

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

CRISTINA ALVES PEREIRA

**Avaliação comparativa pelos testes “micropush-out” e
“micro-cisalhamento” da resistência adesiva de
restaurações diretas de resina composta usando
diferentes sistemas adesivos.**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Odontologia, Área de Concentração em Reabilitação Oral.

UBERLÂNDIA – MG
2008

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

CRISTINA ALVES PEREIRA

**Avaliação comparativa pelos testes “micropush-out” e
“micro-cisalhamento” da resistência adesiva de
restaurações diretas de resina composta usando
diferentes sistemas adesivos.**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Reabilitação Oral

Orientador: Prof. Dr. Roberto Elias Campos

Banca Examinadora:

Uberlândia, 19 de dezembro de 2008.

Prof. Dr. Roberto Elias Campos, Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Luiz Carlos Gonçalves, Universidade Federal de Uberlândia

**Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira Junior, Universidade Estadual Paulista
Júlio de Mesquita Filho**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- P436a Pereira, Cristina Alves, 1983-
Avaliação comparativa pelos testes “micropush-out” e “micro-cisalhamento” da resistência adesiva de restaurações diretas de resina composta usando diferentes sistemas adesivos / Cristina Alves Pereira. - 2008.
83 f. : il.
- Orientador: Roberto Elias Campos.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Odontologia.
Inclui bibliografia.
1. Materiais dentários - Teses. I. Campos, Roberto Elias. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU: 615.46

Elaborado pelo Sistema de Bibliotecas da UFU / Setor de Catalogação e Classificação

DEDICATÓRIA

À Deus,

“ Se vencemos, alguém esteve conosco.

Se nada conseguimos, Ele continua junto de nós.

Se persistimos juntos, veremos realmente que quem nos fez continuar, sorrirá para nós mesmo que Dele, na felicidade, Nos tenhamos esquecido.”

À minha querida mamãe Marlene,

“De você recebi o dom mais precioso do universo – a vida.

Já por isso seria infinitamente grata, mas você não se contentou em presentear-me apenas com ela; revestiu minha existência de amor; carinho e dedicação. Cultivou na criança todos os valores que a transformaram num adulto responsável e consciente.

Abriu as portas do meu futuro, iluminando o meu caminho com a luz mais brilhante que puderam encontrar: o estudo. Trabalhou dobrado, sacrificando seus sonhos em favor dos meus; não foi apenas mãe, mas amiga e companheira, mesmo nas horas que meus ideais pareciam distantes e inatingíveis e o estudo, um fardo pesado demais. Tantas foram as vezes que meu cansaço e preocupações foram sentidos e compartilhado por você, numa união que me incentiva a progredir.

Hoje, dia da minha defesa, procuro entre as palavras aquela que gostaria que seu coração ouvisse do meu.

Dessa forma, deixo apenas reticências, pois assim tudo que as palavras não conseguirem dizer tenho a certeza que seu Coração será capaz de interpretar...”

Ao meu pai,

Apesar de não ter tido quase nenhuma convivência, me apego apenas as lembranças de uma infância feliz onde ainda éramos todos unidos, mesmo assim Amo você! E hoje, se misturam em mim sentimentos de alegria da conquista e dor da saudade.

Aos meus avós,

Mais um degrau vencido em minha jornada, e é claro que esta vitória começou lá atrás, com tudo que vocês acreditaram em meu potencial e estiveram sempre ao meu lado! Meu avô José, minha avó Ilza e principalmente minha avó Elza, que me ensinou muito e hoje sou o que sou, uma parte, foi graças a ela, tenho muito que agradecê-la.

Ao meu avô ausente,

“Para tudo há um tempo...para cada coisa, um momento...

Tempo para nascer e tempo para morrer. Ausência,
quão amarga tua lembrança.

A morte não escolhe idade, tempo, sexo, ou cor.

Ela surge de repente como uma tempestade num dia de verão,
trazendo tristezas e mudanças que não esperávamos.

A vontade de compartilharmos juntos a espera da vitória porém,
traz-me o alívio pensar que não dei a decepção de fugir da luta e
que ninguém morre enquanto permanece vivo no coração de
alguém.

Sei também que onde quer que esteja, está feliz por mim.”

À minha amada família,

Mesmo distante, torciam sempre por mim e não perderam a fé em momento algum. Agradeço pelas orações e pelo amor.

Ao Prof. Dr. Roberto Elias Campos e ao Prof. Dr. Carlos José Soares,

Aprender suas lições nem sempre foi fácil.

Entender a pressão exercida sobre mim em certos momentos não foi sempre possível.

Reconhecer que sempre estavam certos em dizer que tinha ainda para aprender com a vida, era muitas vezes intrigante.

Mas aprendi, entendi e agora reconheço que devo agradecer àqueles que foram mais que mestres,
foram grandes amigos.

Agradeço ao Prof. Dr. Roberto pela honrosa orientação no mestrado, tenho muito orgulho de ter sido sua orientada e espero que tenhamos aprendido muitas coisas juntos.

Agradeço ao Prof. Dr. Carlos pela dedicação para com a minha formação desde a graduação até os dias de hoje, quero que saiba que esteve ao seu lado uma grande admiradora sua.

O meu muito obrigada a vocês dois!

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Às minhas grandes amigas Paula, Lawrence, Fernanda Furtado, Fernanda Ribeiro , Carolina Guimarães, Natércia Rezende, Liliane e Isabela Ferolla,
Juntas lutamos nos momentos difíceis e também comemoramos nos momentos alegres. A cada etapa da nossa vida iremos decidir qual rumo tomarmos. Espero que o que eu escolher vocês estejam lá. Mas, se a separação for inevitável, saibam que dentro de mim vocês sempre terão um lugar especial, pois vocês fizeram parte da minha vida e, porque não dizer, colaboraram com um pouco do meu ser. Mas guardo a esperança de um dia reencontrá-las e poder ver que vocês venceram na vida. Meu mais grato obrigado por vocês terem sido estas ótimas amigas.

Às minhas amigas de infância Damaris e Sônia

Agradeço pela amizade e confiança que sempre existiu entre nós desde o jardim de infância. Brincamos muito, crescemos, namoramos muito e infelizmente nos separamos. Cada uma seguiu seu rumo. Mas jamais nos separamos no coração. Sinto saudades de vocês.

A todos os professores do mestrado,

Que foram muito importantes e contribuíram muito para meu crescimento e aprendizado.

À todos os amigos da Dentística,

A vocês os meus mais sinceros agradecimentos. Agradeço pelo companheirismo e confiança durante toda essa jornada que estivemos juntos.

À todos os colegas de mestrado,

Agradeço pela oportunidade de conhecer pessoas maravilhosas, diferentes e que tiveram tanto a acrescentar no meu conhecimento e pela amizade criada neste período.

À Zélia,

Que sempre me atendeu quando eu precisava, foi amiga e uma companheira. Obrigada pela alegria, atenção, paciência e dedicação.

A Abigail,

Uma pessoa que se mostrou muito prestativa durante todo esse tempo que estive na faculdade de odontologia e a qual possuo um enorme carinho.

Ao Sr. Advaldo,

Agradeço pelo seu empenho em sempre nos ajudar sempre que te pedimos.

Ao Murilo,

Agradeço por sua amizade, companherismo e por ter participado na conclusão de mais um trabalho.

A todos que indiretamente contribuíram para realização deste trabalho meus sinceros agradecimentos.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia,

Que me trouxe muito conhecimento, me transformou em uma profissional na qual tenho orgulho de ter me tornado. Pela minha formação na pós-graduação. Sinto-me honrada em fazer parte dessa escola.

Ao hospital odontológico da Faculdade de odontologia da Universidade Federal de Uberlândia,

Pela disponibilização de parte dos materiais utilizados neste trabalho.

Ao fabricante de produto odontológico (3M),

Pela disponibilização de parte dos materiais utilizados neste trabalho. Obrigada pela confiança.

Ao Prof. Dr. Elliot W. Kitajima, responsável pelo Núcleo de Apoio a Pesquisa em Microscopia Eletrônica de Varredura Aplicada a Agronomia NAP-MEPA da Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, que foi de fundamental importância na realização das microscopias.

EPÍGRAFE

“Ainda que eu falasse a língua dos homens e dos anjos, se não tiver amor eu nada serei.

Ainda que eu tenha o dom de profetizar e conheça todos os mistérios e toda a ciência, ainda que eu tenha tanta fé ao ponto de transportar montes, se não tiver amor, nada serei. O amor é paciente, benigno, não se conduz inconvenientemente. O amor tudo sofre, tudo crê, tudo espera, tudo suporta. O amor jamais acaba.”

(I corintios, 13:1- 8)

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	12
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	16
1. INTRODUÇÃO.....	19
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	23
3. PROPOSIÇÃO.....	45
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	47
4.1- SELEÇÃO DOS DENTES.....	48
4.2 - Preparo das amostras para o teste micropush-out.....	49
4.3- Realização do ensaio mecânico micropush-out.....	54
4.4- Preparo das amostras para o teste de microcissalhamento.....	55
4.5- Realização do teste microcissalhamento.....	56
4.6- Análise estatística dos dados.....	57
4.7- Preparo das amostras e análise em MEV.....	58
5. RESULTADOS.....	60
6. DISCUSSÃO.....	67
7. CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS.....	77
ANEXOS.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

mm - Unidade de comprimento (milímetro)

mm² - Unidade de comprimento (milímetro ao quadrado)

mm/min - Unidade de velocidade (milímetro por minuto)

MPa - Mega Paschal

nº - Número

N - Carga aplicada (Newton)

p - Nível de confiabilidade

% - Porcentagem

± - Mais ou menos

N - Unidade de pressão - carga aplicada (Newton)

μ m - Unidade de comprimento (micrômetro)

°C - Unidade de temperatura (graus Celsius)

MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura

seg – segundos

HEMA – 2-hidroxietil metacrilato

Bis-GMA – bisfenol-A diglicil dimetacrilato

GDMA – glicidil dimetacrilato

CQ - canforoquinona

RESUMO

RESUMO

Dentre os vários fatores que podem influenciar a resistência adesiva de diferentes sistemas adesivos à dentina estão as suas diferentes composições e manipulação, o substrato dentinário e a produção do teste. Após exposição da superfície dentinária oclusal 160 molares humanos foram divididos em 2 grupos (n=80) para os testes de micropush-out e micro-cisalhamento. Para o teste de micropush-out a superfície dentinária de 4 grupos (n=20) recebeu uma cavidade tronco-cônica (2,0x1,5x1,0mm) restaurada com resina composta após aplicação do sistema adesivo: Adper Single Bond (SLB); Adper Scotchbond MP (SMP); Prompt-L-Pop (PLP); Adhe SE (ADH). Após armazenagem em água por 24 horas, a partir de 10 dentes de cada grupo, foi obtida uma fatia oclusal (1,5 ±0,3mm) por dente cuja restauração foi submetida à carga vertical. Os outros 10 dentes de cada grupo foram armazenados por um ano e submetidos ao mesmo procedimento. Para o teste do micro-cisalhamento outros 80 dentes foram divididos em 4 grupos (n=20), a superfície dentinária foi tratada com os mesmos sistemas adesivos, e, diretamente sobre ela, cilindros de resina (1x1 mm) foram construídos e polimerizados em incremento único. Dez amostras de cada grupo foram testadas após 24 horas e as outras após um ano de armazenagem. As hipóteses nulas foram que (1) a composição e manipulação dos sistemas adesivos, (2) a armazenagem em água, e (3) o método de avaliação, não influenciam a resistência de união das restaurações de resina composta direta. A ANOVA não mostrou diferença significativa para o fator tempo de armazenagem (p=0,6343), mas houve diferença entre os métodos de avaliação (p<0,0001), com valores mais altos para o micropush-out, e entre os adesivos (p<0,0001). O Adper Scotchbond MP e AdheSE apresentaram resultados melhores que os outros sistemas testados. As interações adesivos x métodos (p=0,0002) e adesivos x métodos x tempo (p=0,0037) foram significativas com comportamentos diferentes dos adesivos dentro do método e do tempo de armazenagem. Os resultados indicaram que a composição e manipulação dos adesivos influenciaram a resistência de união. O método micropush-out, além de resultar em valores mais altos de união, apresentou também menor coeficiente de variação, indicando ser mais consistente que o

microcisalhamento, além de simular mais fielmente as condições clínicas. O tempo de armazenagem avaliado pode não ter sido suficiente para promover alteração que pudesse ser identificada no teste de resistência adesiva.

Palavras chave: restaurações diretas, sistemas adesivos, resistência adesiva, dentina.

ABSTRACT

ABSTRACT

The bond strength may be influenced by the different composition and manipulation of the adhesive systems, the dentin structure and the method of evaluation. After exposure of the occlusal dentin surface 160 third human molars were divided in 2 groups (n=80) for the micropush-out (μ PBS) and microshear (μ SBS) bond strength tests. For the μ PBS, 4 groups (n=20) were obtained and a tapered cavity (2,5x1,5x1,0mm) was prepared on the dentin surface and restored with composite resin after treatment using different adhesive systems: Adper Single Bond, Adper Scotchbond MP, Prompt-L-Pop, AdheSE. After water storage for 24 hours, from 10 teeth per group, 1 occlusal slice (1,5 \pm 0,3mm) was obtained from each tooth, and the restoration submitted to vertical load. The other 10 teeth were storage for 12 months and then submitted to the same procedure. For the μ SBS another 80 teeth were divided into 4 groups (n=20), the dentin surface was treated using the same adhesive systems and composite resin cylinders (1x1mm) were constructed and polymerized in a single increment onto the bonding area. Ten specimens were tested after 24 hours and 10 after 12 months of water storage. The null hypotheses were that (1) the composition and manipulation of the adhesive systems, (2) the water storage and (3) the method of evaluation might influence the bond strength of direct composite resin restorations. Results of ANOVA did not show significant difference for the storage time factor (p=.6343), but there was difference between the methods (p<.0001), with higher values for the μ PBS test, and among the adhesive systems (p<.0001). The Adper Scotchbond and AdheSE systems presented higher bond strength values. Adhesive x method (p=.0002) and adhesive x method x time (p=.0037) interactions were significant, with different behaviors from adhesive systems within the method and time of evaluation. Conclusions were that the storage time might be not sufficient to result in alterations and that adhesive systems composition and manipulation might influence the bond strength. The μ PBS test, presented the higher bond values with lower coefficient of variation, indicating more consistence than the μ SBS test, besides of reproduce more faithfully clinical conditions.

Keywords: **composite direct, adhesive, storage, strength adhesive, dentin**

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A maioria dos atuais procedimentos restauradores é dependente do processo de adesão. Uma estável adesão aos substratos dentais é requerida para a restauração de cavidades com materiais estéticos tais como resinas compostas diretas, “inlays” de resina composta e cerâmica (Perdigão & Lopes, 1999). Tal estabilidade deveria ser suficiente para resistir à tensão resultante da contração de polimerização, cargas oclusais e mastigatórias que poderiam levar à micro-infiltração marginal, deslocamento e fratura da restauração.

O grande desafio está relacionado com a união à dentina devido ao seu alto conteúdo orgânico, à micro-estrutura tubular umedecida e à presença da smear layer (Burrow et al, 1996). Muitos sistemas adesivos foram desenvolvidos nos últimos anos para melhorar a adesão à dentina e suas eficiências e deficiências são relatadas em muitos estudos (Armstrong et al, 2001; Armstrong et al, 2003; Frankenberger et al, 2004; Goracci et al, 2004b). Apesar dos níveis de resistência de união atingidos pelos adesivos (Kugel & Perry, 2002) diversos fatores podem influenciar na sua performance (Hiraishi et al., 2003; Senawongse et al., 2004) e, mesmo sob condições semelhantes, podem apresentar diferentes níveis de adesão (Phrukkanon, et al. 1998a,b). Para os sistemas convencionais o condicionamento ácido excessivo da dentina produz fraca união adesiva porque as fibras colágenas na base da dentina desmineralizada não são completamente impregnadas pela resina (Paul et al., 1999) e existe o risco de colapso das fibras colágenas por secagem excessiva após o condicionamento ácido (Pashley et al., 1993), ao mesmo tempo em que o excesso de umidade pode interferir no processo de adesão. Os sistemas auto-condicionantes foram criados para facilitar os procedimentos clínicos e aumentar o potencial de penetração do adesivo na dentina, mas a combinação do primer e do adesivo em frasco único pode prejudicar o mecanismo de hibridização (Van Meerbeek et al., 1999). Para os sistemas auto-condicionantes os procedimentos críticos de secagem da dentina e molhamento das fibras colágenas hidratadas pelo primer são eliminados, assim como o risco de incompleta impregnação da dentina desmineralizada pelo adesivo (Bouillaguet et al., 2001). Técnicas de condicionamento ácido

associadas com materiais restauradores que apresentam melhor estética, força de união e durabilidade têm levado a um crescente interesse pelo uso de sistemas adesivos multi-passos, simplificados e auto-condicionantes (Ahmad, 2003). Silveira et al. (2006) colocou em dúvida a capacidade destes materiais de produzirem adesão durável e resistente quando aplicados sobre a dentina. A armazenagem em água constitui-se em etapa fundamental para análise comparativa da força de adesão já que a umidade tem sido considerada o maior fator de limitação da durabilidade de adesão (Armstrong et al., 2003; Frankenberger et al., 2004; Betke et al., 2005).

