

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
ODONTOLÓGICAS
ASSOCIAÇÃO COM O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
DO SUL

CORRELAÇÃO ENTRE GRAU DE CONVERSÃO E
RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE SISTEMAS ADESIVOS
AUTOCONDICIONANTES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Marciano de Freitas Borges

Santa Maria, RS, Brasil
2010

**CORRELAÇÃO ENTRE GRAU DE CONVERSÃO E
RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE SISTEMAS ADESIVOS
AUTOCONDICIONANTES**

por

Marciano de Freitas Borges

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

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Henrique Susin
Co-orientador: Prof. Assoc. Dr. Jeferson da Costa Marchiori

Santa Maria, RS, Brasil

2010

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas
Associação com o Programa de Pós-Graduação em Odontologia da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul**

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

**CORRELAÇÃO ENTRE GRAU DE CONVERSÃO E RESISTÊNCIA DE
UNIÃO DE SISTEMAS ADESIVOS AUTOCONDICIONANTES**

elaborada por
Marciano de Freitas Borges

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

COMISSÃO EXAMINADORA:

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

Prof. Assoc. Dr. Jeferson da Costa Marchiori (UFSM)
(UFSM)

Prof. Dra. Alessandra Nara de Souza Rastelli
(UNIARA – FOAr-UNESP)

Prof. Adj. Dra. Letícia Brandão Durand
(UFSM) (Suplente)

Prof. Adj. Bruno Lopes da Silveira
(UFSM) (Suplente)

Santa Maria, 24 de fevereiro de 2010

Dedicatória

*Aquele que é:
Único e Soberano,
Pai da Eternidade,
Príncipe da Paz,
Estrela da Manhã,
Que nos dá vida em abundância,
Que nos permite sonhar,
Que está ao nosso lado em todos os momentos, sejam eles felizes ou tristes,
Que me fez único e incomparável,
Que me aceita como eu sou,
Que me ama incondicionalmente.*

A Deus, meu Pai amado, toda a Honra e toda a Glória sejam dadas a Ti!

Aos meus pais, Darcy e Gessi...

Muitas vezes, tentei encontrar palavras que expressassem o que representam para mim. Muitas lágrimas me vêm aos olhos cada vez que penso em vocês e consigo expressar melhor tanta gratidão. Talvez apenas com o passar dos anos conseguirei retribuir tudo o que fizeram e fazem por mim, sempre ao meu lado, apoiando-me em todas as decisões tomadas. Vocês abriram mão de seus sonhos para que os meus fossem realizados, sei das dificuldades enfrentadas para que eu pudesse me graduar em odontologia.

Dedico esta obra a vocês, com todo o meu carinho.

Deus os abençoe!

Amo vocês!

Aos meus irmãos...

Eva, Ângela, Rogério, Cesar e Cleusa pelo apoio, incentivo, confiança e respeito as minhas decisões. Amo vocês!

Agradecimentos Especiais

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao curso de Odontologia por ter concedido a mim a oportunidade de desenvolvimento e crescimento profissional.

*Ao meu orientador e amigo, professor **Alexandre Henrique Susin**, por suas palavras de sabedoria, por seu conhecimento, pelas palavras de incentivo e confiança. Simplesmente, a palavra 'obrigado' é insuficiente para agradecer por todas as lições que me ensinou, pela sua paciência e compreensão. Sua dedicação e generosidade permitiram chegar até aqui. Devo este trabalho a você. Muito obrigado por TUDO!*

*Ao **Programa de Pós-graduação**, pela oportunidade concedida em fazer parte dessa primeira turma do mestrado, por proporcionar a convivência com os alunos da graduação, aumentando o desejo de ser um docente.*

*À **Disciplina de Dentística**, representada pelo chefe da disciplina, o Professor **Jeferson da Costa Marchiori**, pelo acolhimento em todos esses anos, deste o período da graduação.*

*Ao meu amigo, irmão e colega **Luiz Augusto Wentz**, pela força, companheirismo, confiança e motivação, pelas palavras de sabedoria, que, nos momentos mais difíceis, esteve ao meu lado incentivando-me a não desistir. Não tenho palavras para te agradecer!*

“Assim como os perfumes alegram a vida, a amizade sincera dá ânimo para viver” (Pv. 27.9)

*À professora e amiga **Alessandra Nara de Souza Rastelli** pelo acolhimento em São Carlos, que, de maneira muito simples e com muita competência, nos transmitiu muito conhecimento. Não tenho palavras para agradecê-la!*

*Às professoras **Roselaine Pozzobon** e **Rachel Rocha**, exemplos de Mestres, que me influenciaram de maneira positiva a realizar este mestrado, as quais sempre me motivaram, confiaram e acreditaram no meu trabalho. Vocês são exemplos para mim!*

*Aos colegas e amigos **Jovito Skupien** e **Anelise Montagner** que realizaram junto comigo uma parte desse trabalho, vocês foram fundamentais!*

*A nossa secretária da pós-graduação, **Jéssica Dalcin da Silva**, sempre prestativa, empenhada em solucionar nossas dúvidas.*

*Aos **colegas do mestrado**, por tantos momentos compartilhados e de aprendizado transmitido em cada um.*

*“Você faz suas escolhas e as suas escolhas
fazem você”.*

Steve Beckman

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas
Associação com o Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do
Rio Grande do Sul

Universidade Federal de Santa Maria

CORRELAÇÃO ENTRE GRAU DE CONVERSÃO E RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE SISTEMAS ADESIVOS AUTOCONDICIONANTES

Autor: Marciano de Freitas Borges

Orientador: Alexandre Henrique Susin

Local e data da defesa: Santa Maria, 24 de fevereiro de 2010.

Objetivo: O objetivo desse estudo foi avaliar o grau de conversão de sistemas adesivos autocondicionantes em dentina e correlacioná-los com a resistência ao teste de microcisalhamento. **Materiais e Métodos:** Para o ensaio de microcisalhamento foram selecionados vinte terceiros molares livres de cárie, os quais tiveram suas coroas seccionadas longitudinalmente de modo a se obter fatias, que, aleatoriamente, foram divididas em quatro grupos, de acordo com o sistema adesivo utilizado, Single Bond (SB), Clearfil SE Bond (CL), Adhese (AD) e Gbond (GB). As fatias foram incluídas em tubos de PVC com resina acrílica e, em seguida, foram construídas restaurações cilíndricas com uma área de 1,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de altura, em torno de dez restaurações por grupo, por meio de uma matriz de amido. Após 24 horas, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de microcisalhamento. Para análise do grau de conversão desses sistemas, uma gota do adesivo foi dispensada sobre uma placa de vidro e, após 20 segundos, foram fotopolimerizadas, formando uma película de adesivo. Após 24h, essas películas foram pulverizadas e misturadas com brometo de potássio, prensadas em prensa hidráulica de modo a formar uma pastilha para análise no espectrofotômetro - FT-IR. Os dados obtidos da resistência de união e do grau de conversão foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($p = 0.05$). **Resultados:** O sistema de união SB apresentou valores médios de resistência de união ao microcisalhamento estatisticamente superior AD e GB, mas não apresentou diferença estatística em relação ao sistema CL. Dentre os sistemas autocondicionantes, as maiores médias no ensaio mecânico foram obtidas com a aplicação do sistema de união CL, seguido pelos sistemas AD e GB, que não foram estatisticamente diferentes entre si. Em relação ao grau de conversão, resultados estatísticos semelhantes foram encontrados para os sistemas SB e CL, que, apesar do SB apresentar uma maior média, não diferiu do CL. O sistema adesivo SB e CL apresentaram valores médios superiores ao AD e GB. O AD, que por sua vez, apresentou valores médios maiores que o GB. **Conclusão:** O grau de conversão é afetado por diversos fatores relacionados à mistura complexa dos sistemas adesivos, que, de certo modo, repercutirá na sua resistência de união.

Palavras chave: Adesivos Dentinários; Resistência ao Cisalhamento; Luzes de Cura Dentária

ABSTRACT

Master Dissertation
Post Graduate Program in Dental Science
Federal University of Santa Maria

CORRELATION BETWEEN DEGREE OF CONVERSION AND BOND STRENGTH OF THE SELF-ETCHING ADHESIVE SYSTEM

Author: Marciano de Freitas Borges

Supervisor: Alexandre Henrique Susin

Date and local of Defense: February 24, 2010, Santa Maria.

Objective: The aim of this study was to analyse the relationship between the degree of conversion of double bonds of self-etching adhesives and microshear bond strength on dentin. **Materials and methods:** For microshear testing twenty third molar caries free were selected. They had their crowns sectioned longitudinally so as to obtain slices that were randomly chosen and divided into four groups according to the adhesive system, Single Bond (SB), Clearfil SEBond (CL), Adhese (AD) and Gbond (GB). The slices were included into epoxy resin, and then cylindrical restorations were built with an area of 1.0 mm in diameter and 2.0 mm in height, around ten restorations per group, using a starch matrix. After 24 hours the specimens were tested for bond strength. To analyze the degree of conversion of these systems, a drop of adhesive was dispensed on a glass plate and after 20 seconds polymerized, forming a film of adhesive. After 24 hours, these films were pulverized and mixed with potassium bromide, pressed in a hydraulic press to form an insert for analysis with the spectrophotometer - FT-IR. The data of shear bond strength and degree of conversion of each specimen were submitted to ANOVA and Tukey's test ($p = 0.05$). Results: The SB adhesive system had mean values of bond strength statistically higher than AD and GB, but no statistical difference was found with CL. Among the self-etching systems, the highest average shear bond strength was achieved with the application of the union CL, followed by GB and AD systems, which were not statistically different. Regarding the degree of conversion, similar statistical results were found for the systems SB and CL, and despite the SB had a higher average it, did not differ from CL. The adhesive system SB and CL showed higher values in AD and GB. The AD, showed values higher than the GB. Conclusion: The degree of conversion is affected by several factors related to the complex mixture of adhesive systems, which somehow contribute to their bond strength.

Key words: Dentin Bonding Agents; Shear Strength; Curing Light Cure.

SUMÁRIO

1. Introdução -----	12
2. Revisão da Literatura -----	15
3. Proposição -----	28
4. Materiais e Métodos -----	29
4.1. Ensaio de resistência de união---	29
4.1.1 Seleção dos dentes-----	29
4.1.2 Preparo dos corpos de prova-----	29
4.1.3 Procedimentos restauradores-----	31
4.1.4 Teste de resistência de união ao microcislamento -----	35
4.2 Avaliação do grau de conversão dos sistemas adesivos-----	36
5. Resultados -----	42
6. Discussão -----	45
7. Conclusão-----	51
8. Bibliografia consultada -----	52
9. Apêndice -----	62

1. INTRODUÇÃO

A Odontologia sofreu significativas mudanças a partir do desenvolvimento de materiais restauradores com propriedades de adesão aos tecidos dentários, proporcionando maior preservação de estrutura dentária pela realização de preparos cavitários mais conservadores. Desse modo, novas técnicas e materiais adesivos são constantemente lançados, oferecendo vantagens sobre seus antecessores (TANUMIHARJA et al., 2000; PARADELLA et al., 2007).

Os adesivos dentais são combinações de monômeros resinosos (hidrofílicos e hidrofóbicos) de diferentes pesos moleculares e viscosidades. A fluidez desse material é conseguida ao se acrescentar diluentes resinosos, solventes orgânicos (acetona, álcool, entre outros) além de água (CARVALHO et al., 2004). Esses componentes comportam-se como plastificantes de cadeia (KALACHANDRA, 1987) e diminuem o grau de conversão dos monômeros em polímeros, prejudicando as propriedades mecânicas da estrutura formada (JACOBSEN & SÖDERHOLM, 1995; HOTTA et al., 1998).

A simplificação da técnica, com redução do tempo necessário para sua aplicação (KANEHIRA et al., 2006), representa uma das principais e mais desejadas características dos novos materiais, que incluem os chamados sistemas de frasco único – *single bottle* e os autocondicionantes ou *self-etching*. Nos sistemas autocondicionantes, a etapa de condicionamento ácido prévio do substrato é suprimida (FRANKENBERGER et al., 2001), a hibridização ocorre sem a remoção da *smear layer* que, teoricamente, fica incorporada à camada híbrida (NAKABAYASHI et al., 1982; YOSHIYAMA et al., 1998). A principal vantagem desses adesivos é a menor dificuldade para o controle da umidade do substrato, pois o condicionamento ácido é realizado simultaneamente à aplicação do primer, para esse fim, a concentração de monômeros ácidos foi aumentada, inicialmente de 6% para cerca de 20%, tornando-os suficientemente ácidos para desmineralizar e infiltrar o substrato dentário simultaneamente (WATANABE et al., 1994). Dessa forma, é eliminado também outro inconveniente que é a eventual discrepância entre a profundidade do substrato desmineralizado e a real penetração dos monômeros (SANO et al., 1994). Assim, a camada híbrida é formada a partir da penetração do *primer* e adesivo na dentina desmineralizada

(NAKABAYASHI et al., 1982) e representa a profundidade de desmineralização da dentina (TAY et al., 2000).

Os sistemas adesivos autocondicionantes podem ser divididos entre os que empregam dois passos operatórios para sua aplicação clínica, e os que requerem apenas um passo. Os sistemas de dois passos são compostos por um primer autocondicionante, que apresenta, na sua composição, monômeros ácidos, outros monômeros hidrófilos e água, associados ou não a outros solventes orgânicos; e um adesivo, constituído por concentrações balanceadas de monômeros hidrofílicos e hidrofóbicos. Os radicais dos monômeros ácidos presentes no primer autocondicionante são os responsáveis pelo condicionamento das estruturas dentais e o adesivo, por semelhança, tem as mesmas funções daqueles empregados nos sistemas convencionais de três passos (CARVALHO et al., 2004), contribuindo, portanto, com as mesmas vantagens. Já os sistemas autocondicionantes de passo único contêm o primer ácido e a resina adesiva dos sistemas autocondicionantes de dois passos reunidos num mesmo frasco e, dessa forma, requerem uma única etapa operatória quando da hibridização dos tecidos duros do dente (VAN MEERBEEK et al., 2003). Dessa maneira, uma única solução, que contém os monômeros ácidos, solventes, diluentes e água, é aplicada sobre o substrato dental não condicionado para desempenhar as funções de desmineralização, infiltração e posterior união com o material restaurador.

Outro fator importante que irá influenciar nas propriedades físicas e de biocompatibilidade do polímero resultante dos sistemas adesivos é a conversão química do monômero (STANSBURY et al., 2000; ASMUSSEN et al., 2001). A estabilidade e durabilidade dos polímeros dependem, dentre outros fatores, do grau de conversão de monômeros em polímeros e de sua característica hidrofílica. Como a formação do polímero ocorre na presença de umidade, de solventes residuais e oxigênio, verifica-se que o grau de conversão dos adesivos é inferior quando é comparado às resinas compostas (JACOBSEN et al., 1995).

