

RENATA MARQUES DE MELO

**EFEITOS DO TIPO DE SISTEMA ADESIVO E REGIÃO DO DENTE
SOBRE A RESISTÊNCIA ADESIVA À DENTINA**



Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade de Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Augusto Pavanelli

São José dos Campos

2005

7015
M4812
* 1638

BELLINI, A. B.; SILVA, E. A. Manual para elaboração de monografias: estrutura do trabalho científico. São José dos Campos: FOSJC/UNESP, 2002. 82p.

MELO, R. M. Efeitos do tipo de sistema adesivo e região do dente sobre a resistência adesiva à dentina. 2005. 94f. Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora, Especialidade de Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, São José dos Campos, 2005.

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, **Fred e Célia**, pelo amor e apoio *nunca* poupados. Palavras são "finitas" para agradecê-los.

Ao meu querido irmão **Fernando**, pelo amor e compreensão.

Ao meu grande amor, **Cleverson**, por ser simplesmente extraordinário.

À minha tia **Dirce**, que de tantas formas tem me ajudado.

À toda a **minha família**.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

**A JESUS CRISTO, O Filho de Deus, *por meio de Quem e para Quem são
todas as coisas.***

(Colossenses 1:16)

AGRADECIMENTOS

À **Faculdade de Odontologia de São José dos Campos**, na pessoa do seu diretor **Prof. Paulo Villela Santos Junior**.

Ao **Programa de Odontologia Restauradora** desta faculdade.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Carlos Augusto Pavanelli**, cuja sabedoria e paciência deram sentido à palavra "orientação". Seu sucesso como professor e profissional clínico certamente me inspira.

Ao **Prof. Dr. Marco Antônio Bottino**, que um dia acreditou na "apenas aluna de graduação". O ilustre nome "**Prof. Bottino**" por si só já dificulta a retribuição à altura do seu apoio e orientação. Obrigada por tudo.

Ao **Prof. Luís Felipe Valandro**, pela ajuda, orientação e amizade.

À **Prof. Dra. Mônica Fernandes Gomes**, que me ensinou a dar os primeiros passos rumo à carreira científica.

Ao amigo **Prof. Dr. Maximiliano Piero Neisser**, com quem tive o privilégio de aprender mais sobre a pesquisa científica.

Ao querido **Prof. Ivan Balducci**, que com bondade e paciência realizou todo o tratamento estatístico deste trabalho.

Ao **Prof. Dr. José Benedito Oliveira Amorim**, pelo apoio, cuidado e amizade.

Aos **Prof. Dr. Antônio Braulino de Melo Filho** e **Prof. João Carlos de Carvalho Bacigalupo** porque nunca deixaram se perder "a dentista clínica".

Aos meus colegas de mestrado **Alfredo, Alberto e Gilberto**. Obrigada pelo companheirismo e auxílio.

Ao demais colegas mestrandos, **Alexandre, Guilherme e Karine**. Obrigada pelo apoio.

Aos colegas doutorandos **Diego, Daniel, Fabíola, Renato, Denise, Edson, Elza, Leonardo, Vanessa e Rander**, meu muito obrigada!

Às colegas de mestrado e amigas **Fernanda, Graziela, Renata Faria e Silvia**, que tanto me ajudaram em tantos trabalhos.

Às secretárias da secção de pós-graduação **Erena, Rose e Cidinha** pela atenção concedida.

Aos meus queridos irmãos de "pequeno grupo". Suas orações certamente contribuíram para que tudo corresse bem. Amo-os todos.

