

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
NÍVEL: MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA



AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE
RESTAURAÇÕES COM HIBRIDIZAÇÃO *IN VIVO* E *IN VITRO*
EM DENTES HUMANOS COM DIFERENTES PROTOCOLOS
DE ARMAZENAGEM

Daniel Schirmer

Canoas – RS
2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
NÍVEL: MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE
RESTAURAÇÕES COM HIBRIDIZAÇÃO *IN VIVO* E *IN VITRO*
EM DENTES HUMANOS COM DIFERENTES PROTOCOLOS
DE ARMAZENAGEM

Daniel Schirmer

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Odontologia da Universidade Luterana do Brasil como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Alcebiades Nunes Barbosa

Canoas – RS
2007

Dedicatória

Dedico este trabalho ao meu pai Heldo Ilvo Schirmer, e a minha mãe Iara Trevian Schirmer, pela dedicação e paciência por tantos anos de educação.

À minha mulher Ivana Pinto, que me apoiou nas horas difíceis e nos momentos de turbulências.

Aos meus irmãos que mesmo distantes deram apoio ao trabalho.

Aos meus amigos e colegas, que presentes ou não fizeram parte do dia a dia deste trabalho.

Agradecimentos

A Deus, por permitir tudo isso.

Ao professor Alcebíades Nunes Barbosa, pela serena orientação, pelos conselhos que fizeram que os acertos fossem sempre maiores que os erros.

Ao professor Adair Luiz Stefanello Busato, pelas palavras de incentivo, pelo exemplo de ser professor, de ser amigo.

Ao professor Eduardo Gália Reston, pela amizade, pelo respeito e pela paciência.

Ao professor Evandro Piva por abrir as portas da UFPEL e possibilitar a conclusão deste trabalho.

Ao professor Celso Klein Jr, pela amizade em primeiro lugar, e pela ajuda preciosa na realização desta dissertação.

Ao professor José Schneider Santos, por sua alegria e boa vontade, pelo exemplo de pessoa e pela sua grande ajuda neste trabalho.

“A vida são deveres que nós trouxemos pra fazer em casa.

Quando se vê já são seis horas!

Quando se vê, já é sexta-feira...

Quando se vê, já terminou o ano...

Quando se vê, passaram-se 50 anos!

Agora, é tarde demais para ser reprovado...

*Se me fosse dada, um dia, outra oportunidade, eu nem
olhava o relógio. Seguiria sempre em frente*

*e iria jogando, pelo caminho, a casca
dourada inútil das horas...*

*Dessa forma eu digo, não deixe de fazer algo que gosta devido a falta de
tempo, a única falta que terá, será desse tempo que infelizmente não
voltará mais...”*

Mário Quintana

*“... sirvam as nossas façanhas
de modelo a toda a terra...”*

RESUMO

O presente estudo avaliou a resistência a microtração em dentes hibridizados e restaurados *in vivo* e comparou com os resultados em dentes hibridizados e restaurados *in vitro*, divididos em quatro grupos, de acordo com o momento da restauração: logo após a exodontia, após armazenados durante 6 meses resfriados em água destilada, após 6 meses congelados e após seis meses mantidos secos. Foram utilizados 25 pré-molares hígidos, que tiveram sua dentina planificada na altura da metade da coroa clínica. Os espécimes foram divididos em cinco grupos: *in vivo*, recém extraídos, água destilada, congelados e dente seco. Após os procedimentos restauradores (utilizando o sistema adesivo Single Bond 2 e a resina composta Filtek Z 250 - 3M ESPE) os dentes foram cortados em dois sentidos perpendiculares, onde se obtiveram palitos que foram submetidos aos testes de microtração. Os resultados foram analisados estatisticamente através da Análise de Variância complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%. As médias da resistência adesiva, expressas em MPa, foram de 21,68 para o grupo *in vivo* e para os grupos *in vitro*, 29,37 no grupo recém extraídos; 28,23 em água destilada; 24,87 em dentes congelados; 37,15 para os dentes mantidos secos. A maioria das fraturas foram do tipo adesiva (95,94%). Os resultados encontrados não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos restaurados *in vitro* com os dentes recém extraídos. Os dentes restaurados *in vivo* somente tiveram diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação ao grupo de dentes secos. O meio de armazenamento não foi estatisticamente significativo neste estudo, exceto no grupo de dente seco, demonstrando que dentes armazenados secos não representam a resistência adesiva de restaurações realizadas clinicamente.

Palavras-chave:

Adesivos; Resina composta; Resistência à tração

ABSTRACT

The present work evaluated the resistance to microtensile in teeth hybridized and restored in vivo and compared with the results of in vitro hybridized and restored teeth, divided into four groups, according to the moment of the restoration: right after the extraction, after having been stored during six months cooled in distilled water, after six months frozen and after six months kept dry. 25 healthy premolars have been used. Their dentine has been planished in the height of half of the clinical crown. The specimens have been divided into five groups: in vivo, just extracted, distilled water, frozen and dry tooth. After the restoring procedures (using the adhesive system Single Bond 2 and the composed resin Filtek Z 250 – 3M ESPE) the teeth have been cut in two perpendicular directions, The results have been analyzed statistically through the Analysis of Relevance complemented by the Tukey's Multiple Comparison Test, to the level of significance of 5%. The averages of adhesive resistance, expressed in MPa, were of 21,68 for the group in vivo and for the groups in vitro, 29,37 in the group of the just extracted; 28,23 in distilled water; 24,87 in frozen teeth; 37,15 for the teeth kept dry. The majority of the fractures were of adhesive type (95,94%). The results found did not show statistically significant differences between the groups restored in vitro with the teeth just extracted. The teeth restored in vivo only had significant differences ($p < 0,05$) in relation to the group of dry teeth. The means of storing was not statistically significant in this study, except in the group of dry teeth, demonstrating that teeth stored dry do not represent the adhesive resistance of restorations clinically done.

Key words: Adhesives; Composed Resin; Resistance to traction

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1 REVISÃO DA LITERATURA	19
1.1 Os Sistemas Adesivos	20
1.2 Dentina.....	24
1.3 Pressão Intrapulpar	28
1.4 Armazenamento	30
1.5 Testes em Microtração	33
1.6 Microscopia Eletrônica.....	41
2 PROPOSIÇÃO	47
3 METODOLOGIA	49
3.1 Obtenção da Amostra.....	49
3.2 Materiais Restauradores	49
3.3 Grupos Experimentais.....	50
3.3.1 Grupo <i>In Vivo</i>	50
3.3.2 Grupos <i>In Vitro</i>	50
3.4 Preparo e Restauração das Amostras	52
3.4.1 Grupos <i>In Vitro</i>	52
3.4.2 Grupo <i>In Vivo</i>	56
3.5 Preparo dos Espécimes para o Teste de Microtração.....	59
3.6 Teste de Microtração	62
3.7 Padrão de Fratura	64
3.8 Microscopia Eletrônica.....	64
4 RESULTADOS	68
4.1 Microscopia Eletrônica de Varredura.....	71
5 DISCUSSÃO	78
5.1 Considerações sobre o Substrato.....	79
5.2 Considerações sobre a Metodologia	82
5.2.1 <i>Desinfecção dos Dentes</i>	83

5.2.2 Preparo do Substrato – Obtenção da Smear Layer	83
5.2.3 Teste de Microtração	83
5.3 Considerações sobre os Resultados	84
5.4 Considerações sobre a Observação em Microscopia	88
5.5 Considerações Finais	89
CONCLUSÕES	92
REFERÊNCIAS	95
ANEXO A - Termo de consentimento Livre e Esclarecido aos pacientes que doarão seus dentes ao estudo <i>in vivo</i>	104
ANEXO B - Termo de consentimento Livre e Esclarecido aos pacientes que doarão seus dentes ao estudo <i>in vitro</i>	105
ANEXO C - Grupo Água Destilada	106
ANEXO D - Grupo Dente Seco	107
ANEXO E - Grupo Congelados	108
ANEXO F - Grupo <i>In Vivo</i>	109
ANEXO G - Grupo Recém Extraído	110

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Grupos experimentais.	52
Figura 2: Preparo da amostra após o recorte das raízes.	53
Figura 3: Uso do paquímetro para medir a coroa dental.	53
Figura 4: Aspecto da profundidade do preparo e sua relação com o tecido pulpar...54	
Figura 5: Politriz utilizada para planificar a coroa dental.	54
Figura 6: Dentes após o preparo prévio a restauração.	55
Figura 7: Aspecto do dente após a aplicação do material restaurador.....	56
Figura 8: Imagem do elemento 14 do paciente E.E utilizado no estudo.....	57
Figura 9: Aspecto após o isolamento absoluto.....	57
Figura 10: Aspecto do dente 14 logo após a restauração.	58
Figura 11: Elemento 14 imediatamente após a exodontia.	59
Figura 12: Amostra colocada na base acrílica.....	60
Figura 13: Máquina de cortes de precisão ISOMET 1000.....	60
Figura 14: Imagem dos palitos ainda na base de resina.	61
Figura 15: Imagem dos palitos de um grupo, depois de obtidos.	62
Figura 16: Palito colado ao dispositivo de ensaio.....	63
Figura 17: Dispositivo acoplado a célula de carga.	63
Figura 18: Máquina de Ensaio EMIC.....	64
Figura 19: Palitos depois de metalizados e colocados nos stubs.....	65
Figura 20: Microscópio eletrônico utilizado.	66
Figura 21: Gráfico comparativo entre os grupos.	69
Figura 22: Fotomicrografia da camada híbrida obtida do grupo <i>in vivo com</i> <i>Magnificação de 400x</i>	72

Figura 23: Fotomicrografia obtida da camada híbrida em um espécime do grupo <i>In vivo</i> no modo retro espalhado (Magnificação de 400x).	72
Figura 24: Fotomicrografia da camada híbrida obtida do Grupo Recém Extraído com magnificação de 800x.	73
Figura 25: Fotomicrografia da camada híbrida obtida do grupo Recém Extraído (em modo retro espalhado) com magnificação de 800x.....	73
Figura 26: Fotomicrografia da camada híbrida obtida do grupo Congelado (Magnificação de 800x).	74
Figura 27: Fotomicrografia da camada híbrida obtida do grupo Congelado modo RE (magnificação de 800x).	74
Figura 28: Fotomicrografia da camada híbrida obtida do grupo Água Destilada (Magnificação de 400x).	75
Figura 29: Fotomicrografia da camada híbrida obtida em modo retro-espalhado do grupo Água Destilada (Magnificação de 400x).....	75
Figura 30: Fotomicrografia da camada híbrida obtida de um espécime do grupo Dente Seco (Magnificação de 400x).	76
Figura 31: Fotomicrografia da camada híbrida obtida do grupo Dente Seco em modo RE com magnificação de 400x.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição das amostras por grupo experimental.	68
Tabela 2: Média de Tensão Máxima (MPa)	70
Tabela 3: Análise de Variância.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS

%	Por cento
4-META	4-metacrilóiloxietil-trimelitato anidrido
Bis-EMA	Bisfenol-A etoxilado dimetacrilato
Bis-GMA	Bisfenol-A diglicidil metacrilato
cmH ₂ O	centímetros de água (unidade de pressão)
EDTA	Ácido etilenodiaminotetracético
<i>et al</i>	E colaboradores
HEMA	2-hidroxietilmetacrilato
Kgf	Quilograma força
m/s	metros por segundo (unidade de velocidade)
MET	Microscopia eletrônica de transmissão
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
mm	milímetros (unidade de comprimento)
mm ²	Milímetros quadrados (unidade de área)
MPa	mega pascal (unidade de força)
mW/cm ²	miliwatt por centímetro quadrado (unidade de potência luminosa)
NaOCl	Hipoclorito de sódio
nm	nanômetro (unidade de comprimento)
°C	graus Celsius (unidade de temperatura)
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIP	Pressão intra-pulpar
RE	Retro espalhado
rpm	rotações por minuto (unidade de velocidade)
UDMA	Uretano dimetacrilato

UFPEL	Universidade Federal de Pelotas
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
μm	micrômetro (unidade de comprimento)
D	dentina
R	resina
A	adesivo

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Uma das maneiras de união entre dois materiais diferentes pode ser efetuada através da adesão física entre eles, intermediado ou não, por um adesivo. Davidson (1995) afirmou que a união entre os materiais é resultado de seu embricamento microscópico. Ao estudar a união entre dentina e resina, pode-se observar a formação de prolongamentos resinosos no interior dos espaços da dentina, que foi chamada de camada híbrida por Nakabayashi. et al., (1982).

Entretanto, a união entre estes dois substratos não é tão simples, principalmente pelas características presentes na dentina e suas constantes modificações. Essa variabilidade do tecido dentinário faz com que tenhamos algumas dificuldades ao estudarmos essa necessária união. À medida que os materiais evoluem é preciso compreender como eles se comportam sobre este tecido, e como a dentina se comporta junto a esse material. Ainda é necessário entender que as resinas devem ser desenvolvidas para suportarem as condições do meio bucal. Retief (1970) considerou a superfície dentinária como heterogênea, entre um dente e outro e entre áreas de um mesmo dente, também numerou alguns fatores importantes para o estudo da adesão como o ambiente úmido, as variações térmicas, o pH oral, entre outros.

Muitos autores consideram a dentina como um tecido vivo, que responde as agressões do meio, sendo uma estrutura complexa, composta de parte mineral e de parte orgânica, além de água.

Araújo; Botino (1998), consideraram que existem muitas variáveis que interferem na eficácia dos adesivos, relacionados à composição do próprio material e do substrato onde o adesivo irá atuar.

Para sabermos a melhor maneira de empregar os materiais adesivos devemos saber quais fatores estão relacionados ao substrato dentário, ao paciente e ao material restaurador (HEYMAN; BAYNE, 1993).

A dentina apresenta um constante fluxo hidráulico através dos túbulos dentinários (GARBEROGLIO; BRÄNNSTRÖM, 1976; SWIFT Jr. et al., 1995). Esse fenômeno é devido à presença de uma considerável pressão, proveniente da polpa. Esta característica da dentina é natural apenas *in vivo*, podendo ser simulada *in vitro*.

Testes laboratoriais são importantes para dar suporte ao desenvolvimento dos materiais restauradores, e para executá-los, pode-se utilizar dentes humanos. Porém, para a avaliação estatística, devemos ter uma amostra de número suficiente de dentes extraídos, o que nem sempre é possível dentro de um período curto de tempo, então podemos utilizar dentes armazenados. As condições de armazenamento devem preservar as características do elemento, semelhante a aquela que ele apresentava antes de extraído. Autores estudaram vários tipos de soluções (CAMPS. et al., 1996; PASHLEY. et al., 1995) e investigaram o tempo desse armazenamento (CAMPS. et al., 1996) no intuito de verificar se o armazenamento altera as propriedades do substrato.

Soube-se então que podem ocorrer modificações no decorrer do tempo e que essas mudanças podem afetar os resultados de resistência adesiva e infiltração marginal (GOODIS. et al., 1993).

A determinação do sucesso dos materiais restauradores se deve aos testes *in vivo* e *in vitro*, e nenhum destes testes individualmente tem sucesso ao simular o comportamento restaurador. Evidentemente, são os trabalhos clínicos que evidenciam o comportamento final dos materiais restauradores. Mas os fatores relacionados com a duração dos estudos, os requisitos bioéticos, aliadas a

dificuldade de padronização dos métodos, ainda mantêm a importância dos testes laboratoriais (VAN NOORT, 1994).

Sano. et al., (1994), criou o teste de microtração para avaliar a adesão em diferentes regiões da dentina. Em espécimes com pequenas áreas adesivas de 1,6 mm² a 1,8 mm². Para o teste, superfícies planas de dentina foram preparadas, onde se realizam o condicionamento de superfície e a aplicação do sistema adesivo. Após a inserção da resina composta em camadas até se atingir uma altura de 4 mm. Monta-se o conjunto em uma plataforma para realização de cortes seriados em dois sentidos perpendiculares. Os espécimes obtidos são colados em um dispositivo que será adaptado a uma máquina de ensaios para realizar os testes de tração dos palitos.

Este teste apresenta várias vantagens, segundo Pashley. et al., (1995), como por exemplo: maior número de falhas adesivas, maior força de colagem pode ser medida, permite medir a força de adesão em diferentes regiões e possibilita testar em pequenas áreas.

Há a necessidade de se comparar os resultados *in vivo* e *in vitro*, dentro uma mesma metodologia, para que possamos identificar pontos que possam ser importantes na determinação dos procedimentos para simular o comportamento *in vivo* durante um teste laboratorial, *in vitro*.

Este estudo se propõe a avaliar a resistência adesiva *in vivo* e *in vitro*, através de um teste de microtração e analisar os efeitos do tipo de armazenamento e do tempo de estocagem dos dentes antes dos procedimentos restauradores, utilizando um adesivo do tipo frasco único (Single Bond 2), com condicionamento ácido total, em uma profundidade dentinária padronizada como sendo a metade da coroa clínica.

REVISÃO DA LITERATURA

1 REVISÃO DA LITERATURA

A cada dia novos materiais são utilizados e desenvolvidos a fim de se obter elementos de reabilitação dentária mais parecidos e integrados com a estrutura dental. Davidson (1995) definiu o fenômeno da adesão como o estado em que duas superfícies estão intimamente ligadas, por forças físicas, químicas ou ambas. Podendo ter ou não a presença de um adesivo. A adesão física entre dois materiais é devida à penetração de um material em outro, em nível microscópico, resultando num embricamento.

Van Noort; Howard; Cardew, (1989), procuraram examinar os métodos usuais de avaliação da resistência adesiva e discutir a necessidade do controle e da padronização dos testes. Neste trabalho os autores concluíram que a força de tração ou cisalhamento uniforme não é conseguida na interface dentina-restauração, e que mesmo para testes semelhantes realizados no mesmo laboratório, existe a possibilidade que os resultados apresentem muitas variações. Os autores comentaram no trabalho que a resistência adesiva deve ser utilizada somente para uma comparação com o que acontece com os agentes de união, e que não deve representar diretamente com o que ocorre em meio bucal. Os autores concluem que é necessário um teste padronizado para se avaliar a resistência adesiva, mesmo que este não seja significativo de falhas verdadeiras.

Para sabermos a melhor maneira de empregar os materiais adesivos devemos saber quais fatores estão relacionados ao substrato dentário, ao paciente e ao material restaurador (HEYMAN; BAYNE, 1993).

Dividiremos a revisão da literatura em tópicos, por fatores que podem contribuir para estudar os resultados da união em dentina dos sistemas adesivos:

- a) os sistemas adesivos;
- b) a dentina;
- c) a pressão intrapulpar;
- d) o armazenamento;
- e) os testes de microtração; e
- f) a microscopia de varredura.

1.1 Os Sistemas Adesivos

Retief (1970) relacionou vários fatores que poderiam interferir nos procedimentos adesivos realizados na cavidade oral. O autor considerou a superfície heterogênea da dentina, entre um dente e outro e entre áreas do mesmo dente; a presença de um ambiente úmido, a rugosidade superficial; a presença de debris na superfície; as forças mastigatórias; as variações térmicas e de pH oral e o potencial tóxico do material adesivo, como fatores importantes para determinar as características do adesivo ideal.

Segundo Araújo; Botino, (1998), a *smear layer* dificulta a adesão, pois impede o contato do adesivo com o substrato.

O condicionamento ácido objetiva remover totalmente a *smear layer* faz com que a superfície dentinária fique desmineralizada, expondo a embocadura dos túbulos dentinários e a rede de fibras colágenas. Os monômeros hidrofílicos que compõem os adesivos dentinários atuais interpenetram de modo micromecânico a teia de fibras envolvidas por resina e cristais de hidroxiapatita. A difusão dos

monômeros presentes nos adesivos é dependente da difusibilidade do substrato (NAKABAYASHI. et al., 1982). Neste estudo, os autores observaram ao microscópio eletrônico que os monômeros resinosos hidrofóbicos e hidrofílicos, como o 4-META, se infiltram na rede de fibras colágenas expostas pelo condicionamento ácido. Após a polimerização, formavam uma zona mista, ácido resistente, de dentina e resina, produzindo uma retenção micromecânica da resina na superfície dentinária. Os autores denominaram de camada híbrida (colágeno e resina) essa área de interdifusão entre o sistema adesivo e a dentina. Os autores concluíram que a adesão adequada não se deve exclusivamente a formação dos tags de resina no interior dos túbulos de dentina e sim a pela retenção micromecânica entre o sistema adesivo e as fibras colágenas da dentina intertubular.

Nakabayashi. et al., (1991), relataram que para a formação da camada híbrida é necessário que o colágeno esteja íntegro após o condicionamento ácido para permitir a penetração adequada do sistema adesivo, onde uma inadequada condição do colágeno poderá interferir na formação da camada híbrida, bem como permitir a degradação da dentina e o enfraquecimento da linha de união.

A umidade da dentina é um fator preocupante. Os adesivos modernos principalmente os que utilizam condicionamento ácido prévio tem sua técnica baseada na adesão úmida, apresentada por Kanca III (1992). A presença de umidade superficial (extrínseca) previa a aplicação do sistema adesivo é essencial para a formação da camada híbrida e ganho de resistência de união (PEREIRA. et al., 1999).

Segundo Kanca III (1992), a umidade presente na dentina deve ser apenas suficiente para deixar a superfície brilhante. O excesso de água pode gerar o fenômeno *overwet*, descrito por Tay; Gwinnett; Wei, (1996), como sendo o aparecimento de vesículas e de glóbulos de resina do *primer* no interior da camada híbrida. As vesículas são formadas pelo aprisionamento de gotículas de água pela resina presente no *primer*. Os glóbulos de resina seriam decorrentes da diluição do monômero no excesso de água. Estes fenômenos podem ser responsável por acúmulo de estresses em consequência a diminuição da adesão. Nestas regiões ocorrem deficiências na formação dos TAG's de resina na camada híbrida, conforme

avaliou Pereira. et al., (1999), através de análise em microscopia eletrônica de varredura, e que mesmo em regiões sem pressão intrapulpar positiva poderia ocorrer o fenômeno de *overwet* em regiões próximas a polpa.

Tay; Gwinnett; Wei, (1998), estudaram a hipótese que a quantidade de água contida em um primer não influenciaria na adequada interação dos sistemas adesivos com a dentina condicionada. O sistema adesivo All Bond 2 foi empregado com 3 diferentes quantidades de água, 0% , 5 % e 17 %. Após o condicionamento ácido a superfície dentinária foi seca com jato de ar por 30 segundos, 3 segundos ou mantida úmida. Os resultados mostraram diferentes padrões de interação entre o adesivo e a dentina através da MET, dependendo da quantidade de água no primer. Os autores concluíram que a formação de prolongamentos resinosos nos túbulos e a adequada hibridização da dentina dependem da quantidade total de água presente no processo, seja ela proveniente do primer ou da umidade superficial da dentina. No caso do superumedecimento, a formação de bolhas e glóbulos pode ser observada na interface adesiva, bloqueando a penetração do adesivo nos túbulos dentinários.