As propriedades mecânicas de um polímero subpolimerizado e rico em terminações hidrofílicas, em virtude de uma maior absorção de água do meio bucal, são afetados imediatamente e ao longo do tempo (CARVALHO et al., 2004; ITO et al., 2005). Conseqüentemente, acarretará falha no selamento, sensibilidade pós-operatória, infiltração, descoloração marginal, cárie secundária e falha de retenção (JACOBSEN et al., 1995; TANUMIHARJA et al., 2000). A polimerização incompleta dos monômeros adesivos associada à hidrólise das fibras colágenas foi atribuída como uma das razões para a ocorrência de nanoinfiltração nos sistemas autocondicionantes, sendo que o comprometimento no grau

de conversão dos monômeros pode ser causado pela retenção de água residual no interior da interface adesivo-dentina (PASHLEY et al., 2005), interferindo diretamente na resistência de união desses adesivos ao substrato dentinário. A resistência de união à dentina sofre influência de variáveis inerentes ao substrato, tais como umidade (PASHLEY et al., 1991, PRATI et al., 1998), profundidade (BELTRÃO et al., 1999), direção dos túbulos dentinários (CARVALHO et al., 1999), presença de dentina esclerótica (PERDIGÃO et al., 1994) ou cariada (NAKAJIMA et al., 1995). Desse modo, inúmeros estudos têm avaliado a resistência de união de sistemas adesivos à dentina (SANO et al., 1994; ABDALLA et al., 2004; ERMIS et al., 2008). Portanto, a correlação existente entre o grau de conversão dos sistemas adesivos e a resistência adesiva oferecida por eles, pode ser considerada um importante indicador da performance do sistema e assim oferecer dados referentes à confiabilidade da interface adesiva.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Ferrari et al., (1994), realizaram estudo *in vivo* para investigar a formação da camada híbrida utilizando 5 sistemas adesivos, em dentes indicados para extração por comprometimento periodontal. Os resultados mostraram que todos os sistemas adesivos produziram camada híbrida e formação de *tags* resinosos. O formato destes *tags* foram diferentes para o sistema Clearfil Liner Bond 2, que se apresentaram curtos e próximos a entrada dos túbulos dentinários, ao contrário, dos demais sistemas adesivos, que representaram *tags* resinosos longos e de forma cônica. Os autores afirmam que novas gerações de sistemas adesivos que requerem a remoção da *smear layer* introduzem mudanças estruturais na superfície dentinária criando uma zona retentiva de interdifusão do sistema adesivo no substrato dental. Os autores verificam que a morfologia da camada híbrida e dos *tags* resinosos encontrados neste estudo são similares àquelas encontradas em estudos *in vitro*.

Tanriverdi et al., (1996), realizaram estudo com o propósito de determinar a resistência de união à tração de três sistemas adesivos comerciais: Scotchbond Multi Uso , Tenure e Gluma, em 60 dentes hígidos extraídos por indicação terapêutica, imediatamente após a polimerização da restauração de resina composta. Gluma apresentou maior média de resistência de união, seguido pelo Tenure e Scotchbond Multi Uso. Os autores defendem que o período crítico para a realização dos testes é imediatamente após a realização da restauração, pois longo tempo de imersão e a termociclagem podem afetar adversamente o material e conseqüentemente, a linha adesiva.

Fritz & Finger, (1999), realizaram estudo de resistência de união ao cisalhamento, com o propósito de comparar o desempenho do sistema adesivo autocondicionante de um passo Etch & Prime 3.0 (Degussa) com dois sistemas adesivos de dois passos, Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray) – sistema com primer autocondicionante – e o sistema adesivo Gluma One Bond (Heraeus Kulzer) – sistema adesivo acetinado que exige aplicação prévia de ácido fosfórico. Os resultados mostraram que o Clearfil Liner Bond 2 e Gluma One Bond apresentaram resultados semelhantes entre si e superiores aos obtidos com o sistema adesivo Etch & Prime.

Verificam os autores que o desempenho do sistema adesivo Etch & Prime 3.0 deve ser melhorado antes de ser indicado clinicamente.

Matos et al., (2001), avaliaram a resistência à tração de três sistemas adesivos associados à resina composta aderidos à superfície dentinária. Foram utilizados 45 molares humanos extraídos, embutidos em cilindros de resina acrílica e desgastados na superfície oclusal até a exposição da dentina. A camada de *smear layer* foi preparada com o auxílio de uma lixa de granulação 600, durante 1 minuto. Os corpos-de-prova foram divididos em três grupos de acordo com o tipo de sistema adesivo e resina composta utilizados. Grupo 1: sistema adesivo autocondicionante (Etch & Prime 3.0) + resina composta micro-híbrida (Degufill Mineral), Grupo 2: sistema adesivo de componente único (Single Bond) + resina composta micro-híbrida (Z100), Grupo 3: sistema adesivo convencional (Degufill Contact Plus Bond - Degussa) + resina composta micro-híbrida (Degufill Mineral), aplicados segundo as orientações do fabricante. Os dentes incluídos foram montados em dispositivo apropriado para montagem de corpos-de-prova com o auxílio de uma matriz bipartida de politetrafluoretileno em forma de um cone truncado invertido com 3 mm de diâmetro na interface adesiva. As amostras foram imersas em água destilada a 37° C por 24 horas, sendo então tracionadas em máquina de ensaio universal, a uma velocidade constante de 0,5 mm/min, a força de tração foi obtida em MPa. As médias e desvio-padrão foram calculados a partir das 10 repetições de cada grupo. Análise de variância (GMC 7.2) foi usada para comparar os 3 sistemas adesivos e suas interações. A comparação entre as médias foi feita por meio do teste de Tukey a 5% de nível de significância. As médias e desvios padrão em MPa foram: G1: $14,62 \pm 8,06$; G2: $19,90 \pm 7,54$; G3: $12,99 \pm 7,31$. De acordo com os resultados obtidos os autores que o tipo de sistema adesivo influenciou na resistência à tração das resinas compostas testadas; o sistema adesivo de componente único apresentou os melhores resultados de resistência adesiva.

Spohr et al., (2001), realizaram estudo para avaliar a resistência de união à tração proporcionada por dois sistemas adesivos simplificados *total-etch*: Single Bond e One Coat Bond e dois sistemas adesivos *self-etch*: Clearfil Liner Bond 2V e Etch & Prime 3.0. Trinta e três terceiros molares humanos extraídos antes da erupção foram utilizados neste estudo. Suas coroas foram seccionadas na junção cimento-esmalte e em seguida seccionadas novamente no sentido méso-distal, obtendo-se uma face vestibular (V) e outra lingual (L). As faces V e L foram incluídas em cilindro de resina acrílica, polidas com lixas até a exposição

da dentina para posteriormente serem aplicados os sistemas adesivos conforme orientações dos fabricantes. As restaurações foram confeccionadas com o auxílio de uma matriz metálica e, em seguida, os corpos de prova foram estocados em água destilada em temperatura de 37°C durante 24 horas e então submetidos ao ensaio de tração e análise do tipo de fratura ocorrida. Os resultados mostraram que a maior média de resistência de união à tração foi obtida com a utilização do sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2V, com valor de 24,8 MPa, estatisticamente maior do que todos os outros sistemas adesivos. O sistema adesivo One Coat Bond promoveu média de 20,4 MPa e o Single Bond 18,1 MPa, sendo similares entre si, enquanto que o sistema adesivo Etch & prime 3.0 apresentou a menor de todas as médias, 5,8 MPa. O exame dos espécimes sob lupa estereoscópica com aumento de 30 vezes mostrou que o sistema adesivo Etch & Prime 3.0, apresentou 100% de falhas adesivas, enquanto que os outros sistemas adesivos apresentaram falhas adesivas (26%), adesivas/coesivas em resina composta (33%) e adesivas/coesivas em dentina entre 7 e 20%.

Ogata et al., (2001), investigaram a influência da direção dos túbulos dentinários na resistência de união à tração, pela observação microscópica da interface adesiva. Os adesivos testados foram Clearfil Liner Bond II, Impreva, Fluoro Bond, Single Bond e One Step. Os dentes foram divididos em dois grupos, conforme a orientação dos túbulos dentinários, sendo que o primeiro grupo apresentava orientação perpendicular ao longo eixo do dente, cuja adesão foi realizada na parede oclusal do dente, e o segundo grupo, que apresentava orientação paralela, cuja adesão foi realizada na parede mesial do dente. Os autores concluíram que a maior resistência de união foi obtida na interface onde os túbulos apresentavam orientação perpendicular, afirmando que a direção dos túbulos dentinários é uma variável importante para determinar a resistência de união.

Montes et al., (2001), realizaram estudo para verificar a resistência de união à tração proporcionada por um sistema adesivo com carga inorgânica e um sem carga inorgânica, aplicados com uma e duas camadas associados a 3 resinas compostas de baixa viscosidade. As características morfológicas da interface de união, em microscopia eletrônica de varredura também foram avaliadas. Os sistemas adesivos utilizados nesse estudo foram Single Bond – sem carga inorgânica e o Optibond Solo – com carga inorgânica, e as resinas compostas de baixa viscosidade Flow It, Protect Liner F e Z 100 experimental Low Viscosity. Os dentes bovinos tiveram o esmalte da face vestibular removido e a dentina adjacente foi regularizada com lixas de granulação 600. Todos os 120 dentes foram submetidos a sorteio aleatório para a

formação de 6 grupos de 20 dentes cada sendo que em todos eles foi aplicado o condicionamento ácido e as associações entre sistemas adesivos e resinas compostas de baixa viscosidade. Os resultados médios de resistência de união à tração obtidos variaram entre 7,96 e 7,18 MPa, sendo que a diferença não foi considerada estatisticamente significativa. Quanto à morfologia da interface adesiva, o exame em microscopia eletrônica de varredura mostrou que houve formação de uma evidente camada híbrida por ambos os sistemas adesivos. O Single Bond proporcionou uma camada híbrida de espessura entre 4 e 5 micrometros, longos tags resinosos e uma camada de adesivo variando entre 8 e 14 micrometros. O Optibond Solo apresentou camada híbrida de espessura entre 6 e 8 micrometros e as mesmas características de *tags* resinosos constatadas com o sistema Single Bond, porém a espessura de linha adesiva variou entre 30 e 50 micrometros. A avaliação dos tipos de falhas mostrou considerável variação entre os grupos, porém a falha mais comum foi adesiva. Os autores verificam que o uso de resina composta de baixa viscosidade intermediada por sistemas adesivos com ou sem carga inorgânica não apresenta efeitos importantes na resistência de união à tração em dentina, mas tem importante influência nos padrões das fraturas ocorridas no teste.

Abdalla, (2004) avaliou a resistência adesiva à tração e a microtração de cinco sistemas adesivos de frasco único, à dentina de dentes molares humanos extraídos. Cada dente teve a superfície oclusal removida expondo a dentina, a qual foi preparada com lixa de *silicon carbide* de granulação 600 até produzir uma *smear layer* uniforme, os remanescentes foram montados em um anel de plástico e os materiais adesivos testados foram Scotchbond 1, Syntac SC, One-Step, o Primer & Bond 2.1 e Clearfil SE Bond, aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes. O adesivo foi aplicado em uma área de 1,0 mm² de dentina ou em uma área circular de 3,9 mm milímetros de diâmetro. A Resina composta Clearfil AP-X foi colocada sobre o adesivo usando um molde de teflon de 3,9 mm de diâmetro e 2,5 mm de altura, dando um formato cilíndrico a restauração. A resistência de união à tração e a microtração foram mensuradas utilizando a máquina de ensaio universal em uma velocidade de 0.5mm min⁻¹. Para definir o tipo de fratura, as superfícies fraturadas foram analisadas sob estereomicroscopia. Algumas espécies de cada material foram preparadas e observadas em microscopia eletrônica de varredura. As médias para a força de tração foram 16.7(±3.5), 15.2(±2.5), 11.5(±3.2), 13.7(±2.6), 20.9(±4.2) MPa, e para a microtração foram 52.5(±9.9), 55.3(±8.3), 40.5(±5.2), 37.5(±8.7), 60(±6.21) MPa. O padrão de fratura das amostras adesivadas apresentou 66% de falhas coesivas em dentina ao teste de tração. Em relação ao

teste de microtração, as falhas foram principalmente adesivas, na interface adesivo-dentina (94%).

Jacques & Hebling, (2005), investigaram o efeito dos diferentes tratamentos à dentina na resistência de união a microtração de um *primer* autocondicionante e um adesivo de condicionamento ácido total simplificado. Para o estudo foram utilizados terceiros molares humanos extraídos, os quais tiveram o esmalte oclusal da coroa removido e uma superfície plana de dentina foi criada. A *smear layer* foi padronizada pelo polimento da superfície com lixa de *silicon carbide* de granulação 600. Os dentes foram aleatoriamente divididos em três grupos de acordo com o agente usado para condicionar a dentina: *primer* autocondicionante por 20 segundos (Clearfil SE Primer), ácido fosfórico 37% por 15 segundos ou 0,5 M de EDTA por 30 segundos. Cada grupo foi dividido em dois subgrupos de cinco dentes cada de acordo com sistema adesivo usado: Clearfil SE Bond e Single Bond. As superfícies condicionadas foram então adesivadas com Clearfil SE Bond ou Single Bond e construído um bloco de resina composta (Z250) com uma altura de 5 mm. Os dentes foram conservados em água a 37°C por 24h, seguido de ciclagem térmica de 500 ciclos (5 e 55° C), logo após os dentes foram longitudinalmente seccionados em toda a interface para a produção de palitos retangulares, com uma área adesivada de 1,0 mm². As amostras foram submetidas ao teste de microtração. Após o teste 50% das amostras foram aleatoriamente selecionadas e analisadas em microscópio eletrônico de varredura para determinar o padrão de fratura. Os dados foram submetidos à análise de variância, teste de Tukey e Kruskal Wallis. A maior média de resistência adesiva foi encontrada para a associação SE *Primer* / Single Bond, seguido do EDTA/Clearfil SE Bond e ácido fosfórico / Single Bond. As demais combinações mostraram-se estatisticamente semelhantes ($p > 0.05$) ao teste de tração. De acordo com os resultados obtidos, os autores verificam que o condicionamento da dentina interfere na resistência de união. Alguns resultados indicam que uma maior união pode ocorrer com ácidos mais leves, sugerindo que uma profunda desmineralização pode impedir a infiltração da resina, comprometendo a adesão. Estudos clínicos em longo prazo são necessários para entender o mecanismo de degradação da interface adesiva que ocorre com sistemas *Self-etch*, uma vez que eles incorporam a *smear layer* na camada híbrida.