Testes laboratoriais de tração e cisalhamento têm sido propostos para avaliar a resistência de união. Tradicionais testes de tração usaram extensas áreas de teste, mas maiores resistências de união e incidência de falhas adesivas foram observadas para áreas reduzidas (Sano et al., 1994; Phrukkanon et al. 1998a). Usando corpos de tamanho reduzido, o teste de adesão pelo método da micro-tração permitiu uma distribuição mais uniforme da tensão ao longo da interface de união (Pashley et al., 1995b), a avaliação de várias micro-amostras do mesmo dente (Pashley et al., 1995b) e também permitiu avaliar a adesão de diferentes regiões do mesmo dente (Bouillaguet et al., 2001). O teste do “micropush-out” permite simular a incidência de cargas sobre a restauração em situações mais próximas das condições clínicas e a metodologia a ser empregada parece permitir distribuição ainda mais uniforme da carga incidida do que os testes de micro-tração (Goracci et al, 2004a). Por isso, o teste do “micropush-out” parece ser mais confiável para avaliar a interação entre os sistemas adesivos e o substrato dental, principalmente em dentina. Porém, o teste do “micropush-out” tem sido pouco utilizado na avaliação de restaurações diretas de resina composta. No trabalho de Betke et al. (2005) os testes de “micropush-out” foram realizados com as cavidades feitas em fragmentos já seccionados, uma situação incompatível com a realidade clínica. Vários trabalhos têm investigado também o teste do micro-cisalhamento (Phrukkanon et al., 1998a; Hiraishi et al., 2003; Senawongse et al., 2004) cuja relação de menor área com melhores resultados tem sido semelhante aos testes de micro-tração e “micropush-out”. Phrukkanon et al.

(1998a) não encontraram diferenças entre os testes de micro-cisalhamento e micro-tração, embora a direção da força aplicada fosse diferente entre os métodos. Desta forma, parece pertinente investigar a resistência de união de restaurações diretas de resina composta em função do sistema adesivo, comparando dois métodos de avaliação, e sob a influência da armazenagem em água.

REVISÃO DE LITERATURA

2. REVISÃO DE LITERATURA

Fusayama et al., (1979), introduziram a técnica de condicionamento ácido da dentina com ácido fosfórico. Neste trabalho foi realizado o teste de tração onde comparava esmalte e dentina com e sem condicionamento ácido, armazenado por 10 minutos, uma semana, um mês e três meses. Os resultados mostraram que com o condicionamento ácido existiu uma resistência adesiva maior tanto no esmalte quanto na dentina e também aumentou a adesão à medida que aumentava o tempo de armazenagem.

Pashley et al., em 1993 testaram a permeabilidade da dentina para agentes adesivos. Foram utilizados terceiros molares, variando o tipo de substrato (dentes com dentina coberta por smear-layer e dentes que possuíam dentina fraturada), existiu também um grupo em que, após o condicionamento ácido, a superfície foi secada com ar antes da fixação e no outro grupo, a superfície foi mantida molhada antes da fixação. Estes autores acreditavam que o condicionamento ácido poderia remover a camada de smear layer e a resina poderia infiltrar tanto no interior dos túbulos como na dentina intertubular, resultando em bom selamento e boa resistência adesiva. O trabalho mostrou que existiu uma maior infiltração no grupo em que a dentina estava fraturada comparada com o grupo que tinha apenas dentina coberta por smear layer e que a secagem com ar poderia favorecer o colapso ou a condensação de fibras colágenas na superfície de adesão.

Em 1994, Sano et al., testaram a hipótese nula de que não existia relação entre a área de superfície da dentina e a resistência adesiva dos materiais. Terceiros molares foram utilizados, a oclusal que possuía esmalte foi totalmente removida até obter apenas dentina superficial, foram realizadas restaurações de resina e ionômero de vidro (Vitremer-3M Dental Products) com altura de 3-5mm e os adesivos utilizados nas restaurações de resina foram o Scotchbond MP (3M Dental Products) e o Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray Co. Ltd.). As amostras foram cortadas em fatias que possuíam de 0,5mm a 3mm de

espessura, a resistência adesiva foi avaliada por meio do teste de microtração. A resistência adesiva por tração revelou ser inversamente proporcional a superfície da área de adesão. A área de adesão de 4mm², teve como resultado uma resistência adesiva de 55MPa para o Clearfil Liner Bond 2, 38 MPa para o Scotchbond MP e 20 MPa para o Vitremer. Todas as superfícies que possuíam áreas pequenas apresentaram falha adesiva.

Pashley et al., em 1995a, realizaram uma revisão que abordava vários fatores envolvidos no teste de adesão de agentes de união na dentina: o substrato de adesão, diferentes substratos de dentina que existiam no mesmo dente, a forma de preparo das amostras, o valor da pressão pulpar simulada, os diversos teste empregados para obter a resistência adesiva, os tipos e o tempo de armazenamento das amostras, o tamanho das amostras, etc. São fatores que devem ser levados em consideração na realização de um estudo e também nas comparações com outros trabalhos. Esta revisão também deu muita importância no cuidado em utilizar espécimes com áreas pequenas, pois áreas grandes possuem maior chance de defeitos na sua interface, interferindo nos valores de resistência adesiva. Áreas menores resultam em valores de resistência adesiva maior por levar a uma uniformidade na distribuição de tensão na interface adesiva, fazendo com que o material falhe mais perto do valor verdadeiro de resistência adesiva.

Em 1995b, estudo de Pashley et al., preconizava uma aproximação de um modelo de resistência à adesão versus a estrutura da dentina no qual abordaram a hipótese de que a resistência adesiva de agentes hidrofílicos de adesão na dentina é calculada em função da profundidade da dentina e resistência da resina. A hipótese testada é de que a resistência adesiva total era obtida através da soma da resistência dos tags de resina, formação da camada híbrida e superfície de adesão. Cada uma dessas três variáveis teria uma faixa de valores que poderiam influenciar na adesão. A resultante de cálculos indica um potencial de resistência adesiva maior para dentina profunda do que para dentina superficial em dentina não-vital e a importância

da resistência da resina para o desenvolvimento dessa forte adesão. Comparando-se a adesão calculada com valores já publicados observa-se que as variáveis estão na mesma ordem de grandeza. Tais modelos teóricos de adesão na dentina podem identificar a importância relativa dessas variáveis envolvidas no substrato, resina e superfície de adesão.

Burrow et al., em 1996, conduziram um estudo por 3 anos que avaliava a resistência adesiva por tração de resina com dupla polimerização, com e sem o condicionamento ácido em dentina bovina. As amostras foram armazenadas e os teste realizados após 1 dia, 1 mês, 3 meses, 6 meses, 1 ano e 3 anos. O grupo controle (não condicionado) mostrou ter apenas uma pequena diminuição da resistência adesiva ao longo dos três anos, mas o grupo condicionado exibiu uma diminuição significativa. A resistência adesiva do grupo não condicionado (5,2MPa) foi menor que o grupo condicionado (10,6MPa) em 1 dia de armazenamento, não houve diferença nas amostras que ficaram armazenadas durante 1 ano quando comparadas com as de 1 dia, mas em 3 anos, a adesão de ambos os grupos foram similares, 4,3 Mpa e 5,5 MPa, respectivamente. Uma possível causa da redução da adesão, segundo os autores, é devido a um possível efeito de hidrólise na interface adesiva na união da resina e camada híbrida, e união da resina e compósito resinoso. Portanto, este trabalho mostrou que o condicionamento pode ser apenas útil para atingir forte resistência adesiva em curto espaço de tempo. Estes resultados podem ter implicações significativas relatadas para a longevidade das restaurações.

Pashley & Carvalho (1997) publicaram uma revisão sobre a permeabilidade e a adesão da dentina abordando as estruturas da dentina e a relação existente com a adesão, descrevendo a importância da penetração da resina dentro dos túbulos dentinários e nos espaços criados entre as fibras colágenas durante o condicionamento ácido. As vantagens e desvantagens do condicionamento ácido ser feito em um passo separado, primeiramente, seguido da aplicação do adesivo, são bastante discutidas. Concluíram que o

condicionamento ácido em dentina produz profundas mudanças na composição química e propriedades físicas da matriz que podem influenciar na qualidade da adesão da resina na dentina, sua resistência e talvez sua durabilidade.

Phrukkanon et al., em 1998a realizaram um estudo para determinar o efeito da área adesiva na resistência de adesão dos testes de micro-cisalhamento e micro-tração utilizando quatro sistemas adesivos (Scotchbond MP; OptiBond FL; OptiBond Solo, ; One-Step). Sessenta molares humanos foram utilizados, na qual uma metade do dente foi usado para o teste de microcisalhamento e a outra metade para o teste de micro-tração. Foram produzidas amostras cilíndricas com interface adesiva com diâmetro de 1,2; 1,4 ou 2,0mm para ambos os testes. Para todos os materiais, o grupo com diâmetro de 2,0mm obteve resistência adesiva significativamente menor do que o grupo com 1,2mm de diâmetro tanto no teste de cisalhamento como no de tração. A maioria das amostras de 1,2 e 1,4mm de diâmetro exibiu falhas adesivas na interface entre dentina e adesivo. Os resultados deste trabalho mostraram que superfícies com áreas pequenas estão associadas com alta resistência adesiva e os testes de tração e cisalhamento tiveram resultados similares.

Phrukkanon et al., (1998b), realizaram um estudo para determinar o efeito da forma da área da secção transversal (cilíndrica e retangular) e o tamanho da área da superfície de adesão na resistência adesiva pelo método de micro-tração. Foram utilizados quatro sistemas adesivos (Scotchbond MP Plus, OptiBond FL, OptiBond Solo, One-Step). Molares humanos foram utilizados, o esmalte da parte oclusal foi removido até expor totalmente dentina, metade do dente foi utilizado para confeccionar amostras em forma retangular e a outra metade na forma cilíndrica. Os adesivos foram utilizados seguindo as orientações do fabricante e cobertos por um bloco de resina composta. Foram produzidas amostras que possuíam uma área de superfície adesiva de 1,1; 1,5 e 3,1 mm² tanto para os espécimes retangulares quanto para os cilíndricos. Os resultados deste trabalho indicaram que pequenas áreas de adesão produzem

maior resistência adesiva do que superfícies que possuem grande área de adesão, provavelmente por haver poucos defeitos em amostras com áreas pequenas. A forma da secção transversal (cilíndrica ou retangular) não interferiu no resultado final.

Em 1999, Paul et al., avaliaram o condicionamento excessivo utilizando ácido fosfórico em dentina, que diminuía a resistência adesiva porque o adesivo não preenchia completamente toda a base de fibras colágenas desmineralizadas pelo ácido. No seu estudo, variou o aumento do tempo de condicionamento (15, 30 e 60 segundos) fazendo uso do teste de microtração para obter a resistência adesiva e emprego de íons de prata para avaliar nano-infiltrações nas restaurações produzidas. O adesivo de escolha foi o Single Bond e a resina utilizada para confecção das restaurações foi a Z100. O aumento do tempo de condicionamento com ácido fosfórico em gel a 35% não aumentou os valores de resistência adesiva. Entretanto, existiu um aumento de infiltrações de íons de prata com o aumento do tempo de exposição da dentina com o ácido. Concluiu-se que quando a armazenagem em água das amostras forem por um longo tempo é recomendado utilizar ácido em menor tempo, o que garantiria uma maior estabilidade hidrolítica e menos nano- infiltrações na interface da restauração resina-dentina.

Em 1999, Perdigão et al., publicaram um artigo que revia e resumia os mais recentes conceitos em adesão na dentina e, simultaneamente, desafiava algumas convicções que não tinham sido apoiadas totalmente por falta de investigação convincente. Embora a adesão ao esmalte seja confiável, a adesão na dentina representa um desafio maior por ser um tecido orgânico intrinsecamente úmido penetrado por um labirinto tubular contendo processos odontoblásticos, que se comunica com a polpa. Os fabricantes de novos sistemas adesivos recomendam a aplicação de materiais adesivos com a dentina úmida. A principal razão é o fato de existir alteração espacial após a secagem da dentina desmineralizada que pode impedir os monômeros de penetrarem no labirinto de nano-canais formados por cristais entre a dissolução

da hidroxiapatita e fibras colágenas. Vários dos atuais conceitos de adesão da dentina foram construídos a partir da observação dos estudos clínicos, que medem taxas de retenção, e a partir de estudos laboratoriais que medem a força necessária para ruptura da adesão de um compósito unido à dentina a partir de uma área plana. Os autores chegaram a conclusão que em ambos os estudos, clínicos e laboratoriais, faltam informações sobre o comportamento dinâmico do substrato em um ambiente vital. Por exemplo, as mudanças induzidas por sistemas adesivos em resina infiltrada em dentina desmineralizada não foram totalmente caracterizadas. Além disso, o papel do colágeno e de proteínas não colágenas na adesão da dentina tem sido geralmente ignorado.

Em 1999, Van Meerbeek et al., realizaram um estudo que tinha como objetivos: (1) comparar a eficácia de hibridização de dois sistemas adesivos que são aplicadas em duas e três etapas (2) determinar a melhor técnica de preparação de microscopia de força atômica para avaliar a interface resina-dentina. Foram utilizados os adesivos OptiBond Dual-Cure e seu sucessor simplificado de duas etapas OptiBond Solo. Os resultados sugerem que a partir de quatro métodos utilizados para preparação da interface, apenas o método que utilizou lâmina de diamantes revelou detalhes suficientes e de alta resolução oferecidas pelo microscópio de força atômica e que a simplificação do processo de adesão dos adesivos, através da combinação dos primers e adesivos aplicados em um único passo pode produzir uma hibridização com redução na sua eficácia. Futuras investigações deverão ser feitas para confirmar este efeito dos sistemas adesivos que foram utilizados neste trabalho.

Bouillaguet, et al., 2001, realizaram um estudo *in vitro* comparando a resistência adesiva de oito sistemas adesivos utilizando o teste de microtração. Os autores alegaram que o teste de cisalhamento utilizado na resistência adesiva até então envolvia apenas a preparação de superfície de dentina com diâmetros entre 3 e 10mm. Entretanto, superfícies extensas de dentina só

podem ser preparadas em coroas de molares, que tem grande variabilidade de estrutura e composição de dentina. Os dentes humanos mais convenientes em ser usados são os terceiros molares que possuem dentina altamente permeável. A adesão produzida nessas superfícies inclui diferentes substratos resultando em diferentes combinações do padrão de adesão. Estes fatores têm sido revistos como variáveis que podem influenciar a adesão. O teste de microtração permite testar áreas de seção transversal muito pequena e desenvolve uma distribuição de tensões mais uniforme durante a realização do teste, enquanto no teste de cisalhamento há uma distribuição de tensões desiguais durante sua realização. Avaliaram dois sistemas adesivos convencionais (Scotchbond Multipurpose Plus, OptiBond FL), quatro sistemas adesivos de um passo (Scotchbond 1, Asba S.A.C., Prime and Bond NT, Excite) e dois sistemas adesivos auto-condicionantes (Clearfil Liner Bond 2V e Prompt-L-Pop). Os resultados da microtração indicaram valores significativamente maiores para o Scotchbond Multipurpose Plus ($30,3 \pm 9,4$ Mpa) em relação aos outros materiais. A resistência adesiva encontrada nos outros materiais em ordem decrescente foi Optibond FL ($22,4 \pm 4,3$ Mpa), Scotchbond 1 ($18,9 \pm 3,2$ Mpa), Clearfil Liner Bond 2 V ($18,9 \pm 3,0$ Mpa), Prime and Bond NT ($18,3 \pm 6,9$ Mpa), Asba S.A.C ($14,4 \pm 2,9$ Mpa), Excite ($13,8 \pm 3,7$ Mpa) e Prompt L-Pop ($9,1 \pm 3,3$ Mpa). Portanto, os sistemas adesivos convencionais utilizados neste trabalho (Scotchbond Multipurpose Plus, OptiBond FL) produziram maior resistência adesiva em dentina radicular do que os sistemas adesivos de um passo e um adesivo autocondicionante.