Às **amigas na fé**, na pessoa da querida **Fabiana Lago Ribeiro**. Obrigada pela amizade eterna.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE QUADROS E TABELAS.....	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	12
RESUMO.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	18
2.1 Estudos sobre adesão à dentina coronária e radicular.....	18
2.2 Estudos sobre o substrato coronário e radicular	48
3 PROPOSIÇÃO.....	51
4 MATERIAL E MÉTODO.....	52
4.1 Seleção dos dentes	52
4.2 Grupos experimentais.....	52
4.3 Preparo dos dentes – calibragem dos canais.....	53
4.4 Inclusão das raízes.....	54
4.5 Procedimentos prévios e cimentação.....	56
4.6 Ensaio de “ <i>push-out</i> ”	58
4.6.1 Obtenção dos segmentos transversais da coroa e raiz.....	58
4.6.2 Ensaio	59
4.7 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	61
5 RESULTADOS.....	62
6 DISCUSSÃO.....	71

6.1 Considerações sobre metodologia	71
6.2 Considerações sobre o substrato dentinário	73
6.3 Considerações sobre a união resina-dentina (resultados).....	76
6.4 Trabalhos futuros.....	82
7 CONCLUSÃO	83
8 REFERÊNCIAS	84
Apêndice A.....	90
Anexo.....	92
<i>ABSTRACT</i>	93

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Sequência do preparo com as brocas do sistema Aestheti Plus: A - Broca pre-shaping; B - Broca #2.	54
FIGURA 2 - Molde em silicone para confecção da base acrílica.	55
FIGURA 3 - Espécime preso ao mandril do delineador com uma broca, para embutimento em resina acrílica.	55
FIGURA 4 - Espécime após embutimento em resina acrílica.	55
FIGURA 5 - Dimensões do pino Aestheti Plus #2.	56
FIGURA 6 - Desenho esquemático das regiões do dente avaliadas no estudo e da obtenção dos segmentos transversais.	59
FIGURA 7 - Base metálica para o ensaio de <i>push-out</i> com segmento transversal da raiz (A); fórmula para cálculo da resistência adesiva (B).	60
FIGURA 8 - Desenho esquemático das paredes radiculares do segmento (A) e fórmula para cálculo da área interfacial "A" (B).	60
FIGURA 9 - Gráfico (média \pm desvio padrão) dos dados de resistência adesiva (em MPa) obtidos nas quatro diferentes regiões segundo o adesivo utilizado.	63
FIGURA 10 - Efeito Adesivo: gráfico das médias dos valores de resistência adesiva (MPa) estabelecidas pelas variáveis região e adesivo.	65
FIGURA 11 - Efeito Região: gráfico de médias dos valores de resistência adesiva (MPa) estabelecidas pelas variáveis região e adesivo.	66
FIGURA 12 - CT3; região coronária. (500X).	66

FIGURA 13 - CT3; região cervical. (500X).....	67
FIGURA 14 - CT3; região média. (500X).....	67
FIGURA 15 - CT3; região apical. (500X)	67
FIGURA 16 - CT2; região coronária. (500X).....	68
FIGURA 17 - CT2; região cervical. (500X).....	68
FIGURA 18 - CT2; região média. (500X).....	68
FIGURA 19 - CT2; região apical. (500X)	69
FIGURA 20 - AC; região coronária. (2000X).....	69
FIGURA 21 - AC; região cervical. (500X)	69
FIGURA 22 - AC; região média. (500X).....	70
FIGURA 23 - AC; região apical. (500X)	70

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Composição química dos adesivos, de acordo com as informações do fabricante.	53
Quadro 2 - Aplicação do sistema de condicionamento total três passos.....	57
Quadro 3 - Aplicação do sistema de condicionamento total dois passos.....	57
Quadro 4 - Aplicação do sistema autocondicionante.....	58
Tabela 1 - Média \pm desvio padrão e coeficiente de variação (%) dos dados de resistência adesiva (MPa) obtidos para as quatro diferentes regiões segundo o adesivo utilizado.....	62
Tabela 2 - Análise de variância de medidas repetidas para os dados de resistência adesiva (MPa) após transformação logarítmica.....	64
Tabela 3 - Dados de resistência adesiva (MPa)	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EDTA = ácido etilenodiamino tetracético