Perdigão. et al., (1999), consideraram que os adesivos de frasco único (primer e adesivo) mais sensíveis ao grau de umidade do substrato. Os autores realizaram este estudo com objetivo de avaliar a resistência adesiva, por teste de cisalhamento e pela morfologia da área de união, de três sistemas adesivos após a secagem e o reumedecimento da dentina com uma solução de HEMA, em água a 35%. Os sistemas empregados foram o Optibond Solo a base de etanol, Prime & Bond 2.1 (a base de acetona) e o Single Bond, a base de etanol e água. Foram utilizados 90 incisivos inferiores bovinos. Para cada sistema adesivo a amostra foi dividida em grupos, de acordo com o tratamento do substrato. Grupo controle (dentina úmida), dentina seca por 5 segundos, e grupo de dentina seca e reumedecida com HEMA. Após a aplicação da resina os dentes ficaram armazenados por 24 horas a 37 °C e após termociclados por 500 vezes em imersões de 30 segundos, a 5 e 55 °C, com intervalos de 10s entre casa imersão. Para a análise de microscopia eletrônica, se utilizaram 18 terceiros molares, com os mesmos tratamentos para análise em MEV e MET. Os resultados mostraram diferenças significativas apenas entre os grupos de cada sistema adesivo

individualmente. Os resultados da microscopia mostraram que em dentina úmida, a penetração dos adesivos foi até a linha de dentina desmineralizada. A dentina seca por 5 segundos mostrou uma redução significativa da resistência adesiva e a microscopia mostrou uma menor infiltração na rede de colágeno. Com o reumedecimento restabeleceu-se os valores de resistência e um aumento dos espaços interfibrilares. Os autores concluíram que o uso de uma solução aquosa como o HEMA pode compensar a secagem da dentina, e que mesmo um sistema a base de água pode ser afetado com o ressecamento da dentina e que a porcentagem de água presente na composição pode não ser suficiente para compensar o colapso das fibras colágenas.

Os resultados dos testes de resistência de união podem variar muito, e os desvios padrão para os testes podem ser elevados. Anusavice (2005) justifica essa variação devido às diferentes variáveis da superfície dentinária, como a presença de água, a presença de *smear layer*, a permeabilidade dentinária, orientação dos túbulos, e a distribuição de tensões adjacentes à interface adesiva. Independente dos valores, o autor afirma que as forças obtidas pelos sistemas adesivos atuais são altas e capazes de provocar a fratura do corpo de prova em dentina ou até mesmo no próprio material restaurador. Neste estudo, o autor observa que uma união satisfatória resultará valores a partir de 20 MPa.

Nakaoki. et al., (2002), investigaram como a umidade de superfície pode influenciar na força de união do adesivo single bond. Os resultados mostraram que os melhores resultados foram obtidos quando se realiza a remoção do excesso de água com algodão e com jato de ar de 1 segundo. Os resultados obtidos quando a dentina permanece úmida ou é excessivamente ressecada foram significativamente menores. Os autores relatam a sensibilidade da técnica frente ao grau de umidade do substrato.

O ressecamento da superfície dentinária não afetaria os resultados da resistência adesiva *in vivo* em contrapartida aos estudos realizados *in vivo*. Os autores realizaram a restauração em pré-molares com o uso de diferentes tipos de adesivos (Excite, Single Bond e Prime & Bond 2.1). Após a extração os dentes foram submetidos aos testes de microtração e os resultados não mostraram diferenças

estatisticamente significantes entre os grupos com dentina seca ou úmida, mostrando que o grau de umidade não afeta, clinicamente, a resistência adesiva (Perdigão. et al., 2002).

Heyman; Bayne, (1993), afirmam que é necessário conhecer os fatores que interferem no processo adesivo, relacionados a: dentina como suas características, grau de permeabilidade e a presença de smear layer; fatores que envolvem os dentes, como estrutura dentária envolvida; e ao paciente, como idade e oclusão; e ainda ao material, como o sistema adesivo.

1.2 Dentina

Garberoglio; Brännström, (1976), relataram que existem muitos túbulos dentinários irradiando da polpa e ocupando toda a espessura da mesma. Possuem a forma de leque que se abre no sentido do limite amelo-dentinário. Os túbulos são preenchidos por fluído intratubular em cerca de 22%. Mostrando que a dentina é muito permeável e úmida, com prolongamentos odontoblásticos em relação direta com o órgão pulpar.

A dentina é considerada um tecido vivo, composta por matriz orgânica e mineral, que variam conforme a localização e profundidade.

Tagami. et al., (1993), avaliaram o efeito da idade dental na eficiência de 4 adesivos. Superfícies planas de dentina foram preparadas nas regiões proximais de pré-molares de jovens e idosos. Esta região, segundo pesquisado pelos autores, apresentava uma maior permeabilidade dentinária. Os ensaios de tração foram realizados e demonstraram que não havia diferença estatisticamente significativa na resistência adesiva em dentes jovens ou idosos.

A ação mecânica sobre a dentina promove a formação de detritos orgânicos e inorgânicos, chamada de lama dentinária, ou smear layer. Neste estudo, Mezzomo. et al., (1994), afirmam que a remoção dessa camada através do condicionamento ácido leva ao aumento da permeabilidade dentinária, que também

é proporcional ao diâmetro e ao número de túbulos da dentina, aumentando à medida que os túbulos convergem.

O colágeno presente na dentina confere à dentina resistência e é responsável por cerca de 30% na resistência a tração (SANO. et al., 1994). O colágeno presente na dentina é essencialmente do tipo I. As fibrilas medem de 0,5 μm a 0,2 μm . Da união das fibrilas formam-se as fibras colágenas. Elas são mantidas unidas por mucopolissacarídeos e mucoproteínas. (SELTZER; BENDER, 1979).

Gwinnet (1994) realizou um estudo comparando a resistência adesiva através de teste de cisalhamento. Foram realizados dois testes, com alguns sistemas adesivos. No primeiro teste o autor realizou três tipos de condicionamento da dentina (ácido maleico, ácido fosfórico a 10% e ácido nítrico a 2,5%). Neste grupo o autor não encontrou diferença significativa na resistência ao cisalhamento entre os diferentes tipos de adesivos e agentes condicionantes. No segundo teste o autor realizou o tratamento da dentina com hipoclorito de sódio a 5% em dentes condicionados com o ácido fosfórico. Os resultados não demonstraram diferença entre os corpos de prova tratados com e sem hipoclorito. O autor concluiu que a zona de interdifusão da camada de colágeno com o sistema adesivo pode não contribuir quantitativamente com a resistência adesiva e que a capacidade dos primers de difundirem através zona de desmineralização da dentina é fundamental para se obter altos valores de união.

Em outro trabalho, Gwinnet (1994), propôs um avaliar o efeito da secagem com ar e o umedecimento da dentina, condicionada ou não com ácido fosfórico a 10% sobre a resistência ao cisalhamento. O autor avaliou também qual fator contribui mais para a resistência de união, se a rede de colágeno ou se é a área superficial da dentina desmineralizada remanescente. Os espécimes que tiveram a dentina mantida úmida (grupo controle), tiveram valores superiores ao grupo de dentina seca. Os espécimes que tiveram a dentina reumedecida, após a secagem, apresentaram valores semelhantes ao grupo controle assim como o grupo que a dentina foi tratada com NaOCl. O grupo em que os espécimes não sofreram condicionamento ácido apresentaram valores menores em relação ao outro grupo. A

aplicação do NaOCl após a aplicação de jato de bicarbonato sobre a dentina não condicionada também não resultou em diferença significativa. Após a análise em MEV, os autores verificaram haver uma relação entre a área de adesão e a resistência de união. A camada superficial de colágeno presente ou ausente não interfere na resistência a união, porém sua integridade morfológica e o estado de umidade têm papel importante para uma adesão ótima.

Barbosa; Safaavi; Spangberg, (1994), estudaram os efeitos do hipoclorito de sódio em altas concentrações na integridade e permeabilidade da dentina humana. Os autores submeteram segmentos de dentes a imersão em hipoclorito de sódio. Os resultados mostraram uma grande perda de estrutura dentária, principalmente de colágeno. Com a ausência de colágeno os dentes apresentaram um significativo aumento da permeabilidade dentinária.

Wakabayashi. et al., (1994), avaliaram a dissolução do colágeno, após o condicionamento ácido, com hipoclorito de sódio a 10%. Em MEV, o autor observa a remoção eficiente do colágeno e conclui que sua remoção através de NaOCl melhora a resistência adesiva.

Utilizando a colagenase para determinar o papel do colágeno na resistência adesiva dos sistemas adesivos, em dentina, Gwinnet. et al., (1996), concluíram que os resultados utilizando-se a colagenase, ou não, não foram estatisticamente diferentes, porém a microscopia eletrônica realizada nas superfícies dentárias nas quais utilizou-se a colagenase mostrou-se rugosa, irregular e porosa.

Pantelidou; Lyroudia, (1997), estudaram a dentina abaixo de lesões cáries através de MEV e mostraram uma completa obliteração de túbulos dentinários, depósitos de glóbulos mineralizados e depósitos de fibras mineralizadas abaixo da lesão.

A dentina possui estrutura constituída por 50 a 70% de mineral, 18 a 30% de matéria orgânica e 12 a 20 % de água. A porção inorgânica é composta por cerca de 45% de hidroxiapatita, porém de menor tamanho que no esmalte, e esses cristais se

entrelaçam com a matriz orgânica, na maior parte colágeno. (MARSHALL Jr, 1997; SWIFT Jr. et al., 1995).

Neste trabalho, Marshall Jr. et al., (1997), revisaram as variações estruturais e as propriedades do substrato dentinário, que têm relação à adesão. Os autores consideraram que existe um grande avanço no desenvolvimento na compreensão da estrutura dental e, portanto, é evidente que as diferenças e alterações no substrato dentinário implicam sobre as propriedades dos tratamentos restauradores. As variações das propriedades da dentina podem não ser decorrente somente dos métodos de estudo, mas podem ser das diferenças inerentes a dentina e sua sensibilidade, como a desmineralização. Entretanto as variações do substrato podem ainda ser decorrente de fatores que alteram a dentina, como o envelhecimento. As descobertas tecnológicas têm trazido a promessa de desvendar e compreender as modificações do substrato dentinário.

Pashley; Carvalho, (1997), após uma revisão sobre as propriedades da dentina e permeabilidade dentinária sobre a união dos sistemas adesivos, concluíram que a compreensão das características e da permeabilidade dentinária torna-se importante recurso para o mecanismo de adesão. Os resultados recentes indicam que a estrutura da matriz de dentina desmineralizada é muito diferente dependendo da condição do estado de umidade. A evidência acumulada mostra que as mudanças estruturais alteram profundamente a permeabilidade da matriz dentinária aos monômeros resinosos. Em conseqüência modifica a qualidade da união entre resina e dentina. A evolução dos sistemas adesivos deve levar uma adesão em dentina sob uma grande variedade de condições.

Ten Cate (1998), relatou que a dentina é a fase mineralizada do complexo dentino-pulpar. Constitui o maior volume dental e possui uma parte mineralizada, formada por cristais de hidroxiapatita e a parte orgânica é basicamente formada por colágeno do tipo I. O autor afirma que, cerca de 80% do volume de dentina próximo à polpa é composto pela luz dos túbulos dentinários, e apenas 4% nas regiões mais distantes. Isto mostra que o diâmetro dos túbulos varia de acordo com a profundidade, sendo que quanto mais próximo à polpa, maior é o diâmetro dos túbulos. Dessa forma a dentina mostra-se um tecido permeável e variável, A

permeabilidade é maior próximo à região dos cornos pulpares. Regiões dentinárias com espessura maior têm maior resistência com o movimento dos fluídos, quando comparadas com regiões mais delgadas.

Ten Cate (2001), caracterizou a dentina como uma malha densa de canalículos chamados túbulos dentinários. Cada túbulo é rodeado de tecido hipermineralizado, chamado de dentina peritubular. A dentina menos mineralizada entre os túbulos é chamada de dentina intertubular. A área relativa ocupada pelos túbulos aumenta ao se aproximar da polpa. A área percentual ocupada pela dentina próxima ao esmalte é de 96% e 12% junto à polpa. Próximos à polpa, os túbulos podem possuir até 2,5 μm .

Através da microscopia eletrônica Breschi. et al., (2003), avaliaram a estrutura dentinária em dentes de humanos. Os dentes foram submetidos ao condicionamento ácido e após a aplicação de hipoclorito de sódio. Os resultados em MEV mostraram os túbulos dentinários amplamente abertos e nenhum vestígio de colágeno. Os autores concluem que a remoção do colágeno pode otimizar a resistência adesiva.

1.3 Pressão Intrapulpar

Tao; Tagami; Pashley, (1991), realizaram um estudo a fim de avaliar os efeitos da posição e profundidade da dentina, sobre a resistência ao cisalhamento, utilizando os sistemas adesivos SuperBond e Gluma, em dentes humanos. Dos dentes foram removidos as raízes e o esmalte oclusal. A dentina superficial foi definida em 0,5 mm abaixo da junção amelo-dentinária, no centro da superfície oclusal. A dentina profunda foi definida a 0,5 mm acima do corno pulpar. Foi realizada a simulação da PIP, sendo presente (32 cm H₂O) ou ausente. Para cada situação foram confeccionados 10 corpos de prova, com área de adesão definida em 3mm². Os dentes foram armazenados por 24 horas e fez-se a leitura dos resultados da união. Os resultados mostraram que em presença de PIP, nas regiões sobre os cornos pulpares, em dentina profunda houve uma diminuição da resistência adesiva.

A profundidade e a posição da dentina afetaram significativamente a resistência adesiva somente nos sistemas adesivos de gluma.

Simulando determinada pressão intrapulpar, Pereira et al., (1999), estudaram a influência da umidade de superfície na força de união do sistema adesivo autocondicionante Scotchbond 2 e do adesivo de frasco único One Step. Produziram amostras em três regiões em relação à polpa: corno pulpar, região central e periférica. No grupo 1 havia umidade, porém sem pressão intrapulpar. No grupo 2 havia pressão intrapulpar de 15cmH₂O e no grupo 3 nenhum tipo de umidade estava presente. No sistema autocondicionante não houve diferenças significativas nos testes de microtração nas regiões selecionadas e nem entre diferenças de umidade. Porém, no grupo do sistema One Step, a força adesiva diminuiu nas regiões próximas ao corno pulpar com a presença de pressão intrapulpar. Todos os grupos demonstraram perda significativa de adesividade quando testados sem umidade. Os autores concluíram que a resistência adesiva pode variar conforme o tipo de adesivo, o grau de umidade e a região da dentina que se trabalha.

Pioch et al., (2001), estudaram a influência da PIP na adesão de sistemas adesivos sob uma simulação de fluxo transdentinário de 32 cmH₂O. As amostras foram submetidas ao teste de cisalhamento e observadas ao MEV. Os resultados demonstraram que o fluxo de água reduziu a capacidade adesiva dos sistemas adesivos, porém não houve diferença estatisticamente significativa na espessura da camada híbrida observada em MEV.

A permeabilidade transdentinária foi definida, segundo Pashley et al., (2002), com aquela induzida pelo fluxo de fluido pulpar através da dentina e intradentinária a responsável pela difusão dos monômeros resinosos no interior dos túbulos. A pressão intrapulpar produz 15cmH₂O de fluxo hidráulico através da dentina, sendo este fluxo maior quanto mais próximo à polpa.

Em sua tese de mestrado, Cardoso (2003), estudou a permeabilidade dentinária e a influência da simulação da pressão intrapulpar na força de união de diferentes sistemas adesivos. Foram empregados 3 sistemas adesivos de frasco

único: Prime & Bond NT, Single Bond e Excite; e um autocondicionante: ClearFil SE Bond. O autor variou a ausência ou presença da pressão intrapulpar de 15 cmH₂O. Uma superfície oclusal plana a 1mm da polpa foi padronizada como substrato para adesão. Os resultados encontrados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos onde a PIP estava ausente ou presente. O autor concluiu que não há uma diminuição significativa na adesividade durante a simulação da pressão intrapulpar. Entretanto, ele relatou que valores maiores de pressão intrapulpar podem produzir uma perda de força adesiva.

1.4 Armazenamento

Mitchem; Gronas, (1986), analisaram os efeitos do tempo após a extração dos dentes e da espessura de dentina na resistência a união. Os autores utilizaram terceiros molares humanos. Os dentes foram preparados e estudados com testes de cisalhamento. Os dentes foram armazenados em água destilada de 1 a 26 dias após a exodontia. Os autores concluíram que não havia diferença entre os dentes armazenados, independente do tempo.

Com o objetivo de determinar os efeitos do tempo sobre a adesão, Retief. et al., (1989), realizaram um estudo utilizando o sistema scotchbond 2, em vários meios de armazenamento, e em tempos que foram de 2 dias após a extração e 6 meses após a extração. Os testes realizados foram de cisalhamento para medir a resistência à adesão. Os resultados mostraram que os dentes armazenados em timol e etanol tiveram resultados piores e os meios formalina a 10 %, solução salina fisiológica e cloramina a 1% não sofreram alterações significativas nos resultados. O tempo de armazenamento não demonstrou efeito significativo nos testes de cisalhamento.

Goodis. et al., (1991), analisaram o efeito do tempo e o efeito do meio de armazenamento sobre a permeabilidade dentinária. Utilizaram terceiros molares e analisaram os resultados com as amostras armazenadas por 1, 4, 6, 8, ou 1, 8, 15, 22 dias. Os dentes armazenados em etanol ou formalina tiveram decréscimo na permeabilidade, porém a maioria das amostras mostrou aumento da permeabilidade

com o passar do tempo, indicando que o tempo e meio de armazenamento tiveram influência estatisticamente significativa sobre a permeabilidade dentinária.

Goodis. et al., (1993), analisando vários meios de armazenamento e diferentes tempos para executar os testes de cisalhamento a fim de verificar a resistência à adesão e a permeabilidade dentinária. Os autores utilizaram 5 meios de estocagem: álcool 70%, formalina a 10%, água destilada, solução de timol com água destilada, e uma solução salina com timol. Os dentes foram armazenados por 8 dias, 15 dias e 6 meses. Os autores concluíram que a permeabilidade de dentina variou de acordo com a solução, de maneira crescente, formalina, álcool e soluções com água. O tempo não alterou os resultados. Os meios salinos exercem influência negativa em relação à estrutura dentinária, diminuindo também a permeabilidade, se tornando meio inadequado para armazenamento de dentes devido à influência sobre a estrutura dental e nos resultados dos testes.

Camps. et al., (1994), demonstraram que a criopreservação não altera a permeabilidade dentinária e em Camps. et al., (1996), demonstraram que em longo prazo os elementos conservados em *freezer* apresentam uma infiltração marginal significativamente menor que dentes mantidos refrigerados pelo mesmo tempo.

Araújo. et al., (1999), durante um estudo sobre infiltração marginal em diferentes meios de armazenamento, concluíram que dentes bovinos armazenados em freezer obtiveram menor grau de infiltração marginal e dentes humanos armazenados em água destilada, e dentes secos e reidratados apresentaram o maior grau de infiltração marginal.

A influência do tempo de estocagem na determinação da resistência a tração foi estudada por Muench; Silva; Ballester, (2000). Foram empregados três sistemas adesivos, Single Bond, Prime & Bond 2.1, e Etch & Prime 3.0. Os substratos utilizados eram provenientes de dentes recém extraídos estocados em solução de timol a 1% e dentes extraídos de cadáveres exumados 5 anos post mortem reidratados 30 dias em água destilada. Os resultados mostraram um comportamento semelhante na adesão aos dois substratos, independente do sistema adesivo empregado.

Konno. et al., (2003), avaliaram os efeitos do armazenamento na tensão de cisalhamento em dentes bovinos hígidos. Os dentes foram desgastados até se obter uma área de no mínimo 5mm de diâmetro. Os autores marcaram uma área de 4mm de diâmetro e aplicaram cinco diferentes tipos de sistemas adesivos. Os dentes foram restaurados com uma resina e armazenados por um dia, três meses e seis meses em água destilada a 37 °C. Os resultados demonstraram que os sistemas adesivos Scotchbond Multi Purpose Plus, Prime & Bond NT, e etch & Prime 3.0 foram semelhantes em todos os tempos. O Adesivo Clearfil Liner Bond 2V teve sua melhor média nos três meses. O adesivo Optibond Solo obteve menor resultado aos seis meses. O autor demonstrou que a maioria dos adesivos mostrou um melhor resultado após três meses. Afirmaram que o tempo de três meses não seria suficiente para degradar a união e que a tendência de aumento se deve à redução do estresse gerado durante a contração de polimerização.

Sadek. et al., (2005), avaliou a força de união de adesivos dentinários, avaliados imediatamente e 24 horas após a aplicação. A resina foi aplicada em incrementos, a partir a dentina na metade da coroa. Foram utilizados 33 molares humanos. Vários sistemas adesivos foram utilizados. Os espécimes foram preparados e testados, imediatamente após a restauração e 24 após. Diferenças de resultados nos testes foram encontradas, entre os tipos de adesivos, principalmente entre os sistemas self etch, que apresentaram valores de resistência inferiores ao demais sistemas adesivos utilizados no estudo. O período de armazenamento de 24 horas após o procedimento restaurador, *in vitro*, não influenciou os resultados da microtração.

Zheng. et al., (2005), propuseram comparar os efeitos de dentes armazenados com diferentes métodos e tempos de estocagem nos teste de microtração. Os autores utilizaram 30 pré-molares recém extraídos e armazenados imediatamente após a extração em cinco diferentes tipos de meios: timol a 0,02%, formalina a 10%, água destilada a 4 °C, cloramina a 1% e congelados por -20 °C. Os tempo foram de 10 dias e 90 dias. Os espécimes foram restaurados com o sistema adesivo Single Bond e comparados com dentes recém extraídos como grupo controle. A análise dos resultados mostrou que houve redução nos resultados dos cinco grupos estudados ao ser comparado com o grupo controle. Os resultados dos

grupos com água destilada e timol tiveram uma variação significativa com o grupo controle. A duração do tempo de armazenagem não influenciou os resultados. Todas as fraturas foram do tipo adesivas. Os autores concluem dizendo que os dentes meios de armazenamento: congelados a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ e cloramina a 1% a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, são preferidos para o caso de não se ter um número suficiente de dentes recém extraídos.

Miranda. et al., (2005), avaliaram a influência do armazenamento sobre dentes extraídos nos resultados dos testes de microtração. Para este estudo os autores utilizaram 60 molares extraídos por motivos ortodônticos e armazenados em água destilada a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 1 hora, 24 horas, 7 dias, 30 dias, 1 ano e 2 anos. A superfície oclusal foi planificada e polida com lixa de granulação 600. O sistema adesivo utilizado foi o Excite e um bloco de resina, Tetric Ceram, de 5 mm foi utilizado como material restaurador. Após a restauração os dentes foram armazenados por 24 horas em água destilada a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$. Os dentes foram seccionados e os palitos tracionados com velocidade de $0,5\text{ mm/min}$. Os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para os testes em microtração. Os autores concluíram que os dentes humanos podem ser armazenados por longos períodos para se avaliar *in vitro* a resistência adesiva, em microtração, dos sistemas adesivos de frasco único.

1.5 Testes em Microtração

A maioria das fraturas dos testes em tração ocorrem no intervalo entre 15 e 30 MPa, o que não significa que a resistência da dentina foi ultrapassada. Durante os testes em dentina humana, os valores finais de da resistência à tração da dentina foi de 52MPa (Bowen; Rodrigues, 1962).