Armstrong et al., em 2001, testaram a influência da armazenagem em água (depois de 30 e 150 dias), variando o fator-C e o tipo de sistema adesivo, Optibond FL (com carga) e Optibond (sem carga), em restaurações de resina composta em dentina. O teste utilizado para obter a resistência adesiva foi o de microtração. Para variar o fator-C foram confeccionadas dois tipos de cavidade, uma em forma de caixa e a outra lisa com as mesmas dimensões. O trabalho mostrou que houve uma diminuição da resistência adesiva quando as amostras ficaram armazenadas por mais de 150 dias quando comparadas com as que

ficaram apenas 30 dias. Quanto ao sistema adesivo Optibond FL a resistência adesiva foi maior no grupo que possuía cavidades em forma de caixa após armazenagem em 30 dias, mas no grupo armazenado após 150 dias ocorreu o contrário, e utilizando o Optibond a resistência adesiva foi maior no grupo com cavidades em forma lisa após a armazenagem no período de 30 e 150 dias.

Atac *et al.*, 2001, baseando na evidência de que os adesivos, quando aplicados na dentina, têm um potencial efeito antibacteriano quando em contato direto com bactérias residuais em dentina em um preparo cavitário. Avaliaram o efeito antibacteriano de sistemas adesivos de quinta geração na dentina: Single Bond, Prime&Bond NT, e Excite. As bactérias envolvidas foram *Streptococcus mutans* ATCC 25175, *Streptococcus intermedius*, *Lactobacilos acidophilus*, *Prevotella oris*, *Prevotella bivia*, *Prevotella denticola*, *Porphyromonas gingivalis*, *Porphyromonas endodontalis*, e *Clostridium ramosum* com o método de difusão em disco. O grupo com Clorexidina a 0,2% foi usado como controle positivo. Todos os adesivos testados demonstraram ação antibacteriana variando o grau. O grupo que utilizou clorexidina produziu halos de inibição apenas para *Streptococcus mutans* e *Porphyromonas gingivalis*. O adesivo Single Bond só não conseguiu efeito antibacteriano nos *Lactobacilos acidophilus* e *Streptococcus mutans*. O Prime & Bond mostrou crescimento de inibição para todas as bactérias e o Excite só não produziu efeito de inibição para *Porphyromonas endodontalis*. A variedade dos resultados obtidos neste estudo sugere que as propriedades antibacterianas dos adesivos podem depender da composição de cada adesivo.

Em 2002, Pecora *et al.*, comparou a resistência adesiva ao cisalhamento utilizando dois tipos de dispositivos, um cuja ponta tem uma semi-circunferência que encaixa ao redor do cilindro de resina (restrita) e a outra ponta é pontiaguda em forma de lâmina de faca (não restrita), e três adesivos de frasco único (Optibond Solo Plus, 3M Single Bond, e Excite) com seus homólogos de múltiplos passos (Optibond FL, 3M MultiPurpose Plus, e Syntac). Foram utilizados terceiros molares e a carga foi aplicada a uma velocidade de

0,5mm/min. Todos os agentes adesivos testados resultaram em maior média de resistência adesiva quando a ponta utilizada possuía a forma de uma semi-circunferência comparada com a ponta em forma de lâmina de faca. Os adesivos de passo único mostraram uma resistência adesiva maior quando comparados com seus homólogos de múltiplos passos.

Kugel e Perry, em 2002, publicaram um artigo de revisão de literatura que abordou muito bem materiais restauradores estéticos que requerem uma boa adesão e durabilidade na reabilitação oral. Estes materiais, segundo os autores, tem que ser biocompatíveis e produzir uma boa adesão tanto na dentina quanto no esmalte. As restaurações diretas possuem resistência suficiente para resistir as forças mastigatórias e possuem propriedades mecânicas semelhantes as estruturas dos dentes naturais. Estes materiais também revelam boa resistência à degradação na cavidade oral. Concluíram que as resinas compostas esteticamente estão mais aperfeiçoadas e com grande resistência ao desgaste e agentes de união capazes de alcançar altos valores de resistência adesiva.

Em 2003, Ahmad I discutiu os conceitos sobre a produção da adesão durante a confecção de restaurações indiretas. Por existir diversos materiais adesivos, multi-componentes, mono-componentes auto-condicionantes, o autor preconizou a necessidade de seguir um protocolo correto para se chegar a um bom resultado estético, uma boa resistência adesiva e durabilidade da restauração.

Armstrong et al., em 2003, avaliaram a durabilidade da adesão à dentina de diversos sistemas adesivos depois de armazenados em água durante 15 meses. Foram utilizados quatro tipos de sistemas adesivos: de condicionamento total de três passos- Scotchbond Multi-Purpose; de condicionamento total de dois passos- Single Bond; auto-condicionante de dois passos- Clearfil SE Bond; e auto-condicionante de um passo, Prompt L-Pop. A realização do teste de microtração aconteceu após 1, 6 e 15 meses de

armazenagem em água contendo 0,5% de cloramina T. O grupo que utilizou Single Bond obteve menor resistência adesiva que os grupos com Scotchbond Multi-Purpose e Clearfil SE Bond após 1 e 6 meses de armazenagem. Todos os três sistemas adesivos tiveram o mesmo resultado após 15 meses, justificado no trabalho por um mecanismo comum de degradação que ocorre ao longo do tempo. O grupo que utilizou o Prompt-L-Pop não foi testado devido suas amostras terem sofrido 95% de falhas durante sua confecção.

Garcia, et al.,(2003), abordaram a evolução dos sistemas adesivos, mostrando, a despeito das diversas formulações existentes no mercado atual e a tendência geral para a produção de adesivos com reduzido número de passos operatórios, que não tenha ocorrido modificação do mecanismo de adesão, fundamentada na obtenção da camada híbrida. Nesse trabalho enfatiza que para tornar os sistemas adesivos compatíveis com as características da técnica e da umidade do substrato, houve a necessidade de reformulação da sua composição. Esses adesivos, por serem hidrofílicos, são particularmente susceptíveis a uma maior absorção de água e existem evidências que a água desempenha um papel fundamental na degradação de polímeros. Portanto, os artifícios empregados para a simplificação da técnica dos adesivos podem se tornar fatores que podem limitar a durabilidade. O objetivo do trabalho de Garcia, et al.(2003) foi estabelecer o paradoxo entre a evolução dos sistemas adesivos e suas possíveis implicações na qualidade da união produzida entre o material restaurador e o dente. Foram apresentadas diversas situações que revelam que os adesivos simplificados funcionam como uma membrana permeável à água, permitindo que esta atravessasse a estrutura do adesivo polimerizado, acumulando-se nos diferentes planos da interface adesiva e determinando alterações moleculares que podem comprometer sua capacidade de selamento da superfície dental. As imagens obtidas por meio de microscopia eletrônica de transmissão das vias de permeação da água através da camada de adesivo mostram a localização dos sítios hidrofílicos e as vias de circulação da água como se fossem ramificações semelhantes aos galhos de uma árvore, e por essa característica, o fenômeno vem sendo denominado

de “water-treeing”. Os autores deste trabalho concluíram que a evolução tecnológica tornou os sistemas adesivos mais simplificados, porém, com características que podem torná-los mais susceptíveis aos efeitos deletérios da água.

Em 2003, Hiraishi et al., examinaram o efeito da contaminação da saliva artificial na mudança do pH na superfície da dentina e a resistência adesiva pelo método de micro-cisalhamento com aplicação de carga através de um fio que ficava envolta de um cilindro de resina que possuía o diâmetro de 0,75mm e altura de aproximadamente de 0,4 mm. Foram utilizados discos de dentina de molares humanos em que testaram os adesivos auto-condicionantes Clearfil SE Bond e o de frasco único Single Bond. A superfície da dentina foi condicionada com primer auto-condicionante ou ácido fosfórico e dividida em quatro grupos: condicionado sem contaminação, contaminado com saliva artificial, re-condicionamento da dentina contaminada, lavagem com água da dentina contaminada e re-condicionamento. O pH da superfície da dentina intacta é de 6,9 e o resultado da contaminação pela saliva aumentou desprezivelmente o pH e o re-condicionamento diminuiu o pH novamente. A resistência adesiva dos dois sistemas diminuiu depois da contaminação. O re-condicionamento com primer restaurava os valores de resistência adesiva, conquanto com ácido não. Lavagem e re-condicionamento com primer não reduz o valor da resistência adesiva, lavagem e re-condicionamento com ácido não aumentou. O trabalho mostrou que o re-condicionamento com primer SE Bond é um adequado tratamento para restaurar a resistência adesiva.

Com a introdução dos adesivos auto-condicionantes de um passo, cada vez mais estão sendo utilizados na aplicação clínica juntamente com os adesivos de condicionamento total. De Munck *et al.* (2003), avaliaram a efetividade da adesão dos adesivos autocondicionantes de um e dois passos em comparação com os adesivos de condicionamento total na dentina e no esmalte. Foram utilizados terceiros molares hígidos, onde a superfície do terço médio coronário de dentina e esmalte foi preparado, e a aplicação dos

adesivos seguiu as instruções do fabricante. Foram empregados três adesivos de um passo auto-condicionante, AQ bond, Reactmer e Xeno CF Bond, dois de dois passos auto-condicionantes, ABF e ClearfilSE Bond, um de dois passos de condicionamento total, Prime & Bond NT, e um de três passos de condicionamento total, OptiBond FL. As restaurações foram feitas com resina Z100 foi realizado teste de microtração para avaliar a resistência adesiva. A aplicação dos adesivos auto-condicionantes produz uma considerável diminuição do tempo consumido na sua aplicação e, o que é mais importante, uma menor sensibilidade da técnica, em particular, manter a superfície da dentina em um adequado estado de hidratação. Os resultados encontrados neste estudo revelaram que a resistência adesiva para o esmalte variou de 10,3 MPa, para o adesivo auto-condicionante de um passo (AQ Bond), até 49,5 MPa que foi o valor encontrado para o adesivo de condicionamento total Prime & Bond NT. A resistência adesiva na dentina foi de 15,5 MPa, para o adesivo de um passo auto-condicionante (Reactmer) e o valor máximo foi de 59,6MPa para o adesivo de três passos de condicionamento total OptiBond FL. Observou-se falhas das amostras durante a sua preparação com cada adesivo de um passo, mas foi mais freqüente quando a adesão era no esmalte do que na dentina. Na maioria dos adesivos auto-condicionantes de um passo a falha foi predominante adesiva entre o substrato dente e a camada adesiva em contraste com os adesivos de dois e três passos que revelaram geralmente maior falha mista (adesiva-coesiva).

Em 2004, Eiriksson et al., publicaram um estudo que envolvia o efeito da contaminação do sangue na resistência adesiva entre a interface de resina pelo teste de microtração e determinaram qual o melhor método de descontaminação para reestabelecer a resistência adesiva original de resina-resina. Realizaram três tipos de tratamento: aplicaram sangue e apenas secaram a superfície (tratamento 1), aplicaram sangue, lavaram e secaram (tratamento 2) e aplicaram sangue, lavaram e aplicaram um sistema adesivo (Single Bond, One-Step, Clearfil SE, Prompt-L-Pop) (tratamento 3). No grupo controle não houve contaminação pelo sangue. O trabalho mostrou que a

superfície contaminada e não tratada diminui muito a resistência adesiva, a lavagem da superfície contaminada pelo sangue aumenta esta resistência significativamente mas não alcança os valores do grupo controle e a aplicação apropriada do adesivo aumenta a resistência adesiva no mesmo nível do grupo controle, exceto pelo grupo que utilizou como adesivo o Prompt-L-Pop.

Em 2004, Senawongse et al., realizaram um estudo na qual avaliavam a resistência adesiva de sistemas adesivos de condicionamento total (Single Bond) e auto-condicionante (Clearfil SE Bond) para dentina humana de dentes decíduos (molares) e permanentes (pré molares e molares). A resistência adesiva foi testada por meio do teste de micro-cisalhamento. Foram confeccionadas restaurações no formato cilíndrico de 1mm de altura e aproximadamente 0,8 mm de diâmetro. Não houve diferença significativa na resistência adesiva entre os materiais mas a dentina de dentes decíduos demonstrou menor resistência de adesão do que dentina de pré molares permanentes quando foi empregado o Single Bond como adesivo.

Goracci et al., em 2004a fizeram um estudo que avaliava a adesão de pinos de fibra na parede de canais radiculares comparando dois testes para testar a resistência adesiva: microtração e push-out. O trabalho mostrou uma perda muito grande de amostras durante o processo de confecção para o teste de microtração, apenas cinco fatias foram obtidas em um total de seis raízes e o restante das espécimes falharam prematuramente durante a fase de corte. Com o teste push-out não existiu falha prematura durante a confecção das amostras. Em conclusão, para mensurar a resistência adesiva de pinos de fibra cimentados nas paredes de canais radiculares, o teste push-out parece ser mais confiável do que a técnica de microtração.

Goracci et al., em 2004b, avaliaram a resistência adesiva de esmalte e dentina, pelo teste de microtração, utilizando três adesivos auto-condicionantes comparando com um adesivo de condicionamento total de dois passos (controle). Foram utilizado os adesivos Adper Prompt-L-Pop (3M,ESPE), Xeno

CF II (Sanking Kogyo), AdheSE (Ivoclar-Vivadent), Excite (Ivoclar-Vivadent). Os valores de resistência adesiva do Excite (controle) foram significativamente maiores do que os outros produtos tanto no esmalte (42.92 ± 4.8 MPa) quanto na dentina (45.80 ± 5.79 MPa). Os adesivos auto-condicionantes AdheSE (28.48 ± 4.71 Mpa) e Xeno CF II (27.22 ± 2.14 MPa) revelaram adesão significativamente maior do que o Adper Prompt-L-Pop (20.16 ± 2.07 MPa) na dentina. No esmalte, todos os adesivos auto-condicionantes tiveram a mesmo desempenho. Portanto, concluiu-se neste trabalho que ambos os substratos tiveram uma resistência adesiva menor quando utilizava os adesivos auto-condicionantes, quando comparada com o grupo controle que foi utilizado um sistema de condicionamento total.

Frankenberger et al., realizaram, em 2004, um estudo *in vitro* para avaliar a resistência adesiva e adaptação marginal de restaurações de resina composta depois de diferentes tempos de armazenagem. Terceiros molares humanos foram selecionados para este trabalho. Os sistemas adesivos de escolha foram os auto-condicionantes de múltiplos passos (Syntac Classic, A.R.T. Bond, ambos com e sem condicionamento total), os adesivos de três passos (Scotchbond Multi-Purpose Plus, EBS) e os de dois passos (Prime&Bond 2.0, Syntac Single-Component). Depois de 1, 90 e 2190 dias de armazenagem em água. A metodologia empregada neste trabalho foi push-out. Foram utilizados discos de dentina com espessura de 2mm e cavidades com diâmetro de 2,3mm. As fatias de dentina foram cortadas primeiro para depois serem restauradas em um único incremento. Em todos os grupos investigados, a resistência adesiva continuou estável após 90 dias armazenado; entretanto, existiu uma diminuição significativa após o armazenamento depois de 6 anos. Os sistemas adesivos de três passos mostraram ser mais efetivos que os demais adesivos empregados neste estudo.

Soares et al., em 2004, realizaram um estudo comparando restaurações indiretas em molares inferiores com diferentes conformações de preparo cavitários empregando teste mecânico de resistência à fratura. Os

autores avaliaram a remoção de estrutura variando o tipo de preparo, restaurando os dentes com resina laboratorial e restauração de cerâmica. Para que existisse uma padronização dos preparos cavitários os autores desenvolveram uma máquina padronizadora de preparo que assegurava as mesmas dimensões da cavidade em todas as amostras garantindo uma maior confiabilidade dos resultados obtidos. Os resultados revelaram que os dentes restaurados com Duceram LFC possuem uma menor resistência à fratura quando comparados com os grupos restaurados com resina composta indireta, Solidex, Artiglass e Targis.