HCl = ácido clorídrico

JEC = junção esmalte-cimento

4-META = 4 - metacriloxietil trimelitato anidrido

MEV= microscopia eletrônica de varredura

MPa = mega pascal

NaOCl = hipoclorito de sódio

SiC = carbetto de silício

μm = micrometro

$^{\circ}\text{C}$ = grau Celsius

cm = centímetro

g = grama

h = hora

Kgf = kilograma força

Kgf/mm^2 = kilograma força por milímetro quadrado

min = minuto

mm = milímetro

mm^2 = milímetro quadrado

$\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$ = milímetro por minuto

mW/cm^2 = miliwatt por centímetro quadrado

s = segundo

MELO, R. M. **Efeitos do tipo de sistema adesivo e da região do dente sobre a resistência adesiva à dentina.** 2005. 94f. Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora, Especialidade em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, São José dos Campos, 2005.

RESUMO

Este estudo foi realizado no intuito de avaliar a resistência de união à dentina coronária e do canal radicular com dois sistemas adesivos de condicionamento total (dois e três passos) e um sistema autocondicionante. Os canais de trinta incisivos e caninos humanos superiores foram instrumentados e preparados com brocas. Os pinos usados na cimentação foram réplicas em cimento resinoso dual Duo-link do pino Aestheti Plus #2. Assim, constituíram-se três grupos ($n = 10$), segundo o sistema adesivo utilizado: condicionamento total três passos (CT3) - All-Bond 2 + pino em cimento resinoso (pcr) + Duo-link (DI); condicionamento total 2 passos (CT2) - One-Step Plus + pcr + DI; autocondicionante (AC) - Tyrian/One-Step Plus+ pcr + DI. Após a cimentação, foram obtidas oito seções transversais (1,5mm), a partir de 4mm acima da JEC até 4mm aquém do ápice do canal, envolvendo dentina coronária e radicular. As seções foram submetidas ao ensaio de *push-out* em máquina de ensaio universal EMIC ($1\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$). Os dados de resistência adesiva foram analisados com o teste ANOVA de dois fatores de medidas repetidas ($\alpha < 0,05$). Foi observado que o efeito interação foi estatisticamente significativo, isto é, o relacionamento entre os adesivos não foi o mesmo para as diferentes regiões. Comparando-se as médias obtidas com os adesivos em cada região (Tukey; $\alpha < 0,05$), observou-se que o CT3 (média \pm desvio padrão: $5,22 \pm 1,70$) foi superior ao CT2 ($2,60 \pm 1,74$) e ao AC ($1,68 \pm 1,85$). Para as condições estudadas, obteve-se melhor adesão à dentina com a utilização do sistema adesivo de condicionamento total com três passos, sobretudo na região coronária.

PALAVRAS-CHAVES: Teste de materiais; adesivos dentinários; cavidade da polpa dentária.

1 INTRODUÇÃO

Desde o começo dos anos 50, a Odontologia tem experimentado evoluções no que diz respeito à adesão dentinária. Na Europa, Oskar Hagger desenvolveu um monômero a base de ácido glicerofosfórico polimerizado quimicamente com ácido sulfínico que, ao microscópio, parecia modificar a dentina (NAKABAYASHI & PASHLEY⁴⁰, 2000). Nos Estados Unidos, Michael Buonocore mostrou que o condicionamento com ácido fosfórico do esmalte aumentava a adesão desse substrato às resinas (BUONOCORE¹¹, 1955), o que o levou a tentar o mesmo sobre dentina. Devido à baixa qualidade das resinas da época e ao desconhecimento da dentina com substrato para adesão, Buonocore não obteve sucesso (NAKABAYASHI & PASHLEY⁴⁰, 2000). A partir de então, tratamentos odontológicos que eram impossíveis de se realizar com as técnicas já existentes foram se desenvolvendo.