Tao; Pashley, (1988), realizaram um estudo com o objetivo de comparar a resistência adesiva em um sistema adesivo (ScotchBond) após o tratamento com tiras de lixas de granulação 320 e com brocas, do tipo cone invertido número 37, em baixa rotação, para se estabelecer diferentes tipos de smear layer. Os autores compararam a resistência adesiva em três profundidades de dentina, sendo

superficial, média ou profunda e a variação da força de união, em dentina mais central ou sobre os cornos pulpares. Avaliaram também a remoção da smear layer com diferentes substâncias para o tratamento da dentina. Para realizar este trabalho os autores utilizaram terceiros molares não erupcionados. As soluções para o condicionamento da dentina foram água (grupo controle), ultra-som, EDTA (0,2% e pH 7,1 por um minuto), ácido cítrico (6% por um minuto) e ácido fosfórico (37% por 15 segundos). Em relação à resistência adesiva de acordo com a smear layer produzida, houve um pequeno aumento da força de união quando se utilizou brocas em dentina. Todos os tratamentos de remoção da smear layer empregados nos testes pioraram os resultados obtidos, exceto o ultra-som utilizado para remover a smear layer produzida por brocas. Em relação à profundidade de dentina, quando comparado com o tipo de condicionamento de superfície dentinária, os autores não observaram diferenças significativas entre os grupos estudados, Em relação à localização, os autores também não encontraram diferenças entre os grupos em dentina central ou periférica.

Sano. et al., (1994), criou o teste de microtração para avaliar a adesão em diferentes regiões da dentina. Em espécimes com pequenas áreas adesivas de 1,6 mm² a 1,8 mm². Para o teste, superfícies planas de dentina são preparadas, onde se realizam o condicionamento de superfície e a aplicação do sistema adesivo. Após a inserção da resina composta em camadas até se atingir uma altura de 4mm. Monta-se o conjunto em uma plataforma para realização de cortes seriados em dois sentidos perpendiculares. Os espécimes obtidos são colados em um dispositivo que será adaptado a uma máquina de ensaios para realizar os testes de tração dos palitos.

Pashley. et al., (1995), definiram as seguintes vantagens da utilização dos testes de microtração:

- a) mais falhas adesivas, e menos coesivas;
- b) maior força de colagem pode ser medida;
- c) permite medir a força de adesão em diferentes regiões;

- d) média e variância pode ser medido em um único dente;
- e) permite testar a união sobre superfícies irregulares;
- f) possibilita testar em pequenas áreas; e
- g) facilita análise em microscopia de superfície nas falhas adesivas.

No mesmo estudo Pashley definiu como desvantagens:

- a) dificuldade técnica, trabalho intenso;
- b) dificuldade de medir forças menores que 5 MPa;
- c) requer equipamento especial; e
- d) as amostras por serem pequenas desidratam rápido.

Miears Jr; Charlton; Hermesch, (1995), concluíram que com o aumento da qualidade dos adesivos atuais, se conseguiu uma maior quantidade na incidência de fraturas coesivas, isto é, aquelas que acontecem na estrutura de dentina ou em resina durante os testes de resistência adesiva. Isto implica numa dificuldade em medir a verdadeira resistência adesiva, pois a falha adesiva não ocorre nestes casos.

Phrukkanon; Burrow; Tyas, (1998), compararam diferentes secções transversais para o teste de microtração. Cilíndrica e retangular. Com áreas de união diferentes para cada uma das formas. O esmalte foi removido deixando uma área plana de dentina. A superfície de dentina foi padronizada com lixas de granulação 600, para simular a smear layer. Foram utilizados quatro sistemas adesivos, de acordo com a orientação do fabricante. Foi confeccionado um bloco de 5mm de resina sobre o adesivo aplicado à superfície do dente. Para cada adesivo foram

preparados espécimes com a secção de superfície de $1,1\text{mm}^2$, $1,5\text{mm}^2$, e $3,1\text{mm}^2$. Os espécimes foram fixados e tracionados com uma velocidade de 1mm por minuto. Os autores realizaram uma análise através de elemento finito para avaliar a distribuição de estresse nos corpos de prova. A análise estatística mostrou que não houve diferença significativa nos valores de resistência à tração entre os espécimes retangulares e cilíndricos. Os corpos de prova com área de $1,1\text{mm}^2$ obtiveram valores significativamente maiores que os daqueles com área de $3,1\text{mm}^2$. A análise de elemento finito mostrou que o maior estresse localiza-se na periferia dos espécimes cilíndricos e nos ângulos nos espécimes retangulares.

Avaliando a hipótese que não existe diferença entre os valores de resistência dos testes de cisalhamento e microtração, Schreiner. et al., (1998), realizaram um estudo comparativo entre os dois testes de resistência de união. Para os testes em microtração, os autores empregaram 30 dentes, que foram divididos em cinco grupos, dependendo do sistema adesivo empregado. Realizadas as restaurações, os dentes foram seccionados, com área média de $1,7\text{mm}^2$. Após o período de armazenamento de 24 horas a $37\text{ }^\circ\text{C}$, em solução salina, os espécimes foram submetidos aos testes. Os testes de cisalhamento foram realizados em 35 dentes, divididos em 5 grupos, conforme o sistema adesivo. A área média de adesão para estes testes foi de $3,4\text{mm}^2$. Os resultados mostraram valores maiores de resistência adesiva para os testes de microtração. Os modos de fratura foram avaliados com microscópio ótico onde, nos testes de microtração, a maioria das falhas foi do tipo adesiva, exceto no sistema adesivo Clearfil, que obteve mais falhas coesivas e também apresentou maiores valores de resistência adesiva. Analisando em MEV, a maioria das fraturas foi coesiva, no adesivo, ou adesivas entre o material restaurador e o adesivo. Nos testes de cisalhamento houve um maior número de fraturas envolvendo parcialmente dentina ou resina, e um maior número de fraturas adesivas se comparado com os testes de microtração. Os autores concluíram que os testes em microtração produzem um meio mais eficaz de se avaliar a resistência adesiva.

Armstrong; Boyer; Keller, (1998), realizaram um estudo para medir a resistência a microtração de 2 sistemas adesivos e observar o modo de fratura em MEV. Seis molares humanos tiveram o esmalte oclusal removido por desgaste e as

superfícies padronizadas com lixas de granulação 600. As superfícies foram condicionadas com ácido fosfórico 32% por 15s, e lavados com água e removido o excesso de água com papel absorvente. Após os cortes realizados, os autores obtiveram amostras de 0,5 mm². As amostras foram fixadas num dispositivo com cola a base de cianocrilato e tracionadas com uma velocidade de 1mm por minuto até a fratura. Os resultados das fraturas mostraram um maior número de fraturas coesivas. Os autores concluíram que a espessura de dentina remanescente não afeta a resistências a tração. Os modos de falhas não representaram a verdadeira resistência da interface adesiva.

Os testes de microtração apresentam uma grande variação de resultados entre os espécimes de um mesmo dente. Com o objetivo de avaliar estas variações, Shono. et al., (1999), realizaram um estudo para determinar a consistência ou a uniformidade dos valores da resistência de união em um mesmo dente. Os autores utilizaram 2 sistemas adesivo (One Step e MacBond) e realizaram um corte perpendicular ao longo eixo do dente. Após realizaram as restaurações, em dentina profunda e dentina superficial, os dentes ficaram armazenados por 24 horas a 37 °C. Em seguida os dentes foram cortados em secções de aproximadamente 1mm² e 8mm de comprimento. Previamente ao corte as amostras foram identificadas em relação a sua posição na superfície oclusal. Outro operador também realizou os ensaios com o adesivo One Step, com o objetivo de avaliar a influência do operador nos resultados. Em relação ao primeiro operador, os resultados mostraram um pequeno aumento da resistência de união em dentina profunda. O segundo operador encontrou resultados maiores para ambas as profundidades. Os autores concluíram que o método empregado neste estudo permitiu definir que existem diferenças regionais na resistência adesiva, porém que as maiores diferenças relacionaram-se com a técnica do que quanto ao material, e que a resistência adesiva não é homogênea quando em dentina.

Phrukkanon; Burrow; Tyas, (1999), estudaram o efeito da localização e orientação dos túbulos dentinários na força de tração. Os autores selecionaram dois tipos de adesivos, o Single Bond e um sistema adesivo *self etch* experimental. Os dentes ficaram armazenados em timol por 6 meses após a exodontia. Foram utilizados 22 pré-molares humanos. Cada dente foi seccionado verticalmente,

separando-se em mesial e distal. A metade dos dentes foi preparada para os cortes paralelos aos túbulos dentinários e a outra metade para os cortes perpendiculares a orientação dos túbulos. As superfícies foram preparadas com lixas à base de água, com granulação 320. Após foram polidas com lixas de granulação 600 com a finalidade de simular a smear layer. Os resultados mostraram que a força de união para o adesivo Single Bond pode ser afetada devido a sua habilidade de penetrar de maneira diferente em diferentes regiões do dente, dependendo da orientação dos túbulos dentinários. Os adesivos self etch sofrem menos com a variação regional, produzindo uma boa força de adesão independente do local no dente.

Terada (2001) avaliou em microtração a resistência adesiva de 3 sistemas adesivos (Clearfil Liner Bond 2V, Single Bond e One Step) em função da localização regional em uma dentina plana. Para o estudo foram coletados 12 terceiros molares armazenados em solução salina a 4 °C, do banco de dentes. A superfície do dente foi planificada com lixas de granulação 320 e 600 para padronizar a smear layer. Após o corte dos espécimes, os palitos foram demarcados para identificar sua localização regional. Os resultados indicaram alterações significativas quando comparadas às resistências de união dos adesivos Single Bond e One Step com o adesivo Clearfil Liner Bond 2V. A localização regional não representou diferenças significativas quando comparado à resistência a microtração em dentina central e periférica.

Koibuchi; Yasuda; Nakabayashi, (2001), avaliaram os efeitos da smear layer na adesão a dentina. Os autores Utilizaram 15 molares humanos, divididos em dois grupos em relação ao tipo de smear layer (fina ou grossa). Para simular a smear layer fina, os autores realizaram o polimento até lixas de granulação 600, e para simulara a smear layer grossa, utilizaram até lixas 180. Os espécimes produzidos foram desgastados até se obter uma área de adesão de 6 mm². Os palitos obtidos foram submetidos ao teste de tração. Os autores concluíram que os valores em MPa do grupo com smear layer grossa foi significativamente menor que o grupo que utilizou lixas de granulação 600 e que a utilização de lixas com granulação 180 se aproxima mais do tipo de lama dentinária produzida pelas brocas clinicamente.

Perdigão. et al., (2002), avaliaram três adesivos sobre dentina úmida ou seca com ar por 5 segundos através do teste de resistência em microtração. Os 24 pré-molares foram restaurados *in vivo* com a condição de dentina seca ou úmida e logo após a exodontia foram confeccionados palitos com secção média de 0,7 mm². Os espécimes foram fixados no dispositivo de Geraldelli e tracionados a uma velocidade de 1mm/min. Para o adesivo single bond, em dentina úmida, obteve-se a média de 38,4 MPa e para a dentina seca 30,9 MPa. Os autores não encontraram diferença significativa entes os demais adesivos e tampouco quanto ao grau de umedecimento da dentina.

Toledano. et al., (2003), demonstraram em 5 sistemas adesivos (Single bond, Clearfil SE Bond, Etch & Prime 3.0, Prime & Bond NT e Excite) que a profundidade da dentina não é significativa em testes de microtração. O autor realizou testes em dentina superficial e profunda. Somente nos adesivos Prime & Bond NT e Excite, em dentina profunda, obtiveram resultados significativamente maiores.

Um estudo foi realizado para verificar a influência do tempo de armazenamento, e da velocidade de corte durante o preparo de espécimes para o teste de microtração. Reis. et al., (2004), utilizaram 36 molares humanos, expondo uma superfície plana de dentina. O sistema adesivo Single Bond foi utilizado de acordo com o fabricante e incrementos de resina Z250 completaram a restauração. Os dentes restaurados foram armazenados por 10 minutos, 24 horas e uma semana em água destilada a 37 °C. As velocidades de corte foram de 0,5 m/s, 1,6 m/s e 2,6 m/s. Os maiores resultados foram obtidos com o armazenamento de uma semana e a velocidade de corte de 2,6 m/s. e os piores resultados foram no grupo armazenado por 10 minutos e com velocidade de 0,5 m/s. Os autores concluem dizendo que tanto o tempo de armazenagem quanto a velocidade de corte influenciam os resultados em microtração, entretanto estar variáveis devem ser controladas durante os teste de microtração.

Sadek. et al., (2005), verificaram a influência da velocidade de corte durante a preparação dos espécimes, na força de união, em esmalte e dentina, durante os testes em microtração. Após o preparo restaurador, os dentes formam armazenados

por 24 horas em água destilada a 37 °C. Os dentes foram seccionados em velocidades de 100, 200 e 400 rpm, obtendo espécimes de aproximadamente 1mm² de área. Os resultados mostraram maiores alterações nos resultados em esmalte, e sua integridade foi maior nos grupos com menor velocidade de corte.

Em sua dissertação de mestrado, Cogo (2005), avaliou a resistência em microtração de restaurações adesiva sobre um substrato modificado. Para este estudo, o autor utilizou-se de dentes armazenados em banco de dentes. Foram utilizados 24 dentes molares humanos, sendo que 8 destes apresentavam-se hígidos e os demais com lesão cariada. Os dentes foram desinfectados em solução de formol a 10%. Os adesivos empregados foram o Single Bond e o Clearfil SE Bond. Os dentes foram seccionados em uma máquina padronizadora de cortes. Após a confecção das restaurações os dentes foram seccionados em palitos e os espécimes testados. O autor concluiu que não há diferença significativa em relação à resistência adesiva, como o adesivo Single Bond, independente do tipo de substrato (se hígido, ou substrato dentinário modificado em dentina média ou profunda). Em relação ao adesivo Clearfil, também não foram identificadas diferenças significativas, independente do substrato. Em relação ao tipo de adesivo, valores maiores de resistência foram encontrados no Adesivo Single Bond. Em cavidades médias, modificadas por carie, os dois sistemas adesivos tiveram resultados semelhantes. A distribuição de fraturas foi em geral do tipo adesiva em todos os grupos.

Recentemente, Eckert; Platt, (2007), realizaram um estudo com o propósito de avaliar a relação entre áreas de um mesmo dente em microtração a fim de avaliar seus efeitos na interpretação dos resultados. Para este fim o autor utilizou lixas com granulação até 320 para planificar a superfície oclusal de dentes molares humanos hígidos, tratados por 2 semanas com solução de formalina a 10% e armazenados em água deionizada até o uso. Os sistemas adesivos foram aplicados e após incrementos de resina até se atingir 6mm. Os espécimes foram divididos e armazenados por 1 semana e 1 mês. Os autores não encontraram diferença entre e tempo de armazenagem. Diferenças significantes foram encontradas entre as áreas estudadas, porém nenhum padrão pode ser definido. A hipótese que os diferentes valores entre áreas de um mesmo dente, durante os testes em microtração, podem

afetar a análise estatística e a interpretação dos resultados foi comprovada pelo presente estudo.

1.6 Microscopia Eletrônica

Garberroglio; Brännström, (1976), avaliaram em MEV os túbulos dentinários em dentes humanos, em várias profundidades. Para o estudo foram utilizados 24 pré-molares, 5 molares e 1 incisivo, tanto de jovens como de adultos. As coroas foram fraturadas em 23 dentes, ao nível dos cornos pulpares, expondo os túbulos dentinários transversalmente. Treze destes foram fraturados no centro a superfície oclusal e os sete dentes restantes foram fraturados longitudinalmente, ao centro da polpa para se avaliar o diâmetro dos túbulos. Os autores também avaliaram o diâmetro dos túbulos em dentina calcificada e descalcificada. A média do valor do volume total dos túbulos na dentina coronária foi calculada em 10% do volume total de dentina. Este valor foi de 28% próximo à polpa e 4% próximo ao esmalte. O diâmetro dos túbulos aumentou onde havia descalcificação pela remoção da dentina peritubular. Prolongamentos odontoblásticos somente foram encontrados em regiões próximas a polpa.

Nakabayashi; Nakamura; Yasuda, (1991), afirmaram que a infiltração do sistema adesivo no interior dos túbulos dentinários, formando os tags de resina oferece pouca contribuição nos valores de resistência de união.

Van Meerbeek. et al., (1992), realizaram um estudo a fim de avaliar a união resina-dentina em diferentes sistemas adesivos. O autor tratou a região com íons argônio para melhorar a visualização da desta interface. Foram preparados 5 espécimes para cada um dos 25 sistemas adesivos utilizados. O autor dividiu em três grupos. O primeiro onde houve a remoção total da smear layer, onde foi possível observar totalmente a presença da camada híbrida, provavelmente porque o tratamento ácido removeu a camada mais superficial de dentina, expondo as fibras colágenas, facilitando a penetração do adesivo. O segundo grupo teve a smear layer preservada, e os túbulos obliterados. Neste caso a intenção era de que os monômeros hidrofílicos dos sistemas adesivos se incorporassem a smear layer,

junto aos componentes orgânicos e inorgânicos da dentina subjacente. No último grupo a smear layer foi dissolvida parcialmente, levando a formação de uma camada híbrida fina e smear plugs impregnados com resina. Os resultados mostraram que a aplicação dos sistemas adesivos provoca alterações estruturais na morfologia da superfície da dentina, criando uma zona de interdifusão entre a dentina mais profunda e o material restaurador.

Gwinnet (1993) estudou a contribuição da penetração do sistema adesivo All-Bond 2 para a resistência de união ao cisalhamento. Terceiros molares humanos foram utilizados e separados em 4 grupos. O grupo 1 preservou a smear layer intacta, o grupo 2 teve a smear layer removida com jato de bicarbonato. O terceiro grupo a dentina foi condicionada com ácido fosfórico por 20 s e no grupo 4 a dentina foi fraturada. Dez espécimes foram utilizados em cada grupo, e as médias em MPa foram: 10,24; 20,37; 26,77 e 32,68 para os grupos 1, 2, 3 e 4 respectivamente. Utilizando os resultados obtidos e comparando com as imagens da microscopia eletrônica, os autores concluíram que a resistência adesiva ao cisalhamento é devida, em 1/3, a infiltração da resina. Sendo a metade deste valor atribuída a sua penetração nos túbulos dentinários e a outra metade decorrente da hibridização ou infiltração de resina na matriz de dentina intertubular.

Pashley, et al., (1993), compararam as características sub estruturais, em MEV, da dentina fraturada com a dentina recoberta de smear layer antes e após o condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos. Nos dentes fraturados, as fotomicrografias não mostraram diferenças aparentes na superfície mantida úmida ou seca com jatos de ar. Os túbulos dentinários permaneceram abertos (com diâmetro $1\mu\text{m}$). A dentina condicionada com ácido teve um alargamento dos túbulos para $3\mu\text{m}$, em função da perda da dentina peritubular. A porosidade, tanto da dentina intertubular quanto da matriz de dentina no interior dos túbulos foi aumentada. A profundidade de desmineralização foi de aproximadamente $5\mu\text{m}$ e as fibras colágenas em torno de 100 nm . A dentina seca com ar apresentou maior quantidade de fibras colágenas colabadas ou colapsadas. Quando o ácido foi aplicado sobre a smear layer, e a superfície úmida, notou-se que a lama foi totalmente removida, juntamente com os smear plugs. Os orifícios dos túbulos

apresentaram de 2 a 3 μm . Observou-se uma grande quantidade de pequenos poros na dentina intertubular e a profundidade de desmineralização foi de 5 a 7 μm . Na dentina condicionada e seca após a aplicação do condicionador ácido, os autores observaram muitas fibras colágenas colapsadas e unidas e no topo da matriz de dentina desmineralizada, uma camada amorfa e pouco porosa.

Sano. et al., (1995), realizaram uma pesquisa para examinar a infiltração de nitrato de prata no interior da união resina-dentina sem existir gaps no interior da amada híbrida. Foram utilizados 35 molares humanos e cinco sistemas adesivos. As restaurações foram executadas do tipo classe V. Os dentes foram imersos em uma solução de nitrato de prata por 24 horas. Após seccionadas as amostras foram avaliadas no MEV. As imagens revelaram diferentes padrões de infiltração, porém todos indicaram a presença de infiltração no interior da camada híbrida. Para este tipo de infiltração, no interior da camada híbrida, os autores propuseram o termo “nanoinfiltração”.

Tay; Gwinnett; Wei, (1996), estudaram o estado de hidratação das fibras colágenas através da avaliação das diferenças micromorfológicas. Foram confeccionados discos de dentina em que foram aplicados sistemas adesivos, a base de álcool, sem água e um adesivo com as duas formas de componentes. Nos grupos que avaliaram a condição úmida, observou-se a presença de fibras colágenas e dos espaços interfibrilares. Nos outros grupos, que avaliaram a condição de dentina desidratada, a camada híbrida encontrou-se muito fina, e a ausência de fibras colágenas e dos espaços interfibrilares sugeriu que existem fibras colágenas colapsadas, que restringem a penetração da resina na matriz intertubular subsuperficial, produzindo uma camada não infiltrada, que foi chamada pelos autores de região “híbridoide”.

A nanoinfiltração foi também estudada por Li; Burrow; Tyas, (2000), que propuseram avaliar o padrão de infiltração em 4 sistemas adesivos (Single Bond; One Coat Bond, Prime & Bond NT e PermaQuick). Uma superfície oclusal plana foi preparada e polida com lixas até granulação 600, e após a aplicação do material restaurador as amostras foram armazenadas por 24 horas em água destilada a 37 °C. As superfícies foram polidas e aplicou-se esmalte de unha ao redor da superfície

de adesão. As amostras foram imersas em uma solução de nitrato de prata por 24 horas. As amostras foram cortadas e polidas e colocada em stubs. Os espécimes foram observados em MEV, utilizando a técnica de elétrons em modo retro-espalhado. Os resultados mostraram que os íons de nitrato de prata foram observados ao longo da base de toda camada híbrida. Os sistemas adesivos Single Bond e One Coat apresentaram nitrato de prata na união da resina adesivo e adesivo dentina. Prime & Bond apresentou o nitrato de prata ao longo de toda a espessura de camada híbrida. O adesivo PermaQuick revelou menor concentração de nitrato de prata na camada híbrida. A composição de cada adesivo pode interferir no padrão de nanoinfiltração. Os autores concluem que os sistemas adesivos estudados aqui não realizam um selamento perfeito da área de união, que pode influenciar na durabilidade da adesão em dentina.

Bonotto (2000) realizou um estudo que teve o objetivo de avaliar qualitativamente a camada híbrida formada por diferentes sistemas adesivos e diferentes tipos de condicionamento da dentina (total etch ou self etch). As cavidades foram realizadas na área cervical das paredes vestibular, lingual, mesial e distal de 10 molares hígidos. Os dentes foram restaurados de acordo com a orientação dos fabricantes. Os resultados não mostraram diferenças entre os adesivos com o mesmo tipo de condicionamento. Porém entre os diferentes tipos de condicionamento, houve vantagem dos sistemas adesivos convencionais sobre os adesivos do tipo self etch, apresentando uma camada híbrida mais constante e uniforme.