De Munck et al., em 2005, analisaram os processos fundamentais que causam a degradação da adesão de biomateriais para esmalte e dentina com o tempo. Esses autores abordaram a eficiência imediata dos adesivos contemporâneos que é bastante favorável, independentemente da abordagem utilizada. Mas em longo prazo, a eficácia de adesão de alguns adesivos cai drasticamente, enquanto a resistência adesiva de outros adesivos são mais estáveis. O presente estudo avalia criticamente diversas metodologias que se centram na degradação dos padrões de hidrólise química e cromatografia de interface. A correlação de in vitro e in vivo, revelou que, atualmente, a maior parte do método é válido para avaliar a durabilidade da adesão quando envolve envelhecimento das micro-espécimes de biomateriais ligados tanto ao esmalte quanto à dentina. Após cerca de 3 meses, todas as classes de adesivos exibiram evidências mecânicas e morfológicas de degradação que lembram efeitos de envelhecimento in vivo. Concluiu-se que os adesivos convencionais de três passos continuam a ser um “bom padrão”, em termos de durabilidade. Qualquer tipo de simplificação na aplicação clínica resulta em perda da efetividade da adesão. Apenas os adesivos auto-condicionantes de dois passos se aproximam de um bom padrão e têm alguns benefícios clínicos adicionais.

Betke et al., em 2005, investigaram a influência de desinfetantes na água utilizada na lavagem de cavidades na adesão à dentina de diferentes

sistemas adesivos usando como teste o push-out. Os três desinfetantes utilizados foram Alpron neutro, Alpron menta e Dentosept, e no grupo controle foi utilizado água sem desinfetante. Os adesivos foram Syntac Classic/Tetric Ceram, Clearfil Liner Bond 2V/Luxacore, OptiBond FL/Prodigy e Prime&Bond NT/Spectrum. Foram utilizados discos de dentina de molares humanos, com 2,2mm de espessura cuja cavidade confeccionada foi tronca cônica com 2,1mm de diâmetro apical e 2,5mm de diâmetro coronal. Foi testada a metade de cada grupo após 24 horas de armazenamento e a outra metade após 180 dias de armazenamento e termociclagem. Os desinfetantes mostraram não haver influência significativa nos grupos com Syntac Classic/Tetric Ceram, Clearfil Liner Bond 2V/Luxacore, OptiBond FL/Prodigy comparados com o controle. Entretanto, houve diminuição da resistência adesiva da dentina no grupo que utilizou o Prime&Bond NT/Spectrum. Portanto, o uso de desinfetantes na água para lavagem de cavidades pode ter influência na adesão à dentina dependendo do sistema adesivo utilizado.

Yeşilyurt & Bulucu, em 2006, realizaram um estudo em terceiros molares que avaliava a resistência adesiva de quatro sistemas adesivos de condicionamento total [Excite (EB), Prime & Bond NT (PBNT), Single Bond (SB) e One Coat Bond (OCB)] comparando com cinco adesivos auto-condicionantes [Clearfil SE Bond (CSEB), Xeno III (XIII), Prompt L-Pop (PLP), AQ Bond (AQB), e Tyrian/One Step plus (TOSP)]. As propriedades da dentina são muito importantes na compreensão da adesão. A localização e orientação da dentina são importantes quando o teste de resistência adesiva é conduzido. O número de túbulos por mm^2 não é igual, por isso a permeabilidade muda de acordo com a localização. A dentina perto dos cornos pulpaes é mais permeável do que a dentina mais superficial, devido a grande densidade e o diâmetro dos túbulos que estão perto dos cornos pulpaes. Por isto, o trabalho avaliou também a adesão em diferentes áreas da dentina (região periférica e região central da dentina). Em adição, foi utilizada microscopia eletrônica de varredura para examinar a interface adesiva. Muitos fatores podem influenciar o desempenho dos sistemas adesivos na dentina. Entre eles o substrato

dentário, a realização do teste e a manipulação do material. Os autores optaram pelo teste de microtração por diversas vantagens como a capacidade de medir resistência adesiva regional, permitir testar áreas muito pequenas e pela facilidade em examinar as falhas adesivas em microscopia eletrônica de varredura. Foram utilizados 72 terceiros molares livres de cárie que foram divididos aleatoriamente em nove grupos, sendo cada dente seccionado perpendicularmente ao seu longo eixo na porção superior coronária para expor totalmente a dentina mais superficial de forma plana. Os sistemas adesivos foram aplicados conforme instrução do fabricante e as amostras foram restauradas com resina composta e preparadas para realização do teste de microtração. A resistência adesiva dos sistemas adesivos de condicionamento total não apresentou diferença estatística significativa, mas quando comparado com os sistemas auto-condicionantes a resistência foi maior, exceto para CSEB ($p < 0,05$). Não existiu diferença significativa nas diferentes áreas de adesão da dentina observada em todos os nove sistemas adesivos ($p > 0,05$). Nas imagens de microscopia eletrônica de varredura observada não existiu um padrão de hibridização para os sistemas adesivos. Portanto, concluiu-se que diferentes áreas de dentina não tiveram grande influência na resistência adesiva utilizando os novos sistemas adesivos.

Em 2006, Harada et al., levantaram a hipótese nula de que não havia diferença na existência de micro infiltrações em restaurações de resina composta aderida à dentina usando uma ou duas camadas de sistema adesivo de frasco único. Foram utilizados incisivos bovinos e confeccionadas cavidades classe V na área cervical vestibular do dente. Os grupos foram divididos de acordo com o adesivo [Prime Bond 2.1 , Prime & Bond NT e Single Bond] e de acordo com o número de camadas (uma ou duas). Os grupos que possuíam carga na sua composição (Prime Bond 2.1 e Single Bond) não mostraram diferença na existência de micro infiltrações usando uma ou duas camadas, entretanto, o Prime & Bond NT (com nanocarga) demonstrou ter menos micro infiltrações, estatisticamente, quando apenas uma camada foi aplicada. Portanto, a influência do número de camadas do sistema adesivo na existência

de micro-infiltrações na margem de restaurações em dentina vai depender do tipo de material.

Silveira et al., em 2006, publicaram um estudo que avaliava microinfiltrações de sete sistemas adesivos em dois tipos de substrato (esmalte e dentina). Foram realizadas restaurações classe V, utilizando resina Filtek Z250, na qual a margem gengival se localizava em dentina e a margem incisal em esmalte. As amostras foram divididas em sete grupos de acordo com o sistema adesivo empregado: Single Bond; Excite; One Step Plus; Gluma One Bond; Magic Bond; One Up Bond F e One Coat Bond. Todos os sistemas adesivos mostraram mínima infiltração no esmalte sem diferença significativa. Para margem em dentina, a maioria das amostras, mostrou alto grau de infiltração e diferença significativa dos materiais utilizados, com Excite exibindo menor grau de infiltração que os outros adesivos que tiveram infiltração similar. Conclui-se neste trabalho que o esmalte proporciona melhor selamento e o sistema adesivo vai ser um fator significativo apenas em dentina.

Bolaños-Carmona et al., em 2006, determinaram a influência de diferentes tempos de condicionamento ácido (5,15 e 30 segundos) na resistência adesiva por micro-tração em dentes decíduos. Foi utilizado o ácido ortofosfórico a 37% e o sistema adesivo Excite. O resultado de resistência adesiva em MPa foi, para 5 segundos: 6,20 (2,81); 15 segundos: 13,43 (5,91) e 30 segundos: 13,04 (5,67). A espessura de camada desmineralizada foi, para 5 segundos: 3,28 (1,23); 15 segundos: 3,83 (1,26) e 30 segundos: 4,44 (1,70). Utilizando o condicionamento ácido por 30 segundos produz uma maior desmineralização, mas uma resistência adesiva semelhante quando realiza o condicionamento ácido por 15 segundos. Portanto, os autores aconselham realizar um condicionamento ácido por 15 segundos, pois produzirá uma boa resistência adesiva e nenhuma desmineralização excessiva da dentina.

Em 2007, Perdigão publicou um trabalho muito interessante sobre a adesão de diversos sistemas adesivos tanto na dentina quanto no esmalte. Ele

classificou os adesivos em “etch & rinse” (múltiplos frascos e um frasco) e “self-etch” (dois frascos e um frasco). Realizou uma abordagem dos adesivos simplificados que foram introduzidos no mercado nos últimos anos, às vezes sem ensaio exaustivo para validar o desempenho reivindicado pelos respectivos fabricantes. Os adesivos auto-condicionantes eram incapazes de promover uma retenção adequada para o esmalte na adesão de restaurações. Embora, sejam altos os valores de resistência de união resina-dentina, a sua resistência térmica e mecânica com o tempo é decepcionante. À luz do atual inconveniente atribuído aos adesivos auto-condicionantes de um frasco, os adesivos “etch-and-rinse” são ainda a referência para adesão dental na rotina do uso clínico. Este artigo resume as questões atuais e os fatores relacionados com o desempenho dos adesivos.

Borges et al., em 2007, realizaram um estudo entre a cerâmica composta por alumina e cimentada por três diferentes tipos de cimentos resinosos. O tratamento de superfície é um passo essencial na adesão da cerâmica na resina, e cerâmicas à base de alumina são, particularmente, difíceis de ter um preparo adequado para adesão aos cimentos resinosos. O objetivo do estudo foi avaliar a resistência adesiva entre a cerâmica e os cimentos utilizando o teste de push-out. Este teste foi selecionado por esses autores devido à forma dos espécimes concederem simulação da interface adesiva similar as características das inlays produzidas clinicamente. Foi aplicada força compressiva com uma velocidade 0,5mm/min durante a realização dos testes. A superfície da área adesiva foi determinada calculando a dimensão interna de cada amostra utilizando a fórmula $A = \pi h (R+r)$, onde A é a área de adesão, h é a espessura do disco de dentina, R é o raio do diâmetro maior da perfuração do disco de dentina e r é o raio menor da perfuração. O tipo de falha foi determinado com a utilização de um estereomicroscópio.

Em 2008, Soares et al., realizaram um estudo que testava a distribuição de tensão e a resistência adesiva de pinos intraradiculares utilizando como

metodologias o micropush-out, microtração e uma análise por elementos finitos. As amostras para o teste de microtração foram em forma de ampulheta e de bastão. As amostras em forma de bastão tiveram falhas prematuras em quase todas as espécimes; portanto, este grupo não pôde ser incluído no teste mecânico. Não houve diferença significativa nos resultados entre os testes mecânicos micropush-out e o teste de microtração, mas quando realizaram uma análise por elementos finitos de ambos os testes, o push-out demonstrou uma distribuição de tensão mais homogênea e uma menor variabilidade no teste mecânico. Portanto, este artigo preconiza o teste push-out como a metodologia mais indicada para determinar a resistência adesiva de pinos de fibra de vidro em dentina intraradicular.

Burrow et al., em 2008, publicaram um artigo que comparava a resistência adesiva, pelo teste de microcisalhamento, da dentina e do esmalte utilizando sistemas adesivos auto-condicionante de dois passos (Clearfil SE Bond) e de um único passo (G-Bond, One-Up Bond-F Plus, Clearfil S3 Bond, Adper Prompt L-Pop e Go!). Os resultados mostraram que o sistema adesivo de dois passos obteve maior resistência adesiva para dentina. Entretanto, para o esmalte a resistência adesiva do Clearfil SE não mostrou diferença estatística quando comparado com o G-Bond e Go!; todos os outros materiais tiveram resultados estatisticamente menores. Os autores recomendam examinar esses novos materiais clinicamente para determinar sua eficácia.

Yiu et al., em 2008, realizaram um estudo que examinava o efeito da preparação da superfície da dentina utilizando diferentes brocas e várias velocidades na resistência adesiva pelo teste de microtração. Foram utilizados dois sistemas adesivos auto-condicionantes, Clearfil SE Bond (dois passos) e Clearfil S3 Bond (um passo). 50 terceiros molares foram selecionados e divididos em 5 grupos (n=10) de acordo com o tipo de broca (diamantada ou carbeto de tungstênio) e com a velocidade de rotação (baixa ou alta). No grupo controle foram utilizadas lixas abrasivas de carbeto de silício cuja granulometria correspondia a 600. Concluiu-se que a maior resistência adesiva foi encontrada

utilizando SE Bond aplicado na superfície da dentina preparada com broca carbeto de tungstênio em alta rotação. A broca e o adesivo selecionados são essenciais para obter uma boa adesão na dentina.

Abdalla & Felizer, em 2008, avaliaram o efeito da armazenagem em água na resistência adesiva pelo teste de microtração utilizando um sistema adesivo de condicionamento total (Admira Bond) e dois adesivos auto-condicionantes (Clearfil SE Bond, Hybrid Bond). 54 terceiros molares humanos foram divididos em três grupos (n=18). Cada grupo foi restaurado com resina Clearfil APX usando um dos adesivos testados. Para cada grupo experimental (n=6) foram produzidos três testes: A= dentes seccionados longitudinal, vestibulo-lingual e mesio-distal em fatias (1,0-1,2mm de espessura) e armazenados em água por 24 horas para realização do teste de microtração (controle); B= dentes também seccionados, entretanto as fatias foram armazenadas em água a 37°C por 4 anos e depois foi realizado o teste de microtração (armazenagem em água direta); C= primeiro foram armazenadas em água a 37°C por 4 anos, depois foram seccionadas as fatias e realizado o teste de microtração (armazenagem em água indireta). Todos os adesivos testados mostraram nenhuma redução na resistência adesiva depois de 4 anos armazenados em água indireta, entretanto, depois de 4 anos armazenados em água direta, todos os adesivos tiveram menor adesão devido a deteriorização da resistência.

PROPOSIÇÃO

3. PROPOSIÇÃO

Avaliar a resistência de união de restaurações diretas de resina composta na superfície dentinária.

1. Variando o sistema adesivo:

a. Convencional

Scotchbond MP (3 passos)

Single Bond (2 passos)

b. Auto-condicionantes

Prompt-L-Pop (ácido + primer + adesivo) – um passo

Adhe SE (ácido + primer) – dois passos

2. Variando o tipo de ensaio mecânico:

a. Micropush-out

b. Micro-cisalhamento

3. Em 2 diferentes tempos de armazenagem em água.

a. Imediato (24 horas)

b. Mediato (12 meses)

Avaliar e comparar as amostras dos diversos grupos pelo método da microscopia eletrônica de varredura (MEV).

MATERIAIS E MÉTODOS

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Seleção dos dentes

Após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia (protocolo nº 027/07), foram coletados 160 molares humanos com idades semelhantes, livres de cárie e má-formação, rizogênese completa e com, no máximo, 4 meses após a extração (figura 1). Os dentes foram limpos com curetas periodontais e submetidos à profilaxia com pedra pomes e água e então armazenados em frascos identificados pelo grupo dental em solução aquosa tamponada de timol a 0,2% (Pharmacia Biopharma Ltda., Uberlândia, Brasil) em temperatura ambiente.



Figura 1. Terceiros molares humanos hígidos selecionados para a pesquisa após análise dos critérios de inclusão e exclusão.

4.2. Preparação das amostras

Foram usados 80 dentes para o teste “micropush-out” e 80 para o teste de micro-cisalhamento, separados aleatoriamente um para cada grupo. Todos os dentes de ambos os grupos foram limpos com curetas manuais, fixados em blocos de resina de poliestireno (Cristal, Piracicaba, SP, Brasil) até uma distância de 2mm do terço cervical e, sob refrigeração com água, o terço oclusal foi cortado com disco diamantado (Isomet, Buehler, USA) para expor a

dentina superficial que foi, então, padronizada com lixa SiC de granulometria 600 (figura 2).