Cadenaro et al.,(2005), analisaram o grau de polimerização de diferentes sistemas adesivos em relação à sua permeabilidade. Os sistemas adesivos testados foram: OptiBond FL, One-Step, Clearfil Protect Bond e Xenon III. Os adesivos foram preparados e

polimerizados por 20, 40 ou 60 s. A Polimerização cinética das curvas adesivas testadas foram obtidos com calorimetria diferencial de varredura (DSC) e os dados foram correlacionados com a microdureza. A permeabilidade dos adesivos nas mesmas condições experimentais foi avaliada em dentes terceiros molares humanos extraídos ligado a um dispositivo de permeabilidade e analisados estatisticamente. Os resultados mostraram que o grau de polimerização obtido a partir de DSC exotérmico está diretamente correlacionado com a microdureza. Um aumento do grau de polimerização após prolongada fotopolimerização foi confirmado para todos os adesivos. Os adesivos simplificados exibiram um menor grau de polimerização e apresentaram uma polimerização incompleta, mesmo após 60s. Foi encontrada uma correlação inversa entre o grau de polimerização e a permeabilidade. Os autores verificam que a permeabilidade dos adesivos simplificados está correlacionada com a polimerização incompleta dos monômeros resinosos e a exposição à luz. Esses adesivos podem ser menos permeáveis quando se utiliza um tempo de fotopolimerização maior do que o recomendado pelos fabricantes.

Frankenberger et al., (2005), avaliaram *in vitro* as mudanças ultra-morfológicas na interface resina-dentina após diferentes ciclos termomecânicos, determinando forças de microtração correspondentes. Foram utilizados 24 terceiros molares humanos, o esmalte oclusal foi removido até a metade da dentina, a *smear layer* foi criada com lixa de *silicon carbide* de granulação 180. As amostras foram divididas em quatro grupos: Syntac, Clearfil SE Bond, Xeno III e iBond, em cada grupo havia seis dentes. Os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante. Após os procedimentos de adesão foram construídos blocos de resina e para cada dente foi confeccionado três palitos de modo a se obter uma amostra de 4,0 mm de diâmetro (2 mm de dentina e 2 mm de resina). As amostras foram termocicladas em diferentes durações de ciclos térmico/mecânico: 0/0, 100/3; 1000/25; 10,000/250; e 100,000/2500. Para o teste de resistência de união cada palito retangular de 4 mm originou 20 palitos menores com uma área de 0.5 mm², os palitos foram submetidos ao teste de resistência de união na máquina de ensaios universal a uma velocidade 1 mm/min. Para análise estatística foram usados os testes de Kolmogorov-Smirnov para os valores de distribuição não normal, teste não-paramétrico de Wilcoxon para avaliar a diferença entre os grupo e para grupos independentes o teste de Mann-Whitney. De acordo com os resultados obtidos, os autores concluem que a força de adesão dos agentes Syntac ou Clearfil SE Bond é menos sensível à ciclagem termomecânica. A investigação de nanofiltração, por meio do

microscópio eletrônico de transmissão, no interior da interface resina-dentina evidenciou que não houve deterioração contínua, exceto para o iBond.

Susin et al., (2006), com o objetivo de comparar a resistência de união à dentina de três sistemas adesivos, usaram dois adesivos *Self-etching* (Clearfil SE Bond - CSEB e One Up Bond F - OUBF) e um adesivo *Total-etching* (Single Bond - SB), sob três diferentes condições de substrato dentinário (úmido, seco e reidratado). Noventa terceiros molares humanos foram cortados na superfície oclusal, para remover o esmalte e formar uma parede plana de dentina. Os espécimes foram embutidos em resina epóxica e aleatoriamente divididos em nove grupos de dez dentes cada, os adesivos foram aplicados numa área de 4,0 mm diâmetro demarcada com papel gomado, em seguida foram aplicados os sistemas adesivos e restaurados com resina composta (Filtek Z250) em matriz cilindro-cônica de metal. Os espécimes foram submetidos ao teste de resistência de união à tração (TBS) em uma MTS 810. As médias foram submetidas à análise de variância a dois critérios e ao teste de Tukey ($p = 0,05$). A dentina úmida apresentou os maiores valores de TBS para os sistemas adesivos SB e CSEB. A dentina seca e a reidratada apresentou TBS significativamente menor quando foi empregado SB. O OUBF não apresentou resultados influenciados pela condição do substrato dentinário, tendo produzido TBS similares para os diferentes tratamentos de superfície. Os autores verificam que no presente estudo o desempenho do CSEB e do SB não foram influenciados pela condição do substrato dentinário no teste de resistência de união, enquanto que o sistema adesivo OUBF não sofreu nenhuma interferência das condições do substrato dentinário. O dano mais evidente foi causado pela secagem com ar e reidratação da dentina no sistema de condicionamento ácido total, o que demonstra que o seu desempenho pode ser influenciado pela secagem da dentina após o condicionamento ácido total.

Kanehira et al., (2006), realizaram um estudo cujo objetivo era avaliar a relação entre o grau de conversão de sistemas adesivos “all-in-one” e sua resistência de união ao esmalte dentário humano. Foram usados neste estudo seis sistemas comerciais e um adesivo autocondicionante all-in-one - Absolute (ABS – Dentsply-Sankin); Clearfil S3 Bond (CSB – Kuraray); G-Bond (GBO – GC); Hybrid Bond (HYB – Sun Medical); iBond (IBO – Heraeus Kulzer); Xeno IV (XEN – Dentsply Caulk). Para o teste de resistência de união ao cisalhamento, as superfícies do esmalte de molares ou incisivos humanos foram preparadas expondo uma área de 2.4 mm de diâmetro, então os adesivos foram aplicados e em seguida construídos cilindros de resina. Os espécimes foram submetidos ao teste de resistência de

união após 1 minuto, ou após imersão em água a 37°C por 10 minutos, 1, 2 ou 24 horas. Os módulos de fratura foram determinados usando um microscópio com aumento de 20X. O grau de conversão foi determinado após 1 e 10 minutos e 1, 2 e 24 horas de armazenagem em um espectro transformador infravermelho. Foram feitas cinco repetições para cada adesivo e cada tempo avaliado. A porcentagem de ligações duplas de carbono-carbono (C-C) que não reagiram foram determinadas como a medida entre a altura da segunda cadeia alifática derivada da C-C num pico de 1636 cm^{-1} antes e após irradiação. O grau de conversão foi determinado pela subtração da % de C-C de 100%. Os autores observaram que apesar dos adesivos apresentarem acidez similar, a resistência adesiva ao esmalte mostrou diferentes valores de resistência de união. Ao analisar a relação entre o grau de conversão e a resistência de união, os padrões de fraturas coesivas, observou-se correlação positiva entre os ensaios no esmalte dentário.

Silvestre et al., (2006), compararam os testes de tração e microtração avaliando a resistência de união à dentina do Single Bond (SB) e One Up Bond (OUB). Foram selecionados vinte caninos decíduos humanos hígidos com reabsorção radicular, característica da época de esfoliação fisiológica para o teste de tração, e oito molares hígidos decíduos para microtração. Os dentes foram divididos em dois grupos: SB e OUB. Para o teste de Tração (T) e Microtração (MT), Os dentes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual com discos de aço, sob refrigeração com água em baixa rotação e incluídos em resina acrílica quimicamente ativada com auxílio de um molde de PVC de 1,5 cm de altura e 3,0 cm de diâmetro. Após polimerização da resina acrílica, os corpos-de-prova foram desgastados com lixas de carboneto de silício de granulação 240, 400 e 600, refrigeradas com água. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas. Para o teste de tração, após aplicação do sistema adesivo, foi fixada uma matriz de teflon circular e bipartida, em que foram construídos uma restauração de resina composta Filtek Z250. Dessa maneira, a resina composta apresentava forma tronco-cônica, com base menor. O teste de Tração foi realizado na máquina de ensaios universal com área adesiva de 0,7 cm^2 . Para os testes de microtração, após a aplicação do sistema adesivo, foram colocadas duas camadas de resina composta (2,0 mm). O corpo-de-prova em resina composta apresentava altura de aproximadamente 8,0 mm. A seguir, para cada grupo, os dentes foram seccionados no sentido mesio-distal e vestibulo-lingual, obtendo-se 58 “palitos” com área de 0,9 a 1 mm^2 . Cada espécime foi fixado com cola de cianoacrilato nas garras de um paquímetro adaptado e foram levados à máquina de ensaio universal. O teste de microtração foi realizado com velocidade constante de 0,6 mm/min. As

superfícies fraturadas foram observadas em lupa estereoscópica com aumento de 12 vezes e fotografadas. Os resultados obtidos foram avaliados no programa Bioestatístico 2.0 e observou-se que a amostra apresentava homocedasticidade e distribuição normal. Foi escolhido o teste estatístico paramétrico de análise de variância de fator único (significância: 5%) e Bonferroni para avaliação das diferenças entre os grupos amostrais. As médias obtidas da resistência (MPa) à MT para SB e OUB foram de 37,2 e 21,9 respectivamente e para o teste de T os valores obtidos foram 11,7 para SB e 10,5 para OUB. De acordo com os testes de ANOVA, o SB apresentou resistência adesiva significativamente superior ao OUB no teste de MT ($p < 0,01$), porém no teste T não houve diferença estatística entre os dois sistemas adesivos ($p > 0,05$). O teste de MT está mais indicado para avaliar a resistência adesiva pelo alto índice de fraturas adesivas apresentado.

Paradella & Fava, (2007), realizaram um estudo com o objetivo de avaliar, *in vitro*, a resistência de união ao cisalhamento de três sistemas adesivos em esmalte de dentes humanos. Foram utilizados no estudo 30 pré-molares hígidos, os quais foram seccionados no sentido médio-distal, incluídos em resina acrílica, polidos com lixa de papel de granulação 600 até expor uma superfície plana de esmalte de 5,0 mm de diâmetro. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em três grupos experimentais ($n = 20$): G1- Prime & Bond 2.1 - um monocomponente com condicionamento ácido total; G2 - Clearfil SE Bond - “primer” autocondicionante; e G3 - One Up Bond F - adesivo autocondicionante. A área adesivada foi delimitada usando um adesivo circular com um orifício central de 4 mm de diâmetro. Cada sistema adesivo foi utilizado de acordo com as instruções do fabricante. Um molde de teflon foi utilizado para a confecção de cilindros de resina acrílica. Após os procedimentos restauradores os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24h e termociclados por 500 ciclos (5°C – 55°C), então submetidos ao teste de cisalhamento na máquina de ensaios universal a uma velocidade de 0.5 mm/min. Os espécimes foram posicionados de modo a manter um ângulo de 90° com a força aplicada. O tipo de fratura foi analisado por lupa estereoscópica. Os dados obtidos foram transformados em MPa e submetidos a análise de variância e teste de Tukey, a um nível de significância de 5%. Os resultados mostraram que em termos de resistência adesiva, não houve diferenças significantes entre G1 e G2, tendo G3 apresentando diferença significativa em relação aos demais grupos. G1 apresentou tipo de fratura diferente de G2 e G3. Os autores concluíram que apesar dos sistemas adesivos com condicionamento ácido total e “primer”

autocondicionante terem apresentado valores de resistência adesiva similares, o tipo de fratura apresentado por eles foi diferente, o que pode ter implicações clínicas.

Holmes et al., (2007), examinaram o efeito da concentração de solvente no grau de conversão de um modelo de resina fotoativada formulada quando colocada como uma película em ar ambiente. Uma mistura de um co-monomero (bis-GMA/TEGDMA) foi diluído em seis concentrações (de 1.0, 2.5, 5.0, 7.5 e 13.0 M) com acetona ou etanol cada. Um volume diluído controlado de resina não polimerizada foi colocado sobre uma superfície horizontal de uma reflectância atenuada e o espectro infravermelho obtido. O encaixe foi posicionado horizontal no compartimento óptico do espectrofotômetro. As amostras foram fotopolimerizadas imediatamente por 10s (n = 5). Cinco minutos após a exposição, o IR do material polimerizado foi obtido, e o monômero de conversão foi calculado usando um método padronizado. A porcentagem de ligações duplas de carbono não reagida (% C=C) foi determinada a partir da relação de intensidade da absorbância alifática de C=C (pico em 1636 cm^{-1} , numa resolução de 2 cm^{-1}), ao padrão pré-determinado antes e depois da cura da amostra: aromático C-C (pico em 1608 cm^{-1}). O grau de conversão será determinado subtraindo o % de C=C de 100%. Foram realizadas cinco repetições para cada condição testada, totalizando 60 amostras no total. O modelo de resina com acetona, o máximo de conversão ocorreu com 2.5-5.0 M de solvente. O modelo de resina com etanol, a conversão ocorreu num pico de em 5.0 M. Acima de 5.0 M de solvente, os valores de conversão declinaram rapidamente para ambos solventes. Um solução 13.0 M resultou em em 0% de conversão para ambos solventes. Acetona em 2.5 e 5.0 M, a conversão excedeu o equivalente a concentração do sistema baseado no etanol. De acordo com os achados, os autores concluem que para ambos os solventes, não houve um decréscimo imediato com a adição do solvente, mas um aumento instantâneo sobre esse modelo sozinho. Um maior aumento no conteúdo de solvente (mais do que 2.5 M de etanol e 5.0 M de acetona), a conversão rapidamente declinou, com o etanol causando menor conversão na concentração semelhante de solvente.

Borges et al., (2007), realizaram um estudo com o propósito de comparar a resistência adesiva ao cisalhamento e a microinfiltração de três sistemas adesivos em esmalte bovino. Os dentes bovinos foram selecionados e distribuídos em três grupos experimentais: Grupo 1: Scotchbond Multi-Purpose (Total-etching); Grupo 2: Clearfil Liner Bond 2V (Self-etching); Grupo 3: Etch & Prime 3.0 (Self-etching). Para o teste de microinfiltração, cada grupo foi

composto por dez restaurações classe V com 2,0 mm de profundidade na superfície vestibular. Depois de impermeabilizados e armazenados em água destilada por 7 dias, foram armazenados em solução de 50% de nitrato de prata por 24h e em seguida mergulhados em solução reveladora por 2 horas. Os dentes foram seccionados em duas partes longitudinalmente em direção vestibulo-lingual e avaliados por dois examinadores duplo-cegos atribuindo escores (0 = sem infiltração; 1 = infiltração oclusal ou cervical; 2 = infiltração cervical ou oclusal chegando até a parede axial e 3 = infiltração passando a parede axial ou lingual em direção à polpa). Os dados da microinfiltração foram analisados estatisticamente pelos testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney com nível de significância 5%. Para o teste de resistência adesiva, trinta dentes de cada grupo foram preparados, suas superfícies vestibulares planificadas, a fim de obter uma área de 3mm de diâmetro, envoltos por um molde metálico cilíndrico, preenchidos por resina de poliuretano, deixando exposta a superfície vestibular, a qual foi mantida paralela à força de cisalhamento durante o teste. Após 24 horas, o anel metálico foi removido e a superfície preparada com lixas de silicon carbide até expor uma área suficiente de esmalte. A seguir foram divididos aleatoriamente em três grupos (n = 10) e os adesivos aplicados conforme a orientação dos fabricantes e revestidos com resina composta, formando um cilindro de 6 mm de altura e 3 mm de diâmetro. Após uma semana em umidade e temperatura ambientes, os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento a uma velocidade de 0,5 mm / min na máquina de ensaios universal. Os dados da resistência adesiva foram tratados por testes ANOVA e LSD ($p \leq 0,05$). As interfaces fraturadas foram examinadas sob microscopia eletrônica de varredura, em um aumento de 200x. O teste de microinfiltração não revelou diferença entre os grupos. As médias e desvios padrão em MPa para o teste de cisalhamento foram: G1: $18,75 \pm 5,83$; G2: $22,17 \pm 4,95$; G3: $14,93 \pm 6,7$. Não houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo controle e os autocondicionantes ($p > 0,05$), somente nos grupos dos autocondicionantes entre si ($p < 0,05$) (LSD). A análise dos resultados permitiu concluir que os sistemas autocondicionantes tiveram comportamento semelhante aos sistemas adesivos que usam ácido fosfórico, quando aplicados em esmalte bovino.

