M. Dentin wetting by three adhesive systems: Influence of etching time, temperature and relative humidity. **J Dent**, v.38, p.698-706, 2010.

FRÓES-SALGADO, N.R. et al. Composite pre-heating: effects on marginal adaptation, degree of conversion and mechanical properties. **Dent Mater**, v.26, p.908-914, 2010.

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

KLEIN-JÚNIOR, C.A et al. Evaporating solvents with a warm air-stream: Effects on adhesive layer properties and resin-dentin bond strengths. **J Dent**, v.36, p.618-625, 2008.

LANDUYIT, K.L.V. et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. **Biomaterials**, v.28, p.3757-3785, 2007.

LUTZ F, KREJCI I (2001). **Quality guidelines of operative dentistry: the Swiss approach**. In: Advances in operative dentistry: challenges for the future. Vol. 2. Chicago: Quintessence Publishing Co., pp. 305-326.

NAKABAYASHI, N. Dental biomaterials and the healing of dental tissue. **Biomaterials**, v.24, p. 2437–2439, 2003.

NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, R. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. **J Biomed Mater Res**, v.16, n.3, p.265-273, 1982.

NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D.H. Hybridization of dental hard tissues. 1st ed. Tokyo: Quintessence Publishing Co; 1998. 129p.

PASHLEY, D.H. Clinical correlations of dentin structure and function. **J Posthetic Den**, v.66, n.5 e 6, p. 777-81, 1991.



PASHLEY, D.H.; CARVALHO, R.M. Dentine permeability and dentine adhesion. **J Dent**, v.25, p.355–372, 1997.

REIS, A. et al. Effects of adhesive temperature on the early and 6-month dentin bonding. **J Dent**, v.37, p.791-798, 2009.

TAY, F.; CARVALHO, R.M.; PASHLEY, D.H. Water movement across bonded dentin – too much of a good thing. **J Appli Oral Sci**, v.12, p.12-25, 2004.

TAY, F.R. et al. Variability in microleakage observed in a total-etch wet-bonding technique under different handling conditions. **J Dent Res**, v.74, p.1168-1178, 1995.

TITLEY, K.; CHERNECKY, R.; MARIC, B.; SMITH, D. Penetration of a dentin bonding agent into dentin. **Am J Dent**, v.7, p190-194, 1994.

 <p>MINISTÉRIO DA SAÚDE Conselho Nacional de Saúde Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)</p>	<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa Comitê de Ética em Pesquisa - CEP- UFSM REGISTRO CONEP: 243 56</p> 
--	--

CARTA DE APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa – UFSM, reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – (CONEP/MS) analisou o protocolo de pesquisa:

Título: Avaliação do efeito da temperatura na resistência adesiva através de ensaio de microcissalhamento com uso de diferentes sistemas adesivos

Número do processo: 23081.007870/2011-13

CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética): 0136.0.243.000-11

Pesquisador Responsável: Alexandre Henrique Susin

Este projeto foi APROVADO em seus aspectos éticos e metodológicos de acordo com as Diretrizes estabelecidas na Resolução 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde. Toda e qualquer alteração do Projeto, assim como os eventos adversos graves, deverão ser comunicados imediatamente a este Comitê. O pesquisador deve apresentar ao CEP:

Agosto / 2012- Relatório final

Os membros do CEP-UFSM não participaram do processo de avaliação dos projetos onde constam como pesquisadores.

DATA DA REUNIÃO DE APROVAÇÃO: 14/06/2011

Santa Maria, 15 de junho de 2011



Félix A. Antunes Soares

Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa-UFSM
Registro CONEP N. 243.