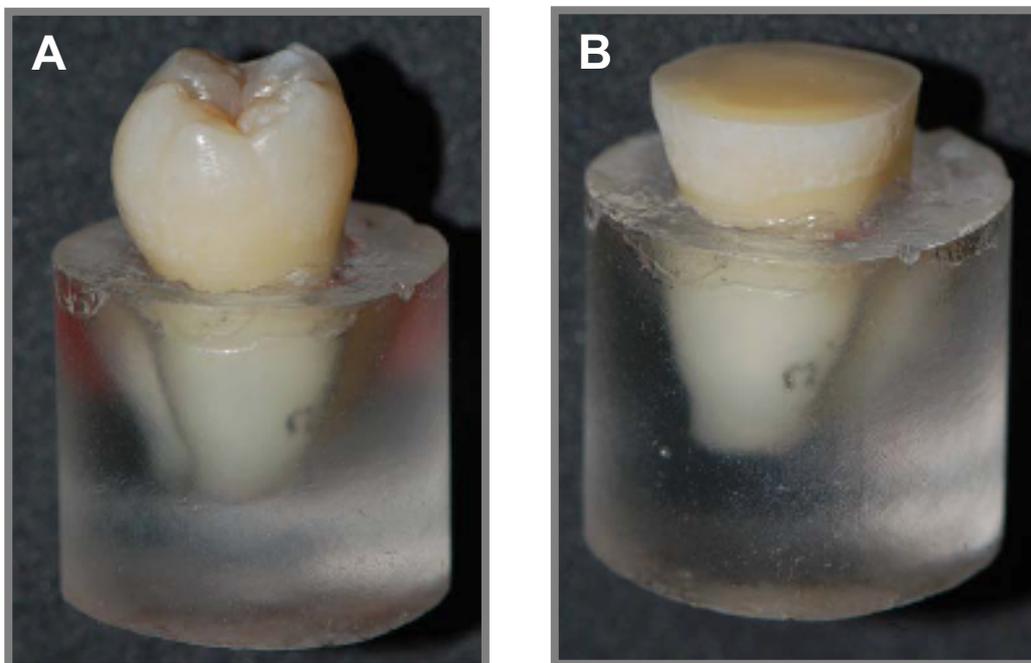
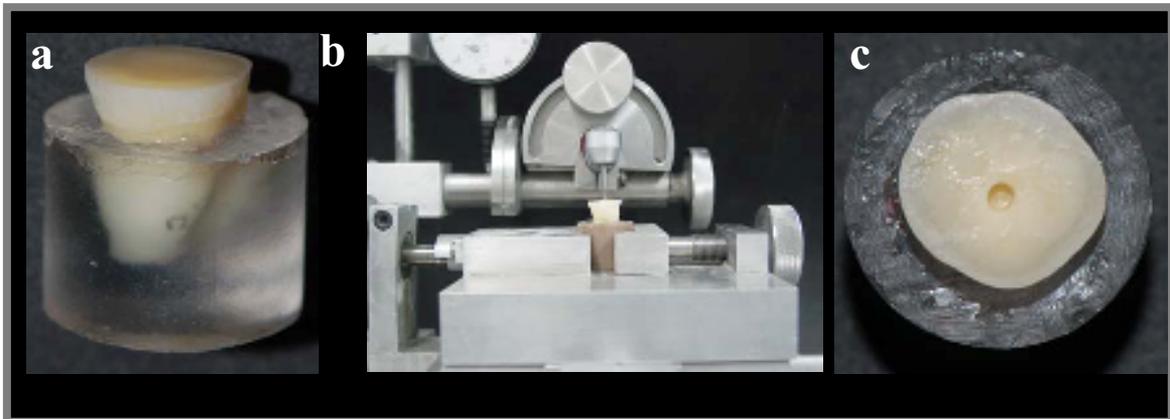


Figura 2. Sequência inicial do preparo das amostras. A- dente hígido fixado em um bloco de resina de poliestireno, B- dente com dentina superficial exposta.

4.3. Preparo das amostras para o teste “micropush-out”

Uma cavidade central e cônica com 2,0 mm de profundidade (diâmetro de 1,5 mm na superfície e 1,0 mm no fundo) foi preparada em oitenta dentes usando uma máquina padronizadora de preparos (Soares et al., 2004), com brocas tronco-cônicas (702 KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil, Lote 0001) sob abundante refrigeração (figura 3). Cada broca foi descartada após 10 preparos. Os dentes foram subdivididos em 4 grupos (n=20) e a cavidade tratada para a restauração da seguinte forma: SLB – sistema adesivo simplificado com condicionamento ácido (Adper Single Bond); SMP – sistema adesivo multi-passos (Adper Scotchbond Multiuso Plus); PLP – sistema adesivo auto-condicionante (Adper Prompt-L-Pop); ADH – sistema adesivo com primer autocondicionante (Adhe SE). O protocolo de uso de cada material seguiu as

instruções dos respectivos fabricantes (quadro 1) e a composição dos materiais restauradores está listada no quadro 2. Todos os materiais foram aplicados



com uma mini-esponja e os excessos de água e/ou componentes dos adesivos foram removidos da cavidade com outras mini-esponjas.

Figura 3. Sequência do preparo das amostras para o teste de micropush-out .
A- dente com dentina superficial exposta, B- máquina padronizadora de preparo realizando o preparo cavitário, C- dente com o preparo cavitário concluído.

Quadro 1. Especificações e protocolo de uso de cada material.

Material	Protocolo
Adper Scotchbond MP Plus (3M ESPE, MN, St. Paul, USA, Lote 5BA)	Aplicação de ácido fosfórico a 37% (FGM, Joinville, SC, Brasil) por 15 seg, lavagem por 15 segundos, secagem por 2 segundos.
	Aplicação de primer e secagem suavemente por 5 segundos.
	Aplicação de adesivo e fotopolimerização por 10 segundos.
Adper Single Bond (3M ESPE, MN, St. Paul, USA, Lote 6HR)	Aplicação de ácido fosfórico a 37% (FGM, Joinville, SC, Brasil) por 15 seg., lavagem por 15 seg., remoção do excesso de água com papel absorvente.
	Imediatamente aplicação de 2-3 camadas consecutivas por 15 seg. Secagem com ar suavemente por 5 segundos.
	Fotopolimerização por 10 segundos.
Adhese SE (Ivoclar Vivadent, Amherst, NY, USA, Lote G10260)	Secagem da dentina por 10 seg, aplicação de uma camada do primer por 15 seg, esperar mais 15 seg, jato vigoroso de ar pra remoção dos excessos;
	Aplicação de 2 camadas de bond, jato fraco de ar por 5 seg.
	Fotopolimerização por 10 segundos.
Adper Prompt-L-Pop (3M ESPE, AG, Alemanha, Lote 267779)	Dosagem de uma gota do líquido A e do B e misturar bem com um aplicador.
	Esfregaço com pressão do adesivo na cavidade por 15 seg.
	Jato de ar no adesivo até se tornar uma fina película.
	Fotopolimerização por 10 segundos.

Quadro 2. Composição dos sistemas adesivos.

Material	Composição
Adper Scotchbond MP	Primer: Água, HEMA, copolímero de ácido carboxílico Adesivo: HEMA, Bis-GMA
Adper Single Bond	Etanol, Bis-GMA, silano, HEMA, copolímero de ácido acrílico e itocônico, glicerol, diuretano dimetacrilato, 3 dimetacrilato
Adhe SE	Primer: Dimetacrilato, ácido fosfônico acrilato, bis(acrilamida), iniciadores, estabilizadores, água, CQ; Adesivo: Bis-GMA, GDMA, HEMA, sílica, CQ, amina terciária.
Adper Prompt-L-Pop	Líquido A: Mono e di-HEMA fosfatos, dimetacrilato, CQ, amina aromática substituída e fenol substituído; Líquido B: água, Hidroximetacrilato, ácido policarbônico de metacrilato e fenol substituído

As cavidades foram então restauradas em incremento único com resina composta híbrida (Filtek Z250, 3M ESPE, USA, Lote 6YM) polimerizada por 20 segundos na superfície, usando aparelho de luz halógena Optilight II (Gnatus – Ribeirão Preto – São Paulo – Brasil) com potência de 500 mW/cm². Metade dos dentes de cada subgrupo (n=10) foi armazenada em água destilada à temperatura de 37° C por 12 meses para o teste mediato. Após 24 horas, para o teste imediato, de cada um dos 10 dentes foi obtida uma fatia oclusal (figuras 4 e 5), com 1,5 mm de espessura usando disco diamantado de dupla face (4”x 0,12 x 0,12, Extec, Enfield, CT, USA) montado em micrótomo de tecido duro (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, USA) refrigerado por água.

Após 12 meses os dentes armazenados em água foram submetidos ao mesmo processo de obtenção e teste das amostras e os dados registrados

para análise. Entretanto foi necessário tomar cuidado na armazenagem em água porque existe uma diminuição de pH e aumento da proliferação bacteriana com o decorrer do tempo de armazenagem. Estas bactérias podem infiltrar na interface adesiva e em regiões cujas fibras colágenas não foram envolvidas pelo primer e pelo adesivo, sendo susceptíveis à degradação hidrolítica por ácidos e enzimas liberadas pelas bactérias (Burrow et al.,1996).

Houve um cuidado muito grande para que não existissem nem diminuição do pH e nem aumento bacteriano, foram realizadas trocas constantes da água de armazenamento das amostras.

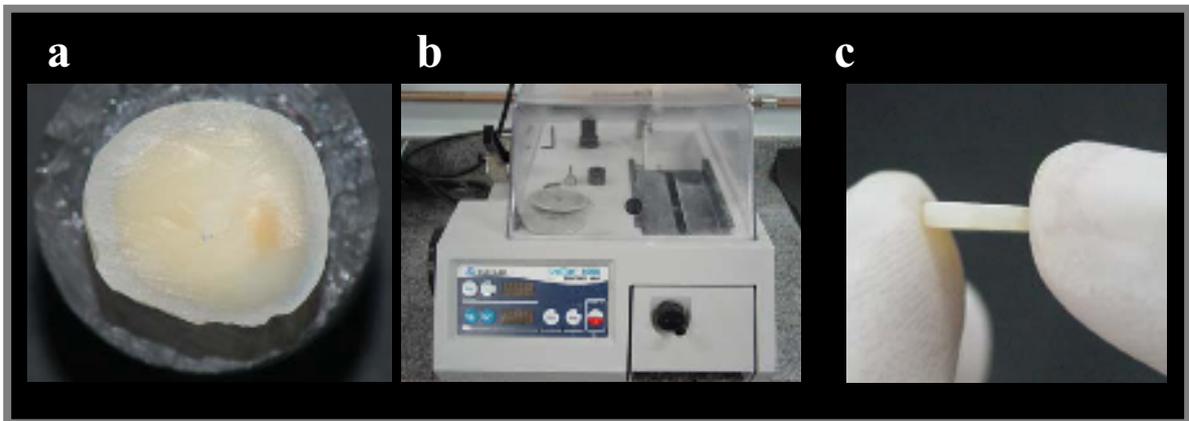


Figura 4. Sequência de corte do dentes (A) dente com a restauração concluída (B) micrótomo de tecido duro (C) fatia obtida de 1,5mm de espessura.

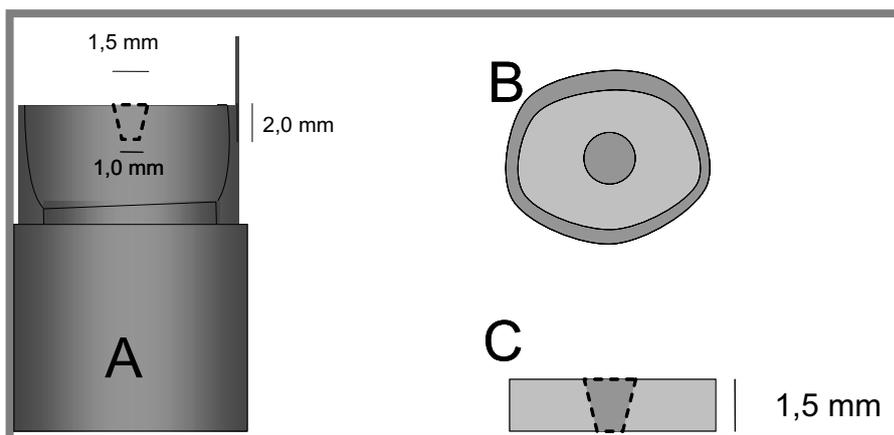


Figura 5. Desenho esquemático do preparo dos dentes (A) e características das amostras: vista oclusal (B) e vista lateral (C) dos cortes.

4.3. Realização do ensaio mecânico “micropush-out”

Para a realização do ensaio de micropush-out foi utilizado dispositivo constituído por base metálica em aço inoxidável com 30 mm de diâmetro em forma de disco com 4mm de espessura contendo orifício de 2 mm de diâmetro na região central com maior altura no seu contorno para permitir preenchimento com água para que as amostras fossem mantidas sempre hidratadas, O dispositivo foi então posicionado na base da máquina de ensaio mecânico (EMIC DL 2000, São José dos Pinhais, Brasil) de forma que a ponta metálica cilíndrica aplicadora de carga (0,8 mm de diâmetro e 2 mm de comprimento) ocupasse a posição central do orifício da base metálica. As fatias foram então posicionadas dentro do dispositivo contendo água, com o menor diâmetro voltado para cima, estando a restauração posicionada sobre o orifício da base, tendo a extremidade da ponta aplicadora de carga como referência. Utilizando célula de carga de 50N, o carregamento vertical foi feito no sentido ápice/coroa à velocidade de 0,5 mm/minuto, até a ocorrência de falha (Figura 6 e 7). No momento da falha os valores da força eram registrados em Newtons e, para serem expressos em MPa, foram divididos pela área da interface adesiva, calculada pela fórmula:

$$A = \pi h (R+r)$$

onde π é a constante 3.14, h a espessura dos espécimes, R é o raio do diâmetro maior e r é o raio do menor diâmetro, em mm (Borges et al. 2007). A espessura de cada fatia (1,5 mm \pm 0,3) foi verificada com paquímetro digital e os diâmetros topo e base das cavidades foram obtidos através de inspeção em lupa estereoscópica (Leica CLS 100) com amplificação de 40x.

Finalizados os testes mecânicos, as amostras foram avaliadas em lupa estereoscópica com aumento de 40x para definição do tipo de falha, se adesiva ou coesiva.

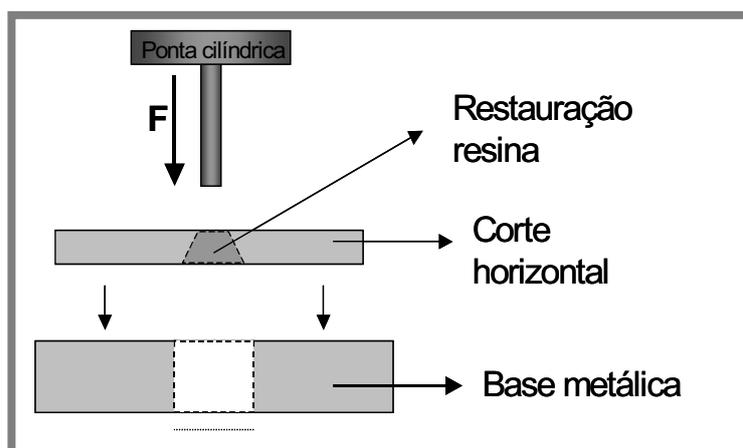


Figura 6 – Esquema ilustrativo do aparato para os testes de “micropush-out”.

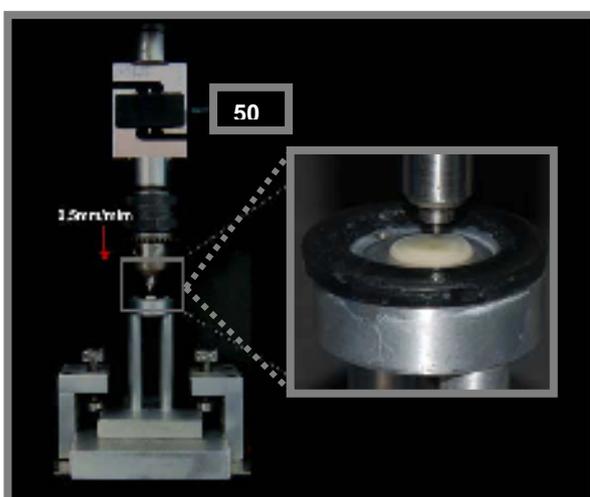


Figura 7 – Ensaio mecânico micropush-out.

4.4. Preparo das amostras para o teste do micro-cisalhamento

Outros 80 dentes, já com a dentina do terço oclusal exposta e padronizada conforme descrito no item 4.1, receberam o tratamento superficial conforme o protocolo de uso dos diferentes sistemas adesivos. Finalizados os processos de adesão, em contato com a superfície dentinária foi posicionada uma matriz cilíndrica transparente de silicone de 1 mm de altura com orifício de 1 mm de diâmetro obtida de uma sonda uretral n° 4 descartável (Fabrimed, Santo Antônio de Posse, SP, Brasil, Lote 247). Esta matriz foi preenchida com resina composta (Filtek Z250, 3M ESPE, USA, Lote 6YM) em incremento único polimerizado por 20 segundos na superfície oclusal à distância de 2 mm da

superfície coronária, usando aparelho de luz halógena Optilight II com potência de 500 mW/cm². Sobre cada superfície preparada foi construído 1 microcilindro de resina cuja matriz fora cuidadosamente removida com lâmina de bisturi após a polimerização (figura 8).