Luo. et al., (2002), avaliaram a presença de frestas após a aplicação da resina composta num adesivo monocomponente sobre a dentina com tratamento de superfície com ácido fosfórico a 37%, com um agente condicionador não lavável e sem condicionamento. Os sistemas foram polimerizados com um fotopolimerizador convencional, com 440 mW/cm^2 por 40s e um fotopolimerizador de pulso ativo de 100 a 600 mW/cm^2 por 30s. Os resultados mostraram que com o fotopolimerizador convencional, todas as amostras mostraram fendas, e que o condicionamento com ácido fosfórico mostrou um percentual mais baixo de frestas. Com a utilização do “pulso ativo” houve uma significativa redução da quantidade de frestas. Os autores sugeriram que a presença de frestas deve a contração de polimerização da

resina, e que o condicionamento ácido contribui para a redução do número de falhas e que ao se utilizar à polimerização gradual, pode-se evitar o aparecimento de frestas.

Sundfeld. et al., (2002), realizaram uma avaliação clínico/micriscópica da camada híbrida de adesão e dos prolongamentos resinosos, em tecido dentinário condicionado. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a efetividade da técnica do condicionamento ácido pelo ácido fosfórico quanto ao poder de formação da camada híbrida e formação dos prolongamentos resinosos (Tags) em tecido dentinário hígido e após a remoção de tecido cariado. Os resultados permitiram concluir que a formação e a espessura da camada híbrida independeu dos materiais resinosos empregados e do material ionomérico resinoso empregado, assim como as condições dentinárias empregadas, hígida ou cariada. O comprimento dos tags não dependeu dos materiais restauradores, mas sim do tipo de tecido dentinário, sendo maiores em dentina hígida. A realização de pesquisa clínico/microscópica possibilita a obtenção de resultados mais confiáveis.

Proposição

2 PROPOSIÇÃO

Este estudo se propõe a avaliar a resistência adesiva *in vivo* e *in vitro*, através de um teste de microtração e analisar os efeitos do tipo de armazenamento e do tempo de estocagem dos dentes antes dos procedimentos restauradores, utilizando um adesivo do tipo frasco único (Single Bond 2), com condicionamento ácido total, em uma profundidade dentinária padronizada como sendo a metade da coroa clínica.

Metodologia

3 METODOLOGIA

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Luterana do Brasil, sob número 2007-121H. Os dentes foram doados por pacientes em tratamento ortodôntico, após estarem conscientes do processo e da importância do mesmo para a pesquisa onde estão sendo incluídos e assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

3.1 Obtenção da Amostra

Para este estudo foram selecionados 25 pré-molares hígidos, de pacientes que tinham indicação para extração devido ao tratamento ortodôntico. Os pacientes tinham entre 12 e 21 anos, e com o objetivo de padronizar o tipo de substrato, todos estavam hígidos. Vinte e cinco pré-molares foram extraídos e após a extração realizou-se a desinfecção por duas semanas em solução de formalina a 10% (IMPARATTO, 2003). Após o período de desinfecção os dentes foram limpos com curetas (HU FRIEDY Manufacturing Co., Chicago, USA).

3.2 Materiais Restauradores

Para realizar os procedimentos restauradores em todas as amostras utilizou-se ácido fosfórico a 37% (FGM produtos odontológicos, Joinville, SC), produzido em 14 agosto de 2006, com validade até 14 agosto de 2008.

O sistema adesivo utilizado foi o Adesivo Adper Single Bond 2 (3M Dental Products, St Paul, MN – Lote 6GA 2009-01). Composto de nanopartícula de sílica com partícula de 5 nm em 10% do peso total do adesivo, Bis-GMA, HEMA, dimetacrilatos, etanol, água, um sistema fotoiniciador e o copolímero funcional de metacrilato de ácidos poliacrílico e polialcenóico (Figura 1).

Todas as restaurações foram realizadas com a resina Filtek Z250 cor A2 (3M ESPE – Lote 5JY 2008-04). Composta por uma matriz orgânica de Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA e canforoquinona. Sua matriz inorgânica é composta de zircônia, com 82% em peso (60%) em volume. As partículas possuem tamanho médio de 0,6 µm.

3.3 Grupos Experimentais

3.3.1 Grupo In Vivo – grupo controle

Foram utilizados 5 dentes pré-molares hígidos, que foram preparados, híbridos e restaurados em boca (Figura 2). Logo após foram extraídos, armazenados por 24 horas a 37.°C, desinfetados e encaminhados para confecção dos cortes para os testes de microtração.

3.3.2 Grupos In Vitro

Vinte dentes recém extraídos foram igualmente divididos em 4 sub grupos onde foi estudado o tempo e o meio de armazenamento. Após o procedimento restaurador, os dentes foram armazenados em estufa bacteriológica por 24 horas a uma temperatura de 37 graus Celsius.

3.3.2.1 Sub-grupo recém extraído

Neste grupo os dentes utilizados foram preparados e restaurados após os procedimentos de exodontia e desinfecção, em seguida os espécimes foram cortados e submetidos aos testes de microtração.

3.3.2.2 Sub-grupo congelado

Este grupo foi formado por cinco dentes que foram extraídos, desinfectados e armazenados congelados em *freezer*. Após seis meses de armazenamento, os dentes foram preparados, restaurados e em seguida foram confeccionados os palitos utilizados nos testes de microtração.

3.3.2.3 Sub-grupo água destilada

Os espécimes obtidos após a exodontia foram mantidos, após a desinfecção, em água destilada e resfriados em geladeira. Após seis meses de armazenamento os dentes foram preparados, restaurados e cortados para os testes de tração.

3.3.2.4 Sub-grupo seco

Compõem este grupo cinco dentes extraídos que após o período de desinfecção foram mantidos secos, em temperatura ambiente, sem nenhum meio de armazenamento. Após seis meses os dentes foram preparados, restaurados e em seguida confeccionou-se os palitos que foram utilizados nos testes de microtração.

	Grupo <i>In Vivo</i>	Grupos <i>In Vitro</i>			
	<i>Grupo controle</i>	Recém Extraídos	Congelados	Água Destilada	Seco
Número de dentes	5	5	5	5	5
Tempo de armazenamento	Não houve	Não houve	6 meses	6 meses	6 meses
Meio de armazenamento	Não houve	Não houve	Freezer	Água destilada	Ambiente
Temperatura	Ambiente	Ambiente	-20 °C	4 °C	Temperatura ambiente

Figura 1: Grupos experimentais.

3.4 Preparo e Restauração das Amostras

3.4.1 Grupos *In Vitro*

Após o período de armazenamento, relativo a cada grupo experimental, os dentes foram levados ao laboratório de Pós Graduação da Faculdade de Odontologia na Universidade Federal de Pelotas (Centro de desenvolvimento e controle em biomateriais).

Com o auxílio de um recortador de gesso, foram removidas as raízes dos pré-molares aproximadamente na altura de furca ou mantendo-se aproximadamente 1,5 cm de estrutura dental (Figura 2).

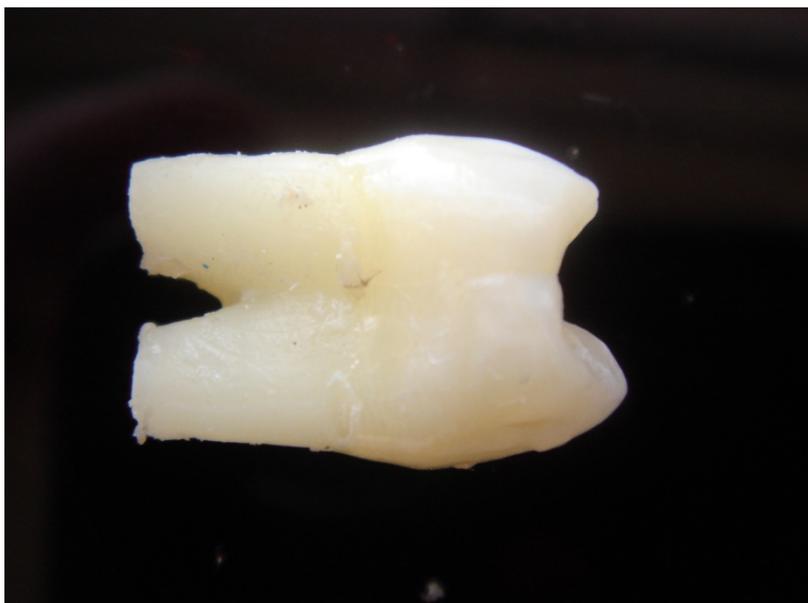


Figura 2: Preparo da amostra após o recorte das raízes.

Um paquímetro digital foi utilizado para medir a coroa clínica. Desde o topo da cúspide mais alta (vestibular) até a junção amelo-cementária. Esta medida foi dividida por 2 para se obter a altura de corte da coroa (Figura 3).

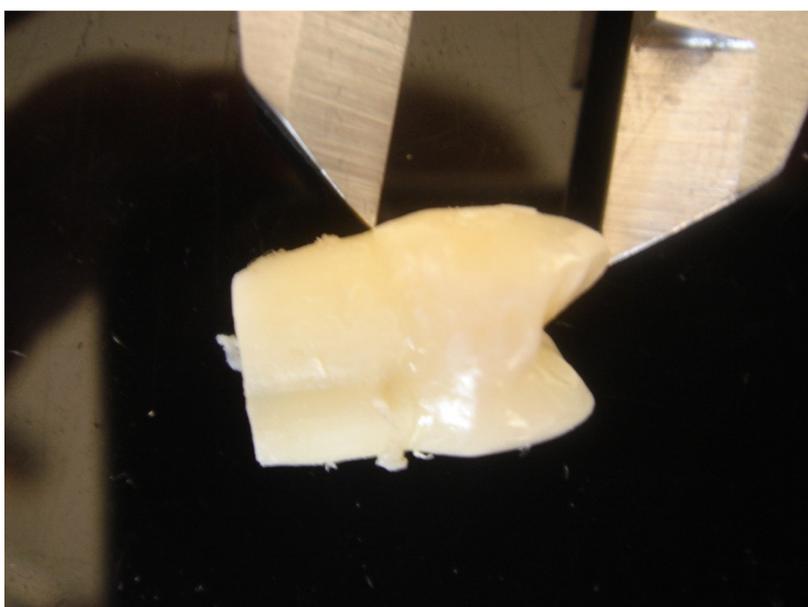


Figura 3: Uso do paquímetro para medir a coroa dental.

Definida a altura de corte, os dentes foram levados a uma politriz (Figura 5), e com auxílio de lixas d'água, de granulação 180, 400 e 600, desgastados até a metade da coroa dental. Obtendo-se uma superfície plana e com smear layer padronizada (PHRUKKANON, 1999).

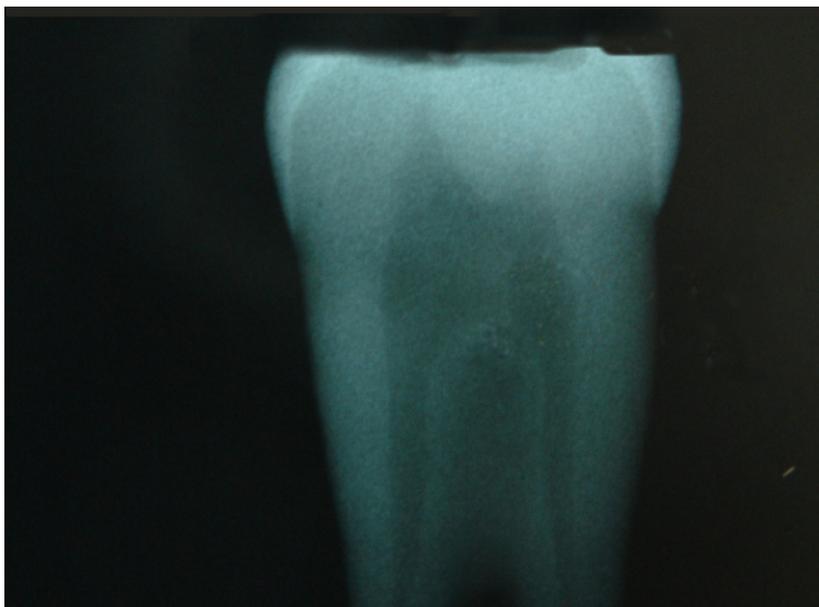


Figura 4: Imagem radiográfica demonstrando a profundidade do preparo e sua relação com o tecido pulpar.

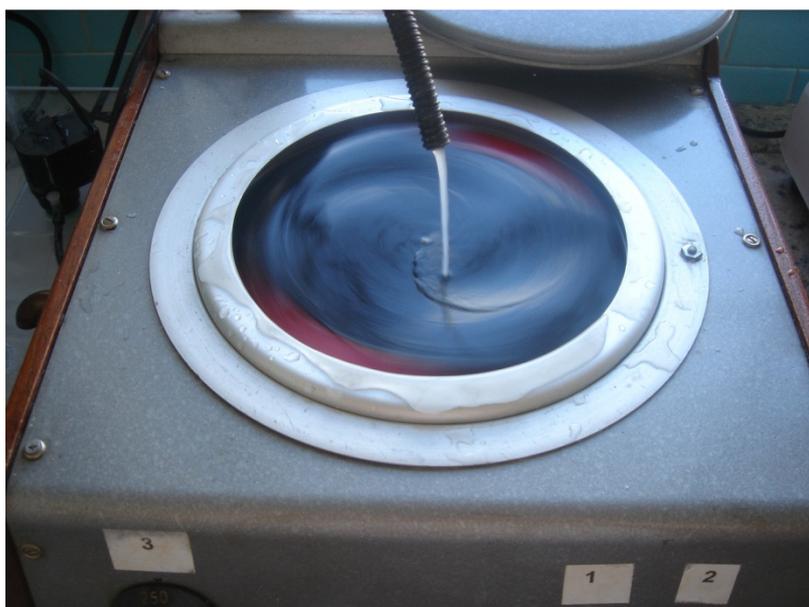


Figura 5: Politriz (Struers – Dinamarca) utilizada para planificar a coroa dental e homogeneizar a smear layer.



Figura 6: Dentes após o preparo prévio a restauração.

Realizado os preparos (Figura 6), os dentes foram submetidos ao procedimento restaurador. A aplicação do ácido se deu sobre toda superfície por 15 segundos e em seguida o dente foi lavado com água e secado levemente, com pensos de algodão, para manter a superfície visivelmente úmida, sem excesso de água, para a aplicação do sistema adesivo (PERDIGÃO, 1999).

O sistema adesivo foi utilizado de acordo com a orientação do fabricante. Com o pincel do tipo *microbrush* foram aplicadas duas camadas de adesivo com tempo de 15 segundos entre cada aplicação. Em seguida a aplicação de um leve jato de ar por 5 segundos. O sistema adesivo foi polimerizado por 10 segundos com o auxílio de um fotopolimerizador XL 2500 (3M) com intensidade média de 550 mW/cm².

A resina Filtek Z250 de cor A2 foi aplicada pela técnica incremental, com incrementos de até 2mm, sobre o sistema adesivo somente na região de dentina, formando um cilindro sobre a superfície dental, até atingir a altura de aproximadamente 4mm (figura 7). Cada camada foi polimerizada por 20 segundos.

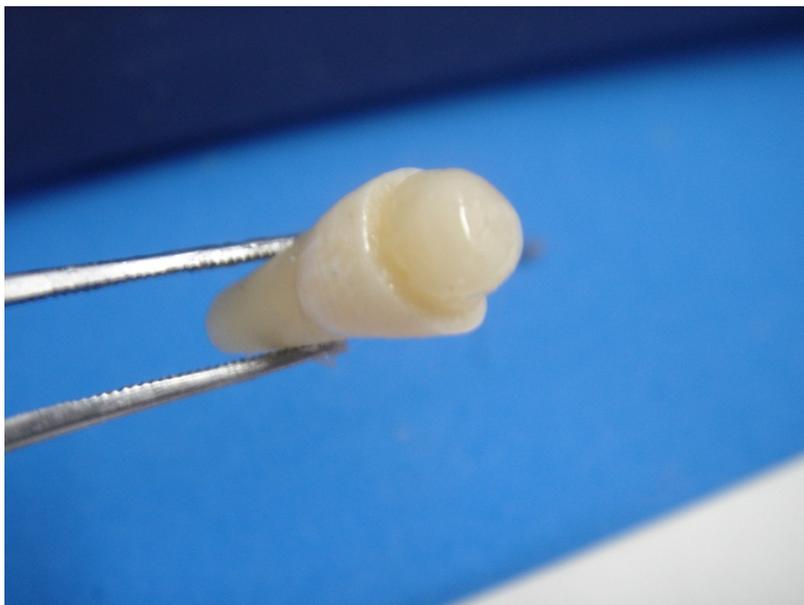


Figura 7: Aspecto do dente após a aplicação do material restaurador.

Após a restauração concluída os dentes foram armazenados por 24 horas a uma temperatura de 37 °C em estufa bacteriológica.

3.4.2 Grupo *In Vivo*

O primeiro passo após selecionar o dente a ser estudado foi realizar a anestesia local, com o anestésico Lidocaína 2% com adrenalina.

Com a sonda exploradora definiu-se a localização do limite amelocementário, e com o auxílio de um compasso de ponta seca, foi transferida a medida para uma régua milimetrada. O valor obtido foi dividido por 2 e a partir da cúspide vestibular marcou-se a altura do preparo. Em seguida com a caneta de alta rotação e uma ponta diamantada cone invertido (1033) iniciou-se o corte da coroa, mantendo apenas uma fina parede de esmalte mesial e distal a fim de manter a integridade dos dentes contíguos ao preparo próximo ao ponto de contato.



Figura 8: Imagem do elemento 14 do paciente E.B utilizado no estudo.

Próximo da altura definida para o preparo foi realizado o isolamento do campo operatório, com o uso de dique de borracha pela técnica do isolamento absoluto (Figura 9).



Figura 9: Aspecto após o isolamento absoluto.

Em seguida concluiu-se o preparo e planificação da superfície dentinária com uma ponta diamantada cilíndrica (3101).

Realizado então os preparos, os dentes foram submetidos ao procedimento restaurador. A aplicação do ácido se deu sobre toda superfície por 15 segundos e em seguida o dente foi lavado com água em abundância e secado levemente, para manter a superfície úmida para a aplicação do sistema adesivo.

O sistema adesivo foi utilizado de acordo com a orientação do fabricante. Com o pincel do tipo *microbrush* foram aplicadas duas camadas de adesivo com tempo de 15 segundos entre cada aplicação. Em seguida a aplicação de um leve jato de ar por 5 segundos. O sistema adesivo foi polimerizado por 10 segundos com o auxílio de um fotopolimerizador XL 1500, com intensidade de aproximadamente 500 mW/mm².

A resina Filtek Z250 de cor A2 foi aplicada pela técnica incremental, com incrementos de até 2mm, sobre o sistema adesivo somente na região de dentina, formando um cilindro sobre a superfície dental, até atingir a altura de aproximadamente 4mm (Figura 10). Cada camada foi polimerizada por 20 segundos.



Figura 10: Aspecto do dente 14 logo após a restauração.

Concluído o procedimento restaurador os dentes foram extraídos (Figura 11) com alavancas e fórceps, mantendo o cuidado de não aplicar carga sobre a restauração. Depois de retirados, os dentes foram lavados e limpos. Em seguida foram colocados em estufa por 24 horas a 37 °C. Após este período os dentes foram colocados em solução de formalina a 10% para desinfecção.



Figura 11: Elemento 14 imediatamente após a exodontia.

Logo depois os dentes foram levados ao laboratório de pós-graduação da Faculdade de Odontologia, UFPEL. As raízes foram removidas com o auxílio de um recortador de gesso, mantendo-se aproximadamente 1,5 cm de estrutura dental para realização dos ensaios de microtração.

3.5 Preparo dos Espécimes para o Teste de Microtração

Após a conclusão dos procedimentos restauradores, os dentes foram colocados em uma placa acrílica quadrada (base) com o auxílio de cera pegajosa e cera rosa (Figura 12).

Com o dente posicionado, a base foi acoplada na máquina de cortes ISOMET 1000 (Suehler), (Figura 13).

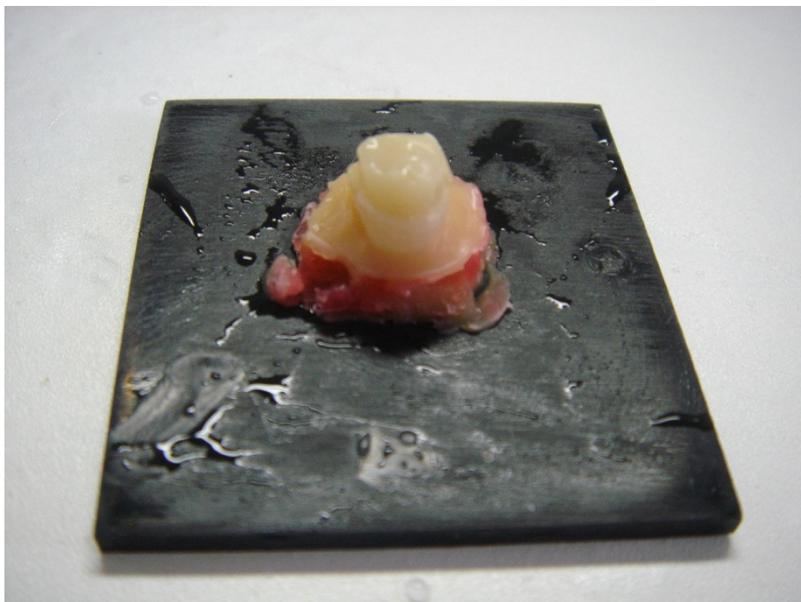


Figura 12: Espécime preparado na base acrílica para ser acoplado a máquina de corte



Figura 13: Máquina de cortes de precisão ISOMET 1000.

Os cortes foram executados no primeiro sentido com velocidade de 250rpm, lubrificado com água. Os intervalos de corte foram de 1,1mm, e como o disco possui aproximadamente 0,2mm, os cortes resultaram em espaços de aproximadamente 0,9mm e uma área total de adesão de média 0,8 mm². A profundidade dos cortes variou de 8 a 10 mm

Depois de concluído os cortes no primeiro sentido, a base foi retirada e foi aplicada uma camada de cera pegajosa sobre os primeiros cortes para evitar perdas prematuras de amostra.

Novamente a base foi recolocada em posição na máquina de cortes, porém de forma que os cortes fossem perpendiculares aos realizados previamente.

Enquanto um corpo de prova estava sendo cortado, os demais do grupo foram mantidas em água destilada.

Concluídos os cortes (Figura 14) os dentes foram cuidadosamente retirados da base e novamente colocados em água destilada. Com o auxílio de discos de diamante (KG Sorensen), em baixa rotação, os palitos foram retirados cortando-se os palitos na região do fim dos cortes. Para evitar desidratação as amostras foram sempre mantidas hidratadas em água destilada (Figura 15).

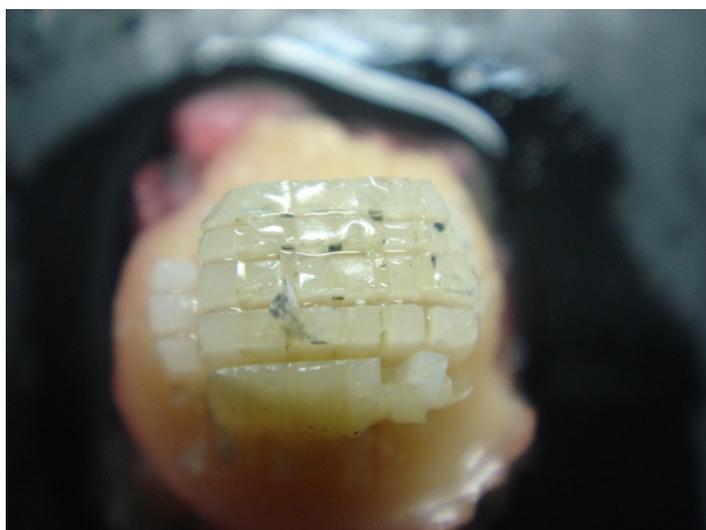


Figura 14: Imagem dos palitos ainda na base de resina.