Ikeda et al., (2008), avaliaram a relação entre a secagem com ar e o grau de evaporação do solvente de sistemas adesivos autocondicionantes de um passo, e o efeito do grau de evaporação na de resistência de união à microtração (μ TS). Foram utilizados três sistemas adesivos *Self-etching*: O Clearfil TriS Bond – rico em HEMA, solvente etanol e água; iBond e GBond livres de HEMA, solvente acetona e água. Os sistemas foram

determinados sem jato de ar e após com jato de ar, respectivamente, cinco e dez segundos usando o método gavimétrico. Logo após, foi realizado o teste de microtração (μ TS) em que as amostras (tempos de zero, cinco e dez segundos), em forma de ampulheta, foram submetidas a uma velocidade 1mm/min na máquina de ensaio universal. O grau de evaporação dos solventes, nos tempos equivalentes a zero, cinco e dez segundos foi mensurado. O grau de evaporação aumentou com a extensão do tempo de secagem com ar. Entre os adesivos testados, o iBond apresentou o maior grau de evaporação, seguido do GBond e Clearfil TriS Bond nessa ordem. A μ TS aumentou com o aumento no tempo de secagem com ar, o iBond apresentou maior grau de evaporação, seguido do GBond e Clearfil TriS Bond, nesta ordem. O tempo de 10 segundos apresentou maior diferença estatística para o Clearfil TriS Bond. A μ TS foi maior para o Clearfil TriS Bond nos demais tempos do que para os demais sistemas adesivos livres de HEMA. Os autores concluem que a secagem com ar tem um efeito significativo na remoção dos solventes dos sistemas *Self-etching*, influenciando as propriedades mecânicas destes sistemas. Os sistemas adesivos *Self-etching* livres de HEMA são misturas complexas de ingredientes hidrofílicos e hidrofóbicos e os sistemas adesivos ricos em HEMA contêm uma menor quantidade de solvente, com isso são mais fáceis de serem removidos.

Ermis et al., (2008), avaliaram a resistência adesiva ao teste de microtração (μ TBS) de sistemas adesivos à dentina com diferentes padrões de *smear layer*, preparados com pontas diamantadas de diferentes granulações. Foram utilizados trinta e seis terceiros molares humanos, os quais foram divididos aleatoriamente em três grupos de doze dentes cada de acordo com o sistema adesivo utilizado: Um sistema *total-etch*: OptiBond FL; e três sistemas *self-etch*, selecionados de acordo com sua agressividade: Adper Prompt L-Pop, Clearfil SE Bond e Clearfil S3 Bond. A padronização da *smear layer* foi produzida utilizando-se uma ponta diamantada, em alta velocidade, de granulação média (100 μ m) no grupo A, granulação fina (30 μ) no grupo B e granulação extra-fina (15 μ) no grupo C. Cada adesivo foi aplicado a cada três dentes utilizando os métodos A, B ou C de acordo com as instruções dos fabricantes. Posteriormente, foi confeccionado um bloco de resina composta (Z100) há uma altura de 5 – 6 mm. Após os procedimentos de adesão, os espécimes foram armazenados por 24h em água a 37° C. Os dentes foram então seccionados perpendicularmente à área de adesão de modo a obter um feixe de resina-dentina, com uma área de adesão de $0,74 \pm 0,09$ mm². Os espécimes foram então submetidos ao ensaio de microtração há uma velocidade de até 1mm/min. Os valores da microtração foram calculados em MPa e submetidos a análise de variância e teste

de Tukey para comparações múltiplas, em um nível de significância de 0,05. O modo de falha das fraturas foi determinado utilizando-se estereomicroscopia em uma ampliação de 50x. Três amostras representativas de cada adesivo foram selecionados e observadas utilizando microscopia eletrônica de varredura. Os sistemas de condicionamento ácido total apresentaram valores de microtração maiores (58 - 69MPa), independente das pontas diamantadas utilizadas. Os valores foram comparáveis para Adper Prompt L-Pop e Clearfil SE Bond independente das pontas utilizadas. Para Clearfil S³ Bond quanto maior o tamanho da partícula das pontas diamantadas, os valores de microtração foram menores. A maioria das falhas ocorreram quando foram utilizadas pontas diamantadas extra-finas. Os autores concluem que tanto para os sistemas *total-etching* e *self-etching* a efetividade da adesão não é praticamente afetada pelo tipo de ponta diamantada usada. Para o sistema adesivo *self-etching* de um passo, a eficácia na adesão poderia ser significativamente melhorada pelo acabamento da cavidade com ponta diamantada de granulação fina.

Malacarne-Zanon et al., (2009), avaliaram a velocidade de absorção de água e a porcentagem de conversão dos monômeros de sistemas adesivos experimentais puros e misturados com etanol. Para esse estudo, os autores utilizaram cinco tipos de adesivos experimentais com metacrilatos hidrofílicos de referência de diferentes hidrofílicidades. Os adesivos foram avaliados sem a adição de etanol (100% de agentes resinosos) e com a adição de etanol (álcool absoluto nas seguintes proporções: 95% de resina e 5% de etanol ou 85% de resina e 15% de etanol). Os espécimes foram dispensados em um molde circular, fotoativados 80s com luz halógena. A sorção de água, a difusão e solubilidade foram avaliadas por gravimetria, enquanto que o grau de conversão (DC) foi calculada pela Análise Infravermelha Transformada de Fourier (FTIR). Pode-se observar que a sorção de água aumentou com a hidrofílicidade das misturas dos agentes adesivos, principalmente aquelas que foram misturadas ao etanol, apresentando também maior sorção e solubilidade em água e maior difusão dos coeficientes, quando comparados com suas versões correspondentes adesivos sem etanol. A adição de etanol aumentou o DC de todos os adesivos testados, especialmente dos menos hidrofílicos, esse aumento dos grupos misturados com etanol ocorre à custa de um aumento de sua sorção de água, difusão e solubilidade desses sistemas. Os autores concluem que quanto maior a hidrofílicidade da mistura, maiores serão absorção de água e a solubilidade dos adesivos. O uso de adesivos menos hidrofílicos pode criar uma adesão mais confiável e durável à dentina.

3. PROPOSIÇÃO

- Avaliar a resistência de união ao teste de microcisalhamento de diferentes sistemas adesivos autocondicionantes em dentina.
- Avaliar o grau de conversão de diferentes sistemas adesivos autocondicionantes.
- Verificar se há uma correlação entre o grau de conversão e a resistência de união dos sistemas adesivos avaliados.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO

4.1.2. SELEÇÃO DOS DENTES

Foram utilizados na pesquisa vinte terceiros molares permanentes 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 formato anatômico dentro dos padrões aceitos, avaliados com lupa. O tamanho dos dentes igual ou maior que 10 mm no sentido méso-distal e 8,0 mm no sentido vestibulo-lingual, oferecendo área mínima para o desenvolvimento do estudo proposto, medidos com paquímetro digital.

Após a seleção, os dentes foram limpos com pasta de pedra-pomes e água aplicados com escova de Robinson em baixa rotação, e armazenados em água destilada em temperatura ambiente, com trocas semanais da solução de armazenamento, até o momento da utilização neste estudo, não mais que dois meses.

4.1.3 PREPARO DOS CORPOS DE PROVA

O preparo dos corpos de prova foi realizado da mesma maneira para todos os grupos experimentais, os quais foram constituídos de 5 dentes, divididos aleatoriamente em quatro grupos.

Primeiramente foram realizadas fatias longitudinais no sentido méso-distal ao longo eixo do dente (Figura 1), com disco diamantado na máquina de corte ISOMET 1000

(Buehler). As fatias foram avaliadas em lupa estereoscópica, a fim de confirmar a não exposição da câmara pulpar e a inexistência de “ilhas” de esmalte na região seccionada, e quando existiam foram removidas com auxílio de lixas.



Figura 1: Sequencia do preparo das fatias dos dente

Cada fatia foi incluída em cilindro de PVC de 20,0 mm de altura e 25,00 mm de diâmetro (Figura 2), vedados com cera rosa número 7(Wilson-Polidental)(Figura 3). As fatias foram posicionadas com a sua porção axial voltada para a cera, e logo em seguida, preenchidas com resina acrílica autopolimerizável. Estando o acrílico completamente polimerizado, o conjunto cilindro/dente foi levado à politriz circular mecânica (Arotec - SP), para realizar a regularização da resina acrílica e da superfície oclusal do remanescente dental, com lixa de *silicon carbide* de granulação 600.



Figura 2: Cilindro de PVC

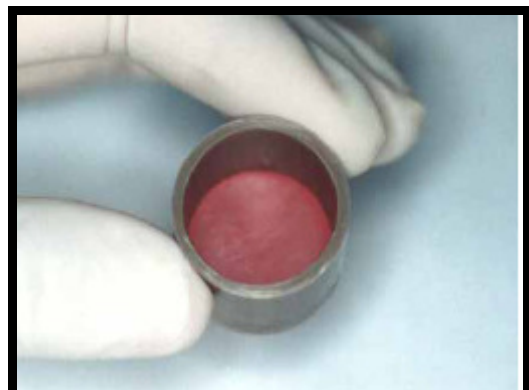


Figura 3: Cilindro de PVC vedado com cera

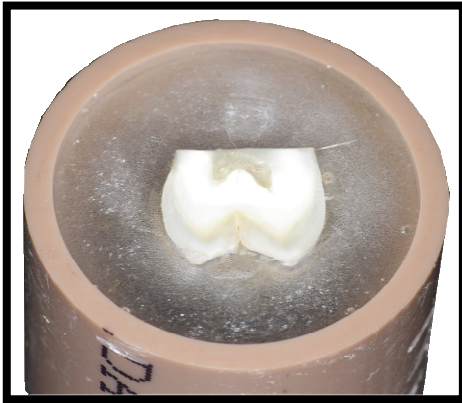


Figura 4: Conjunto cilindro-dente

4.1.4. PROCEDIMENTOS RESTAURADORES

Os corpos de prova, então preparados, foram divididos aleatoriamente em quatro grupos, de acordo com o sistema adesivo avaliado (Figura 5). Os materiais foram utilizados conforme as instruções de uso fornecidas pelos fabricantes.

Os sistemas adesivos que serão testados estão descritos no quadro 1.

GRUPO	FABRICANTE/Lote	Ph	CARACTERÍSTICA	COMPOSIÇÃO
G1-Ácido fosfórico 37% / Adper Single Bond - SB	3M ESPE – St. Paul, MN, EUA/ 8RT	0,5	Sistema adesivo simplificado de condicionamento ácido total	Ácido Fosfórico 37% Gel (emulsificantes, sílica, corante e ácido fosfórico) Componentes do frasco: HEMA BIS-GMA Di-metacrilatos Fotoiniciadores Co-polímeros do ácido poliacrílico Co-polímero do ácido itacônico Fotoiniciador Água Alcohol
G2- Adhe SE - AD	Ivoclar vivadent-Schaan, Liechtenstein/K47959	1,7	Sistema adesivo autocondicionante	Dimetacrilato de ácido Acrilato do ácido fosfônico e Iniciadores estabilizadores HEMA Dióxido de silício
G3- Clearfil SE Bond – CL	Kuraray – Japão/ 51759	1,9	Sistema adesivo autocondicionante	MDP HEMA Metacrilato hidrofílico Canforoquinona Dietanol-p-toluidine Água Bis-GMA Dimetacrilato hidrofóbico Sílica Coloidal Silanizada
G4- G Bond	GC Corp – Japão/ 0502151	2,0	Sistema adesivo autocondicionante	4 MET UDMA Água Acetona Sílica Fotoiniciador

HEMA, 2- hydroxyethyl metacrylate; MDP, 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate; Bis-GMA, bisphenol A diglycidylmethacrylate; 4 MET, Ácido 4-metacriloxietil trimetilico; UDMA, uretano dimetacrilato.

Quadro 1. Sistema adesivos – Distribuição nos grupos, fabricante, pH , características e Composição.



Figura 5: Sistemas adesivos na sequencia: Single Bond (SB), Clearfil SE Bond (CL), G Bond (GB) e Adhe SE (AD).

Para aplicação dos sistemas adesivos e confecção das restaurações, utilizou-se uma matriz cilíndrica desidratada de amido (massa alimentícia – espaguete - Isabela) com um orifício de 1,09mm de diâmetro e 2mm de altura (Figura 6). Para a determinação do diâmetro interno da matriz e assegurar que todas as matrizes possuíssem o mesmo diâmetro, as matrizes foram escaneadas, e as medidas verificadas no *Image Tool 3.00* (University Health Science Center in San Antonio). A fotopolimerização dos adesivos e da resina composta foi realizada com LED Olsen (Olsen Ind. and Com. S/A – Palhoça – SC – Brazil) com uma potência de 800 mw/cm², aferidas com potenciômetro (Power Minter, modelo FM, número - 33-0500, série – WX65). O posicionamento da matriz no corpo de prova deu-se com o próprio adesivo que só foi fotopolimerizado após a mesma estar em posição (Figura 7). As restaurações, com o formato cilíndrico, foram confeccionadas em dois incrementos, posicionados no interior da matriz, de forma que a luz do LED fosse distribuída por toda a superfície. Cada incremento foi fotopolimerizado por 20s, conforme orientações do fabricante da resina composta. Para cada corpo de prova obteve-se duas restaurações (Figura 8).

Concluída a inserção e fotopolimerização dos incrementos de resina composta, filtek Z250 (Z250 A2[®], 3M-ESPE St. Paul, MN, EUA), a matriz de amido foi embebida em água para então ser removida (Figura 9). Os corpos de prova foram analisados com lupa estereoscópica Zeiss, a fim de detectar qualquer falha ou bolha na linha de adesão entre dente e restauração, bem como a superfície da restauração da resina composta. A delimitação da área adesiva foi delimitada com lâmina de bisturi número 15, pressionada levemente ao redor da restauração a fim de remover o adesivo que estava fora da restauração (Figura 10).