Em 1990, tanto dentistas como a própria indústria de materiais odontológicos perceberam que os pinos de metal eram muito rígidos em relação à dentina, tornando crítica a transmissão de cargas sobre dentes já fragilizados pela instrumentação, cáries e ou restaurações extensas. Assim surgiram os pinos em fibra (DURET et al.¹⁹, 1990), que têm substituído os primeiros métodos para a restauração de dentes tratados endodonticamente com grande destruição coronária (pinos metálicos, coroas e cimentos não-adesivos) por técnicas que preservam a estrutura dental com a utilização de adesivos e cimentos resinosos (SCHWARTZ & ROBBINS⁴⁸, 2004). Aparentemente, as resinas para cimentação são mais vantajosas que os cimentos convencionais, pois permitem a transmissão de esforços para a interface da restauração (PEGORETTI et al.⁴⁴, 2002), reforçam a estrutura dental enfraquecida e

se unem fortemente ao esmalte e dentina, reduzindo a microinfiltração (BELLI et al.⁶, 2001).

Atualmente, são várias as formas de apresentação dos adesivos dentinários (TAY et al.⁵², 2004): sistemas de condicionamento total da dentina com ataque ácido prévio e, depois, *primer* e adesivo aplicados separadamente (três passos) ou em passo único (dois passos); e sistemas autocondicionantes, que contêm um *primer* autocondicionante e um adesivo, separados (dois passos) ou unidos em solução (*all in one*).

O comportamento e a difusibilidade dos adesivos sobre a dentina desmineralizada influenciam o processo de adesão. Os sistemas de condicionamento total exigem a lavagem do condicionador ácido que, se não for bem removido, pode sobrecondicionar a dentina ou obstruir os espaços ao redor das fibras colágenas. Aqueles com *primer* e adesivo em frasco único, que possuem como solvente a acetona, são bastante susceptíveis às condições de umidade da dentina. Em casos onde há um grande ressecamento dentinário, o espaço interfibrilar é reduzido e a difusão dos monômeros resinosos torna-se incompleta (CARVALHO et al.¹², 1999). Já o excesso de umidade provoca a dissolução da acetona em água, com o acúmulo da resina sobre verdadeiras “poças”, resultando em bolhas e selamento incompleto da dentina (ABDALLA et al.¹, 2004). Neste sentido, os *primers* autocondicionantes parecem mais vantajosos, pois contêm grande concentração de monômeros acídicos que desmineralizam o substrato e não precisam ser removidos com água, além de aderirem simultaneamente à dentina (YOSHYAMA et al.⁵⁵, 1998; TAY et al.⁵², 2004).

Outro fator importante ao se considerar a adesão à dentina é o estrutural. Os túbulos dentinários na raiz são mais retilíneos, menos divergentes (LERTCHIRAKARN et al.³², 2001) e em menor quantidade que na coroa (MANNOCCI et al.³⁶, 2004). Isso ocorre principalmente na porção mais apical do canal (MJOR et al.³⁸, 2001), onde o acesso também é um entrave à hibridização. Além disso, variações da dentina –

cariada (NAKABAIASHY & PASHLEY⁴⁰, 2000), transparente (BALOOCH et al.⁵, 2001), esclerótica (MJOR & NORDHAL³⁷, 1996) - influenciam a qualidade da superfície para adesão.

Existem situações em que as forças de contração da resina sobrepujam a força de adesão entre cimento–dentina, podendo causar o descolamento da interface. A configuração da cavidade constitui uma dessas variáveis críticas no tocante ao desenvolvimento de estresses na restauração. Feilzer et al.²⁰ (1987) desenvolveram o conceito de “Fator C” que é a proporção de superfícies de resina composta aderidas e não-aderidas às paredes da cavidade. Quando há uma grande quantidade de superfícies livres em relação às aderidas, o estresse de contração é aliviado pelo escoamento da resina durante a polimerização. Embora o fator C varie de um a cinco em restaurações intracoronárias, ele excede a duzentos quando da cimentação de pinos no ambiente tridimensional do canal radicular (BOUILLAGUET et al.¹⁰, 2003).