Figura 15: Imagem dos palitos de um grupo, depois de obtidos.

3.6 Teste de Microtração

As amostras obtidas ficaram armazenadas em água destilada a 37 °C por 24 horas.

Do total de palitos obtidos, foram selecionados 25 palitos (corpos de prova) por grupo experimental, dentre aqueles que possuíam de 2 a 4 mm de dentina remanescente. As amostras foram coladas em um dispositivo (semelhante ao dispositivo idealizado por Geraldelli, adaptado para a máquina de testes) com um adesivo a base de cianoacrilato (Super Bonder em gel, da LOCTITE). O palito foi posicionado de forma a linha de união ficar no meio do dispositivo e o mesmo posicionado sem inclinação, frontal ou lateral, guiado por um chanfro presente no dispositivo (Figura 16).

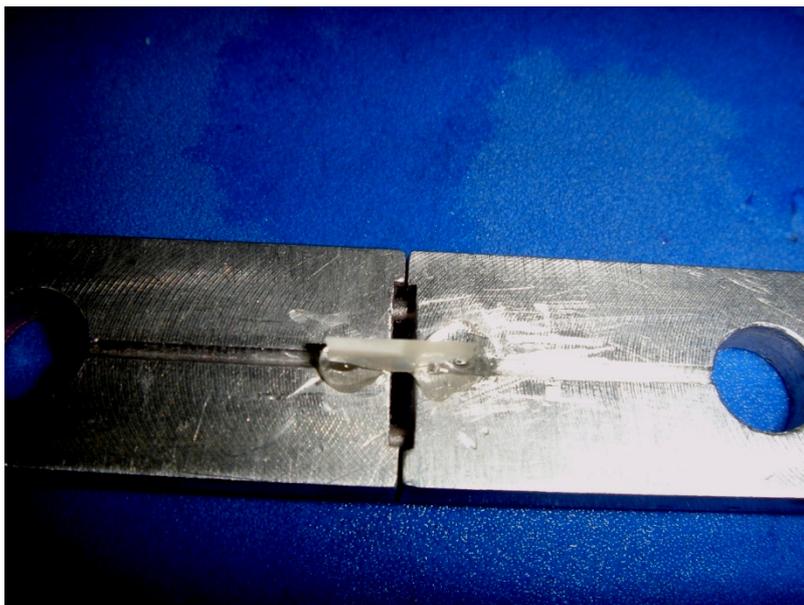


Figura 16: Palito colado ao dispositivo de ensaio.

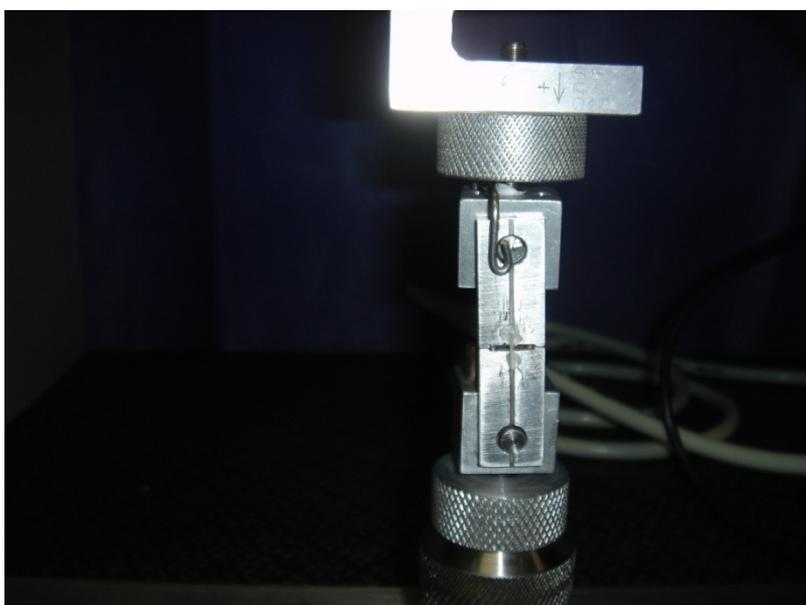


Figura 17: Dispositivo acoplado a célula de carga.

Para a realização dos testes os palitos selecionados foram medidos em sua espessura e largura (em mm), com o auxílio de um paquímetro digital, com precisão de 0,01mm. O valor das medidas obtidas foram inseridos no programa de computador que comanda os testes (Tesc 3.01). Os ensaios de microtração foram realizados em uma máquina de ensaios EMIC DL 500 (Figura 18), a uma velocidade

de 0,5mm/min, com célula de carga de 5 Kg. Os resultados foram obtidos através do programa de computador, já calculados em MPa.



Figura 18: Máquina de Ensaio EMIC DL 500, com o software Tesc 3.01.

3.7 Padrão de Fratura

O padrão de fratura foi avaliado com o auxílio de um microscópio ótico, com aumento de 40x e classificadas em adesivas, coesiva em dentina, coesiva em resina e mista.

3.8 Microscopia Eletrônica

Após concluir os testes de microtração, 2 palitos (corpos de prova) representativos por grupo foram separados para análise em microscopia eletrônica de varredura.

Os corpos de prova foram pintados com esmalte de unha até aproximadamente 1mm da zona de união, e imersos por 24 horas em uma solução de nitrato de prata. Após, os palitos foram polidos com lixas d'água, com granulação 600, 800 e 1200 e limpos em ácido fosfórico a 37% e ultra-som. Os espécimes foram secos e montados em stubs. Depois de metalizadas as amostras (Figura 19) foram colocadas no microscópio eletrônico de varredura (JEOL JSM-5800) (Figura 20), buscado imagens em *backsattered eletron mode* (elétrons em modo retro espalhado) e em *secondary mode eletron* (modo de elétrons secundários) com aceleração de 20 kV e amplificação de 400 e 800 vezes.



Figura 19: Palitos depois de metalizados e colocados nos stubs.

Os espécimes foram preparados e analisados no centro de microscopia eletrônica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



Figura 20: Microscópio eletrônico utilizado (JEOL JSM-5800).

A análise estatística foi realizada através da Análise de Variância complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Resultados

4 RESULTADOS

A amostra total foi composta 25 dentes, gerando 123 palitos, divididos de acordo com os grupos experimentais e sub-grupos. Sendo distribuída de acordo com a tabela a seguir (Tabela 1). Todos os valores de medidas, áreas, força máxima e tensão máxima estão colocados nos anexos.

Tabela 1: Distribuição das amostras por grupo experimental.

Grupo	<i>In vivo</i>	<i>In vitro</i>				Total
		Recém extraído	Congelado	Água destilada	Seco	
Número de amostras	5	5	5	5	5	25
Número de palitos	25	25	23	25	25	123

No grupo *In vivo* os resultados dos testes em microtração mostraram que a média tensão máxima obtida foi de 21,66 MPa e o desvio padrão de 7,88 MPa. A média da área de adesão para este grupo foi de 0,72mm².

Os resultados do grupo Recém Extraído retornaram uma área média de 0,80 mm², e a tensão máxima teve média de 29,37 MPa e desvio padrão de 11,81 MPa.

No grupo Congelado a tensão máxima atingiu 24,87 MPa, com desvio padrão de 11,27 MPa e a média da área de união foi de 0,88 mm².

O grupo água destilada apresentou 28,23 MPa de tensão máxima, desvio padrão de 11,91 e área de 0,77 mm².

Os resultados grupo Dente Seco, teve para o valor máximo de tensão a média de 37,15 MPa e o desvio padrão de 7,58 MPa. Sendo que a média de área foi 0,77 mm².

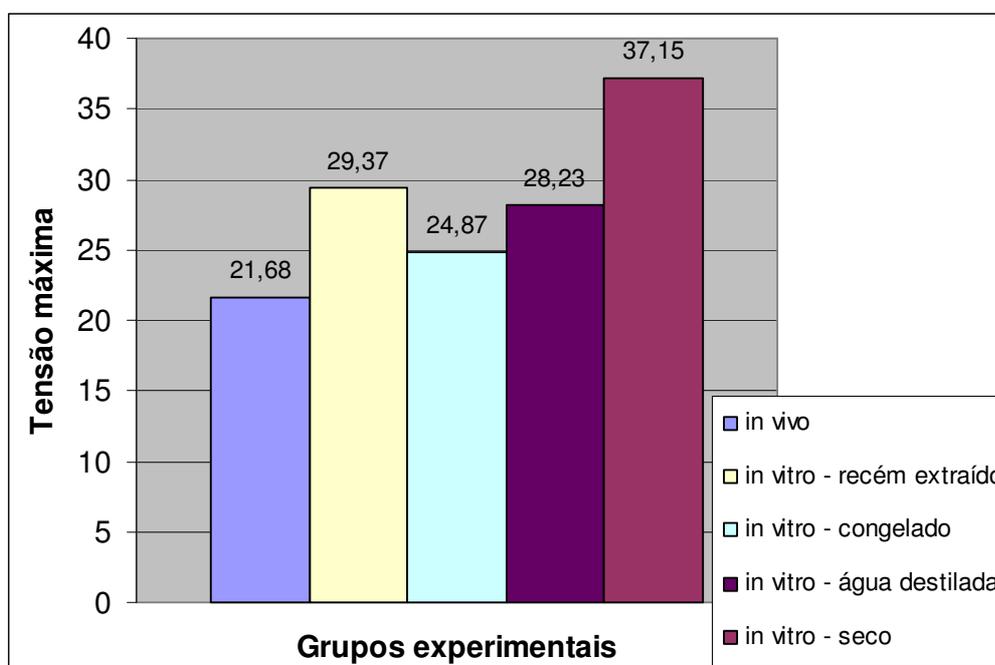


Figura 21: Gráfico comparativo entre os grupos.

Através da Análise de Variância complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%, verifica-se que os grupos *In vivo*, Congelados e Água destilada apresentam média de tensão máxima significativamente menor do que no Dente Seco, o grupo recém extraído não difere dos demais grupos quanto à média da Tensão Máxima.

Tabela 2: Média de Tensão Máxima (MPa)

Tensão Máxima					
Grupo	N	Tensão Máxima (MPa)			
		Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
<i>In vivo</i>	25	21,68 ^A	7,88	7,68	37,57
Recém extraídos	25	29,37 ^{AB}	11,81	10,19	53,26
Congelados	23	24,87 ^A	11,27	4,62	49,27
Água Destilada	25	28,23 ^A	11,91	5,70	58,48
Dente Seco	25	37,15 ^B	7,58	17,65	49,19

Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente através da Análise de Variância complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%

Tabela 3: Análise de Variância.

Tabela da Análise de Variância

Causa de Variação	Grau de liberdade	Soma de Quadrado	F	P
Grupo	4	3354,06	7,97	<0,001
Erro Experimental	118	12415,32		
Total Corrigido	122	15769,38		

As fraturas observadas foram em sua ampla maioria do tipo adesivas. Todas as fraturas dos grupos *in vivo* e congelados foram do tipo adesivas. As fraturas do tipo coesiva foram todas em dentina, sendo que foram observadas nos grupos água destilada (1 fratura correspondendo a 4% do total de espécimes do grupo), dente seco (2 fraturas correspondendo a 8% do total de espécimes do grupo) e recém extraídos (2 fraturas correspondendo a 8% do total de espécimes do grupo). Do total de 123 espécimes testados, 95,94 % tiveram fraturas do tipo adesivas.

4.1 Microscopia Eletrônica de Varredura

A avaliação em MEV das amostras levou em conta a infiltração de nitrato de prata junto à camada híbrida e a formação e penetração dos tags de resina nos túbulos dentinários. As imagens foram obtidas de duas maneiras: com os elétrons em modo secundário e em modo retro-espalhado.

As fotomicrografias do substrato e suas respectivas interfaces de união mostradas a seguir têm o objetivo de ilustrar e proporcionar eventuais informações que possam auxiliar a compreender os resultados obtidos.

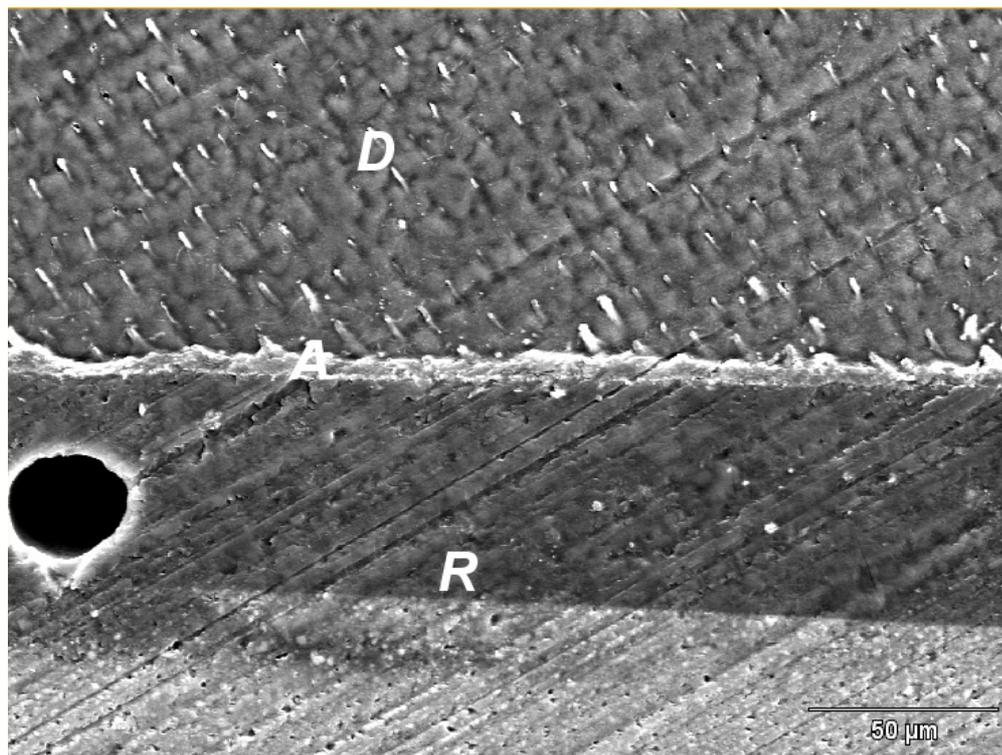


Figura 22: Fotomicrografia da camada híbrida obtida do grupo *in vivo* com Magnificação de 400x. (A- adesivo; R-material restaurador; D-dentina

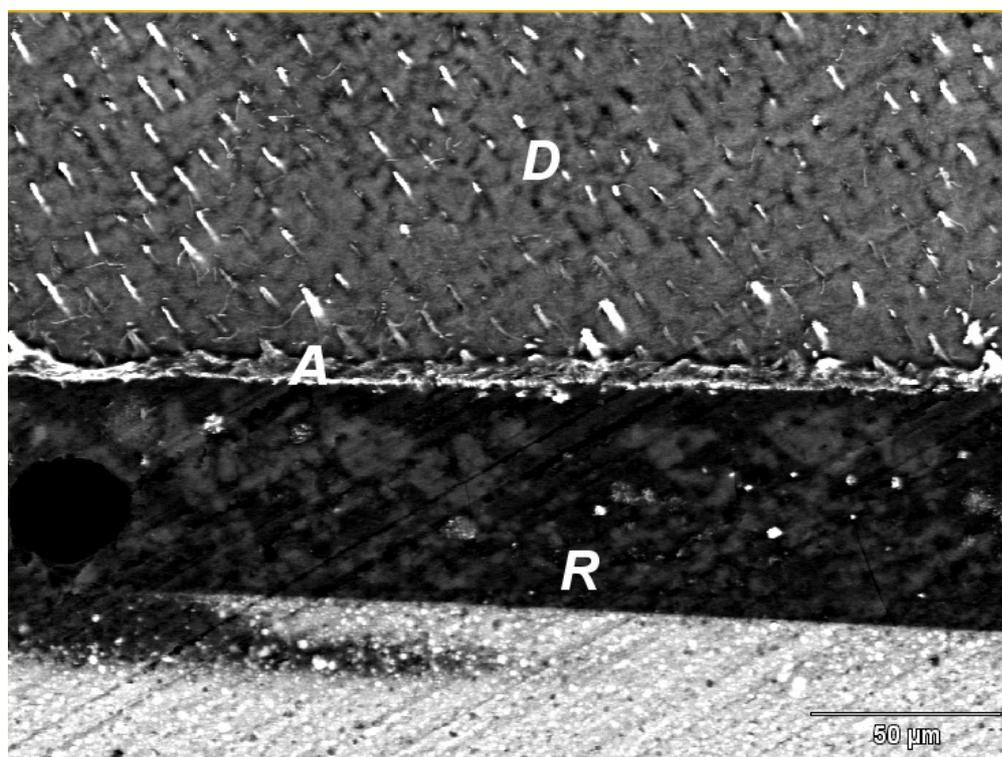


Figura 23: Fotomicrografia obtida da camada híbrida em um espécime do grupo *In vivo* no modo retro espalhado (Magnificação de 400x). A- adesivo; R-material restaurador; D-dentina

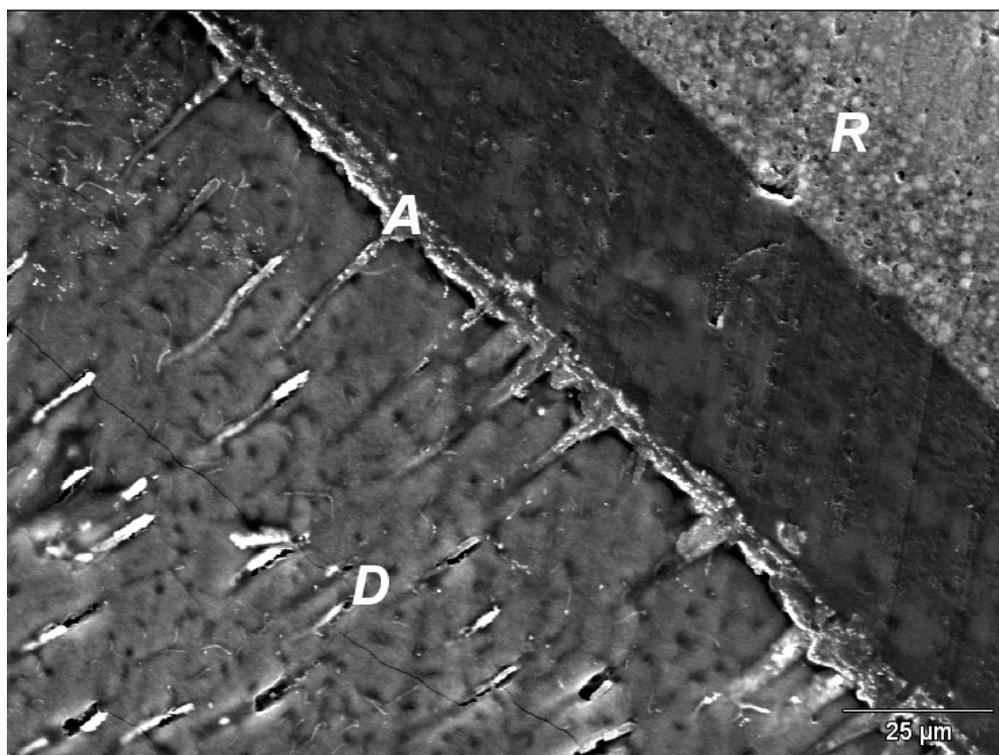


Figura 24: Fotomicrografia da camada híbrida obtida do Grupo Recém Extraído com magnificação de 800x.). *A- adesivo; R-material restaurador; D-dentina*

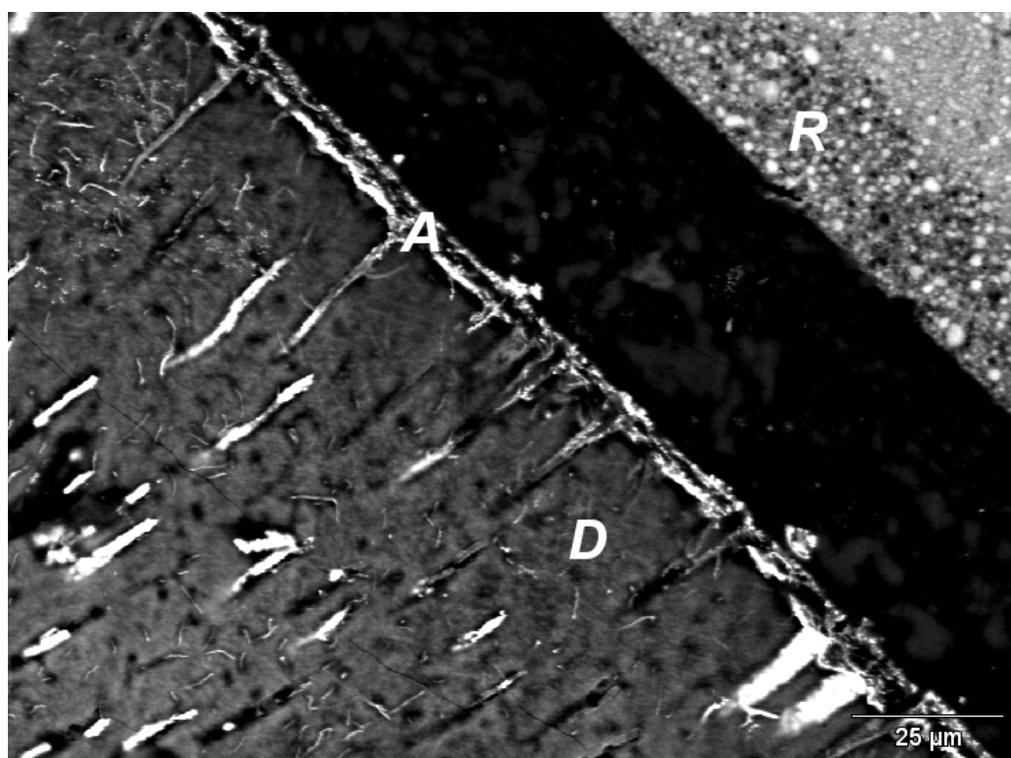


Figura 25: Fotomicrografia da camada híbrida obtida do grupo Recém Extraído (em modo retro espalhado) com magnificação de 800x). *A- adesivo; R-material restaurador; D-dentina*