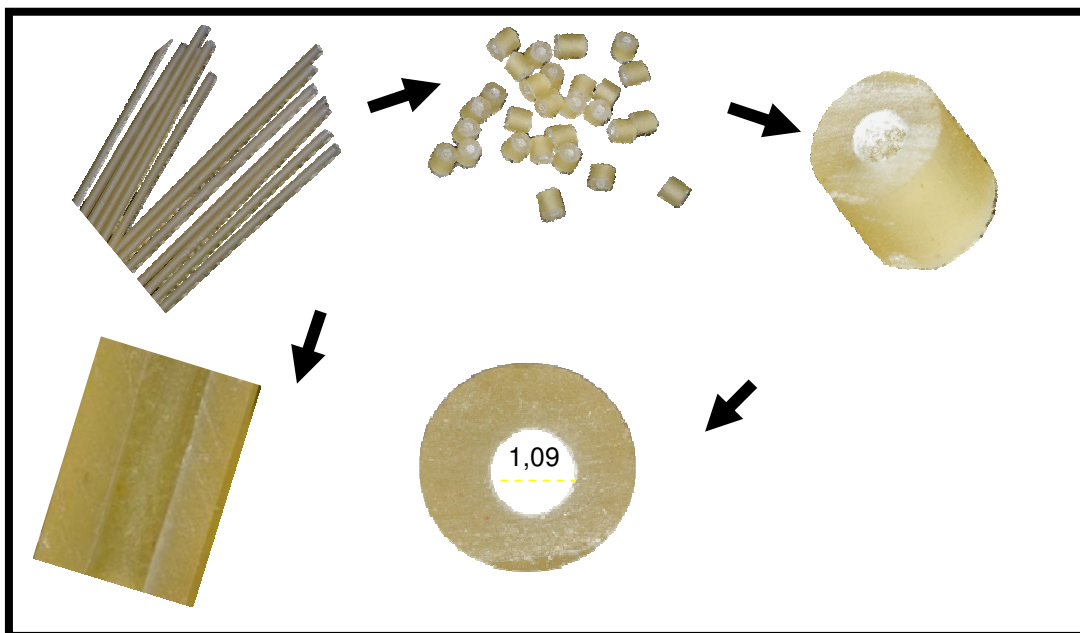


Figura 6: Seleção e confecção da matriz

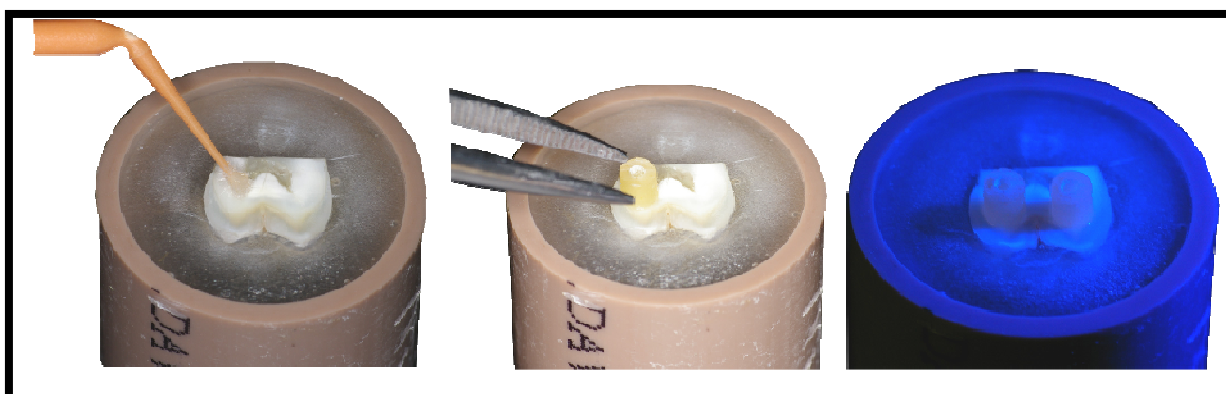


Figura 7: Posicionamento e fixação da matriz

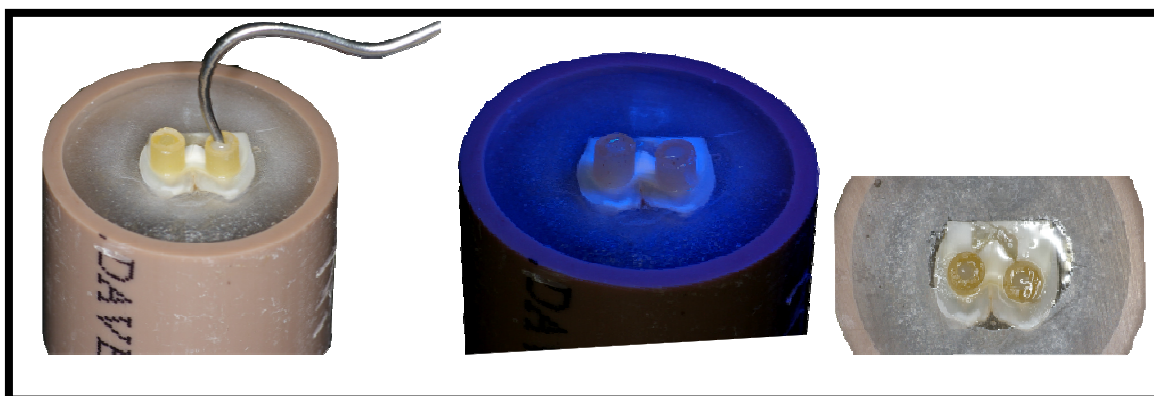


Figura 8: Confecção das restaurações

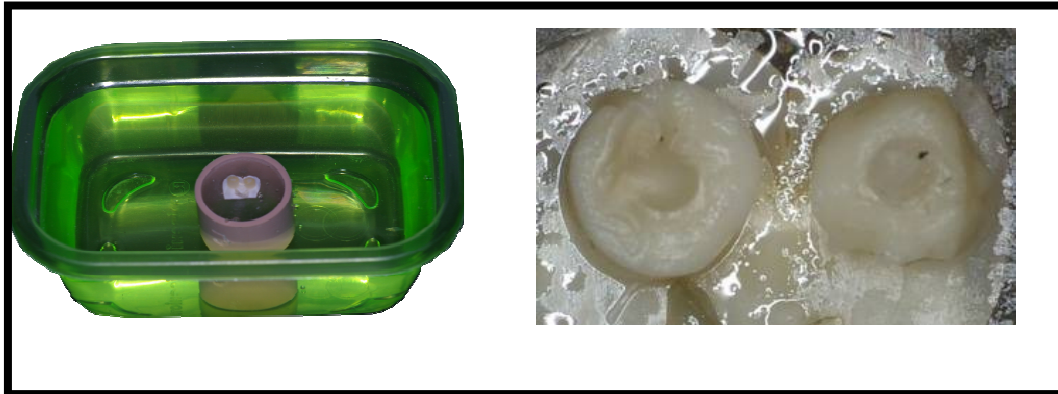


Figura 9: Armazenagem em água da restauração e matriz de amido sendo desprendida da restauração



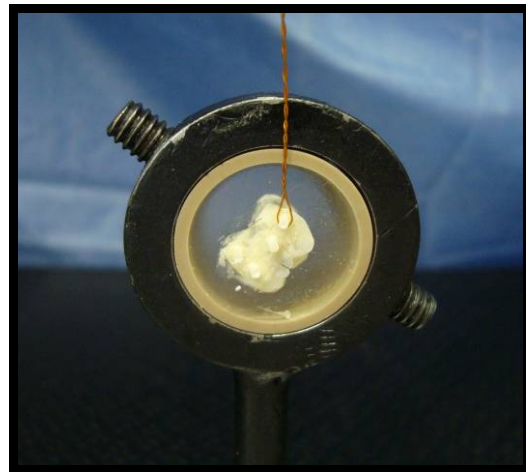
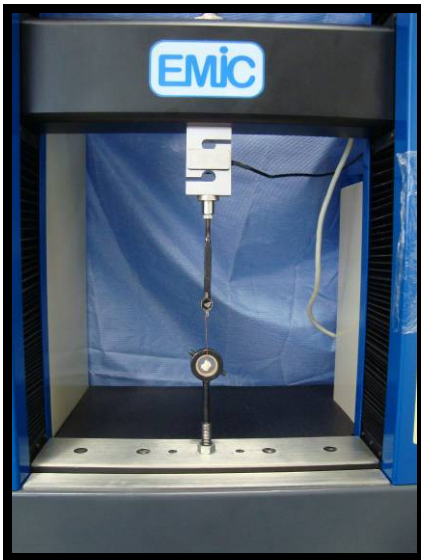
Figura 10: Delimitação da área adesiva

4.1.5 TESTE DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO

Depois de realizada a análise dos corpos de prova, foram submetidos ao ensaio de resistência de união ao microcislamento, para este ensaio foi utilizado um dispositivo metálico circular, para apreensão do corpo de prova e fixação do conjunto, e um fio de cobre para tensionar a restauração até o seu deslocamento, na célula de tração de 1 KN, da máquina

de ensaios mecânicos (EMIC DL 1000 – Equipamentos e sistemas Ltda. – São José dos Pinhais, PR, Brasil). (Figuras 11 - 12).

A resistência de união que foi obtida no teste de microcisalhamento, corresponde ao resultado da divisão da força aplicada pela área de união dente/resina composta. O cálculo é realizado automaticamente pelo software incorporado à máquina, alimentado pelos dados, previamente carregados para realização dos testes e os dados provenientes da máquina de ensaios, quando da realização de cada teste , a uma velocidade de 0,5 mm/min.



Figuras 11 e 12 – Dispositivo montado para realizar o teste

4.2. AVALIAÇÃO DO GRAU DE CONVERSÃO DOS SISTEMAS ADESIVOS

As amostras para análise do grau de conversão foram preparadas por gotejamento dos sistemas adesivos em placa de vidro, foi utilizada uma gota para cada sistema adesivo, em repouso sobre a placa de vidro por 20s em seguida fotopolimerizados por 20 segundos de modo a formar uma película de adesivo. A distância entre a ponta do LED e o adesivo foi de 3mm, padronizados por meio de um suporte, no qual o LED foi fixado. As películas de adesivo polimerizadas foram mantidas em um ambiente escuro e seco, num *safebox*, até o momento da análise FTIR (Análise Infravermelha Transformada de Fourier) – (Figura 13-16).



Figura 13 - Gotejamento do sistema adesivo e fotopolimerização



Figura 14 - Película de adesivo polimerizada



Figuras 15 e 16 – Armazenamento da película de adesivo polimerizada

Após 24 horas, as amostras polimerizadas foram pulverizados, manualmente, com um gral e um pistilo, de forma a transformarem-se em pó. Para a pulverização do adesivo foi misturado 5 miligramas do adesivo com 100 miligramas de sal Brometo de Potássio (KBr). Essa mistura foi colocada em um dispositivo de aglutinação pressionado por uma prensa hidráulica (Skay Máquinas e Equipamentos Hidráulicos, São José do Rio Preto, SP, Brazil) com uma carga de 10 toneladas durante 1 min, a fim de se obter uma pastilha. As pastilhas foram armazenadas em recipientes fechados em Sílica. Para cada sistema adesivo foram produzidos cinco espécimes (figuras 17-24).



Figura 17 – instrumental usado para o preparo das amostras



Figura 18 – Balança de precisão



Figuras 19 - 20 – Mistura de KBr e adesivo

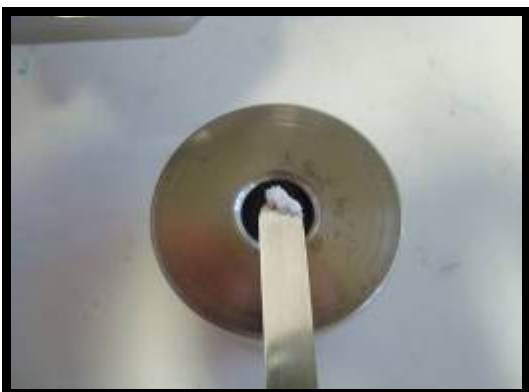


Figura 21 – inserção da mistura para ser levada à prensa hidráulica



Figura 22 – Mistura após ser levada a prensa hidráulica

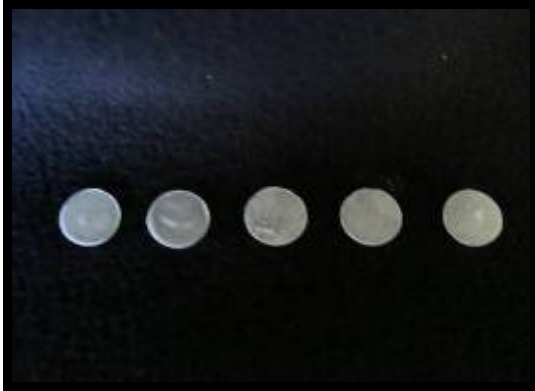


Figura 23 – Pastilhas confeccionadas



Figura 24 – Pastilhas em recipiente com sílica

Para mensurar o grau de conversão, a pastilha foi aplicada no dispositivo de leitura do espectrofotômetro – FT-IR (Nexus 470, Thermo Electron – Madison – WI – USA) (figuras 25 - 26). As amostras polimerizadas e as não polimerizadas foram analisadas usando um acessório de reflectância difuso. As medidas da absorbâncias foram avaliadas por meio do software Origin Lab (figura 27), com a absorbância sob as seguintes circunstâncias: 32 scans, 4 cm^{-1} de resolução, 300 à 4000 cm^{-1} de comprimento de onda. A porcentagem de ligações duplas de carbono não reagida (% C=C) foi determinada a partir da relação de intensidade da absorbância alifática de C=C (pico em 1638 cm^{-1}) ao padrão pré-determinado antes e depois da cura da amostra: aromático C-C (pico em 1608 cm^{-1}).



Figura 25 – espectrofotômetro



Figura 26 – Inserção da pastilha

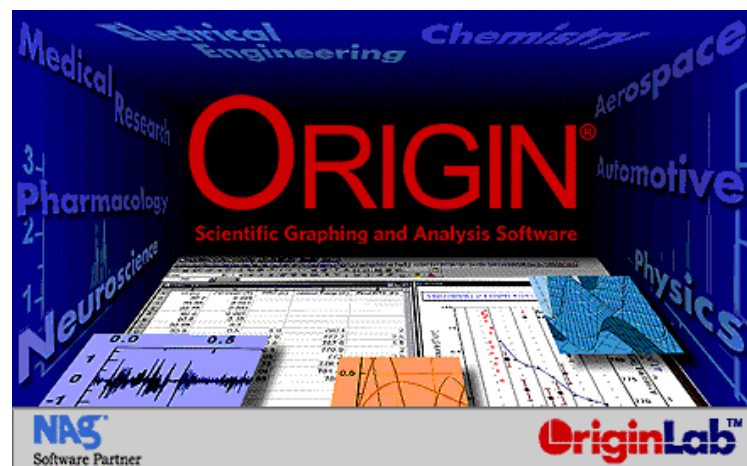


Figura 27 - Software usado para medir as absorbâncias

O número de ligações duplas de carbono que são convertidas em uma única ligação é o que fornece o grau de conversão (%DC) dos sistemas adesivos, assim o grau de conversão é determinado subtraindo o % de C=C de 100%. De acordo com a fórmula:

$$DC (\%) = 1 - \frac{(1637\text{cm}^{-1} / 1610\text{cm}^{-1}) \text{ curada}}{(1637\text{cm}^{-1} / 1610\text{cm}^{-1}) \text{ não curada}}$$

Após a coleta dos dados e verificada a sua normalidade das distribuições pelo teste de Kolmogoroff-Smirnoff, os dados foram então submetidos a testes paramétricos, tais como: análise de variância, para o cálculo das médias de cada grupo, e teste Tukey para comparar as médias entre os grupos, em um nível de significância de 5%. Para verificar se houve uma correlação entre resistência de união e o grau de conversão foi aplicada a correlação de Pearson.