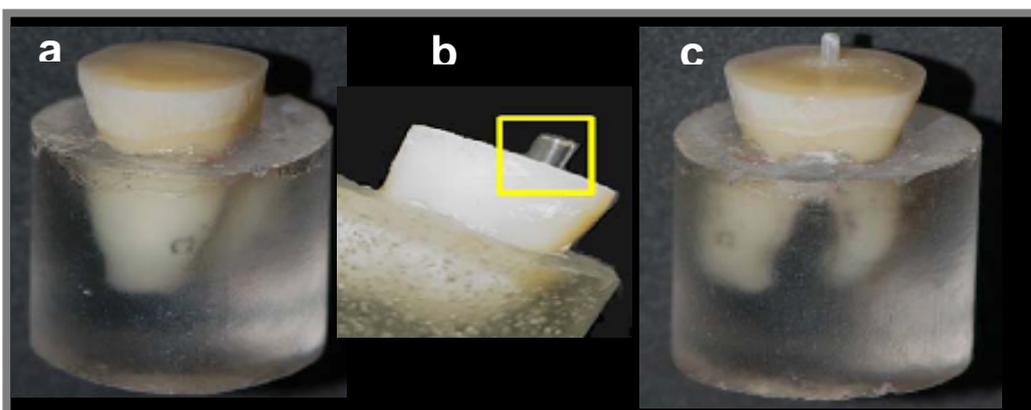


Figura 8 – Preparo das amostras para o ensaio mecânico micro-cisalhamento: A - dente com dentina superficial exposta, B - matriz de silicone posicionada para preenchimento com resina composta, C- microcilindro de resina composta na superfície de dentina exposta na porção coronária.

4.5. Realização do teste de microcisalhamento.

Após o período de armazenagem de 24 horas (n=40) e de 12 meses (n=40), as amostras foram posicionadas no dispositivo na base da máquina de ensaio mecânico (EMIC DL 2000, São José dos Pinhais, Brasil) de forma que a ponta aplicadora de carga ficasse o mais paralela e o mais próximo possível da superfície dentinária, e o contato da ponta aplicadora de carga na base da restauração (figuras 9 e 10). As amostras foram, então, submetidas aos ensaios mecânicos de micro-cisalhamento, com carregamento vertical à velocidade de 0,5 mm/min, usando célula de carga de 50 N. Os valores de resistência adesiva foram registrados em MPa pela máquina de ensaio mecânico.

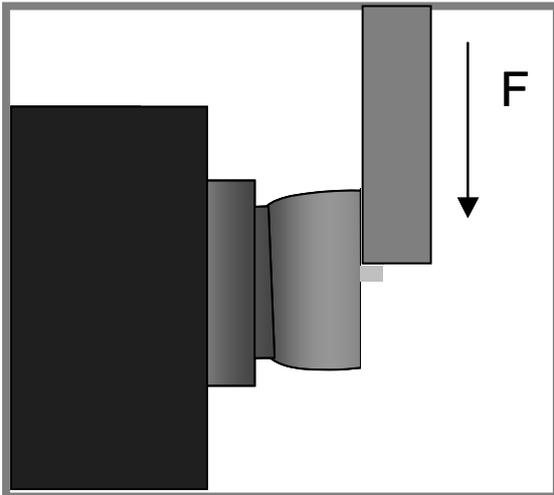


Figura 9 – Diagrama ilustrativo do aparato para os ensaios de microcisalhamento.

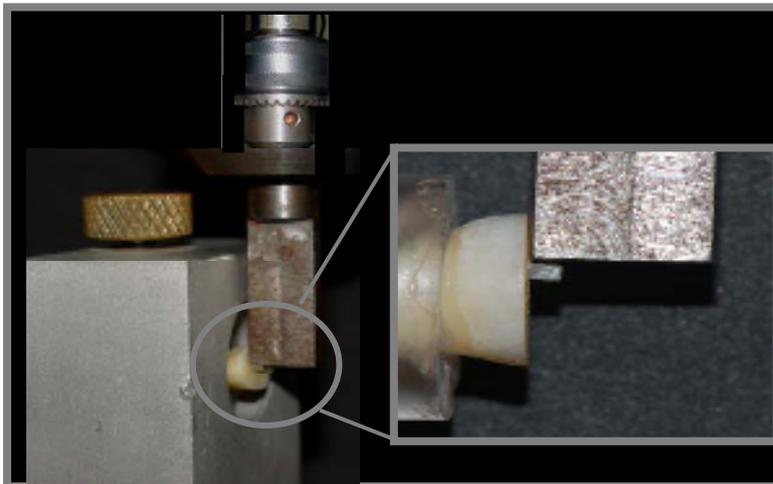


Figura 10 – Realização do ensaio mecânico microcisalhamento.

4.6. – Análise estatística dos dados

Inicialmente foi realizada análise exploratória dos dados pelo PROC LAB do programa estatístico SAS (Institute Inc., Cary, NC, USA, Release 9.1, 2003). Após a transformação raiz quadrada dos dados, os mesmos foram analisados por meio de Análise de Variância em esquema fatorial adesivo x tempo de armazenagem x método de avaliação e teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

4.7- Preparo das amostras e análise em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Duas fatias de cada grupo que não foram submetidas ao teste de micropush-out foram selecionadas para realização de microscopia eletrônica de varredura (figura 11-A,B). As amostras receberam acabamento e polimento com lixas de carbetto de silício em ordem decrescente de granulação, #1000, 1200 e 1500, montadas em politriz elétrica giratória Maxigrind (Solotest, São Paulo, SP, Brasil) sob irrigação constante de água, e em seguida polidas com panos de feltro (Arotec S/A indústria e Comércio, Cotia, SP, Brasil), associados com respectivas pastas de polimento com partículas de diamante em ordem decrescente de granulometria 6 μm , 3 μm , 1 μm , 1/4 μm (Arotec S/A indústria e Comércio, Cotia, SP, Brasil) (Figura 11– C,D).

Após todos os procedimentos de acabamento e polimento, as amostras eram imersas por 10 minutos em ultra-som (Ultrasonic cleaner 1440D ,Odontobrás Ind. Com. De Equipamentos Odontológicos Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com água destilada. Em seguida, para visualização da camada híbrida, foram desidratadas uma de cada grupo em soluções ascendentes de etanol a 30%, 50%, 70%, 90% e 100%. As amostras ficaram por 10 minutos em cada solução, sendo realizados três banhos consecutivos na solução de etanol a 100%. Após isso, as amostras foram secas em estufa a 70° C, durante uma hora e metalizadas. As que objetivavam a visualização dos tags do adesivo, foram colocadas durante 1 min em solução com ácido clorídrico 6mol/L, depois foram imersas em solução de hipoclorito de sódio 5% por 10 minutos e em soluções ascendentes de etanol. Para a metalização, as amostras foram fixadas em stubs com fita de carbono dupla-face (Electron Microscopy Sciences, Washington, USA). Estas foram então cobertas com fina camada de ouro por meio de metalizadora (MED 10, Balzers Union, Fürstentum, Liechtenstein) (Figura 11-E). Em seguida foram levadas ao MEV (JSM 56000IV, JEOL, Tokyo, Japan) para a captura das imagens das interfaces (figura 11-F).

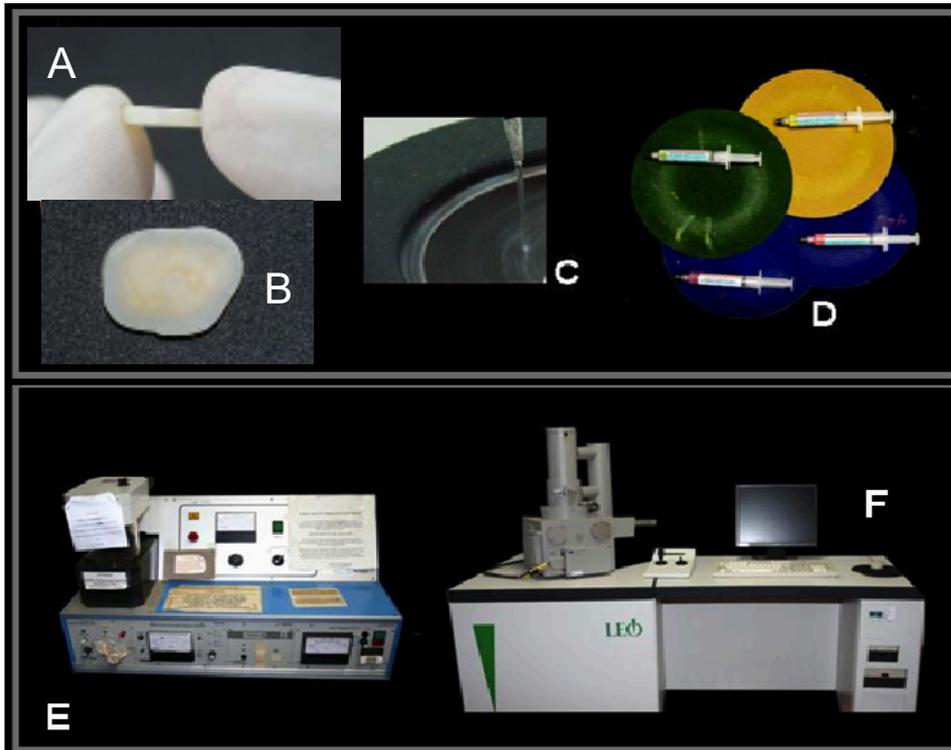


Figura 11 – Realização das microscopias eletrônicas de varredura: A – vista lateral da amostra, B – vista frontal da amostra, C – politriz com lixa de acabamento, D – pastas diamantadas com seus respectivos discos de feltros, E – metalizadora, F – Microscópio eletrônico.

RESULTADOS

5. RESULTADOS

Pela ANOVA não houve diferença significativa entre os tempos de armazenamento ($p=0,6343$), mas houve diferença entre os métodos de avaliação ($p<0,0001$) e entre os adesivos ($p<0,0001$). As interações adesivos x métodos ($p=0,0002$) e adesivos x métodos x tempo ($p=0,0037$) foram significativas conforme mostra a Tabela 1. A Tabela 2 mostra os coeficientes de variação dos valores obtidos para cada grupo Após o desdobramento das interações, obteve-se o resultado apresentado na tabela 1 e 2 e no gráfico 1.

Tabela1. Resistência adesiva média (desvio padrão) referente aos testes de micropush-out e microcisalhamento para os diferentes tipos de adesivo e de armazenagem.

Tempo	Adesivo	MICROPUSH-OUT	MICROCISALHAMENTO
		Média \pm Desvio Padrão	Média \pm Desvio Padrão
Imediata	SLB	12,87 \pm 3,91 Ab	8,84 \pm 4,73 Bab
	SMP	15,79 \pm 3,60 Aab	15,25 \pm 8,00 Aa
	PLP	14,67 \pm 5,34 Ab	8,62 \pm 5,76 Bab
	ADH	25,56 \pm 9,80 Aa	5,90 \pm 2,99 Bb
Armazenada	SLB	15,14 \pm 3,97 Aa	5,22 \pm 3,12 Bb
	SMP	20,48 \pm 4,98 Aa	11,68 \pm 4,02 Ba
	PLP	15,27 \pm 4,06 Aa	5,89 \pm 3,64 Bb
	ADH	20,91 \pm 6,62 Aa	9,44 \pm 5,36 Bab

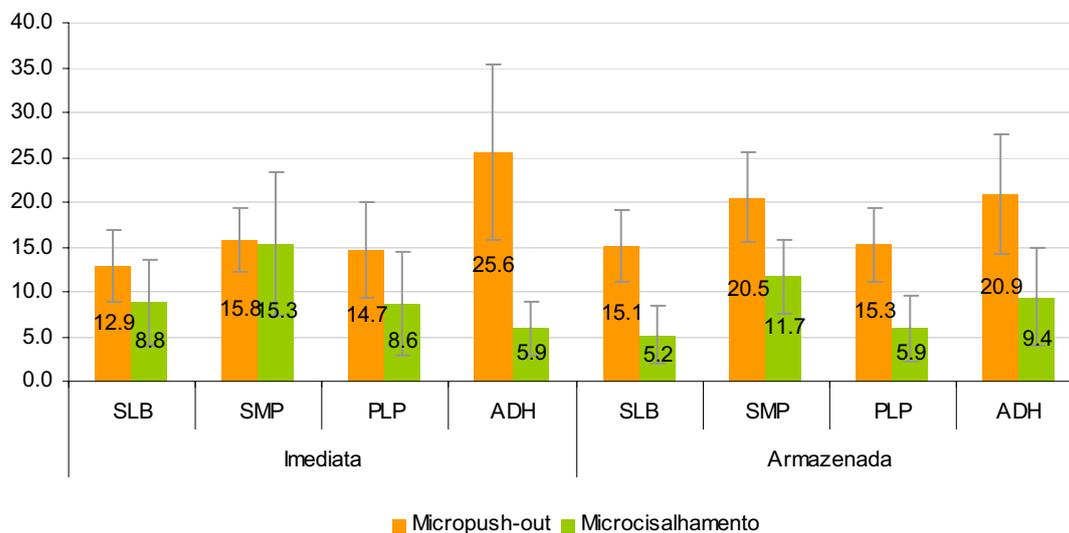
Médias seguidas de letras distintas (maiúsculas na horizontal comparando método e minúsculas na vertical comparando adesivos dentro de cada tempo de armazenagem) diferem entre si pela ANOVA e teste de Tukey ($p<0,05$).
 Legenda: SLB- Adper Single Bond; SMP- Adper Scotchbond MP- PLP; Adper Prompt-L-Pop; ADH- AdheSE.

Tabela 2. Dados comparativos dos coeficientes de variação entre os 2 métodos indicando menor variabilidade para o teste micropush-out.

Tempo	Adesivo	MICROCISALHAMENTO	
		MICROPUSH-OUT	MICROCISALHAMENTO
Coeficiente de Variação			
Imediata	SLB	30,4	53,5
	SMP	22,8	52,4
	PLP	36,4	66,8
	ADH	38,3	50,6
Armazenada	SLB	26,2	59,8
	SMP	24,3	34,4
	PLP	26,5	61,7
	ADH	31,6	56,7

Legenda: SLB- Adper Single Bond; SMP- Adper Scotchbond MP- PLP; Adper Prompt-L-Pop; ADH- AdheSE.

Gráfico 1. Resultado ANOVA referente aos teste de micropush-out e microcislhamento para os diferentes tipos de adesivo e de armazenagem



Legenda: SLB- Adper Single Bond; SMP- Adper Scotchbond MP- PLP; Adper Prompt-L-Pop; ADH- AdheSE.

A análise do modo de falha indicou falhas adesivas em todos os grupos. O padrão de falha adesiva foi definido em lupa estereoscópica identificando o deslocamento da restauração e não sendo detectado nenhum defeito na estrutura dentária e mesmo no corpo da restauração.

A análise em MEV (figuras 12-15), não mostrou sinais de degradação da camada híbrida após 12 meses de armazenagem. As microscopias contendo o adesivo Adper Scotchbond MP mostraram a formação de longos tags de resina em grande número (figuras 13).