Comitê de Ética em Pesquisa - UFSM - Av. Roraima, 1000 – Prédio da Reitoria - 7º andar - Campus Universitário
97105-900 – Santa Maria – RS - - Tel: 0 xx 55 3220 9362 – email: comiteeticapesquisa@mail.ufsm.br

**The Journal of
Adhesive Dentistry
GUIDELINES FOR AUTHORS**

The Journal of Adhesive Dentistry is a bi-monthly journal that publishes scientifically sound articles of interest to practitioners and researchers in the field of adhesion to hard and soft dental tissues. The Journal publishes several types of peer-reviewed original articles:

1. **Clinical and basic science research reports** – based on original research in adhesive dentistry and related topics.
2. **Reviews topics** – on topics related to adhesive dentistry
3. **Short communications** – of original research in adhesive dentistry and related topics. Max. 4 printed pages, including figures and references (max. characters 18,000). High priority will be given to the review of these papers to speed publication.
- 4a. **Invited focus articles** – presenting a position or hypothesis on a basic science or clinical subject of relevant related topics. These articles are not intended for the presentation of original results, and the authors of the articles are selected by the Editorial Board.
- 4b. **Invited commentaries** – critiquing a focus article by addressing the strong and weak points of the focus article. These are selected by the Editorial Board in consultation with the focus article author, and the focus article and the commentaries on it are published in sequence in the same issue of the Journal.
5. **Invited guest editorials** – may periodically be solicited by the Editorial Board.
6. **Proceedings of symposia, workshops, or conferences** – covering topics of relevance to adhesive dentistry and related topics.
7. **Letters to the Editor** – may be submitted to the editor-in-chief; these should normally be no more than 500 words in length.

SUBMISSION INSTRUCTIONS

Submission of manuscripts in order of preference:

1. Submission via online submission service (www.manuscriptmanager.com/jadd). Manuscript texts should be uploaded as PC-word files with tables and figures preferably embedded within the PC-word document. A broad range of file formats are acceptable. No paper version required but high resolution photographs or illustrations should be sent to the editorial office (see below). Online submissions are automatically uploaded into the editorial office's reviewer assignment schedule and are therefore processed immediately upon upload.
2. Submission via e-mail as a PC-word document (richter@quintessenz.de). Illustrations can be attached in any format that can be opened using Adobe Photoshop, (TIF, GIF, JPG, PSD, EPS etc.) or as Microsoft PowerPoint Documents (ppt). No paper version required but high resolution photographs or illustrations should be sent to the editorial office.
3. One paper copy of the manuscript plus a floppy diskette or CD-ROM (mandatory) containing a PC-word file of the manuscript text, tables and legends. Figures should be included on the disk if possible in any format that can be opened using Adobe Photoshop, (Tif, Gif, Jpg, Psd, Eps etc.) or as a Microsoft PowerPoint Document (ppt)

Mailing address:

Quintessenz Verlags-GmbH, Juliane Richter
The Journal of Adhesive Dentistry,
Ifenpfad 2-4, D-12107 Berlin, Germany

Illustrations that cannot be sent electronically will be scanned at the editorial office so that they can be sent to reviewers via e-mail along with the manuscript to expedite the evaluation process.

Resubmitted manuscripts should also be submitted in the above manner. Please note that supplying electronic versions of your tables and illustrations upon resubmission will assure a faster publication time if the manuscript is accepted.

Review/editing of manuscripts. Manuscripts will be reviewed by the editor-in-chief, and at least two reviewers with expertise within the scope of the article. The publisher reserves the right to edit accepted manuscripts to fit the space available and to ensure conciseness, clarity, and stylistic consistency, subject to the author's final approval.

Adherence to guidelines. Manuscripts that are not prepared in accordance with these guidelines will be returned to the author before review.