Alguns estudos avaliaram qualitativamente a adesão aos canais radiculares com análise em microscópio eletrônico de varredura (FERRARI et al.²², 2000; FERRARI et al.²¹, 2001; VICHI et al.⁵³, 2002). Porém, apenas os estudos microscópicos não são capazes de estimar os valores de resistência de união dos sistemas adesivos utilizados. Em 2001, Gaston et al.²⁶ demonstraram a viabilidade do uso do teste de resistência à tração (microtração) para se determinar a adesão à dentina intrarradicular. Para alguns autores, entretanto, o ensaio mecânico mais adequado para avaliar a adesão de núcleos é o teste de resistência à extrusão de um material resinoso às paredes internas do canal radicular, chamado *push-out* (PEST et al.⁴⁶, 2002; KURTZ et al.³¹, 2003; GORACCI et al.²⁸, 2004).

Os autores concordam que muitos fatores contribuem para que a maior parte dos fracassos com pinos de fibra resultem de falhas adesivas na interface dentina/cimento resinoso (MANOCCI et al.³⁴, 2001; MONTICELLI et al.³⁹, 2003). Um deles são as diferentes interações entre

os vários tipos sistemas adesivos em regiões distintas da dentina (PEREIRA et al.⁴⁶, 1999). Por este motivo, determinar a resistência de união de sistemas adesivos em várias regiões da dentina é de suma importância para o desenvolvimento contínuo da adesão à dentina coronária e do canal radicular.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Estudos sobre adesão à dentina coronária e radicular

Drummond et al.¹⁸ (1996) avaliaram o efeito das variáveis relacionadas ao teste de resistência ao cisalhamento na determinação da adesão a dentina: modo de ensaio (após fadiga ou estático), tratamento de superfície (ácido fosfórico 32%, 10% ou nenhum tratamento) e tipo de cisalhamento (plano versus *push-out*). Os dentes foram armazenados em água destilada e testados a uma velocidade de $2\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$. Alguns foram submetidos à fadiga de 1000 ciclos. O *push-out* não mostrou diferenças em se tratando dos resultados do teste plano nos dentes com superfícies dentinárias condicionadas. A resistência dos grupos ciclados correspondeu à 51% dos não-ciclados. O tratamento com ácido fosfórico foi eficiente para as duas concentrações. Os dois métodos de cisalhamento foram semelhantes no tocante aos estresses na camada de resina.

Patierno et al.⁴³ (1996) avaliaram a resistência à extrusão (*push-out*) da resina inserida diretamente com técnica incremental ou pré-polimerizada à dentina da região cervical de dentes bovinos. Os dentes foram seccionados transversalmente 5mm apical à JEC. As porções superior e inferior dos espécimes foram planificadas até tornarem-se paralelas entre si, com uma espessura final de 4mm. A parte interna da amostra também foi preparada com um broca carbide de laboratório. Todos os espécimes foram tratados com um sistema adesivo e restaurados com uma técnica de preenchimento direta ou indireta. Cada espécime foi colocado em um dispositivo acoplado a um computador para

registrar a força para descolamento da resina. Espécimes intactos de cada grupo foram seccionados longitudinalmente e as metades foram polidas para avaliação com MEV. A profundidade e quantidades dos tags de resina foram avaliadas visualmente e comparadas. A resistência ao descolamento foi estatisticamente maior para os espécimes feitos pela técnica indireta. De acordo com a microscopia, os tags de resina foram mais longos e em maior número para a técnica indireta. Segundo os autores, os preparos para coroas de dentes removem estrutura dentária e os pinos endodônticos não são capazes de reforçar o dente com canal tratado. Por isso, uma *inlay* em resina composta, preenchendo o espaço do canal e substituindo o remanescente coronário, poderia ser feita indiretamente sobre réplica de gesso.