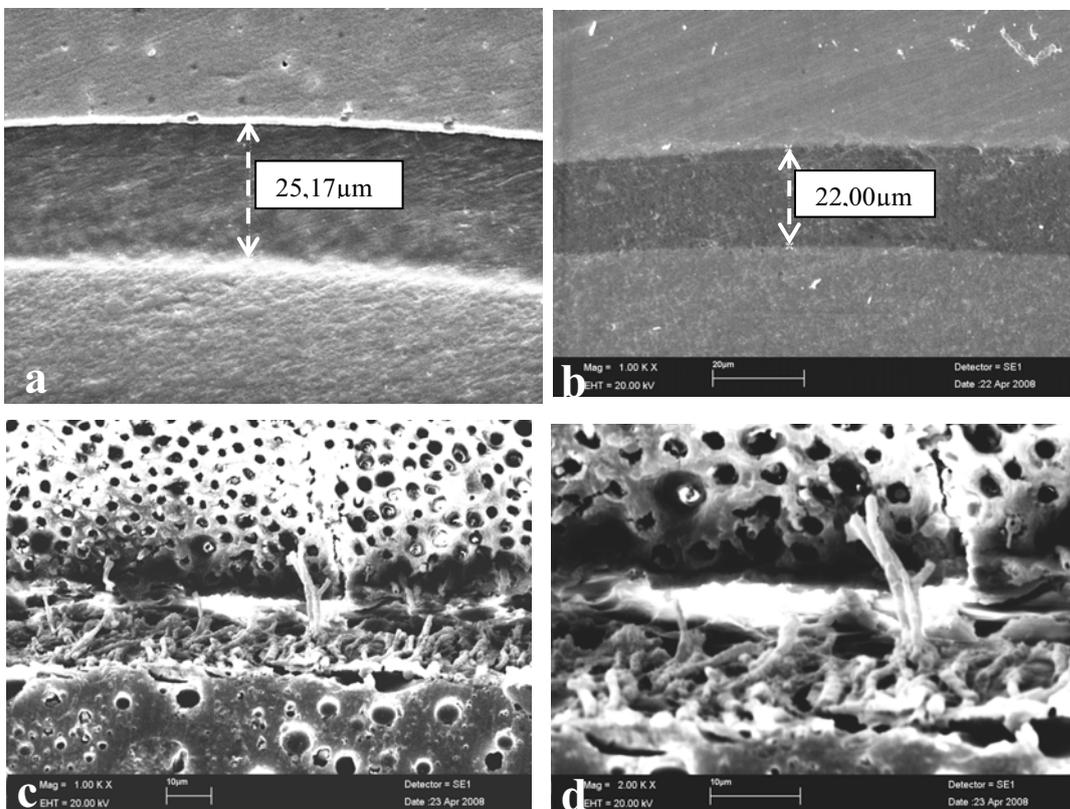


Figura 12 – MEV das amostras que utilizou o adesivo Adper Single Bond - a: camada híbrida (imediate), b: camada híbrida (armazenada), c-d: tags de resina

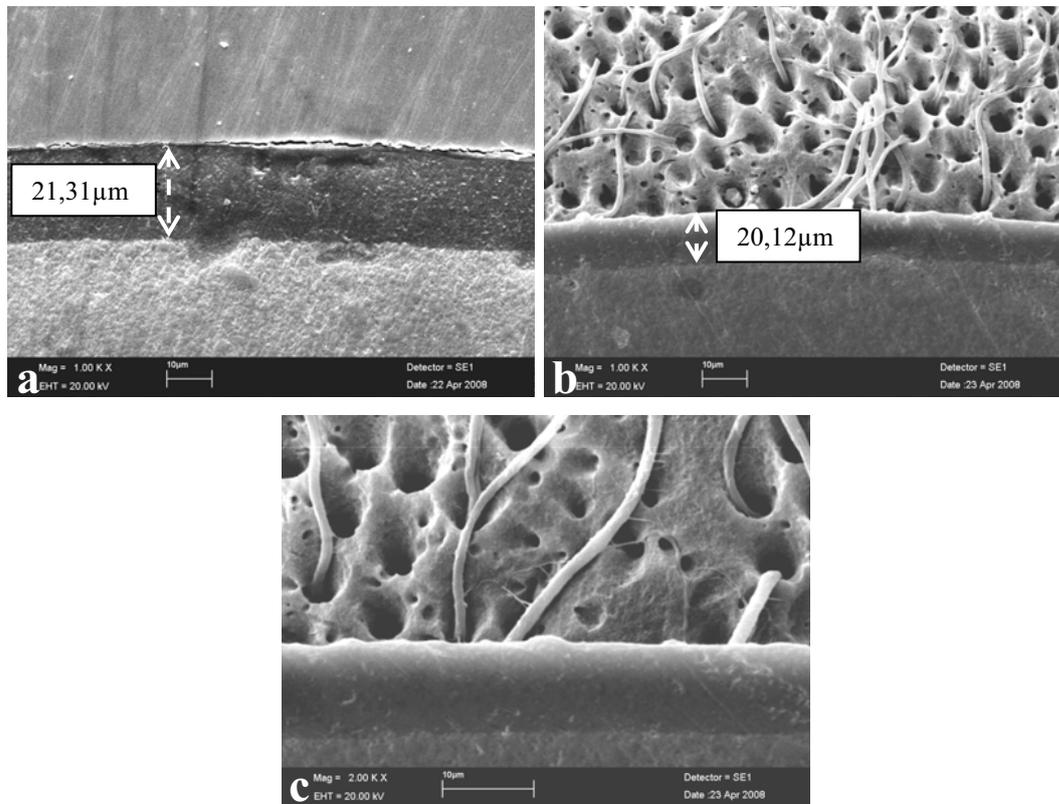


Figura 13 – MEV das amostras que utilizou o adesivo Adper Scotchbond - a: camada híbrida (armazenada), b: camada híbrida (imediate) e tags de resina, c: tags de resina

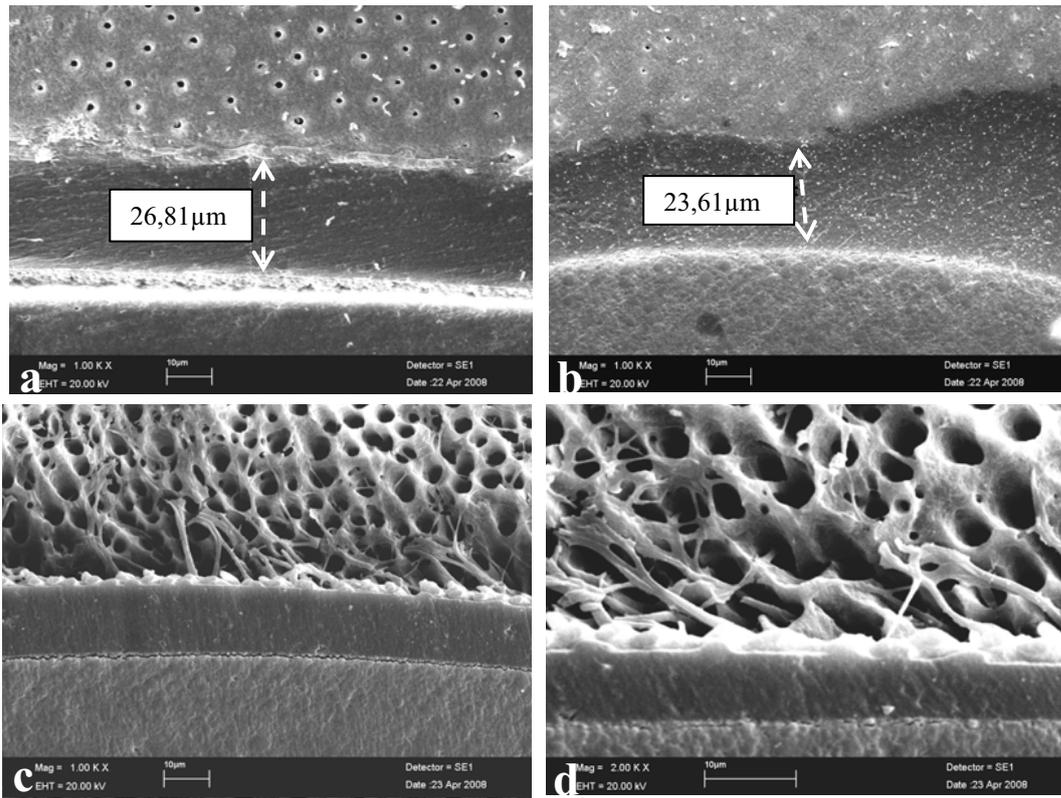


Figura 14 – MEV das amostras que utilizou o adesivo Adper Prompt-L-Pop - a: camada híbrida (imediata), b: camada híbrida (armazenada), c-d: tags de resina

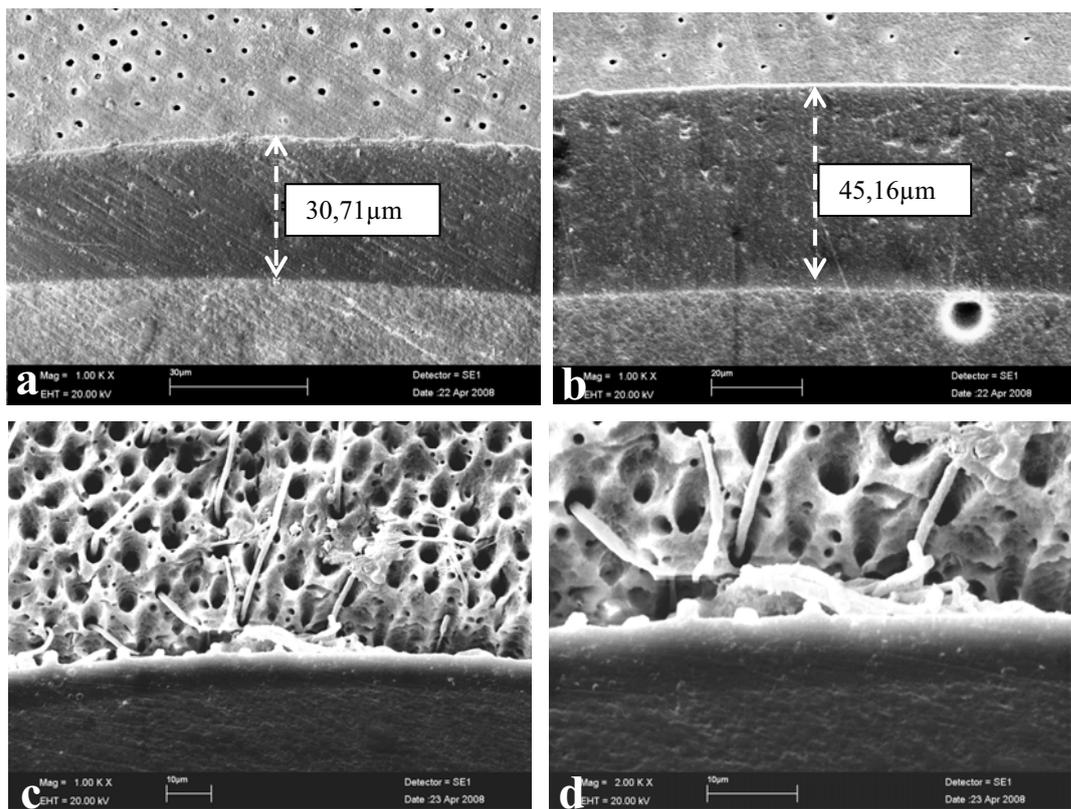


Figura 15 – MEV das amostras que utilizou o adesivo Adhe SE - a: camada híbrida (imediate), b: camada híbrida (armazenada), c-d: tags de resina

DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

Embora as avaliações clínicas apresentem condições mais fidedignas para investigar a qualidade e eficiência dos sistemas adesivos, seu controle ao longo do tempo pode ser dificultado. Em condições laboratoriais a resistência de união proporcionada pelos diferentes sistemas adesivos não pode ser efetivamente comparada em função dos diversos fatores que podem influenciá-la. No presente trabalho foram investigadas as resistências de união proporcionadas por sistemas diferentes na composição e manipulação, e a influência do método e da armazenagem em água nos valores de resistência. As hipóteses nulas foram rejeitadas visto que a análise estatística indicou diferença significativa entre os sistemas adesivos e o método de avaliação investigados. Porém, a hipótese nula de influência da armazenagem em água foi aceita.

Dentre os vários fatores que podem influenciar o desempenho dos sistemas adesivos na dentina estão o substrato da dentina, a produção do teste e a manipulação do material. (Yesilyurt et al., 2006; Bouillaguet et al., 2001) .

A durabilidade da interface adesiva entre dente e biomateriais é essencial para uma restauração ideal. A adesão ao esmalte já mostrou enorme sucesso clínico, mas a adesão à dentina não é previsivelmente relatada quanto à integridade da interface adesiva ao longo do tempo. (Yesilyurt et al., 2006).

No começo, algumas pesquisas utilizando a dentina como substrato de adesão não eram bem sucedidas, provavelmente devido às propriedades da dentina, que possui um alto conteúdo orgânico, uma microestrutura tubular úmida e a presença de smear layer. A evolução dos sistemas adesivos resultou em mais efetividade de união na dentina, ou seja, maiores valores de resistência de união foram encontrados com o passar dos anos (Frankenberger et al., 2004).

Atualmente, os adesivos podem ser agrupados em sistemas convencionais e auto-condicionantes. (Yesilyurt et al., 2006). Os sistemas convencionais podem ser de três passos (Scotchbond MP) e simplificado

(Single Bond); e os sistemas auto-condicionantes de dois passos (Adhese) e de passo único (Prompt-LPop) (De Munck et al., 2005).

Os adesivos convencionais removem completamente a smear layer, abrem os túbulos dentinários e desmineralizam a dentina subjacente levando à exposição das fibras colágenas para seu encapsulamento após aplicação do primer e do adesivo, formando a camada híbrida (Silveira et al., 2006). A mais recente inovação entre os sistemas adesivos foi à introdução dos adesivos auto-condicionantes de um único passo. O conceito dos adesivos “tudo-em-um” é baseado no fato de não ser realizada a lavagem dos monômeros ácidos que condicionam e preparam a dentina ao mesmo tempo (De Munck et al., 2003; Yesilyurt et al., 2006). Os adesivos auto-condicionantes tem como vantagem a diminuição dos passos clínicos e simplificação na aplicação da técnica (Pecora et al., 2002; De Munck et al., 2003; Goracci et al., 2004b; Yesilyurt et al., 2006)., adequado estado de hidratação, sendo a técnica menos sensível às diferenças (De Munck et al., 2003; Yesilyurt et al., 2006).

Em contato com a umidade existe uma diminuição de pH e, com o decorrer do tempo, bactérias podem infiltrar na interface adesiva em regiões cujas fibras colágenas não foram completamente envolvidas pelo primer e pelo adesivo, sendo susceptíveis à degradação hidrolítica por ácidos e enzimas liberadas pelas bactérias (Burrow et al., 1996).

Neste estudo foram testados adesivos auto-condicionantes de um único passo (Prompt-L-Pop) e de dois passos (AdheSE), e os resultados mostraram valores maiores para o adesivo auto-condicionantes de dois passos quando comparado ao de frasco único, tanto para o ensaio mecânico micropush-out quanto para o microcisalhamento, independente do tempo de armazenagem. Resultados semelhantes foram relatados por De Munck et al. (2003). Apenas no grupo imediato realizado com o microcisalhamento o Prompt-L-Pop mostrou maior valor comparado com o AdheSE. A efetividade dos adesivos auto-condicionantes depende de múltiplos fatores e tem como virtude seu auto-condicionamento natural, contém monômeros ácidos e água. Os sistemas adesivos que contém excesso de água na sua composição podem diluir o primer e reduzir a efetividade da adesão. O Prompt-L-Pop possui na sua

composição 80% de água, e possui monômeros acídicos mais fortes. Estes sistemas adesivos baseados em água podem resultar em menor resistência de união devido à incompleta polimerização dos monômeros. E quando a “smear layer” é espessa, ácidos fracos não são efetivos o suficiente e a penetração do adesivo resinoso se torna limitada (Yesilyurt et al., 2006). O Promp-L-Pop possui como uma limitação sua baixa viscosidade, de tal ordem que, para que possa atingir uma força adequada e evitar ser desalojado após a colocação da resina composta, é aconselhado aplicar o material em mais de uma camada (Armstrong et al., 2003).

A combinação do primer e do adesivo em um único frasco pode reduzir efetivamente a hibridização (Bouillaguet et al., 2001). Os adesivos auto-condicionantes mostram que esses materiais apenas modificam ou removem parcialmente a smear layer e formam uma camada híbrida relativamente fina comparada com os adesivos convencionais. Todos esses motivos justificam os baixos resultados encontrados do Prompt-L-Pop, em termos de resistência adesiva, estatisticamente significativa apenas quando comparados com o grupo que utilizou Adhe SE, imediato e testados com micropush-out, e no grupo que utilizou o Adper Scotchbond MP mediato e testado com microcisalhamento. Este trabalho mostrou que o Adhese SE, apesar de ser auto-condicionante, apresentou ótimos resultados, provavelmente, por possuir em sua composição partícula de dióxido de silício como carga e este composto pode ter contribuído para o resultado positivo encontrado (Goracci et al., 2004b). Porém, por ser auto-condicionante a durabilidade de adesão deveria ser investigada em acompanhamento clínico.