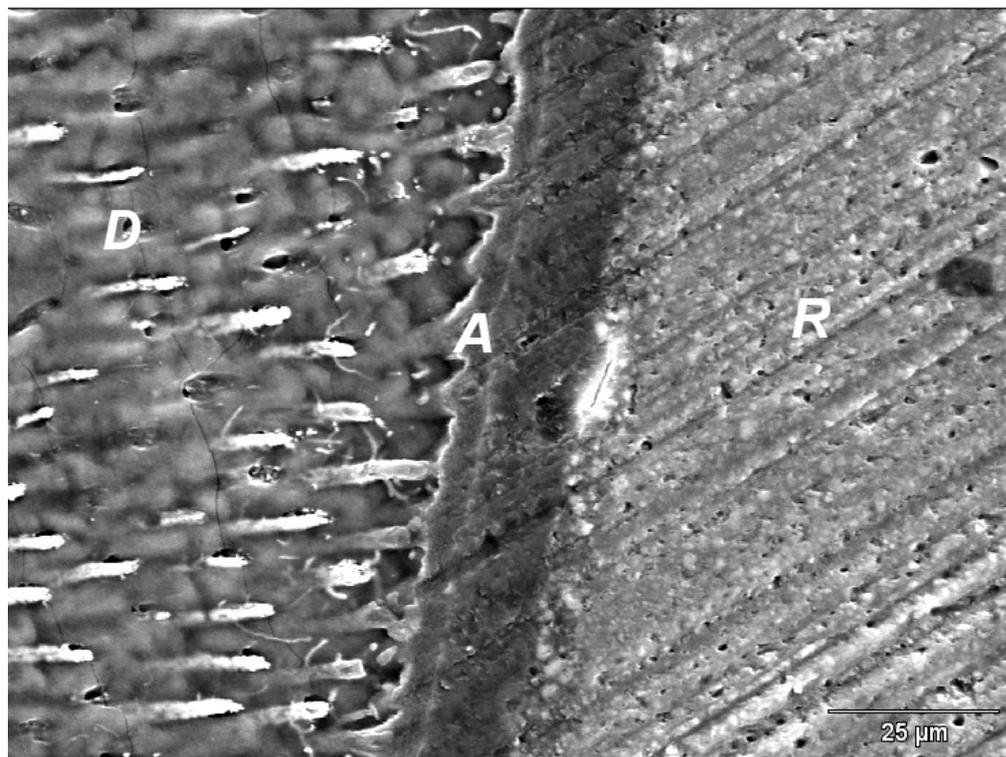


Figura 26: Fotomicrografia da camada híbrida obtida do grupo Congelado (Magnificação de 800x). A- adesivo; R-material restaurador; D-dentina

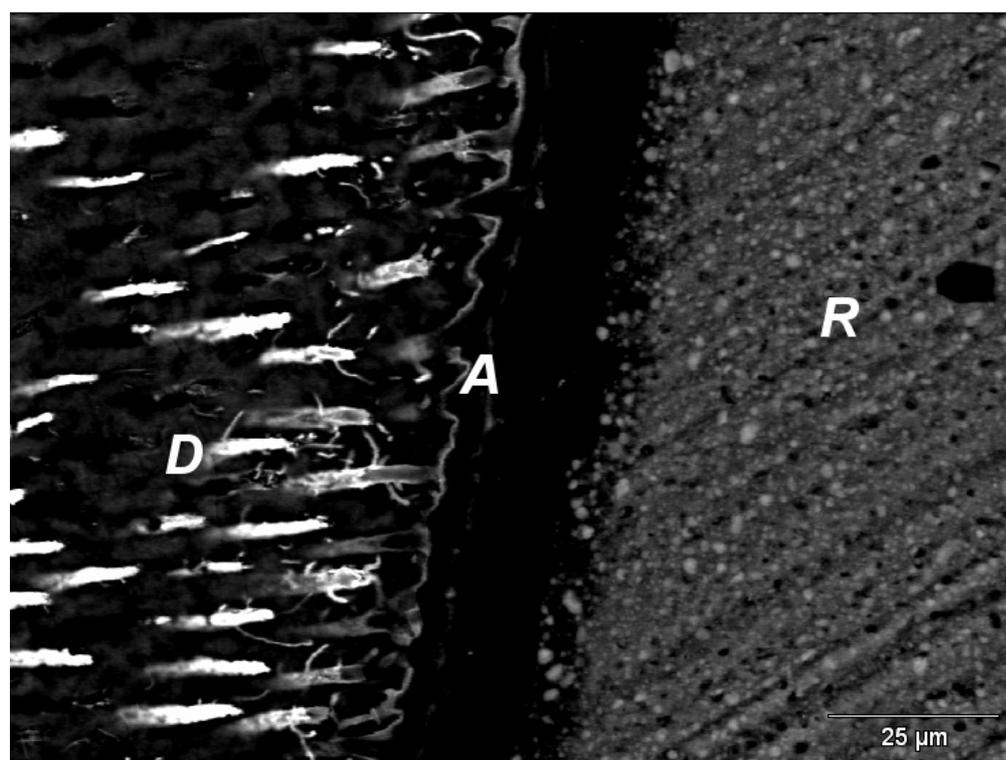


Figura 27: Fotomicrografia da camada híbrida obtida do grupo Congelado modo RE (magnificação de 800x). A- adesivo; R-material restaurador; D-dentina

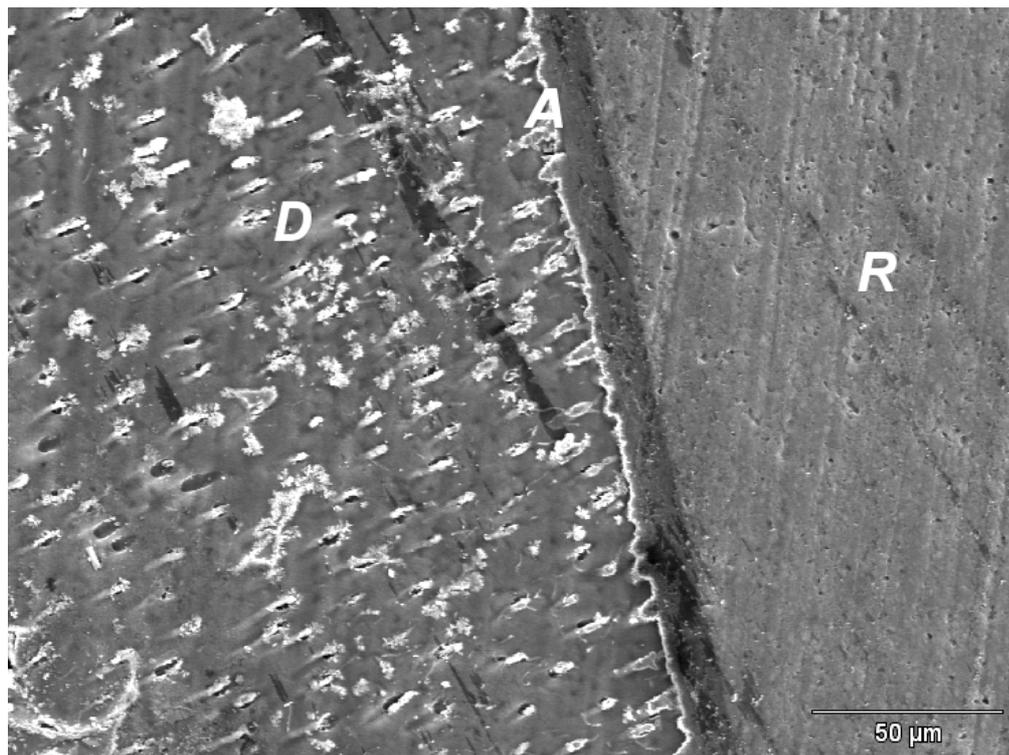


Figura 28: Fotomicrografia da camada híbrida obtida do grupo Água Destilada (Magnificação de 400x). A- adesivo; R-material restaurador; D-dentina

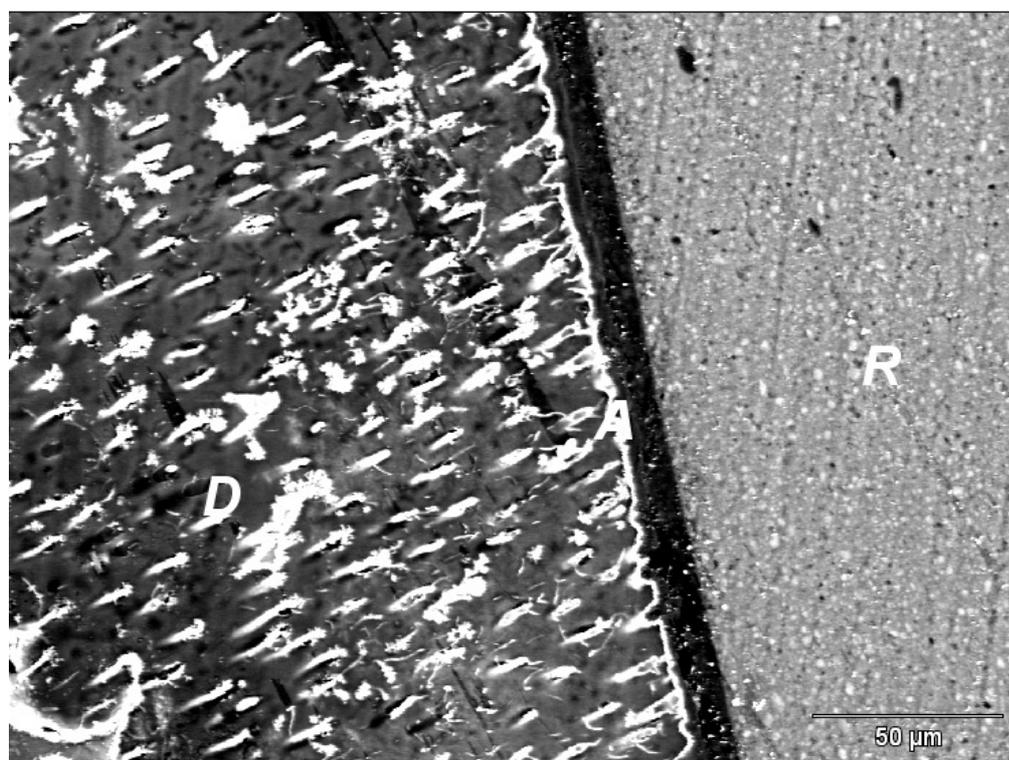


Figura 29: Fotomicrografia da camada híbrida obtida em modo retro-espalhado do grupo Água Destilada (Magnificação de 400x). A- adesivo; R-material restaurador; D-dentina

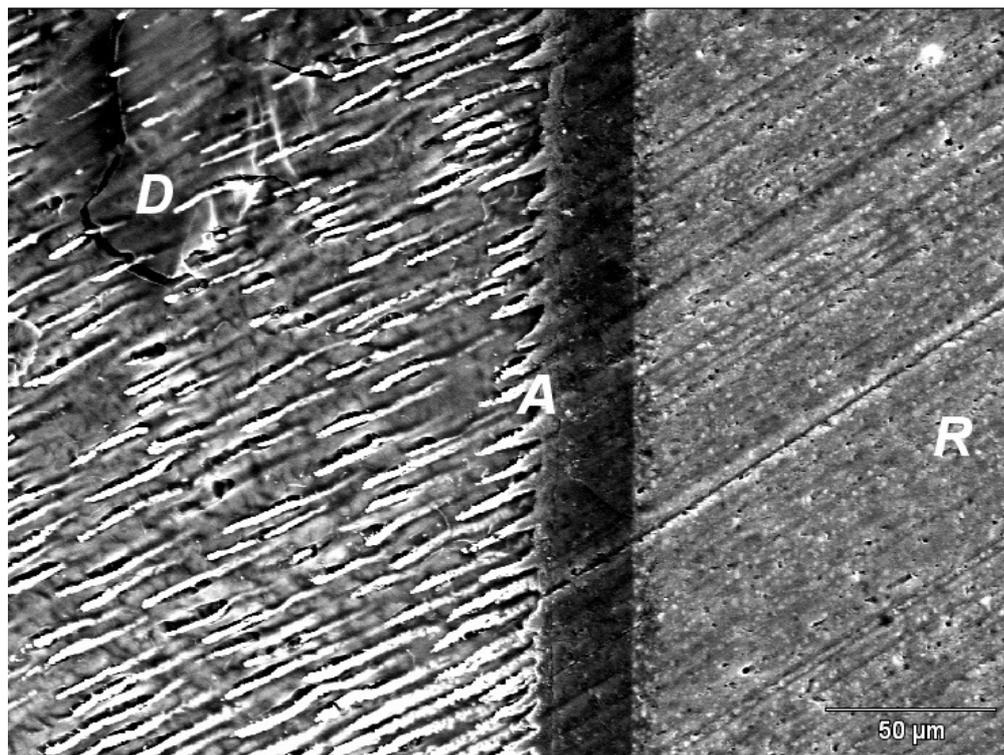


Figura 30: Fotomicrografia da camada híbrida obtida de um espécime do grupo Dente Seco (Magnificação de 400x) A- adesivo; R-material restaurador; D-dentina.

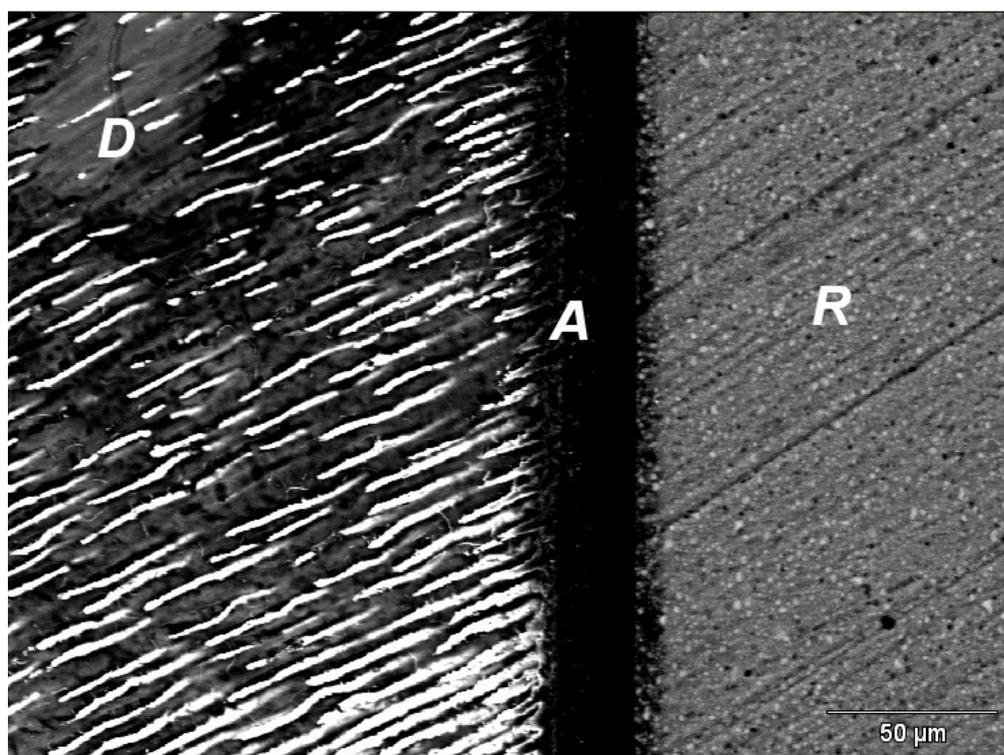


Figura 31: Fotomicrografia da camada híbrida obtida do grupo Dente Seco em modo RE com magnificação de 400x. A- adesivo; R-material restaurador; D-dentina

Discussão

5 DISCUSSÃO

A cada dia novos materiais são utilizados e desenvolvidos a fim de se obter elementos de reabilitação dentária mais parecidos e integrados com a estrutura dental. Davidson (1995) definiu o fenômeno da adesão como o estado em que duas superfícies estão intimamente ligadas, por forças físicas, químicas ou ambas, podendo ter ou não a presença de um adesivo. A adesão física entre dois materiais é devida à penetração de um material em outro, em nível microscópico, resultando num embricamento. Quando esta interação ocorre no substrato dentinário através de prolongamentos resinosos permeando a malha de colágeno e túbulos dentinário, ocorre a formação da camada híbrida descrita por Nakabayashi. et al., (1982).

Essa interação, porém não é tão fácil, Retief (1970), relacionou vários fatores que poderiam interferir nos procedimentos adesivos realizados na cavidade oral. O autor considerou a superfície heterogênea da dentina, entre um dente e outro e entre áreas do mesmo dente; a presença de um ambiente úmido, a rugosidade superficial; a presença de debris na superfície; as forças mastigatórias; as variações térmicas e de pH oral, e o potencial tóxico do material adesivo como fatores importantes para determinar as características do adesivo ideal. Por sua vez, Araújo; Botino, (1998), relataram que a *smear layer* provocada pelos instrumentos durante o preparo dificulta a adesão, pois impede o contato do adesivo com o substrato. Portanto, para sabermos a melhor maneira de empregar os materiais adesivos devemos considerar os fatores que estão relacionados ao substrato dentário, ao paciente e ao material restaurador (HEYMAN; BAYNE, 1993).

5.1 Considerações sobre o Substrato

A dentina considerada um tecido vivo, apesar de ser acelular (STANLEY. et al., 1983; PASHLEY, 1998), é um tecido muito complexo, porque contém uma parte mineral, matéria orgânica e água (MARSHALL. et al., 1997; SWIFT Jr.; PERDIGÃO; HEYMANN, 1995).

A porção orgânica da dentina é formada por colágeno, essencialmente do tipo I (SELTZER; BENDER, 1979). Este colágeno confere a resistência à dentina e é responsável por cerca de 30% da resistência a tração (SANO. et al., 1994). A remoção do colágeno com técnicas de desproteinização mostrou que ele pode não contribuir significativamente para os resultados de adesão (GWINNET, 1994; GWINNET. et al., 1996; PRATI. et al., 1999), sendo esta resultante da rugosidade da dentina, da capacidade de penetração do adesivo na dentina tratada e de uma possível interação química entre a resina e dentina (PHRUKKANON. et al., 2000). Porém, quando o colágeno está íntegro é parte importante para uma área de união adequada (GWINNET, 1994). Alguns autores afirmam que a remoção do colágeno pode aumentar a resistência adesiva e a permeabilidade dentinária (WAKABAYASHI. et al., 1994; BARBOSA; SAFAVI; SPANGBERG, 1994; BRESCHI. et al., 2003).

As características da porção mineral da dentina também são importantes para a união entre os substratos. Pashley; Carvalho, (1997), após uma revisão sobre as propriedades da dentina e permeabilidade dentinária sobre a união dos sistemas adesivos, concluíram que a compreensão dessas características e da permeabilidade dentinária torna-se importante recurso para o mecanismo de adesão. Os resultados recentes indicam que a estrutura da matriz de dentina desmineralizada é muito diferente dependendo da condição do estado de umidade. A evidência acumulada mostra que as mudanças estruturais alteram profundamente a permeabilidade da matriz dentinária aos monômeros resinosos. A dentina é a fase mineralizada do complexo dentino-pulpar. Constitui o maior volume dental e possui uma parte mineralizada, formada por cristais de hidroxiapatita e a parte orgânica é basicamente formada por colágeno do tipo I. Cerca de 80% do volume de dentina próximo à polpa é composto pela luz dos túbulos dentinários e apenas 4% nas

regiões mais distantes. Isto mostra que o diâmetro dos túbulos varia de acordo com a profundidade, sendo que quanto mais próximo à polpa, maior é o diâmetro dos túbulos. Dessa forma a dentina mostra-se um tecido permeável e variável, A permeabilidade é maior próximo à região dos cornos pulpares (TEN CATE, 1998).

A umidade da dentina é um fator importante. Os adesivos modernos principalmente os que utilizam condicionamento ácido prévio tem sua técnica baseada na adesão úmida (KANCA III, 1992). A presença de umidade superficial (extrínseca) prévia a aplicação do sistema adesivo é essencial para a formação da camada híbrida e ganho de resistência de união (PEREIRA. et al., 1999). Entretanto o excesso de água pode ser prejudicial a adesividade, podendo gerar vesículas de resina no interior da camada híbrida, fenômeno chamado de *overwet* (TAY; GWUINNETT; WEI, 1996).

Quando ocorre a desmineralização por um ácido forte, a rede de colágeno fica exposta e a água presente na dentina dará a sustentação à rede de fibras colágenas (PASHLEY; Carvalho, 1997; PASHLEY. et al., 1995). Quando a matriz de colágeno é seca pelo jato de ar, ela contrai em cerca de 65% do seu volume, prejudicando o processo de adesão por impedir o acesso dos monômeros presentes no adesivo ao interior da estrutura da dentina (KANCA III, 1992). O ressecamento da dentina contribui para perda de resistência de união, por causar o colapso das fibras colágenas; esta situação, porém pode ser revertida com o reumedecimento da dentina (PAHSLEY. et al., 1993; GWINETT, 1994; PERDIGÃO. et al., 1999). Perdigão. et al., (2002), no entanto, afirma que clinicamente (*in vivo*), o grau de umidade da dentina não afeta a resistência adesiva.

O excesso de umidade presente no *primer* pode gerar efeitos prejudiciais, como o aparecimento de glóbulos no interior da camada híbrida, prejudicando a penetração dos monômeros e conseqüentemente a formação dos prolongamentos resinosos no interior dos túbulos dentinários (PEREIRA. et al., 1999; TAY; GWUINNETT; WEI, 1998).

Controlar a quantidade de água presente no sistema adesivo/dentina é um fator que deve ser levado em consideração, entretanto não existe um método de

secagem padronizado, nem os fabricantes o fazem com clareza. A água presente no *primer* pode influenciar essa interação, como estudaram Tay; Gwinnett; Wei, (1998), ao adicionarem quantidades diferentes de água no sistema adesivo. Ao acrescentarem maiores quantidades de água, o surgimento de bolhas e vesículas pode ser observado. Portanto, é necessário conhecer os fatores que estão presentes e que podem interferir no processo adesivo (HEYMAN; Bayne, 1993). Nakaoki; Burrow; Tagami, (2002), sugeriram que os melhores resultados de união foram obtidos quando se realiza a secagem com algodão e com jato de ar por 1 segundo.

Como vimos, a umidade presente na dentina é um fator importante para a resistência adesiva, porém, ela não é proveniente somente da lavagem do dente após o condicionamento ácido, nem da água presente em determinados sistemas adesivos. A permeabilidade transdentinária foi definida como aquela induzida pelo fluxo de fluido pulpar através da dentina, provocada pela pressão intrapulpar; é o fluxo hidráulico no interior dos túbulos sendo maior com o aumento da profundidade (PASHLEY. et al., 2002).

A pressão intrapulpar foi simulada por alguns autores (TAO; TAGAMI; PASHLEY, 1991; PEREIRA. et al., 1999; PIOCH. et al., 2001; PASHLEY. et al., 2002; CARDOSO, 2003) com a intenção de representar *in vitro*, uma situação importante que ocorre *in vivo*.

Com a presença da PIP, os resultados mostraram que há uma diminuição da resistência adesiva quanto mais próximos à polpa (TAO; TAGAMI; PASHLEY, 1991; PEREIRA. et al., 1999; NAKAOKI; BURROW; TAGAMI, 2002). Apesar dessa diminuição, não foram encontradas diferenças significativas na espessura da camada híbrida. Cardoso (2003) observou que frente a uma pressão pulpar fisiológica de 15 cmH₂O, não há diminuição significativa da resistência de união, mas em pressões mais elevadas pode haver a redução significativa da força de união. Pitt-Ford. et al., (1993), afirmaram que a aplicação de anestésico local com vaso constritor pode diminuir em 60% o fluxo sanguíneo pulpar, com conseqüente redução do fluxo de fluido dentinário.