No estudo de Wakefield et al.⁵⁶ (1998), adesivos de condicionamento total com três e dois passos foram testados com ensaio de *push-out* em dentina superficial ou profunda, após um dia e seis meses. Os dentes foram cortados horizontalmente, logo abaixo da JEC, em duas fatias de 3mm: uma oclusal e outra apical, próximo a dentina pulpar. Três ou quatro perfurações cilíndricas de 2mm de diâmetro foram feitas através dessas fatias. As restaurações foram feitas com os diferentes adesivos e resina composta fotopolimerizável. Os resultados mostraram diferenças significantes entre as resistências obtidas na dentina profunda e superficial, tanto para o período de um dia como para o de seis meses, em todos os adesivos, com exceção do Tenure Quick. A resistência ao cisalhamento de nenhum dos adesivos mudou significativamente após seis meses. O adesivo de dois passos Optibond FL apresentou os maiores valores de união à dentina. Os autores também concluíram que o teste de *push-out*, uma modalidade de cisalhamento, apresenta distribuição mais uniforme dos estresses na interface adesiva em relação a outros testes.

Yoshyama et al.⁵⁵ (1998) mediram a resistência adesiva de sistemas de condicionamento total com dois passos e sistemas

autocondicionantes em várias regiões da dentina na coroa e raiz. A interface resina-dentina foi observada com MEV depois de tratamento seqüencial com ácido fosfórico e hipoclorito de sódio. Os adesivos selecionados foram o Clearfil Liner Bond e o Fluorobond e os dentes foram preparados para o teste de microtração. Não houve diferenças na resistência à tração para as regiões coronária, cervical e média da dentina radicular, para ambos os sistemas. Entretanto, a resistência adesiva na região apical foi significativamente menor em relação às outras regiões. Todos os dois sistemas produziram camadas híbridas de cerca de 1 μ m, que só foram observadas na região média e cervical da raiz e na região coronária. Os resultados desse estudo sugeriram que os sistemas autocondicionantes produzem boa adesão à dentina da coroa e às regiões cervical e média da dentina radicular, criando camadas híbridas. Entretanto, a adesão ao esmalte e dentina radicular apical precisa ser melhorada.

Avaliar a resistência adesiva de três diferentes sistemas de adesão em dentes irrigados endodonticamente com solução salina (controle), hipoclorito de sódio 5%, peróxido de hidrogênio 3% ou uma combinação dos dois por 60s foi o objetivo do estudo de Nikaido et al.⁴² (1999). Foram realizadas a abertura coronária e remoção do tecido pulpar de dez incisivos bovinos para cada grupo. Os canais foram irrigados e, depois de armazenamento em água por um dia, a superfície dentinária foi aplainada com uma lixa d'água de SiC # 600. A área para adesão foi demarcada com uma fita de vinil que apresentava um furo com 4mm de diâmetro. Os adesivos utilizados foram o Clearfil Liner Bond II (autocondicionante), Single Bond (condicionamento total fotopolimerizável) e o Superbond C&B (condicionamento total químico). Depois do armazenamento em água a 37⁰C por um dia, as resistências adesivas à tração foram medidas. Para o Single Bond e o Superbond C&B, os valores de resistência diminuíram quando da utilização de um irrigante químico. O Clearfil Liner Bond II só apresentou menor resistência

adesiva quando o irrigante foi o peróxido de hidrogênio. De acordo com os resultados encontrados pelos autores, a melhor opção para se restaurar dentes tratados endodonticamente com materiais resinosos foi o sistema autocondicionante Clearfil Liner Bond II.