Existe relato de que a resistência de união dos sistemas auto-condicionantes de um e dois passos na dentina é menor que a resistência de união dos adesivos convencionais (Yesilyurt et al., 2006). Algumas vezes esses agentes de união podem não penetrar completamente na zona de dentina desmineralizada e envolver todas as fibras colágenas expostas, existindo uma degradação deste colágeno e com o tempo causando falhas adesivas e microinfiltração (Silveira et al., 2006)

Foram utilizados como adesivos convencionais neste trabalho o adesivo Single Bond (2 passos) e o adesivo Adper Scotchbond MP (3 passos). A vantagem de usar sistemas adesivos convencionais de três passos é claramente refletida nos resultados deste trabalho. O adesivo Adper Scotchbond MP, apesar de não ser estatisticamente significativo em todas as situações deste trabalho, foi o adesivo que apresentou maiores valores de resistência de união juntamente com o AdheSE. O primeiro é um adesivo convencional de três passos e o segundo um auto-condicionante simplificado de dois passos.

Os valores obtidos com o adesivo Single Bond foram estatisticamente semelhantes com os valores do Adper Scotchbond MP e do Prompt-L-Pop no ensaio de micropush-out do grupo imediato.

No ensaio micropush-out mediato e microcislamento imediato o Single Bond foi semelhante com todos os adesivos.

Analisando os resultados obtidos com o ensaio mecânico de microcislamento com o grupo imediato o Single Bond foi estatisticamente semelhante ao Prompt-L-Pop e ao Adhe SE. Resultados obtidos na literatura indicam que pode não existir diferença estatística entre adesivos convencionais e simplificados (Frankenberger et al., 2004).

Em geral a resistência de união se manteve estável durante um ano. Não existiu diferença estatística entre os grupos imediatos e os grupos mediatos, tanto para o teste de microcislamento como para o teste de micropush-out. A degradação hidrolítica por ácidos e enzimas parece não ter ocorrido neste trabalho. E isto é também comprovado pelas imagens das microscopias que mostram que a camada híbrida do grupo armazenado não sofreu degradação.

A resistência adesiva pode ser mensurada em testes laboratoriais utilizando um ou mais métodos efetivos para caracterizar a adesão de produtos comerciais à dentina. (Yesilyurt et al., 2006). Entretanto, métodos diferentes podem resultar em diferentes valores de resistência adesiva em função da área de adesão, da distribuição de tensões, do tipo e intensidade da carga.

Sano et al.,(1994) desenvolveu o teste de microtração, que utiliza áreas de adesão muito pequenas, possibilitando avaliar a resistência adesiva em diferentes regiões e uma uniformidade na distribuição de tensão durante a realização do teste mecânico (Pashley et al., 1995b). O maior obstáculo para a realização de teste de microtração é na preparação das espécies, podendo induzir defeitos na interface que podem conduzir a menores valores de resistência de união ou até mesmo falhas pré-teste (De Munck et al., 2003). O teste “micropush-out” utilizado no presente trabalho, analogamente ao teste de microtração, também utiliza pequena área de adesão e a forma de aplicação da carga parece induzir a uma distribuição de tensão mais uniforme na interface de união, em comparação com o teste por microcisalhamento. Como vantagens do teste “micropush-out” em relação ao microcisalhamento destacam-se a simulação mais fiel de passos clínicos e fácil domínio no preparo das amostras. No teste micropush-out a carga de compressão resulta em cisalhamento na interface de união cuja falha é observada por extrusão da restauração, conferindo boa simulação das características clínicas (Borges et al., 2007).

Sano et al., em 1994 relatou também que o valor da resistência de união será inversamente proporcional à área de adesão e, quanto menor a área menor a ocorrência de falhas coesivas, tendendo a zero. Para o teste de microtração em áreas de aproximadamente 2mm² todas as falhas são naturalmente adesivas.

A razão para o aumento da resistência de união em função da diminuição da área é devido à redução de defeitos superficiais ou aumento da tensão na interface adesiva ou com o substrato (Sano et al., 1994; Pashley et al., 1995b; Phrukkanon et al., 1998a,b). Espécimes grandes podem conter mais defeitos que espécimes pequenos (Pashley et al., 1995b; Phrukkanon et al., 1998a,b) e a área de adesão não é uniforme microscopicamente (Pashley et al., 1995b). A interface pode conter bolhas de ar, separações das fases, superfície áspera, e não uniformidade da espessura da película de adesivo que pode levar a não uniformidade da distribuição de tensão (Pashley et al., 1995b). A propagação de fratura é muito maior devido a não uniformidade da

interface adesiva, especialmente na borda da interface (Pashley et al., 1995b) e o tamanho pequeno das amostras distribui melhor a tensão (Pashley et al., 1995b; Phrukkanon et al., 1998a). Nestas condições a falha de adesão ocorreria mais próximo da real força de resistência (Pashley et al., 1995b).

No presente trabalho as áreas de adesão foram de aproximadamente $1,0 \pm 0,2 \text{ mm}^2$ para o microcisalhamento e de $4,7 \pm 0,3 \text{ mm}^2$ para o micropush-out. Apesar da área de união das amostras confeccionadas para o teste micropush-out terem sido bem maiores que a área das amostras para o ensaio mecânico de microcisalhamento, tendo grandes possibilidades de defeitos ao longo da interface adesiva, os valores de resistência de união foram maiores para o teste de micropush-out. O teste de microcisalhamento mostrou existir uma distribuição irregular de tensões que pode ter ocorrido fora da área de união resultando em menores valores de resistência de união (Senawongse et al., 2004). O teste de cisalhamento tem sido rotineiramente utilizado para medir o desempenho de sistemas adesivos, mas existe um questionamento sobre a concentração de tensão fora da área de união durante o ensaio mecânico (Bouillaguet et al., 2001). Isto pode justificar os resultados encontrados no teste de microcisalhamento em comparação com o micropush-out, que mesmo usando menor área de adesão apresentou valores de resistência de união significativamente menores.

Na comparação dos testes de microtração e micropush-out para pinos (Soares et al., 2008), a partir de uma análise em modelos por elementos finitos, os resultados mostraram que o micropush-out permitiu uma distribuição de tensão mais homogênea ao longo da interface adesiva e um menor coeficiente de variação na sua execução. O teste de microtração mostrou maior concentração de tensão na dentina. No presente estudo, embora o substrato que recebe a carga diretamente seja a resina composta, o mecanismo de falha é semelhante e pode apresentar também melhor distribuição das tensões na interface de união. Os maiores valores de resistência adesiva, o menor coeficiente de variação e a totalidade de falhas adesivas encontradas sugerem concentração das tensões na interface de união.

Nos testes de “micropush-out” realizados por Betke et al. (2005) as cavidades foram preparadas e restauradas em fragmentos já seccionados, uma situação diferente da realidade clínica, embora o mecanismo do teste seja semelhante ao executado no presente trabalho . No teste de “micropush-out” a tensão resultante da carga aplicada na restauração resulta em tensão de cisalhamento na interface adesiva e a falha ocorre por deslocamento da restauração dentro da cavidade. O teste de micropush-out aqui desenvolvido reproduz mais fielmente todos os passos clínicos de execução de preparo e restauração com resina composta. Preserva as vantagens metodológicas de avaliação de reduzidas áreas de união e, provavelmente, permite distribuição de tensões mais uniforme ao longo da interface de união. Além disso, é um teste de fácil domínio e menos sujeito à variabilidade desde o preparo das amostras até a execução do teste. O mecanismo do teste de micropush-out consiste de uma carga de compressão que resulta em cisalhamento da interface adesiva, levando à extrusão da restauração.

CONCLUSÃO

7. CONCLUSÃO

Baseado nos resultados deste estudo in vitro e considerando suas limitações, as seguintes conclusões podem ser descritas:

1. A interação adesivo x tempo x método promoveu resultados estatisticamente diferentes com maiores valores para o Scotchbond MP e o Adhe SE.
2. O método micropush-out resultou em valores de união significativamente mais altos, com menor coeficiente de variação, indicando ser mais consistente que o microcissalhamento, e não incorreu em falhas precoces durante o preparo das amostras.
3. Não houve diferença nos resultados quando comparados os grupos imediatos e os grupos armazenados.
4. As MEV mostraram não existir degradação na camada híbrida após um ano de armazenagem.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. Abdalla AI, Feilzer AJ. Four-year water degradation of a total-etch and two self-etching adhesives bonded to dentin. **J Dent** 2008;36(8):611-7.
2. Ahmad I. Evaluating dentin bonding agents: an update. **Pract Proced Aesthet Dent** 2003;15(7):529-36.
3. Armstrong SR, Keller JC, Boyer DB. The influence of water storage and C-factor on the dentin–resin composite microtensile bond strength and debond pathway utilizing a filled and unfilled adhesive resin. **Dent Mater** 2001;17(3):268-76.
4. Armstrong SR, Vargas MA, Fang Q, Laffoon JE. 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** 2003;5(1):47-56.
5. Atac AS, Cehreli ZC, Sener B. Antibacterial activity of fifth-generation dentin bonding systems. **J Endod** 2001;27(12):730-3.
6. Betke H, Ziebolz D, Rien C, Blunck U, Attin T. Influence of disinfectants on dentin bond strength of different adhesive systems. **Oper Dent** 2005;30:250-6.
7. Bolaños-Carmona V, González-López S, Briones-Luján T, De Haro-Muñoz C, de la Macorra JC. Effects of etching time of primary dentin on interface morphology and microtensile bond strength. **Dent Mater** 2006;22(12):1121-9.
8. Borges GA, de Goes MF, Platt JA, Moore K, de Menezes FH, Vedovato E. Extrusion shear strength between an alumina-based ceramic and three different cements. **J Prosthet Dent** 2007;98(3):208-15.
9. Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin Ch., Meyer JM. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. **J Dent** 2001;29:55-61.
10. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res** 1955;34(6):849-53.

11. Burrow MF, Satoh M, Taami J. Dentin bond durability after three years using a dentin bonding agent with and without priming. **Dent Mater** 1996; 12:302-307.
12. Burrow MF, Kitasako Y, Thomas CD, Tagami J. Comparison of enamel and dentin microshear bond strengths of a two-step self-etching priming system with five all-in-one systems. **Oper Dent** 2008; 33(4):456-60.
13. De Munck J, Van Meerbeek B, Satoshi I, Vargas M, Yoshida Y, Armstrong S, Lambrechts P, Vanherle G. Microtensile bond strengths of one- and two-step self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. **Am J Dent** 2003;16(6):414-20.
14. 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** 2005; 84(2):118-32.
15. Eiriksson SO, Pereira PN, Swift EJ, Heymann HO, Sigurdsson A. Effects of blood contamination on resin-resin bond strength. **Dent Mater** 2004;20(2):184-90.
16. Frankenberger R, Strobel WO, Lohbauer U, Krämer N, Petschelt A. The effect of six years of water storage on resin composite bonding to human dentin. **J Bio Mat Res** 2004; 69(1):25-32.
17. Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. **J Dent Res** 1979;58(4):1364-70.
18. Garcia FC P, Wang L, Pereira LCG, Tay FR, Pashley D H, Carvalho RM. O paradoxo da evolução dos sistemas adesivos. **Rev Assoc Paul Cir Dent** 2003;57(6):449-453
19. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, Tay F, Ferrari M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. **Eur J Oral Sci** 2004a;112(4):353-361.
20. Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Cardoso PE, Ferrari M. Microtensile Bond Strength of Self-etching Adhesives to Enamel and Dentin. **J Adhes Dent** 2004b;6(4):313-318.

21. Harada TS, Pazinato FB, Wang L, Atta MT. Effect of the Number of Coats of Simplified Adhesive Systems on Microleakage of Dentin-Bordered Composite Restorations. **J Contemp Dent Pract** 2006;7(5):34-41.
22. Hiraishi N, Kitasako Y, Nikaido T, Nomura S, Burrow MF, Tagami J. Effect of artificial saliva contamination on pH value change and dentin bond strength. **Den Mat** 2003;19(5):429-434.
23. Kugel G, Perry R. Direct composite resins: an update. **Compend Contin Educ Dent** 2002;23(7):593-6.
24. Pecora N, Yaman P, Dennison J, Herrero A. Comparison of shear bond strength relative to two testing devices. **J Prosthet Dent** 2002;88(5):511-5.
25. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, et al. Permeability of dentin to adhesive agents. **Quintessence Int** 1993; 24(9):618-31.
26. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Carvalho RM, Russel, CM. Bond strength versus dentin structures: a modeling approach. **Archs Oral Biol** 1995a;40(12):1109-18
27. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. **Dent Mater** 1995b; 11(2):117-25.
28. 15. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentin adhesion. **J Dent** 1997; 25(5): 355-72.
29. Paul SJ, Welter DA, Ghazi M, Pashley D. Nanoleakage at the dentin adhesive interface vs μ -microtensile bond strength. **Oper Dent** 1999;24(3):181-8.
30. Perdigão J, Lopes M. Dentin bonding – Questions for the new millennium. **J Adhes Dent** 1999; 1(3):191-209.
31. Perdigão J. New developments in dental adhesion. **Dent Clin North Am** 2007;51(2):333-57
32. Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. Effect of cross-sectional surface area on bond strengths between resin and dentin. **Den Mat** 1998a;14(2):120-128.

33. Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. **Dent Mater** 1998b;14(3):212–221
34. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho RM, Pashley DH. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength – evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent Mater** 1994; 10(4):236-240.
35. Senawongse P., Harnirattisai C, Shimada Y, Tagami J. Effective bond strength of current adhesive systems on deciduous and permanent dentin. **Oper Dent** 2004; 29(2):196-202.
36. Silveira de Araújo C, Incerti da Silva T, Ogliari FA, Meireles SS, Piva E, Demarco FF. Microleakage of seven adhesive systems in enamel and dentin. **J Contemp Dent Pract** 2006;7(5):26-33.
37. Soares CJ, Santana FR, Castro CG, Santos-Filho PC, Soares PV, Qian F, Armstrong SR. Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: Comparison between microtensile and push-out tests. **Dent Mater** 2008;24(10):1405-11
38. Soares CJ, Martins LR, Pfeifer JM, Giannini M. Fracture resistance of teeth restored with indirect-composite and ceramic MOD systems. **Quintessence Int.** 2004; 35:281-6.
39. Tyas MJ, Burrow MF. Adhesive restorative materials: a review. **Aust Dent J** 2004;49(3):112-21; quiz 154.
40. Yeşilyurt C, Bulucu B. Bond strength of total-etch and self-etch dentin adhesive systems on peripheral and central dentinal tissue: a microtensile bond strength test. **J Contemp Dent Pract** 2006;7(2):26-36.
41. Yiu CK, Hiraishi N, King NM, Tay FR. Effect of dentinal surface preparation on bond strength of self-etching adhesives. **J Adhes Dent** 2008;10(3):173-82.
42. Van Meerbeek B, Yoshida Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, Vanherle G, Wakasa K, Pashley DH. Hybridization effectiveness of a two-step versus a three-step smear layer removing adhesive system examined correlatively by TEM and AFM. **J Adhes Dent.** 1999;1(1):7-23.

ANEXOS



Universidade Federal de Uberlândia
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
COMITÉ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP
Av. João Naves de Ávila, nº 2160 - Bloco J - Campus Santa Mônica - Uberlândia-MG -
CEP 38400-089 - FONE/FAX (34) 3239-4531

**ANÁLISE FINAL Nº 122/07 DO COMITÉ DE ÉTICA EM PESQUISA PARA O
PROTOCOLO REGISTRO CEP/UFU: 027/07**

Projeto Pesquisa: "Influência de métodos experimentais e de diferentes adesivos na união de restaurações diretas e indiretas ao substrato dental"

Pesquisador Responsável: Roberto Elias Campo

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 196/96, o CEP manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa proposto.

Situação: O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com seres humanos, nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

Recomendação: Encaminhar ao CEP/UFU as decisões finais sobre a decisão da FAPEMIG e empresas particulares.

O CEP/UFU lembra que:

a- segundo a Resolução 196/96, o pesquisador deverá arquivar por 5 anos o relatório da pesquisa e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, assinados pelo sujeito de pesquisa.

b- poderá, por escolha aleatória, visitar o pesquisador para conferência do relatório e documentação pertinente ao projeto.

c- a aprovação do protocolo de pesquisa pelo CEP/UFU dá-se em decorrência do atendimento a Resolução 196/96/CNS, não implicando na qualidade científica do mesmo.

Data para entrega do Relatório parcial: fevereiro/2008

Data para entrega do Relatório final: dezembro/2008

13 de abril de 2007.

Prof. Dra. Sandra Terezinha de Farias Furtado
Coordenadora do CEP/UFU

Orientações ao pesquisador:

(Para parecer Aprovado ou Aprovado com Recomendações)

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusa-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 - Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.A). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA - junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e). O prazo para entrega de relatório é de 120 dias após o término da execução prevista no cronograma do projeto, conforme norma da Res. 196/96 CNS.