5. RESULTADOS

Os valores médios de resistência de união ao teste de microcisalhamento incluindo o desvio padrão dos quatro sistemas de união empregados representados na Tabela 1. Para o cálculo das médias de cada grupo foi aplicada a Análise de Variância. Diferenças estatísticas significantes foram averiguadas com a aplicação do teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Tabela 1 - Média e desvio padrão ($\pm dp$) dos valores da resistência de união ao teste de microcisalhamento, em Mpa.

GRUPO	RU ($\pm dp$)
<i>G1 – Single Bond (SB)</i>	14,25 (4,1) a
<i>G2 – Adhe SE</i>	7,52 (4,9) b
<i>G3 – Clearfill SE Bond</i>	9,81 (3,1) ab
<i>G4 – G Bond</i>	6,71 (2,7) b

O sistema de união SB apresentou valores médios de resistência de união estatisticamente superior AD e GB, mas não apresentou diferença estatística em relação ao sistema CL. Dentre os sistemas autocondicionantes, as maiores médias de resistência de união foram alcançadas com a aplicação do sistema de união CL, seguido pelos sistemas AD e GB, que não foram estatisticamente diferentes entre si.

Os valores médios do grau de conversão, em %, e respectivos desvios – padrão são apresentados na tabela 2. Após Análise de Variância também pode-se observar, pelo teste de Tukey, diferenças estatísticas significantes entre os grupos.

Tabela 2: Média e desvio padrão ($\pm dp$) dos valores do grau de conversão, em %.

GRUPO	DC ($\pm dp$)
<i>G1 – Single Bond</i>	69,1 (5,9) a
<i>G2 – Adhe SE</i>	52,2 (4,9) b
<i>G3 – Clearfil SE Bond</i>	63,4 (3,1) a
<i>G4 – G Bond</i>	20,9 (5,9) c

Resultados estatísticos semelhantes foram encontrados em relação ao grau de conversão para os sistemas SB e CL, que apesar do SB apresentar uma maior média do grau de conversão não diferiu do CL. O sistema adesivo SB e CL apresentaram valores médios do grau de conversão estatisticamente superior AD e GB. E o AD, por sua vez, apresentou valores médios do grau de conversão maiores que o GB.

Observa-se através da correlação de Pearson que existe um coeficiente de correlação moderada, positiva e significativa entre o grau de conversão e a resistência adesiva – Gráfico 1.

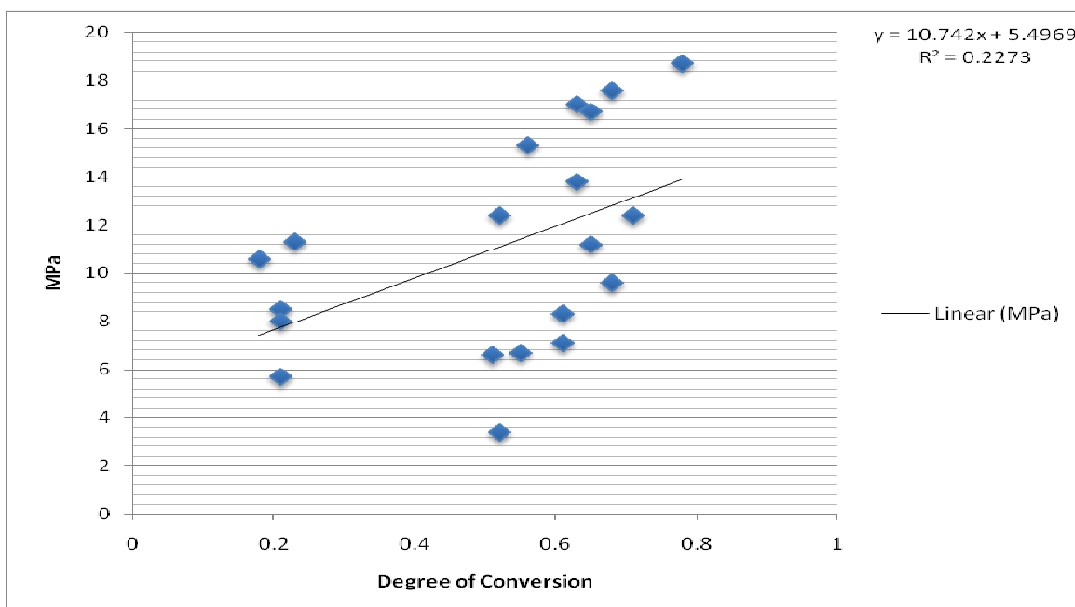


Gráfico 1: Diagrama de dispersão da resistência de união em relação ao grau de conversão.

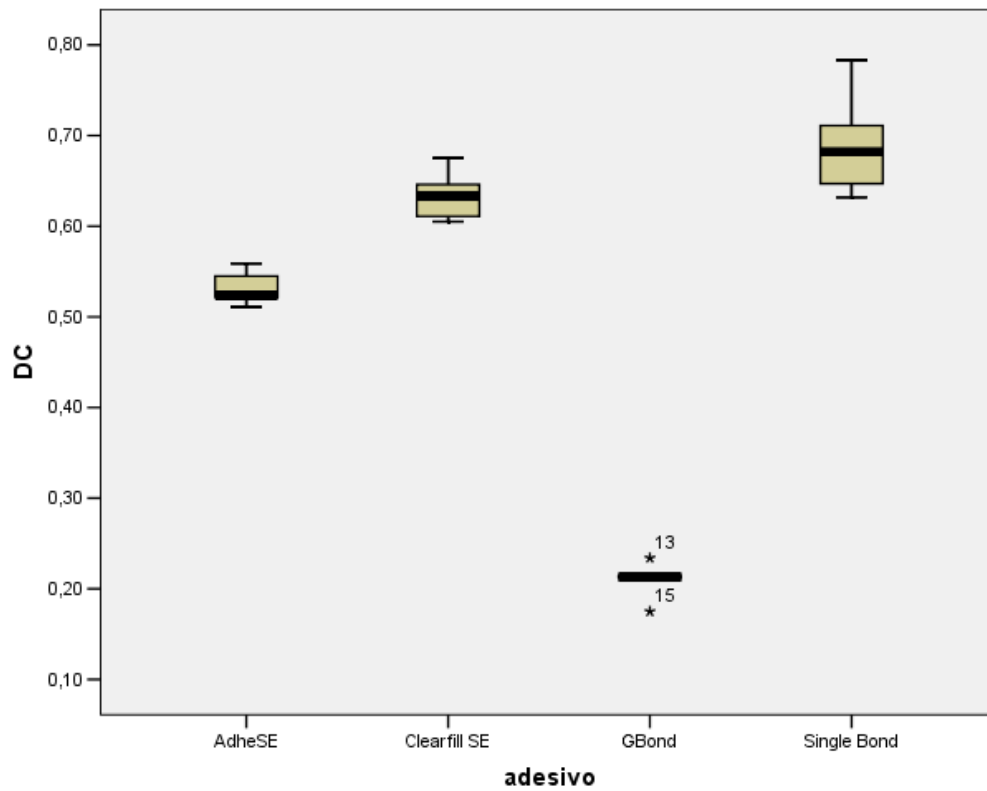


Gráfico 2: Ilustração gráfica das médias dos valores do grau de conversão, em % dos quatro sistemas adesivos. As barras verticais representam os intervalos de 95% de confiança para a média populacional

6. DISCUSSÃO

No presente estudo, foram avaliados a resistência de união e o grau de conversão de sistemas adesivos atuais e sua correlação. Foi observado que, tanto a resistência adesiva quanto o grau de conversão, apresentaram resultados distintos nos grupos estudados. Observou-se também que há uma correlação positiva entre o grau de conversão e a resistência de união.

Os sistemas adesivos autocondicionantes apresentam bons resultados na resistência de união em dentina, quando comparados com outros sistemas adesivos de dois ou mais passos, mas esses resultados ainda são inferiores, resultando em menores valores de resistência adesiva (VAN MEERBEEK et al., 2003) e um declínio no desempenho clínico ao longo do tempo (TAY & PASHLEY, 2003; DE MUNCK et al., 2005). Isso pode ser devido, entre outros fatores, aos adesivos simplificados exigirem um aumento na concentração de componentes resinosos hidrofílicos, tornando-os menos estáveis hidroliticamente (YIU et al., 2004), apresentando uma maior permeabilidade e conseqüentemente absorção de água na interface adesiva, o que resulta em prejuízos para a integridade dessa interface e redução na resistência de união (SANO et al., 1993; HASHIMOTO et al., 2002; TAKAHASHI et al., 2002; DE MUNCK et al., 2003; ARMSTRONG et al., 2003).

No presente estudo, os grupos formados por adesivos autocondicionantes (G2, G3 e G4) apresentaram menores valores de resistência de união quando comparados ao grupo G1, adesivo de condicionamento ácido total. Os menores valores de resistência de união para os adesivos autocondicionantes usados neste trabalho podem estar associados à permeabilidade desses sistemas que está diretamente relacionada com a sua hidrofiliidade e com o seu grau de polimerização. Esse comprometimento no grau de conversão dos monômeros adesivos pode ser causado por retenção de umidade na interface adesivo-dentina (TAY & PASHLEY, 2003; WANG et al., 2005), podendo acarretar nanoinfiltração, desestabilizando esta interface (TAY & PASHLEY, 2003).

Dentre os grupos de sistemas adesivos autocondicionantes, o G3 apresentou a maior resistência de união, embora sem diferença estatística (G3> G2>G4). Isso pode ser devido à presença de solventes voláteis como o etanol e a acetona que são adicionados aos sistemas

adesivos para diminuir viscosidade e aumentar a mobilidade molecular (CRAIG & POWERS, 2004). O sistema adesivo Clearfil SE Bond (G3) apresenta como solvente etanol e água, o Adhe SE (G2) tem como solvente a água e o G Bond, a acetona. De acordo com Ye et al., (2007) e Cadenaro et al. (2008), grande quantidade de solvente (maior que 20 wt.%) dilui a concentração de monômeros e separa as cadeias poliméricas, criando grandes espaços físicos entre os compostos reativos durante a polimerização (REIS et al., 2008), aumentando a permeabilidade da camada adesiva (VAN LANDUYT et al., 2007), influenciando no grau de conversão dos sistemas e sua resistência de união à dentina.

A reação de polimerização dos sistemas adesivos não se dá completamente. Observa-se que o polímero resultante apresenta numerosas ligações duplas de carbono ainda não reagidas (ASMUSSEN et al., 2001). O grau típico de conversão de compostos fotopolimerizados varia de 55% a 75%, este parâmetro é crítico na avaliação de um polímero e pode ser um potencial indicador do seu desempenho clínico (STANSBURY et al., 2001). No presente estudo, foram encontrados valores semelhantes a esta variação: G1 – 69%; G2 – 53%; G3 – 63%, exceto para o grupo G4 – 21%. Baseando-se nesse fato, sabe-se que alguns fatores podem afetar a conversão do monômero resinoso, como a umidade residual, quando aplicado no substrato dentinário, concentração e tipo de solvente orgânico, composição dos sistemas adesivos e presença de oxigênio (REIS ET AL., 2008). A qualidade da fonte de luz como a sua intensidade, potência, distância entre o aparelho e o compósito e o tempo de exposição à fonte de luz também são parâmetros importantes que devem ser considerados para a conversão dos sistemas resinosos (RASTELLI et al., 2008)

Misturas de água/etanol evaporam mais lentamente e são menos sensíveis à umidade da dentina do que a acetona, portanto requerem maior tempo de repouso/secagem (PAUL et al., 1999; YIU et al., 2005). Recentemente, foi demonstrado que alguns adesivos simplificados contêm até 50% Wt de solventes em sua formulação (HASHIMOTO et al., 2004 ; HASHIMOTO et al., 2006). Sendo assim, quanto maior o conteúdo de solvente antes da fotopolimerização, menor o grau de conversão e as propriedades mecânicas do adesivo polimerizado (SANO et al., 1999; HASHIMOTO et al., 2000; LI et al., 2001; HASHIMOTO et al., 2002) e, conseqüentemente, menores os valores da resistência de união (DE MUNCK et al., 2003). Há indícios que apontam que uma prolongada aplicação, ou seja, um tempo maior de espera antes da fotopolimerização do adesivo acentua a evaporação do solvente e dos resíduos de umidade, aumentando o grau de conversão, influenciando positivamente nas propriedades mecânicas da linha adesiva da camada híbrida (REIS et al., 2008).

Nesse estudo, o tempo de aplicação foi aquele indicado pelo fabricante, o que pode ter prejudicado a conversão dos monômeros, pois solventes com relativamente baixa pressão de vapor, como a água e etanol, presentes no sistema Clearfil SE Bond, quando misturado a monômeros não voláteis, tornam-se ainda menos capazes de evaporarem-se quando a concentração de monômero aumenta, impedindo a evaporação total da mistura água/solvente da solução. Esse mesmo princípio se aplica ao etanol e a acetona na mistura com comonômero. Uma vez que o solvente evapora, a concentração de monômeros não-voláteis aumenta o que, por sua vez, diminui a pressão de vapor do solvente restante, tornando impossível a sua evaporação sob as condições clinicamente relevantes. Baseado nisso, os sistemas adesivos cujo solvente presente é a água ou o etanol necessitam de maior tempo de repouso antes da fotopolimerização, quando comparados com adesivos que apresentam a acetona como solvente, para serem obtidos valores semelhantes de resistência de união.

A acetona, que é o solvente presente no sistema adesivo GBond, apresenta uma elevada pressão de vapor - cerca de 233 mbar – enquanto que a água e etanol, cerca de 23 mbar e 44 mbar, respectivamente, sendo esses caracterizados pela menor pressão de vapor e mais alta temperatura de ebulição do que quaisquer outros solventes presentes nas composições dos sistemas adesivos (SHONO et al., 1999; HASHIMOTO et al., 2004).

Nesta pesquisa, esse fato não pôde ser comprovado, sendo que para a análise do grau de conversão desses sistemas, o tempo de espera antes da polimerização foi igual para todos (10 segundos) e mesmo assim, os grupos cujo solvente é o etanol e a água apresentaram os maiores valores para o grau de conversão nesse mesmo tempo de espera.

Outro fator que pode ter afetado o grau de polimerização dos adesivos testados foi o contato do adesivo com o oxigênio na atmosfera durante a fotoativação (RUYTER et al., 1981; RUEGGEBERG et al., 1990). Assim, uma camada de adesivo superficial não polimerizada pela inibição de reações de conversão pela presença de oxigênio, pode formar cadeias poliméricas pobres, reduzindo desta forma, o grau de conversão (REIS et al., 2004).

O baixo grau de conversão observado no G4 (G Bond), de acordo com alguns estudos (GAUTHIER et al., 2005; DARONCH et. al, 2005; DARONCH et. al, 2006), está relacionado também com a viscosidade desse sistema, em virtude da presença da acetona como solvente, uma vez que o potencial de inibição do oxigênio tem relação com a viscosidade do sistema, pois quanto menor a viscosidade do sistema adesivo, maior a possibilidade de inibição da conversão.