A profundidade da dentina é outro fator importante, não só pela possibilidade de haver um maior fluxo transdentinário, como o aumento da luz dos túbulos e a diminuição da matriz intertubular. O volume de dentina ocupado pelos túbulos dentinários próximo à polpa é de 80% (TEN CATE, 1998) e o percentual da área de dentina é de 12%; nesta área os túbulos podem chegar a ter 2,5µm de diâmetro (TEN CATE, 2001).

De acordo com Phrukkanon; Burrow; Tyas, (1999) dependendo da orientação dos túbulos, os adesivos com condicionamento total como o Single Bond podem ser afetados em sua resistência de união devido a sua propriedade de penetrar de maneira diferente em diferentes regiões do dente, enquanto que os adesivos *self etch* sofrem menos com as variações. Contrariamente Toledano. et al., (2003), não encontraram diferenças significativas quanto a resistência de união do Single Bond, tanto em dentina rasa como profunda.

5.2 Considerações sobre a Metodologia

A utilização de dentes naturais é muito importante para a realização de testes que visam o estudo e desenvolvimento de novos materiais restauradores (BARKMEIER; COLLEY, 1992). Porém, para que os resultados dos testes sejam confiáveis e representativos é necessária a realização de vários ensaios, dispondo-se de um grupo de amostras suficientemente grande para o estudo. Por isso os dentes utilizados devem ser armazenados até que se tenha o número suficiente ou que esteja disponível para novos testes (ARAÚJO. et al., 1999).

Em geral também podemos utilizar dentes obtidos através de bancos de dentes, entretanto se não temos um banco de dentes disponível, temos que utilizar uma metodologia de armazenamento adequada e que não interfira nos resultados que se pretende obter.

5.2.1 Desinfecção dos Dentes

A desinfecção dos dentes foi realizada em formalina a 10% por 15 dias (DOMINICI. et al., 2001; TATE; WHITE, 1991) por ser um meio eficaz de desinfecção e que não compromete os estudos de adesão, podendo ser utilizada por um período de até 30 dias. Segundo alguns autores, o formol a 10%, como meio de armazenamento, pode provocar um aumento das ligações cruzadas do colágeno, sendo considerado desfavorável (HALLER. et al.,1993; SCHNEIDER. et al., 1997; GOODIS. et al., 1993, 1991). Porém, Araújo. et al., (1999), avaliando a infiltração marginal, concluíram que o formol não é o meio que mais induziu a infiltração.

5.2.2 Preparo do Substrato – Obtenção da *Smear Layer*

Para criar uma superfície plana e homogênea, utilizando lixas de granulação 320, e comparando os resultados de união com os dentes preparados com broca, Tão; Pashley, (1988), concluiu que a broca resultou em valores de adesão um pouco superiores que as lixas. Entretanto Koibuchi; Yasuda; Nakabayashi, (2001), comparou a *smear layer* produzidas por lixas de granulação 600 e 180, com aquela produzida por brocas e concluiu que as lixas de granulação 180 produzem um resultado mais semelhante ao das brocas.

As lixas de granulação 600 produzem um tipo de *smear layer* fina, mais fácil de ser removida pelo condicionamento ácido, enquanto as lixas de granulação 180, produzem uma *smear layer* mais grossa. Lixas de granulação 600 foram utilizadas para simular a *smear layer* (PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1999; TERADA, 2001; MIRANDA. et al., 2005).

5.2.3 Teste de Microtração

O teste de microtração utilizado no presente estudo foi criado por Sano. et al., (1994), e segundo Anusavice (2005) representa o desempenho do adesivo *in vivo*.

Muitos autores vêm se utilizando deste teste para avaliar a união dos sistemas adesivos na estrutura dentária (PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1999; TERADA, 2001; PERDIGÃO. et al., 2002; REIS. et al., 2004; COGO, 2005; MAGAGNIN, 2005), apresenta como vantagens a obtenção de maior número de falhas adesivas, maior força de união, permite o registro de valores em diferentes regiões, obter média e variância em um único dente, testar em superfícies irregulares e em pequenas áreas e facilitar a análise em microscopia eletrônica nas áreas de falha.

Os testes de cisalhamento apresentem valores menores valores de resistência adesiva, além de um maior número de falhas coesivas. Assim, os testes de microtração são um meio mais eficaz de testar a força de união (SCHREINER. et al., 1998).

A área de união e o tipo de secção transversal são importantes para os resultados, espécimes retangulares e cilíndricos não apresentam diferenças na força de união, porém a análise de elemento finito revela uma melhor distribuição de esforços nos palitos de secção retangular (PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1998). Quanto menor a área de união, mais elevados são os resultados (PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1998; SANO. et al., 1994; CARVALHO. et al., 1994).

A velocidade do corte dos palitos também foi estudada (REIS. et al., 2004; SADEK. et al., 2005). Sendo que em dentina a velocidade do corte não interfere nos resultados. Em todas as amostras do estudo padronizamos a velocidade em 250 rpm e o peso em 150 gramas sobre a amostra com o objetivo de as variáveis durante os ensaios (REIS. et al., 2004).

5.3 Considerações sobre os Resultados

Quando se trata do armazenamento de dentes, várias soluções são empregadas (CAMPS. et al., 1996; PASHLEY. et al., 1995), sendo também a variação do tempo um fator estudado (CAMPS. et al., 1996).

Neste estudo, conforme se pode observar na Tabela 2 e no Gráfico da Figura 22 do capítulo de Resultados, a resistência adesiva das restaurações efetuadas no grupo de dentes recém extraídos não difere estatisticamente dos demais grupos que foram armazenados durante 6 meses em diferentes meios – congelados, água destilada e mantidos secos, concordando com autores como Miranda. et al., (2005), e Reis. et al., (2004). No entanto, contrariamente ao estudo de Zheng. et al., (2005), os dentes congelados tiveram resultados numericamente piores que os armazenados em água destilada, não sendo diferentes estatisticamente. Os autores citados compararam os efeitos de dentes armazenados com diferentes métodos e tempos de estocagem em testes de microtração. Os espécimes foram restaurados com o sistema adesivo Single Bond e comparados com dentes recém extraídos como grupo controle. Os resultados mostraram que houve redução nos resultados dos cinco grupos estudados, incluindo a água destilada, ao ser comparado com o grupo controle. Os autores concluem dizendo que os meios congelados a -20 graus °C e armazenados em cloramina a 1% a 4 °C são preferidos para o caso de não se ter um número suficiente de dentes recém extraídos.

Araújo. et al., (1999), em estudo que utilizou análise de infiltração marginal, também observaram que os dentes congelados durante 20 dias apresentaram menores índices de infiltração em relação aos dentes armazenados em água destilada e aos dentes mantidos secos durante 2 meses, o que indica que a qualidade do colágeno foi alterada.

Os resultados de estudos com grupo de dentes congelados mostram não haver diferença do grupo *in vivo*. A criopreservação não altera a permeabilidade dentinária e em longo prazo os elementos conservados em *freezer* apresentam uma infiltração marginal significativamente menor que dentes mantidos refrigerados pelo mesmo tempo (ARAÚJO. et al., 1999; CAMPS. et al., 1994).

Segundo Goodis. et al., (1993), o armazenamento por mais de uma semana pode promover modificações iônicas entre a solução e a dentina, especialmente no colágeno intratubular, afetando a permeabilidade dentinária por precipitação iônica e por conseqüência a resistência adesiva; os mesmos autores observaram que os

meios salinos exercem influência negativa em relação à estrutura dentinária, diminuindo sua permeabilidade e tornando o meio inadequado para armazenamento de dentes devido à influência sobre a estrutura dental e nos resultados dos testes. Para Beech. et al., (1991), a magnitude desta alteração depende dos sistemas adesivos. Por sua vez, Mitchem; Gronas, (1986), em teste de cisalhamento, não encontraram diferenças em dentes armazenados de 1 a 26 dias.

Com o objetivo de determinar os efeitos do tempo sobre a adesão, usando ensaios de cisalhamento, Retief. et al., (1989), estudaram vários meios de armazenamento em tempos que variaram de 2 dias a 6 meses após a extração. Os resultados mostraram que os dentes armazenados em timol e etanol tiveram resultados piores e os meios formalina a 10 %, solução salina fisiológica e cloramina a 1% não sofreram alterações significativas nos resultados, sendo que tempo de armazenamento não demonstrou efeito significativo nos testes de cisalhamento.

Em estudos longitudinais com dentes restaurados previamente ao armazenamento, alguns autores relataram a degradação do colágeno tendo como resultante um aumento da infiltração marginal (CAMPS. et al., 1996; ARAÚJO. et al., 1999) e a diminuição da resistência adesiva (SHONO. et al., 1999; KATO; NAKABAYASHI, 1998), demonstrando o enfraquecimento da interface resina/colágeno.

Para Sadek. et al., (2005) no entanto, que avaliaram a força de união de sistemas adesivos imediatamente e 24 horas após a aplicação em dentes recém extraídos, o período de armazenamento de 24 em água destilada a 37 °C não influenciou os resultados da microtração.

Por sua vez, o resultado da resistência adesiva do grupo dente seco (37,15 MPa) mostrou um significativo aumento em relação aos grupos *in vivo* (21,68 MPa), água destilada (28,23 MPa) e dente congelado (24,87 MPa), não sendo diferente estatisticamente somente em relação ao grupo de dentes recém extraídos (29,37 Mpa). Segundo Wakabayashi. et al., (1994), e Breschi. et al., (2003), a ausência do colágeno otimiza a resistência adesiva. Em microscopia eletrônica, verificamos um aumento de tamanho e quantidade de prolongamentos resinosos no interior dos

túbulos dentinários, sugerindo que ocorreu um aumento da permeabilidade dentinária, permitindo com isso uma maior penetração de adesivo em dentina (Figuras 31 e 32).

A influência do tempo de estocagem na determinação da resistência a tração também foi estudada por Muench; Silva; Ballester, (2000). Os resultados mostraram um comportamento semelhante na adesão de dentes recém extraídos em solução de timol a 1 % e dentes extraídos de cadáveres exumados após 5 anos e re-hidratados, nos dois substratos, independente do sistema adesivo empregado.

No presente estudo, também se observa uma diminuição numérica da resistência adesiva no grupo de dentes restaurados *in vivo*, não sendo esse valor diferente estatisticamente dos demais grupos, exceto para o grupo de dente seco. A presença ou não da PIP pode ter sido um fator importante para este resultado, principalmente se compararmos os resultados do grupo restaurados *in vivo* (21,68 MPa) com o grupo recém extraídos (29,37 MPa), embora a análise estatística não tenha detectado diferença significativa.

Tao; Tagami; Pashley, (1991), afirmaram que a variação da posição e a profundidade afetaram a resistência adesiva. Terada (2001), porém, não encontrou diferenças significativas quanto à localização dos espécimes, tanto no centro quanto na periferia. Em nosso estudo padronizamos uma profundidade como sendo a metade da coroa clínica e os palitos que possuíam menos que dois mm ou mais de 4mm de dentina pulpar foram excluídos na tentativa de diminuir a variação regional e de profundidade visto que o substrato pode ser muito variável até mesmo em um único dente (TAO; TAGAMI; PASHLEY, 1991; SHONO. et al., 1999; ECKERT; PLATT, 2007).

Os dados deste estudo mostraram a ocorrência de uma heterogeneidade de resultados dentro de um mesmo grupo, concordando com Eckert; Platt, (2007), que, ao estudarem a localização de áreas em um mesmo dente, não encontraram um padrão para as diferentes áreas de uma mesma superfície dental; essas variações podem afetar a interpretação e análise dos resultados. As variações nos resultados que ocorrem entre diferentes espécimes, oriundas de dentes diferentes ou do

mesmo dente, podem ser devido às variações regionais do substrato; entretanto, as maiores variações são decorrentes mais da técnica que do material restaurador (SHONO. et al., 1999).

Segundo Miears Jr.; Charlton; Hermes, (1995), com o aumento da qualidade dos atuais sistemas adesivos, se conseguiu uma maior quantidade na incidência de fraturas coesivas, isto é, aquelas que acontecem na estrutura de dentina ou em resina durante os testes de resistência adesiva. Isto implica numa dificuldade em medir a verdadeira resistência adesiva, pois a falha adesiva não ocorre nestes casos. Armstrong; Boyer; Keller, (1998), encontraram maior quantidade de fraturas coesivas e concluíram que os valores obtidos em microtração não representaram o verdadeiro valor de resistência adesiva. Contrariamente neste estudo, a maioria das fraturas foi do tipo adesiva, resultado também encontrado por outros autores (COGO, 2005; SANO. et al., 1994). A maioria das fraturas dos testes em tração ocorrem no intervalo entre 15 e 30 MPa, o que não significa que a resistência da dentina foi ultrapassada. Durante os testes em dentina humana, os valores finais de da resistência à tração da dentina foi de 52MPa (BOWEN; RODRIGUES, 1962).

Quanto aos valores de resistência adesiva do grupo de dentes secos, encontramos valores significativamente maiores em relação ao grupo restaurado *in vivo*. O grupo de dente seco resultou no menor coeficiente de variação em relação aos demais grupos. Os demais grupos foram semelhantes estatisticamente ao grupo *in vivo*, independentes do tempo e do tipo de armazenamento.

5.4 Considerações sobre a Observação em Microscopia

A realização de pesquisa clínica, com o complemento da microscopia possibilita a obtenção de resultados mais confiáveis (NAKABAYASHI; NAKAMURA; YASUDA, 1991). Segundo Van Noort (1994), a determinação do sucesso dos materiais restauradores se deve à realização dos testes *in vivo* e *in vitro* e nenhum destes testes, individualmente, tem sucesso ao simular o comportamento restaurador. Evidentemente, são os trabalhos clínicos que evidenciam o

comportamento final dos materiais restauradores. Os fatores relacionados com a duração dos estudos, os requisitos bioéticos, aliados à dificuldade de padronização dos métodos, ainda mantêm a importância dos testes laboratoriais.

Nossos achados em microscopia eletrônica mostraram que em todos os grupos ocorreu a infiltração de nitrato de prata na camada híbrida, principalmente entre o adesivo e a dentina, denominada por Sano. et al., em 1995, de nanoinfiltração, sendo que se observou uma maior penetração de nitrato de prata nos grupos dente seco e água destilada.

A composição de cada adesivo pode interferir no padrão de nanoinfiltração. Neste estudo, todas as amostras analisadas em MEV não realizam um selamento perfeito da área de união, concordando com o estudo de Li; Burrow; Tyas, (2000), que relatou também que esse fato pode influenciar na durabilidade da adesão em dentina.

Nakabayashi; Nakamura; Yasuda, (1991), afirmaram que a infiltração do sistema adesivo no interior dos túbulos dentinários, formando os tags de resina oferece pouca contribuição nos valores de resistência de união. Contrariamente, nossos achados em MEV mostraram que a maior penetração de resina nos túbulos (tags) ocorreu no grupo de dente seco, sendo que este grupo obteve os maiores resultados de resistência adesiva. A espessura da camada híbrida foi semelhante em todos os grupos; de acordo com Sundfeld. et al., (2002), que avaliou a camada híbrida de adesão e dos prolongamentos resinosos, em tecido dentinário condicionado concluiu que a formação e a espessura da camada híbrida independe dos materiais resinosos empregados, assim como as condições dentinárias empregadas, hígida ou cariada. O comprimento dos tags não depende dos materiais restauradores, mas sim do tipo de tecido dentinário.

5.5 Considerações Finais

Através dos resultados deste estudo, podemos observar que é necessário definir uma melhor metodologia de armazenamento, pois os resultados podem variar

de acordo com o meio. Embora os valores não tenham sido diferentes estatisticamente, exceto para o grupo de dentes secos, os materiais se comportam de forma diferente, dependendo das condições do estudo. É importante a utilização de uma metodologia que permita um comportamento semelhante à condição *in vivo*, onde muitos fatores podem contribuir para o sucesso ou fracasso do procedimento restaurador.

Os resultados obtidos neste estudo são importantes para se entender como o substrato dentinário se comporta em relação ao armazenamento de dentes para testes em microtração e como esse comportamento se assemelha ao comportamento clínico do material restaurador; devido a grande variação de resultados e a sensibilidade do substrato frente às técnicas restauradoras, mais pesquisas devem ser desenvolvidas nesta área, visando desenvolver materiais e técnicas investigativas que se aproximem ao máximo possível do comportamento clínico dos materiais.

Conclusões

CONCLUSÕES

De acordo com as condições experimentais do presente estudo, podemos concluir que:

- a) a resistência adesiva de restaurações realizadas *in vivo* não apresenta diferença estatisticamente significativa em relação a restaurações realizadas *in vitro* com dentes recém extraídos;
- b) a força de união das restaurações adesivas em dentes recém extraídos é semelhante estaticamente a todos os demais grupos investigados;
- c) o tempo de armazenamento não influenciou significativamente os resultados, ao se comparar os dentes restaurados *in vivo*, recém extraídos, armazenados por 6 meses congelados ou 6 meses em água destilada;
- d) o meio de armazenamento não influenciou os resultados dos grupos *in vitro* recém extraídos, armazenados em água destilada e congelados;
- e) os dentes armazenados em ambiente seco tiveram resultados em microtração estatisticamente diferentes de todos os grupos, exceto do grupo de dentes recém extraídos;

- f) a observação em microscopia eletrônica de varredura mostrou infiltração de nitrato de prata na região da camada híbrida em todos os grupos, independente do tempo e do meio de armazenamento.

Referências

REFERÊNCIAS

ANUSAVICE, K.J. Phillips. **Materiais Dentários**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

ARAÚJO, R. M. et al. **Influência de diferentes meios de armazenamento de dentes extraídos na infiltração marginal**. J Brás de Clín. e estét. em odont., 1999, v.3, n.14, p.31-35.

ARAÚJO, M. A. M.; BOTINO, A. A. **Como melhor explorar os adesivos dentinários nos procedimentos restauradores**. In: Atualização na clínica odontológica. São Paulo: Artes Médicas, 1998.

ARMSTRONG S. R.; BOYER, D. B.; KELLER, J. C. **Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives**. Dent Mater., jan.1998, v.14(1), p.44-50.

BARBOSA, S. V.; SAFAVI, K. E.; SPANGBERG, S. W. **Influence of sodium hypochlorite on the permeability and structure of cervical human dentine**. Int Endod J., nov.1994, v.27(6), p.309-312.

BARKMEIER, W. W.; COLLEY, R. L. **Laboratory evaluation of adhesive systems**. Oper Dent., supplement 5, 1992, p.68-74.

BEECH, D. R. et al. **Bond strength of restorative materials to human dentin: influence of post-extraction time**. Dent Mater., 1991; v.7, p.15-17.

BONOTTO, A. S. **Avaliação qualitativa em microscopia eletrônica de varedura da camada híbrida formada empregando-se diferentes sistemas adesivos**. Dissertação de Mestrado, ULBRA, 2000.

BOWEN, R. L.; RODRIGUEZ, M. S. **Tensile strength and modulus of elasticity of tooth structure and several restorative materials**. Am J Dent Ass., 1962, v.64(3), p.378-387.

BRESCHI, L. et al. **Effects of different acid and sodium hypochlorite treatments on dentin collagen: a FEISEM analysis.** Am J Dent, Weston, FL, USA, sep.2003, v.16, p.77A-81A.

CAMPS, J. et al. **Influence of cryopreservation and storage time on microleakage.** Dent Mater., mar.1996, v.12, n.2, p.121-126.

CAMPS, J. et al. **Influence of cryopreservation on human dentin permeability, in vitro.** Dent Mater., may.1994, v.10, n.3, p. 210-214.

CARDOSO, M. V. **Estudo da permeabilidade dentinária e influência da simulação de pressão intrapulpar na força de união de diferentes sistemas adesivos à dentina.** Dissertação de Mestrado, Bauru-SP, 2003.

CARVALHO, R. et al. **Determinação da resistência adesiva a dentina através de um dispositivo de micro-tração.** Revista FOB, Bauru-SP, 1994, v.2(3), p.77-82.

COGO, R. B. **Avaliação da resistência à microtração de restaurações adesivas em substrato dentinário modificado.** Dissertação de Mestrado, ULBRA, 2005.

DAVIDSON, C. L. **Principles of adhesion.** In Adhesion in Restorative Dentistry. Proceedings of the International Symposium Bologna, 1995, p.1-4.

DOMINICI, J. T. et al. **Disinfection/sterelization of extracted teeth for dental student use.** J Dent Educ, Louisville, KY, Texas, 2001, v.65(11), p.1278-80.

ECKERT, G. J.; PLATT, J. A. **A statistical evaluation of microtensile bond strength methodology for dental adhesives.** Dent Mater, 2007, v.23, p.385-391.

GARBEROGLIO, E. A.; BRÄNNSTRÖM, M. **Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules.** Arch Oral Biol., jun.1976, v.21, n.6, p.355-62.

GOODIS, H. E. et al. **Storage effects on dentin permeability and shear bond strengths.** Dent Mater., mar.1993, v.9, n.2, p.561-566.

GOODIS, H. E. et al. **The effects of storage after extraction of the teeth on human dentin permeability in vitro.** Arch oral Biol., 1991, v.36, n.8, p.79-84.

GWINNETT, A. J. **Altered tissue contribution to interfacialbond setrnngth with acid conditioned dentin.** Am J Dent., oct.1994, v.7(5), p.243-246.

GWINNETT, A. J. **Dentin bond strength after air drying and rewetting.** Am J Dent., oct.1994, v.7(5), p.243-246.

GWINNETT, A. J. **Quantitative contribution of resin infiltration/hybridization to dentin bonding.** Am J Dent., 1993, v.6(1), p.7-9.

GWINNETT, A. J. et al. **Qualitative contribution of the collagen network in dentin hybridization.** Am J Dent., Weston, FL, USA, aug.1996, v.9, n.4, p.140-144.

HALLER, B. et al. **Effect of storage media on microleakage of five dentin bonding agent.** Dent Mater., may.1993, v.9(3), p.191-193.

HEYMAN, H. O.; BAYNE, S. C. **Current concepts in dentin bonding.** Focusing on dentinal adhesion factors. J Am Dent Assoc., may.1993, v.124, n.5, p 26-36.

IMPARATTO, J. C. P. et al. **Banco de dentes humanos.** Curitiba: Maio, 2003, p. 118-43

KANCA III, J. **Resin Bonding to wet substrate.** I - bonding to dentine. Quintessence Int., jan.1992, v.23, n.1, p.39-41.

KANCA III, J. **Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond streng to dentin.** Am J Dent., aug.1992, v.5, n.4, p.213-215.

KATO, G.; NAKABAYASHI, N. **The durability of adhesion to phosphoric acid etched, wet dentin substrates.** Dent Mater., 1998, v.14, p.347-352.

KOIBUCHI, H.; YASUDA, N.; NAKABAYASHI, N. **Bonding to dentin with a self etching primer.** The effect fo the smear layers. Dent Mater., 2001, v.17, p.122-126.

KONNO, A. N. K. et al. **Storage effect on shear bond strength of adhesive systems.** Braz. Dent. J., jun.2003, v.14(1).

LI, H.; BURROW, M. F.; TYAS, M. J. **Manoleakage patterns of four dentin bonding systems.** Dent Mater., 2000, v.16, p.48-56.

LUO, Y. et al. **Comparision of pulse activation vs conventional light-curing on marginal adaptation of a compomer conditioned using a total etch or a self etch technique.** Dent Mater., 2002, v.18, p.36-48.

MAGAGNIN, C. **Estudo da resistência de união entre dentina e resina utilizando a técnica de hibridização e de desproteção.** Dissertação de Mestrado, ULBRA, 2005.