MANUSCRIPT PREPARATION

- The Journal will follow as much as possible the recommendations of the International Committee of Medical Journal Editors (Vancouver Group) in regard to preparation of manuscripts and authorship (Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. *Ann Intern Med* 1997;126: 36-47).
- **Title page.** The first page should include the title of the article (descriptive but as concise as possible) and the name, degrees, title, professional affiliation, and full address of all authors. Phone, fax, and e-mail address must also be provided for the corresponding author, who will be assumed to be the first-listed author unless otherwise noted. If the paper was presented before an organized group, the name of the organization, location, and date should be included.
- **3-8 keywords.**
- **Structured abstract.** Include a maximum 250-word structured abstract (with headings *Purpose, Materials and Methods, Results, Conclusion*).
- **Introduction.** Summarize the rationale and purpose of the study, giving only pertinent references. Clearly state the working hypothesis.
- **Materials and Methods.** Present materials and methods in sufficient detail to allow confirmation of the observations. Published methods should be referenced and discussed only briefly, unless modifications have been made. Indicate the statistical methods used, if applicable.
- **Results.** Present results in a logical sequence in the text, tables, and illustrations. Do not repeat in the text all the data in the tables or illustrations; emphasize only important observations.
- **Discussion.** Emphasize the new and important aspects of the study and the conclusions that follow from them. Do not repeat in detail data or other material given in the Introduction or Results section. Relate observations to other relevant studies and point out the implications of the findings and their limitations.
- **Acknowledgments.** Acknowledge persons who have made substantive contributions to the study. Specify grant or other financial support, citing the name of the supporting organization and grant number.
- **Abbreviations.** The full term for which an abbreviation stands should precede its first use in the text unless it is a standard unit of measurement.
- **Trade names.** Generic terms are to be used whenever possible, but trade names and manufacturer should be included parenthetically at first mention.
- **Clinical Relevance.** Please include a very brief (2 sentences or 3 lines) clinical relevance statement.

REFERENCES

- **All references must be cited** in the text, according to the alphabetical and numerical reference list.
- **The reference list** should appear at the end of the article, in alphabetical and numerical sequence.
- **Do not include unpublished data** or personal communications in the reference list. Cite such references parenthetically in the text and include a date.
- **Avoid using abstracts** as references.

- **Provide complete information** for each reference, including names of all authors. If the reference is part of a book, also include title of the chapter and names of the book's editor(s).

Journal reference style:

1. Turp JC, Kowalski CJ, Stohler CS. Treatment-seeking patterns of facial pain patients: Many possibilities, limited satisfaction. *J Orofacial Pain* 1998;12:61-66

Book reference style:

1. Hannam AG, Langenbach GEJ, Peck CC. Computer simulations of jaw biomechanics. In: McNeill C (ed). *Science and Practice of Occlusion*. Chicago: Quintessence. 1997:187-194.

ILLUSTRATIONS

- All illustrations must be numbered and cited in the text in order of appearance.

Paper version

- The figure number and first author's last name should be indicated on the back of each photograph or on the mount of each slide. Also indicate the top edge lightly in pencil.
- **Do not mark author's name on duplicates!**
- Do not bend, fold, or use paper clips. Do not mount slides in glass.
- For protection against damage or loss, authors should retain duplicate slides and illustrations.
- All illustrations are returned after publication.
- Original artwork must be provided with original submission.

Black & white – Submit three sets of high-quality glossy prints. Should the quality prove inadequate, negatives will be requested as well. Photographs should be unmounted and untrimmed.

Radiographs – Submit the original radiograph as well as two sets of prints.

Color – Original slides (35 mm transparencies) must be submitted, plus two sets of prints made from them. When instruments and appliances are photographed, a neutral background is best; structured fabrics are unsuitable.

Line drawings – Figures, charts, and graphs should be professionally drawn and lettered large enough to be read after reduction. Good-quality computer-generated laser prints are acceptable (no photocopies); also provide electronic file if possible. Lines within graphs should be of a single weight unless special emphasis is needed.

Legends – Figure legends should be grouped on a separate sheet and typed double-spaced.

TABLES

- Each table should be logically organized, on a separate sheet, and numbered consecutively.
- The title and footnotes should be typed on the same sheet as the table.

MANDATORY SUBMISSION FORM

The Mandatory Submission Form, signed by all authors, must accompany all submitted manuscripts before they can be reviewed for publication. Electronic submission: scan the signed form and submit as JPG or TIF file.

PERMISSIONS & WAIVERS

- Permission of author and publisher must be obtained for the direct use of material (text, photos, drawings) under copyright that does not belong to the author.
- Waivers must be obtained for photographs showing persons. When such waivers are not supplied, faces will be masked to prevent identification. For clinical studies the approval of the ethics committee must be presented.

PAGE CHARGE

The first 8 printed pages in an article are free of charge. For excess pages, the charge is €140 per printed page. The approximate number of characters on a printed page is approximately 6,800. Please also consider the number and size of illustrations.