Os sistemas adesivos autocondicionantes podem ser subdivididos de acordo com a agressividade em suaves, médios e fortes. Essa subdivisão está relacionada com o seu pH e

potencial de desmineralização dos substratos. Assim, podem ser encontrados diferentes padrões de condicionamento entre os sistemas adesivos autocondicionantes. O pH dos primers condicionadores é, então, determinado pela presença de um ou mais grupamentos carboxílicos ou fosfato incorporados ao monômero ácido (VAN MEERBEEK et al., 2001). São considerados sistemas de agressividade forte os que apresentam um $\text{pH} \leq 1$, produzindo desmineralização do esmalte e dentina semelhante ao condicionamento com ácido fosfórico. Agressividade intermediária, cujo pH está entre 1 e 2 e os denominados moderados, com pH aproximado ou superior a 2, os quais não têm a mesma capacidade de desmineralização do ácido fosfórico, e promovem uma profundidade de no máximo 1 μm em dentina (PASHLEY & TAY, 2001; TAY & PASHLEY, 2001; VAN MEERBEEK et al., 2003; KENSHIMA et al., 2006; WATANABE et al., 2008).

Apesar de ser classificado como sistema de agressividade moderada, o CL (G3) apresentou maior resistência de união que o AD (G2) que é classificado como um sistema de agressividade intermediária - pH em torno de 1.7 - e que o GB (G4), de agressividade suave - pH em torno de 2. Segundo Yoshida et al. (2004), Inoue et al. (2005), Van Landuyt (2007) e Watanabe et al. (2008), o monômero funcional, 10-MDP, do CL (G3) que apresenta características superiores na promoção de ligações com a hidroxiapatita em relação a outros monômeros funcionais, além de apresentar maior estabilidade das ligações, sinergia do ácido monomérico 10-MDP em combinação com o HEMA (PROENÇA, 2007; MOSZNER, 2005) e maior exposição da dentina peritubular a qual é altamente mineralizada (MARSHALL, 1997), pode justificar sua performance nesse estudo, o que é corroborado por Yoshida (2002) e Watanabe et al. (2008), em estudos clínicos de estabilidade e eficácia de união com a hidroxiapatita.

As diferenças na velocidade e grau de conversão podem também estar diretamente relacionados com a composição dos adesivos, uma vez que todos eles, independentemente do número de frascos, contêm diferentes ingredientes ou diferentes concentrações dos ingredientes. Tradicionalmente, os adesivos dentinários contêm monômeros, solventes orgânicos, iniciadores e inibidores químicos; e, às vezes partículas de carga. Sabe-se que cada componente tem uma função específica e, desse modo, boas perspectivas nas propriedades químicas dos componentes dos adesivos são fundamentais para compreender ou mesmo prever o seu comportamento. A formação de uma interface adesiva ideal requer que a superfície do substrato esteja limpa, que o adesivo tenha boa capacidade de molhamento e interdifusão no substrato e que a adaptação entre o material restaurador e o substrato adesivado seja íntima e duradoura (CRAIG & POWERS, 2004).

O fenômeno da formação da interface deve ser então conhecido para que se possa entender o mecanismo de ação dos adesivos dentinários e sua interação com o substrato. De acordo com Baieri (1992), qualquer contaminação pode alterar a energia de superfície e, conseqüentemente, a capacidade de molhamento e adesão ao substrato. Assim, muitos sistemas adesivos de frasco único recomendam a sua aplicação em dois passos distintos. O primeiro passo deve servir como primer, para fazer o molhamento e equalização dos gradientes físico-químicos da dentina desmineralizada e para promover a evaporação do excesso de umidade, enquanto que o segundo passo deve servir como agente adesivo, completando o selamento da superfície dentinária e disponibilizando camada de monômeros para união com o material restaurador (KANCA, 1996). Uma das grandes vantagens dos sistemas autocondicionantes é a eliminação das etapas de lavagem e secagem do substrato dentinário após o condicionamento da superfície, que ocorre em sistemas de condicionamento ácido do total como o Single Bond (G1). Os adesivos Clearfil SE Bond (G3) e Adhe SE (G2) são classificados como sistemas adesivos autocondicionantes de dois passos, onde há aplicação de um primer previamente ao adesivo, enquanto que o G Bond (G4) é chamado de sistema adesivo all-in-one, ou seja, primer e adesivo estão contidos no mesmo frasco e são aplicados simultaneamente, em apenas uma camada. Diversos estudos têm avaliado a performance desses sistemas adesivos e reportam melhores resultados para os sistemas de dois ou mais passos, concordando com os resultados encontrados neste estudo.

De acordo com Erickson (1992), a tensão superficial do líquido adesivo deve ser menor ou igual a do sólido, permitindo um melhor molhamento da superfície. O autor considera que para que haja a adesão, um líquido adesivo deve estar em íntimo contato com o substrato, para que a penetração das moléculas seja facilitada e permita tanto a adesão química quanto a micro-mecânica.

Os solventes presentes na composição dos sistemas adesivos contribuem aumentando essa capacidade de molhamento, fazendo com que a capacidade de eliminar ou reagir com a água existente no substrato seja fundamental para obter uma melhor performance adesiva (RUYTER, 1992). Os sistemas adesivos que utilizam acetona como solvente permitem um adequado molhamento do substrato e, conseqüentemente, boa performance adesiva (BARKMEIER & COOLEY, 1992). O grupo de estudo G4 (G Bond) apresenta em sua formulação a acetona como solvente, contudo, G1 (Single Bond), G2 (Adhe SE) e G3 (Clearfil SE Bond) apresentam como solvente água e/ou etanol e mostraram uma melhor performance quanto à sua resistência de união, uma vez que estes solventes permitem uma

melhor re-expansão do colágeno, permitindo uma maior interação do adesivo com o substrato condicionado e aumentando assim a resistência de união (EICK, 1997).

Um das principais exigências para uma boa resistência adesiva é que o substrato aderente deve estar limpo e em um estado de alta energia de superfície. Películas de água, biofilme e *smear layer*, após preparo cavitário, estão sempre presentes em situação clínica e irão interferir na capacidade de molhamento dos adesivos. O condicionamento da superfície dentária permite a sua limpeza, aumentando a sua energia de superfície para posterior molhamento pelos monômeros hidrofílicos. Pode-se dizer que a capacidade de molhamento de uma superfície está relacionada com o padrão de microporosidades geradas pelo condicionamento e pode ser potencializada pela presença dos grupos funcionais específicos (MARSHALL et al., 2010), além de características da estrutura dentinária como a orientação, a quantidade e o diâmetro dos túbulos, podem também alterar a capacidade de molhamento do agente adesivo.

A camada de adesivo que recobre a camada híbrida pode ajudar na preservação da camada de dentina hibridizada, protegendo-a da contração de polimerização, atuando assim como uma camada de absorção e distribuição de estresse (DAVIDSON et al., 1984; VAN MEERBEEK et al., 1993), contribuindo assim para uma maior resistência de união (VENZ et al., 1997; CHOI et al., 2000 ; PLAT et al., 2001; ZENG et al., 2001). Baseado nesse fato, pode-se atribuir a uma maior espessura da camada de adesivo a melhora da união dos sistemas adesivos atuais (CHO et al., 2004).

Essas afirmações permitem que se atribua aos adesivos que formam maior espessura de película, como o Single Bond (G1) e Clearfil SE Bond (G3), uma maior resistência de união (G1 = 14,21 Mpa e G3 = 9,81 Mpa). Esses achados são semelhantes aos encontrados por Zheng et al. (2001), em que os autores discutiram os possíveis efeitos de solventes voláteis e a influência da sua remoção na resistência de união ao teste de cisalhamento, os resultados do estudo mostraram que o solvente pode ser mais facilmente removido de camadas de adesivos mais finas do que camadas mais espessas, promovendo uma maior força de união com camadas mais finas de adesivo. Ao contrário, quando o solvente é eliminado, os resultados mostram uma maior resistência de união com camadas mais espessas de adesivo.

7. CONCLUSÃO

Apesar das dificuldades técnicas encontradas e das limitações inerentes aos estudos laboratoriais, pode-se concluir através desse estudo:

- Existe uma correlação entre grau de conversão e resistência de união.
- Os sistemas adesivos que apresentaram maior grau de conversão, são aqueles que apresentaram maior resistência de união.

8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ABDALLA A.I . Microtensile and tensile bond strength of single-bottle adhesives: a new test method. **J Or Reab**. v. 31, p. 379–384, 2004.

ARMSTRONG S.R; VARGAS M.A.; FANG Q.; LAFFOON J.E. Microtensile bond strength of a total-etch 3-step, total-etch 2-step, self-etch 2-step, and a self-etch 1-step dentin bonding system through 15-month water storage. **J Adhes Dent** . v. 5, p. 47–56, 2003.

ARRAIS C.A.G; PONTES F.M.; SANTOS L.P.S.; LEITE E.R.; GIANNINI M. Degree of Conversion of Adhesive Systems Light-Cured By LED and Halogen Light. **Braz Dent J**. v. 18, n. 1, p. 54-59, 2007.

ASMUSSEN E; PEUTZFELDT A. Influence of pulse-delay curing on softening of polymer structures. **J Dent Res**. v. 80, 1570–3, 2001.

BARKMEIER W.W.; COOLEY R.L. Laboratory evaluation of adhesive systems. **Oper Dent**. s. 5, p. 50-61, 1992.

BELTRÃO H.C.P.; CARVALHO R.M; YOSHIYAMA M.; PASHLEY D.H. Regional variations in dentin Bond strength of hybrid materials. **J Dent Res**. v. 78, 446, 1999.

BORGES M.A.P.; MATOS I.C.; DIAS K.RH.C. Influence of Two Self-Etching Primer Systems on Enamel Adhesion. **Dent J Braz**. v.18, n. 2, p. 113-118, 2007.

CADENARO M., ANTONIOLLI F.; SAURO S.; TAY F.R.; DI LENARDA R.; PRATI C.; BIASOTTO M.; CONTARDO L.; BRESCHI L. Degree of conversion and permeability of dental adhesives. **Eur J Oral Sci** . v. 113, p. 525–530, 2005.

CADENARO M.; BRESCHI L.; ANTONIOLLI F.; NAVARRA C.O.; MAZZONI A. TAY F.R.; DI LENARDA R.; PASHLEY DH. Degree of conversion of resin blends in relation to ethanol content and hydrophilicity. **Dent Mater**. v. 24, p. 1194-1200, 2008.

CARVALHO R.M.; CARRILHO M.R.O; PEREIRA L.C.G; GARCIA F.C.P; MARQUEZINI JR L.; ANDRADE E SILVA S.M. et al. Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho clínico. **Biod.** v. 2, p. 1-85, 2004.

CARVALHO R.M.; FERNANDES C.A.O.; VILLANUCUE R.; PASHLEY DH. Dentin strength as a function of tubule orientation and density. **J Dent Res.** 78: 284, 1999.

CHO B.H.; DICKENS S.B. Effects of the acetone content of single solution dentin bonding agents on the adhesive layer thickness and the microtensile bond strength. **Dent Mater.** v. 20, n. 2, p.107-115, 2004.

CHOI K.K; CONDON J.R; FERRACANE J.L. The effects of adhesive thickness on polymerization contraction stress of composite. **J Dent Res.** v. 79, p. 812—7, 2000.

CRAIG R.G.; POWERS J.M. **Materiais Dentários Restauradores.** São Paulo: Livraria Santos Editora, 2004.

DAVIDSON C.L.; De GEE A.J.; FEILZER A. The competition between the composite - dentin bond strength and the polymerization contraction stress. **J Dent Res.** v. 63, p. 1396—9, 1984.

DARONCH M.; RUEGGEBERG F.A.; GOES M.F. Conversion of pre-heated composite. **J Dent Res.** v. 84, p. 663—7, 2005.

DARONCH M.; RUEGGEBERG F.A.; GOES M.F. Polymerization kinetics of pre-heated composite. **J Dent Res.** v. 85, p. 38—43, 2006.

DE MUNCK J.; VAN LANDUYT K.; PEUMANS M.; POITEVIN A.; LAMBRECHTS P.; BRAEM M.; VAN MEERBEEK B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. **J Dent Res.** v. 84, p. 118—132, 2005.

DE MUNCK J.; VAN MEERBEEK B.; YOSHIDA Y.; INOUE S.; VARGAS M.; SUZUKI K.; LAMBRECHTS P.; VANHERLE G. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. **J Dent Res.** v. 82, p. 136—140, 2003.

EICK JD; GWINNETT AJ; PASHLEY DH; ROBINSON SJ. Current concepts on adhesion to dentin. **Crit Rev Oral Biol Med.** v. 8, n.3, p. 306-335, 1997.

ERICKSON R.L. Surface interactions of dentin adhesive materials. **Oper Dent.** s. 5, p. 81-94, 1992.

ERMIS R.B.; DE MUNCK J.; CARDOSO M.V.; COUTINHO E.; VAN LANDUYT K.L.; POITEVIN A.; LAMBRECHTS P.; VAN MEERBEEK B.V. Bond strength of self-etch adhesives to dentin prepared with three different diamond burs. **Dent Mater.** v. 24, p. 978–985, 2008.

FERRARI M et al. Morphologic aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with five different dentin adhesive systems tested in vivo. **J Prosthet Dent.** v. 71, n. 4, p. 404-408, 1994.

FRANKENBERGER R.; PASHLEY D.H.; REICH S.M.; LOHBAUER U.; PETSCHILT A.; TAY F.R. Characterisation of resin–dentine interfaces by compressive cyclic loading. **Biomat.** v. 26, p. 2043–2052, 2005.

FRANKENBERGER R.; PERDIGÃO J.; ROSA B.T.; LOPES M. ‘No-bottle’ vs ‘multi-bottle’ dentin adhesives – a microtensile bond strength and morphological study. **Dent Mater.** v.17, n .5, p. 373-0, 2001.

FRITZ UB; FINGER WJ. Bonding efficiency of single-bottle enamel/dentin adhesives. **Am J Dent.** v. 12, n.13, p.277-282, 1999.

GAUTHIER M.A.; STANGEL I.; ELLIS T.H.; ZHU Z.Z. Oxygen inhibition in dental resins. **J Dent Res.** v. 84, p. 725–9; 2005.

HASHIMOTO M.; OHNO H.; KAGA M.; ENDO K.; SANO H.; OGUCHI H. In vivo degradation of resin–dentin bonds in humans over 1 to 3 years. **J Dent Res.** 9:1385–91, 2000.

HASHIMOTO M.; OHNO H.; SANO H.; TAY F.R.; KAGA M.; KUDOU Y, et al. Micromorphological changes in resin–dentin bonds after 1 year of water storage. **J Biomed Mater Res.** v. 63, p. 306–11, 2002.

HASHIMOTO M.; ITO S.; TAY F.R.; SVIZERO N.R.; SANO H.; KAGA M., et al. Fluid movement across the resin–dentin interface during and after bonding. **J Dent Res.** v. 11, p. 843–8, 2004.