MARSHAL, J. R. et al. **The dentin substrate:** Structure and proprieties related to bonding. J. Dentistry. 1997, v.25, n.6, p.441-458.

MEZZOMO, E. et al. **Reabilitação oral para o clínico.** Quintessence Int., 2.ed. São Paulo: 1994.

MIEARS JUNIOR, J. R.; CHARLTON, D. G.; HERMESCH, C. B. **Effect of dentin moisture and storage time on resin bonding.** Am J Dent., 1995, v.8(2), p.80-82.

MIRANDA, W. G.; PLACIDO, E.; MOURA, S. K.; CARDOSO, P. E. **Influence of postextraction substrate aging on the microtensile bond strength of a dental adhesive system.** J Adhes Dent., 2005, v.7(3), p.193-196.

MITCHEM, J. C.; GRONAS, D. G. **Effect of time after extraction and depth of dentin on resin dentin adhesives.** J Am Dent Ass., 1986, v.113(8), p.285-287.

MUENCH, A.; SILVA, E. M.; BALLESTER, R. Y. **Influence of different dentinal substrates on the tensile bond strength of three adhesive systems.** J adhesive Dent., 2000, v.2, p.209-212.

NAKABAYASHI, N. et al. **The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates.** J. Biomed Mater Res., 1982, v.16(2), p. 265-273.

NAKABAYASHI, N.; WATANABE, A.; ARAO, T. **A tensile test to facilitate identification of defects in dentine bonded specimens.** Journal of Dentistry, 1998, v.26(4), p.379-385.

NAKABAYASHI, N.; NAKAMURA, M.; YASUDA, N. **Hibrid layer as a dentin-bonding mechanism.** J. Esthet Dent., jul./aug.1991, v.3, n.4, p.133-138.

NAKAOKI, Y.; BURROW, M. F.; TAGAMI, J. **Effect of residual water on dentin bond strength and hybridization of a one-bottle adhesive system.** Oper Dent., 2002, v.27, p.563-568.

PANTELIDOU, O.; LYROUDIA, K. **SEM examination of secondary dentine under and opposite cervical carious lesions.** J. Endodontics, 1997, v.23(11), p.680-682.

PASHLEY, D. H. et al. **Permeability of dentin to adhesive resins.** Quintessence Int., 1993, v.24(9), p.618-631.

PASHLEY, D. H. et al. **Dentin, a dynamic bonding substrate:** the effects of dentin variables on resin adhesion. In: Internacional Conference on Dentin/Pulp Complex, 1995 and The International Meeting on Clinical Topics of Dentin/Pulp Complex, Japan: 1995. Quintessence, 1996, p.11-22.

PASHLEY, D. H.; PASHLEY, E. L.; CARVALHO, R. M.; TAY, F. R. **The effects of dentin permeability on restorative dentistry.** Dent. Clin. N Am., 2002, v.46(2), p.211-245.

PASHLEY, D. H.; CARVALHO, R. M. **Dentin permeability and dentin adhesion.** Journal of Dentistry, 1997, v.25(5), p.355-372.

PASHLEY, D. H.; SANO, H.; CIUCCHI, B.; YOSHIYAMA, M.; CARVALHO, R.M. **Adhesion testing of dentin bonding agents: a review.** Dent Mater., mar.1995, v.11, n.2, p.117-125.

PASHLEY, E. L. et al. **Effects of HEMA on water evaporation from water-HEMA mixtures.** Dent Mater., 1998, v.14(1), p.6-10.

PERDIGÃO, J. et al. **The effect of a re-wetting agent on dentin bonding.** Dent Mater., jan.1999, v.15(1), p.46-53.

PERDIGÃO, J.; GERALDELI, S.; CARMO, R. P.; DUTRA, H. R. **In vivo influence of residual moisture on microtensile bond strength of one-bottle adhesives.** J esthet Res Dent., 2002, v.14(1), p.31-38.

PERFIL TÉCNICO 3M, Single Bond 2. **Sistema adesivo fotopolimerizável frasco único.** Produtos 3M do Brasil LTDA. Caixa Postal 123, Campinas-SP, CEP 130001-970.

PEREIRA, P. N. R.; OKUDA, M.; SANO, H.; YOSHIKAWA, T.; BURROW, M. F.; TAGAMI, J. **Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength.** Dent Mater., 1999, v.15, p.46-53.

PHRUKKANON, S. et al. **That influence of the modification of etched bovine dentin on bond strengths.** Dent Mater., jul.2000, v.16(4), p.255-265.

PHRUKKANON, S.; BURROW, M. F.; TYAS, M. J. **The effect of dentine locaton and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentine.** Journal of Dentistry, 1999, v.27, p.265-274.

PHRUKKANON, S.; BURROW, M. F.; TYAS, M. J. **The influence of cross-section/ shape and surface area on the microtensile bond test.** Dent Mater., jun.1998, v.14(3), p.212-221.

PIOCH, T.; STAEHLE, H. J.; SCHNEIDER, H.; DUSHNER, H.; DÖRFER, C. E. **Effect of intrapulpal pressure simulation on shear bond strength and hybrid layer formation.** Am J Dent., 2001, v.14(5), p.319-323.

PITT-FORD, T. R. et al. **Action of adrenaline on the affect of dental local anesthetic solution.** Endodont Dent Traumatol, 1993, v.9, p.31-35.

PRATI, C. et al. **Thickness and morphology of resin-infiltrated in young, old and sclerotic dentin.** Oper Dent., 1999, v.24, p.66-72.

REIS, A. et al. **Influence of storage time and cutting speed on microtensile bond strength.** J Adhes Dent. Spring, 2004, v.6(4), p.7-11.

RETIEF, D. H. et al. ***The effect of the storage media and duration of storage of extracted teeth on shear bond strength of scotchbond 2/silux to dentin.*** Am j Dent., 1989, v.2, n.5, p. 269-273.

RETIEF, D. H. ***The intra-oral factors affecting adhesion.*** J Dent Ass Afr., sep.1970b, v.25, n.11, p.392-399.

RETIEF, D. H. ***The principles of adhesion.*** J Dent Ass Afr., sep.1970a, v.25, n.9, p.285-295.

SADEK, F. T.; CURY, A. H.; MONTICELLI, F.; FERRARI, M.; CARDOSO, P. E. ***The influence of the cutting speed on bond strength and integrity of microtensile specimens.*** Dent Mater., dec.2005, v.21(12), p.1144-1149.

SADEK, F. T.; GORACCI; TAY, F. R.; FERRARI, M.; CARDOSO, P. E. ***Microtensile bond strength of current dentin adhesives measured immediately and 24 hours after application.*** J Adhes Dent., 2005, v.7(4), p.297-302.

SANO, H. et al. ***Nanoleakage:*** leakage within the hibrid layer. Oper Dent., jan./feb.1995, v.20(1), p.236-240.

SANO, H. et al. ***Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength.*** Evaluation of a micro-tensile bond test. Dent Mater., 1994, v.10(4), p.236-240.

SCHNEIDER, B. T. et al. ***Influence of storage media on microleakage in one-bottle bonding systems.*** J Dent Res., 1997, v.76, p.399.

SCHREINER, R. F. et al. ***Microtensile testing of dentin adhesives.*** Dent Mater., jun.1998, v.14(3), p.194-201.

SELZER, S.; BENDER, I. B. ***A polpa dental.*** Rio de Janeiro: Labor do Brasil, 1979, p.102.

SHONO, Y. et al. ***Durability of resin-dentin bonds.*** J Adhes Dent., 1999, v.1, p.211-218.

SHONO, Y. et al. ***Regional measurement of resin-dentin bonding as an array.*** J Dent Res., feb.1999, v.78(2), p.699-705.

STANLEY, H. R. et al. ***The detection of prevalence of reactive and physiologic sclerotic dentin, reparative dentin and dead tracts beneath various types of dental lesions according to tooth surface and age.*** J Pathol, 1983, v.12(4), p.257-289.

SUNDFELD, R. H. et al. **Avaliação clínico/microscópica da camada híbrida de adesão e dos prolongamentos resinosos (tags) em tecido dentinário condicionado** – efeitos de materiais, técnicas de aplicação e análise. J. Bras. de Dentística & Estética, Curitiba: 2002, v.1, n.4, p.315-331.

SWIFT JR, E. J.; PERDIGÃO, J.; HEYMANN, H. O. **Bonding to enamel and dentin: a brief history state of the art.** Quintessence Int., 1995, v.26, n.2, p.95-110, in: Atualização na clínica Odontológica. São Paulo: Artes Médicas, 1998.

TAGAMI, J.; NAKAJIMA, M.; SHONO, T.; TAKATSU, T.; HOSODA, H. **Effect of aging on dentin bonding.** Am J Dent., jun.1993, v.6(3), p.145-147.

TAO, L.; PASHLEY, D. H. **Shear bond strength to dentin: effects of surface treatments, depth and position.** Dent Mater., dec.1988, v. 4(6), p.371-378.

TAO, L.; TAGAMI, J.; PASHLEY, D. H. **Pulpal pressure and bond strengths of Super Bond and Gluma.** Am J Dent., apr.1991, v.4(2), p.73-76.

TATE, W. H.; WHITE, R. R. **Disinfection of human teeth for educational propourses.** J Dent Educ., San Antonio, Texas, USA: 1991, v.55(9), p.583-585.

TAY, F. R.; GWUINNETT, A. J.; WEI, S. H. Y. **The overwet phenomenon: a transmission electron microscopic a study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface.** Am J Dent., aug.1996, v.9, n.4, p.161-166.

TAY, F. R.; GWUINNETT, A. J.; WEI, S. H. Y. **Relation between water content in acetone/alchol based primer and interfacial ultrastructure.** J Dent., 1998, v.26(2), p.147-156.

TAY, F. R.; GWUINNETT, A. J.; WEI, S. H. Y. **The overwet phenomenon: an optical, micromorfological study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface.** Am J Dent., feb.1996, v.9, n.1, p.43-48.

TEN CATE, A. R. **Complexo Dentina-Polpa.** In: Histologia Bucal. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

TEN CATE, A. R. **Oral histology.** Development structure and function. 5.ed. 1998.

TERADA, R. S. S. **Mapeamento da avaliação regional em superfícies planas de dentina.** Tese de Doutorado, USP-Bauru, 2001.

TOLEDANO, M. et al. **Microtensile bond strength of several adhesive systems to different dentin depths.** Am J Dent., oct.2003; v.16(5), p.292-298.

VAN MEERBEK, B. et al. ***Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems.*** J Dent Res., 1992, v.71, p.1530-1540.

VAN NOORT, R. ***Clinical relevance of laboratory studies on dental materials strength determination*** – a personal view. J Dent., 1994, v.22, p.4-8.

VAN NOORT, R.; HOWARD, I. C.; CARDEW, G. ***A critique of bond strength measurement.*** J Dent., 1989, v.17(2), p.61-67.

WAKABAYASHI, Y. et al. ***Effect of dissolution of collagen on adhesion to dentin.*** Int. J. Prosthodont, 1994, v.7(4), p.302-306.

ZHENG, T. L.; HUANG, C.; ZHANG, Z. X.; WANG, S.; ZHANG, G. ***Influence of storage methods on microtensile bond strength of dentin adhesive system.*** Shanghai Kou Qiang Yi Xue., apr.2005, v.14(2), p.147-150.

ANEXOS

ANEXO A - Termo de consentimento Livre e Esclarecido aos pacientes que doarão seus dentes ao estudo *in vivo*

Eu _____, abaixo assinado, sexo _____, cor, residente a _____, cidade de _____, telefone _____, RG _____, estou ciente e aprovo os procedimentos que serão realizados. São eles anestesia, isolamento absoluto, desgaste dos dentes, restauração e exodontia do(s) dente(s) _____ que está(ão) indicado(s) para a exodontia por motivos ortodônticos

Eu aceito doar o(s) dente(s) para a Universidade Luterana do Brasil, programa de Pós Graduação em Odontologia, e declaro estar ciente que o(s) mesmo(s) será(ao) utilizados para estudos. Estou ciente de que este(s) dente(s) foi(foram) extraídos por indicação terapêutica para a melhoria da minha saúde, como este documento em meu prontuário. Sei que poderei, a qualquer momento, desistir de participar da pesquisa. A utilização dos dentes foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa da ULBRA, sendo preservada a minha identidade na divulgação. Este termo será assinado em duas vias sendo que uma ficará em poder do paciente.

_____, _____ de _____ de 200__

Assinatura do doador ou responsável

Cirurgião Dentista _____

CRO _____

Assinatura

Testemunha

ANEXO B - Termo de consentimento Livre e Esclarecido aos pacientes que doarão seus dentes ao estudo *in vitro*

Eu _____, abaixo assinado, sexo _____, cor, residente a _____, cidade de _____, telefone _____, RG _____, estou ciente e aprovo os procedimentos que serão realizados. São eles anestesia, exodontia do(s) dente(s) _____ que está(ão) indicado(s) para a exodontia por motivos ortodônticos

Eu aceito doar o(s) dente(s) para a Universidade Luterana do Brasil, programa de Pós Graduação em Odontologia, e declaro estar ciente que o(s) mesmo(s) será(ao) utilizados para estudos. Estou ciente de que este(s) dente(s) foi(foram) extraídos por indicação terapêutica para a melhoria da minha saúde, como este documento em meu prontuário. Sei que poderei, a qualquer momento, desistir de participar da pesquisa. A utilização dos dentes foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa da ULBRA, sendo preservada a minha identidade na divulgação. Este termo será assinado em duas vias sendo que uma ficará em poder do paciente.

_____, _____ de _____ de 200__

Assinatura do doador ou responsável

Cirurgião Dentista _____

CRO _____

Assinatura

Testemunha

ANEXO C - Grupo Água Destilada

Corpo de Prova	Largura (mm)	Espessura (mm)	Área (mm ²)	Força Máxima (kgf)	Tensão Máxima (MPa)	Tipo de Fratura
CP 1	0,91	0,64	0,58	1,77	29,83	A
CP 2	1,28	0,78	1	1,88	18,43	A
CP 3	0,99	0,72	0,71	2,83	38,88	A
CP 4	0,6	0,78	0,47	2,36	49,47	A
CP 5	0,8	0,86	0,69	2,29	32,65	A
CP 6	1,03	1,08	1,11	3,9	34,41	A
CP 7	0,79	0,92	0,73	1,94	26,13	A
CP 8	0,89	1,19	1,06	2,7	24,96	A
CP 9	1,04	0,9	0,94	2,79	29,23	A
CP 10	0,91	0,85	0,77	2,67	33,8	A
CP 11	0,7	0,85	0,6	1,09	17,98	A
CP 12	0,87	0,75	0,65	2,13	32,03	A
CP 13	0,85	0,89	0,76	1,84	23,84	A
CP 14	0,86	0,69	0,59	2,64	43,56	A
CP 15	0,94	0,84	0,79	1,59	19,74	A
CP 16	0,85	0,89	0,76	0,92	11,91	A
CP 17	1,01	0,71	0,72	2,49	34,07	A
CP 18	0,62	0,71	0,44	2,62	58,48	C/D
CP 19	0,95	0,95	0,9	1,5	16,3	A
CP 20	1,11	1,22	1,35	2,52	18,25	A
CP 21	0,77	0,87	0,67	0,39	5,7	A
CP 22	1,23	0,95	1,17	2,74	22,98	A
CP 23	0,92	0,6	0,55	1,73	30,66	A
CP 24	0,86	0,91	0,78	2,85	35,76	A
CP 25	0,89	0,77	0,69	1,16	16,66	A
			média		28,2284	
25 ensaios			desv padrão		11,90754	
			mediana		29,23	
			Coef Var %		42,18	

ANEXO D - Grupo Dente Seco

Corpo de Prova	Largura (mm)	Espessura (mm)	Área (mm ²)	Força Máxima (kgf)	Tensão Máxima (MPa)	Tipo de Fratura
CP 1	0,74	0,84	0,62	2,59	40,9	A
CP 2	0,83	1,08	0,9	2,67	29,18	A
CP 3	0,76	0,95	0,72	2,6	35,25	A
CP 4	0,99	0,84	0,83	3,15	37,18	A
CP 5	0,85	1,07	0,91	2,3	24,78	A
CP 6	0,99	0,9	0,89	3,97	43,74	A
CP 7	0,97	0,96	0,93	3,2	33,7	A
CP 8	0,8	0,74	0,59	2,67	44,19	A
CP 9	0,79	0,92	0,73	3,05	41,16	A
CP 10	0,87	0,97	0,84	3,5	40,7	A
CP 11	1	0,75	0,75	2,34	30,61	A
CP 12	0,95	0,94	0,89	4,43	48,65	A
CP 13	0,97	0,84	0,81	3,09	37,13	C/D
CP 14	0,9	0,87	0,78	2,56	32,1	A
CP 15	0,99	0,93	0,92	3,64	38,74	A
CP 16	0,8	0,95	0,76	1,37	17,65	A
CP 17	0,8	0,93	0,74	2,89	38,15	A
CP 18	0,67	0,8	0,54	2,41	44,16	A
CP 19	0,87	0,75	0,65	2,44	36,69	A
CP 20	0,82	0,71	0,58	2,92	49,19	A
CP 21	0,79	0,65	0,51	2,26	43,15	C/D
CP 22	0,97	0,95	0,92	2,89	30,75	A
CP 23	0,82	0,71	0,58	2,8	47,14	A
CP 24	1,07	0,97	1,04	3,45	32,56	A
CP 25	0,92	0,83	0,76	2,44	31,31	A
			média		37,1504	
25 ensaios			desv padrão		7,578302	
			mediana		37,18	
			Coef Var %		20,4	

ANEXO E - Grupo Congelados

Corpo de Prova	Largura (mm)	Espessura (mm)	Área (mm ²)	Força Máxima (kgf)	Tensão Máxima (MPa)	Tipo de Fratura
CP 1	0,96	0,91	0,87	3,37	37,79	A
CP 2	0,68	1,16	0,79	2,04	25,42	A
CP 3	0,96	1,06	1,02	3,28	31,64	A
CP 4	1	0,96	0,96	2,4	24,47	A
CP 5	0,91	1,11	1,01	1,15	11,12	A
CP 6	0,9	1,02	0,92	0,75	8,06	A
CP 7	0,89	1,03	0,92	3,24	34,7	A
CP 8	0,67	0,89	0,6	2,16	35,51	A
CP 9	0,8	0,91	0,73	2,5	33,65	A
CP 10	0,86	0,89	0,77	3,85	49,27	A
CP 11	0,8	0,85	0,68	0,93	13,39	A
CP 12	0,86	1,04	0,89	0,42	4,62	A
CP 13	0,92	1,03	0,95	3,01	31,19	A
CP 14	0,78	1,02	0,8	1,4	17,25	A
CP 15	0,7	1,1	0,77	0,8	10,19	A
CP 16	0,84	0,94	0,79	1,81	22,47	A
CP 17	0,66	0,85	0,56	1,52	26,5	A
CP 18	1,03	1,07	1,1	4,1	36,52	A
CP 19	0,92	1,05	0,97	2,43	24,7	A
CP 20	0,77	1,43	1,1	3,77	33,56	A
CP 21	1,02	1,19	1,21	2,18	17,6	A
CP 22	1,07	1,17	1,25	1,94	15,17	A
CP 23	0,77	1,03	0,79	2,21	27,33	A
			média		24,87478	
23 ensaios			desv padrão		11,27182	
			mediana		25,42	
			Coef Var %		45,34	

ANEXO F - Grupo *In Vivo*

Corpo de CP	Largura	Espessura	Área	Força Máxima	Tensão Máxima	Tipo de Fratura
CP 1	0,68	0,74	0,5	1,08	20,98	
CP 2	1,15	0,9	1,03	3,47	32,91	A
CP 3	0,92	0,87	0,8	1,8	22,07	A
CP 4	0,95	0,77	0,73	1,56	20,92	A
CP 5	0,9	0,7	0,63	1,65	25,62	A
CP 6	1,33	0,91	1,21	1,64	13,27	A
CP 7	0,91	0,88	0,8	1,08	13,19	A
CP 8	0,92	0,94	0,86	0,68	7,68	A
CP 9	0,77	0,91	0,7	1,09	15,25	A
CP 10	0,79	0,88	0,7	1,23	17,35	A
CP 11	0,9	0,95	0,85	1,35	15,49	A
CP 12	0,77	0,89	0,69	1,06	15,22	A
CP 13	0,72	0,84	0,6	0,92	14,99	A
CP 14	0,87	0,77	0,67	1,56	22,9	A
CP 15	0,8	0,96	0,77	1,43	18,29	A
CP 16	1,06	0,57	0,6	1,39	22,55	A
CP 17	0,74	0,66	0,49	1,83	36,72	A
CP 18	0,8	0,91	0,73	2,26	30,41	A
CP 19	0,76	0,85	0,65	2	30,37	A
CP 20	0,9	0,67	0,6	2,31	37,57	A
CP 21	1,06	0,7	0,74	2,38	31,52	A
CP 22	0,67	0,93	0,62	0,94	14,85	A
CP 23	0,93	0,93	0,86	2,22	25,2	A
CP 24	0,71	0,89	0,63	1,24	19,3	A
CP 25	0,77	0,85	0,65	1,15	17,27	A
			média		21,6756	
25 ensaios			desv padrão		7,883789	
			mediana		20,92	
			Coef Var %		36,36	

ANEXO G - Grupo Recém Extraído

Corpo de Prova	Largura (mm)	Espessura (mm)	Área (mm ²)	Força Máxima (kgf)	Tensão Máxima (MPa)	Tipo de Fratura
CP 1	1,15	0,84	0,97	3,9	39,56	A
CP 2	1,04	0,73	0,76	0,79	10,19	A
CP 3	0,8	0,74	0,59	3,1	51,43	A
CP 4	0,68	0,96	0,65	2,69	40,4	A
CP 5	1,06	0,95	1,01	3,08	29,98	A
CP 6	0,92	0,76	0,7	3,44	48,27	C/D
CP 7	1,08	0,53	0,57	1,87	32	A
CP 8	1,01	0,89	0,9	2,26	24,69	A
CP 9	0,99	0,78	0,77	2,31	29,29	A
CP 10	1,01	0,8	0,81	1,69	20,52	A
CP 11	1,18	0,92	1,09	2,25	20,29	A
CP 12	1,22	0,81	0,99	3,45	34,19	A
CP 13	1,01	0,87	0,88	1,63	18,23	A
CP 14	1,03	0,77	0,79	1,81	22,34	A
CP 15	1,08	0,78	0,84	2,01	23,42	A
CP 16	0,72	0,9	0,65	2,22	33,53	A
CP 17	0,71	0,87	0,62	3,35	53,26	C/D
CP 18	0,9	1,06	0,95	3,67	37,74	A
CP 19	0,8	0,73	0,58	2,33	39,05	A
CP 20	0,79	0,99	0,78	2,78	34,92	A
CP 21	0,91	1,01	0,92	2,07	22,13	A
CP 22	0,74	0,81	0,6	1,45	23,68	A
CP 23	1,11	0,94	1,04	1,38	12,99	A
CP 24	0,8	0,79	0,63	1,08	16,82	A
CP 25	0,87	1,08	0,94	1,48	15,42	A
			média		29,3736	
25 ensaios			desv padrão		11,80951	
			mediana		29,29	
			Coef Var %		40,2	

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)