HASHIMOTO M.; DE GEE A.J.; KAGA M.; FEILZER A.J. Contraction stress in dentin adhesives bonded to dentin. **J Dent Res.** v. 85, p. 728–32. 2006.

HOLMES R.G.; RUEGGEBERG F.A.; CALLAN R.S.; CAUGHMAN F.; CHAN D.C.N.; PASHLEY D.H.; LOONEY S.W. Effect of solvent type and content on onomer conversion of a model resin system as a thin film. **Dent Mat.** v. 23, p. 1506–1512, 2007.

HOTTA M.; KONDOH K.; KAMEMIZU H. Effect of primers on bonding agent polymerization. **J Oral Rehabil.** v. 25, p. 792-9, 1998.

IKEDA T, et al., Effect of air-drying and solvent evaporation on the strength of HEMA-rich versus HEMA-free one-step adhesives. **Dent Mater**, doi:10.1016/j.dental. 2008.

INOUE S.; KOSHIRO K.; YOSHIDA Y.; DE MUNCK J.; NAGAKANE K.; SUZUKI K, et al. Hydrolytic Stability of self-etch adhesives bonded to dentin. **J Dent Res.** v. 84, n. 12, p. 1160-1164, 2005.

ITO S.; HASHIMOTO M.; WADGAONKAR B.; SVIZERO N.; CARVALHO R.M.; YIU C., et al. Effects of resin hydrophilicity on water sorption and changes in modulus of elasticity. **Biomater.** v. 26, n. 33, p. 6449-59, 2005.

JACOBSEN T.; SODERHOLD K.J. Some effects of water on dentin bonding. **Dent Mater.** v.11, n.2, p.132-6, 1995.

JACQUES P.; HEBLING J. Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. **Dent Mat.** v. 21, p.103–109, 2005.

KALACHANDRA S.; TURNER D.T. Water sorption of polymethacrylate networks: Bis-GMA/TEGDMA copolymers. **J Biomed Mater Res.** v. 21, p. 329-38, 1987.

KANCA J. Wet bonding: effect of drying time and distance. **Am J Dent.** v. 9, n. 6, p. 273-276, 1996.

KANEHIRA M.; FINGER W.; HOFFMANN M.; ENDO T.; KOMATSU M. Relationship Between Degree of Polymerization and Enamel Bonding Strength with Self-etching Adhesives. **J Adhes Dent**. v. 8, p. 211-216, 2006.

KENSHIMA S.; FRANCCI C.; REIS A.; LOGUERCIO A.D.; RODRIGUES FILHO L.E. Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives applied to thick and thin smear layer. **J of Adhesive Dentistry** . v. 34, p. 775–783, 2006.

LI H.P.; BURROW M.F.; TYAS M.J. The effect of long-term storage on nanoleakage. **Oper Dent**. v. 26, p. 609–16, 2001.

MALACARNE-ZANON J.; PASHLEY D.H.; AGEE K.A.; FOULGER S.; ALVES M.C.; BRESCHI L., CADENARO M.; GARCIA F.P.; CARRILHO M.R. Effects of ethanol addition on the water sorption/solubility and percent conversion of comonomers in model dental adhesives. *Dental Mater*. v. 25, n.10, 2009, p.1275-1284, 2009.

MARSHALL S.J.; BAYNE S.C.; BAIER R.; TOMSIA A.P., MARSHALL G.W. A review of adhesion science. **Dent Mater**. v. 26, n. 2, p.11-16, 2010.

MARSHALL G.V.; MARSHALL S.L.; KINNEY J.H.; BALOOCH M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. **J Dent**. v. 25, n. 6, p. 441-458, 1997.

MATOS, A. B.; SARACENI, C. H. C.; JACOBS, M. M.; ODA, M. Study of the tensile bond strength of three different adhesive systems associated to composites on dentinal surfaces. **Pesqui Odontol Bras**. v. 15, n. 2, p. 2001.

MONTES, MAJR. et al. A morphological and tensile bond strength evaluation of an unfilled adhesive with low-viscosity composites and a filled adhesive in one and two coats. **J Dent**, v. 29, n.8, p. 435-441, 2001.

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

NAKABAYASHI N.; NOJIMA K.; MASUHARA R. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. **J Biomed Mater Res**. v. 16, n. 2, p. 265 – 273, 1982.

NAKAJIMA M. ; SANO H. ; BURROW M.F. ; TAGAMI J. ; YOSHIYAMA M. ; EBISU S., et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. **J Dent Res.** v. 74, p. 1679-1688, 1995.

OGATA, M. et al.. Influence of the direction of tubules on bond strength to dentin. **Oper Dent.** v. 26, n.1, p. 27-35, 2001.

PARADELLA T.C.; FAVA M. Bond strength of adhesive systems to human tooth enamel. **Braz Oral Res.** v. 21, n. 1, p. 4-9, 2007.

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; TAY F.R. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. Part II: etching effects on unground enamel. **Dent Mater.** v. 17, n. 5, p. 430-444, 2001.

PAUL S.; LEACH M.; RUEGGEBERG. F.; PASHLEY D.H. Effect of water content on the physical properties of model dentine primer and bonding resins. **J Dent.** v. 27, p. 209–14, 1999.

PERDIGÃO J.; SWIFT E.J.; DENEHY G.E.; WEFEL J.S.; DONLY K.J. In vitro bond strength and SEM evaluation of dentin bonding systems to different dentin substrates. **J Dent Res.** v.73, n.1, p. 44-45.

PLATT J.A.; ALMEIDA J.; GONZALEZ-CABEZAS C.; RHODES B.; MOORE B.K. The effect of double adhesive application on the shear bond strength to dentin of compomers using three onebottle adhesive systems. **Oper Dent.** v. 26, p. 313—7, 2001.

PRATI C.; CHERSONI S.; MONGIORGI R.; PASHLEY D.H. Resin-infiltrated dentin layer formation of new bonding systems. **Oper Dent,** v. 23, n. 4, p. 185-194, 1998.

PROENÇA J.P; POLIDO M.; OSÓRIO E.; ERHARDT M.C.G.; AGUILERA F.S.; GARCIA-GODOY F.G.; OSÓRIO R.; TOLEDANO M. Dentin regional bond strength of self-etch and total-etch adhesive systems. **Dent Mater.** v. 23, p. 542–1548, 2007.

RASTELLI, A. N. S.; ANDRADE, M. F.; BAGNATO, V. S. Polymerization of composite resin using different light-curing units by direct and indirect techniques. **J Or Las Applic.** v. 8, n. 3, p. 175-182, 2008.

REIS A.F.; ARRAIS C.A.G.; NOVAES P.D.; CARVALHO R.M.; DE GOES M.F.; GIANNINI M. Ultramorphological analysis of resin-dentin interfaces produced with water-based single-step and two-step adhesives: nanoleakage expression. **J Biomed Mater Res.** v. 71B, p. 90-98, 2004.

REIS A.; CARDOSO P.C.; VIEIRA L.C.C; BARATIERI L.N.; GRANDE R.H.M.; LOGUERCIO A.D. Effect of prolonged application times on the durability of resin–dentin bonds. **Dent Mater.** v.24, p. 639–644, 2008.

RUEGGEBERG F.A.; MARGENSON D.H. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. **J Dent Res.** v. 69, p.1652-1658, 1990.

RUYTER I.E. Unpolymerized surface layers on sealants. **Acta Odontol Scand.** v. 39, p. 27-32, 1981.

RUYTER I.E. The chemistry of adhesive agents. **Oper Dent.** s. 5, p. 32-43, 1992.

SANO H.; YOSHIKAWA T.; PEREIRA P.N.R.; KANEMURA N.; MORIGAMI M.; TAGAMI J, et al. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. **J Dent Res.** v. 78, p. 906–11, 1999.

SANO H., SHONO T., TAKATSU T., HOSODA H. Microporopus dentin zone beneath resin-impregnated layer. **Oper Dent.** v. 19, n. 2, p. 59-64, 1994.

SANO H.; SHONO T.; SONODA H.;TAKATSU T.; CIUCCHI B.; CARVALHO R.; PASHLEY D.H. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength — Evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent Mater.** v. 10, p. 236-240, 1994.

SHONO Y.; TERASHITA M.; SHIMADA J.; KOZONO Y.; CARVALHO R.M.; RUSSELL C.M.; et al. Durability of resin–dentin bonds. **J Adhes Dent.** v. 1, p. 211–8, 1999.

SILVESTRE F.D.S.; MARQUES B.A.; UCEDA-GOMEZ N.; ODA M.; PINHEIRO S.L. **Rev Pós Grad.** v. 13, n. 1, p.45-49, 2006.

SPOHR, AM; CONCEIÇÃO, EN; PACHECO, JFM. Tensile Bond strength of four adhesive systems to dentin. **Am J Dent**. v. 14, n. 4, p. 247-251, 2001.

STANSBURY J.; DICKENS S. Determination of double bond conversion in dental resins by near infrared spectroscopy. **Dent Mater**. v.17, p. 71-9, 2000.

STANSBURY J.; DICKENS S. Network formation and compositional drift during photo-initiated copolymerization of dimethacrylate monomers. **Polymer**. v. 42, p. 6363-9, 2001.

SUSIN A.H.; VASCONCELLOS W.A.; SAAD J.R.C.; OLIVEIRA JR. OB. Tensile bond strength of self-etching versus total-etching adhesive systems under different dentinal substrate conditions. **Braz Oral Res**. v.21, n. 1, p. 81-6, 2007.

TAKAHASHI A.; INOUE S.; KAWAMOTO C.; OMINATO R.; TANAKA T.; SATO Y.; PEREIRA P.N.; SANO H. In vivo long-term durability of the bond to dentin using two adhesive systems. **J Adhes Dent**. v. 4, p. 151-159, 2002.

TANRIVERD F; GÜNDAY M; ALTINTAS S. Early tensile bond strength between dentin and composite resin mediated by bonding agents. **Braz Dent J**. v. 7, n. 1, p.13-17, 1996.

TANUMIHARJA M.; BURROW M.F.; TYAS M.J. Microtensile bond strengths of seven dentin adhesive systems. **Dent Mater**. v.16, n .3, p.180-7; 2000.

TAY FR et al. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. **J Adhesive Dent**. v. 2, n. 2, p 99-116, 2000.

TAY F.R; PASHLEY D.H. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I. Depth of penetration beyond dentin smear layers. **Dent Mater**. v. 17, p. 296-308, 2001.

TAY F.R.; PASHLEY D.H. Have dentin adhesives become too hydrophilic? **J Can Dent Assoc**. v. 69, p. 724-731, 2003.

VAN LANDUYT K.L; 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. **Biomater**. v. 28, n. 26, p. 3757-3785, 2007.

VAN MEERBEEK. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. **Biomat.** v. 28, n. 26, p. 3757-3785, 2007.

VAN MEERBEEK B.; DE MUNCK J.; YOSHIDA Y.; INOUE S.; VARGAS M.; VIJAY P., et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. **Oper Dent.** v. 28, n. 3, p. 215-35, 2003.

VAN MEERBEEK B.; VARGAS S.; INOUE S.; YOSHIDA Y.; PEUMANS M.; LAMBRECHTS P. et al. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. **Oper Dent.** suppl 6, p. 119-144, 2001.

VAN MEERBEEK B.; WILLEMS G.; CELIS J.P.; ROOS J.R.; BRAEM M.; Lambrechts P.; VANHERLE G. Assessment by nano-indentation of the hardness and elasticity of the resin-dentin bonding area. **J Dent Res.** v. 72, p. 1434—42, 1993.

VENZ S.; DICKENS B. Modified surface-active monomers for adhesive bonding to dentin. **J Dent Res.** v. 72, p. 582—6, 1993.

YE Q; WANG Y.; WILLIAMS K.; SPENCER P. Characterization of photopolymerization of dental adhesives as a function of light source and irradiance. **J Biomed Mater Res B: Appl Biomater.** v.80B, p. 440–6, 2007.

YOSHIDA Y.; NAGAKANE K.; FUKUDA R.; NAKAYAMA Y.; OKAZAKI M.; SHINTANI H.; INOUE S.; TAGAWA Y.; SUZUKI K.; DE MUNCK J.; VAN MEERBEEK B. comparative study on adhesive performance of functional monomers. **J Dent Res.** v. 83, n. 6, p. 454-458, 2004.

YIU C.K.Y.; PASHLEY E.L.; HIRAISHI N.; KING N.M.; GORACCI C.; FERRARI M, et al. Solvent and water retention in dental adhesive blends after evaporation. **Biomat.** v. 26, p. 6863–72, 2005.

YIU C.K.; KING N.M.; PASHLEY D.H; SUH BI, CARVALHO R.M.; CARRILHO M.R.; TAY F.R. Effect of resin hydrophilicity and water storage on resin strength. **Biomat.** v. 25, p. 5789–5796, 2004.

YOSHIYAMA M.; MATSUO T.; EBISU S.; PASHLEY D.H. Regional bond strengths of self – etching/ self – priming adhesive systems. **J Dent.** v. 26, n. 7, p. 609-16, 1998.

ZHENG L.; PEREIRA P.N.R.; NAKAJIMA M.; SANO H.; TAGAMI J. Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. **Oper Dent.** v. 26, p. 97—104, 2001.

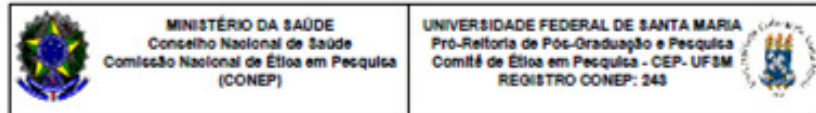
WANG Y.; SPENCER P. Continuing etching of an all-in-one adhesive in wet dentin tubules. **J Dent Res.** v. 84, p. 350–354, 2005

WATANABE I.; NAKABAYSHI N.; PASHLEY D.H. Bonding to ground dentin by a phenyl-P self-etching primer. **J Dent Res.** v. 73, n. 6, p. 1212-20, 1994.

WATANABE T.; TSUBOTA K.; TAKAMIZAWA T.; KUROKAWA H.; RIKUTA A.; ANDO S.; MIYAZAKI M. Effect of prior acid etching on bonding durability of single-step adhesives. **Oper Dent.** v. 33, n. 4, p. 426-433, 2008.

9. APÊNDICE

Apêndice 1: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) - UFSM



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: Resistência adesiva versus grau de conversão de sistemas adesivos autocondicionantes

Número do processo: 23081.010339/2008 -22

CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética): 0135.0.243.000-08

Pesquisador Responsável: Alexandre Henrique Susin

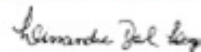
Este projeto foi **APROVADO** em seus aspectos éticos e metodológicos de acordo com as Diretrizes estabelecidas na Resolução 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde. Toda e qualquer alteração do Projeto, assim como os eventos adversos graves, deverão ser comunicados imediatamente a este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

Junho/2009 Relatório final

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

DATA DA REUNIÃO DE APROVAÇÃO: 17/09/2008

Santa Maria, 18 de setembro de 2008.



Lissandra Dal Lago
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa – UFSM
Registro CONEP N. 243.