Pereira et al.⁴⁵ (1999) mediram a resistência adesiva regional, sob diferentes pressões hidrostáticas, ou dissecação completa do substrato dentinário, por meio do teste de microtração. No grupo 1, o esmalte oclusal foi removido com disco sob refrigeração e a superfície dentinária foi aplainada com lixa de SiC # 600, também sob ambiente úmido. O tecido pulpar foi preservado e não houve pressão sobre a câmara. No grupo 2, segmentos da coroa foram obtidos removendo-se a raiz abaixo da JEC. Um segundo segmento, paralelo ao primeiro, foi feito para retirar o esmalte oclusal. A superfície da dentina foi aplainada com lixa de carbetto de silício (granulação 600). Os segmentos foram colados com cianocrilato a blocos de 2 x 2 x 7cm, nos quais um medidor cilíndrico de aço inoxidável de 2cm de comprimento foi inserido. Este tubo permitiu a comunicação da câmara pulpar a uma seringa plástica, permitindo que a dentina estivesse sempre cheia de água. A outra terminação do medidor foi conectada a um tubo plástico que se ligava a seringa cheia de água a fim produzir uma pressão de 15cm de água na superfície dentinária do segmento da coroa. No grupo 3, as raízes foram cortadas como descrito para os outros grupos. Removeu-se o esmalte oclusal e com uma segunda secção, paralela a primeira, removeu-se a polpa sem danificar a paredes da câmara pulpar. As superfícies dentinárias foram aplainadas com lixa de SiC # 600. Os segmentos da coroa foram imediatamente colocados em um dissecador por toda a noite. Os adesivos usados neste estudo foram um sistema de condicionamento com ácido fosfórico (One Step) e outro autocondicionante (Liner Bond II). A adesão do One Step à região do corno pulpar foi de aproximadamente 24 MPa, significativamente menor quando comparado às regiões centrais e periféricas (aproximadamente 48 e 42 MPa, respectivamente), sob pressão

hidrostática zero. O mesmo fator foi observado, com resistências adesivas próximas de 24 MPa na região do corno pulpar e 38 MPa no centro e regiões periféricas. Estes resultados indicam que removendo-se completamente a lama dentinária e *plugs* de dentina durante o condicionamento e lavagem, aumenta-se a perfusão de água da câmara pulpar com ou sem pressão hidrostática positiva. Pôde-se concluir que a umidade intrínseca da dentina pode afetar a resistência adesiva a diferentes regiões, embora a aplicação de uma pressão hidrostática positiva tenha tido pouca influência. A técnica com ataque ácido gerou menores resistências na região dos cornos pulpares (dentina profunda) e, por isso, diferenças regionais também podem ser dependentes do material.

Com uma revisão da literatura sobre pinos, Stockton⁶¹ (1999) destacou os sistemas de pinos pré-fabricados e discutiu sua relevância clínica. O trabalho teve como objetivo auxiliar o dentista a selecionar um sistema de pino que pudesse otimizar a retenção e limitar fraturas as radiculares. Baseado no que os estudos mostravam, o autor sugeriu que as necessidades individuais do dente devem ser avaliadas quando da seleção de uma opção restauradora. Entretanto, nas mãos de um dentista experiente, pinos passivos paralelos foram quase sempre a melhor escolha para se restaurar dentes tratados endodonticamente.

De Santis et al.¹⁷ (2000) determinaram, por meio de teste de *pull-out* assistido por análise de elemento finito, a resistência mecânica de pinos de fibra de carbono cimentados à dentina humana. Um modelo da porção média da dentina coronária foi usado para simular o teste de *pull-out* em um pino de resina. A análise com elemento finito levou em conta o teste mecânico e as limitações do sistema experimental. Vinte secções da porção média da dentina coronária foram preparadas com uma broca de 24mm de diâmetro e pinos de fibra de carbono foram cimentados, seguindo-se as instruções dos fabricantes. Uma carga de tração foi aplicada sob velocidade de 2mm/min na direção das fibras do pino de

carbono. A média da resistência ao cisalhamento foi calculada dividindo-se a média da carga máxima pela secção transversal da interface adesiva. A distribuição do estresse relacionado à carga máxima na interfaces com o cimento foi definida com a seguinte fórmula: $\sigma = \{ \frac{1}{2} \cdot [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2] \}^{1/2}$, em que σ_1 , σ_2 e σ_3 eram as componentes principais do estresse. Chegou-se à conclusão de que o método do elemento finito é confiável para se obter informações sobre resistência adesiva entre cimento e pino de fibra de carbono.

Ferrari et al²² (2000) estudaram: a) a morfologia dos túbulos do canal radicular humano; b) o aumento da superfície disponível para adesão após o condicionamento das paredes do canal; c) a influência da quantidade de túbulos na formação da camada híbrida; d) os locais onde os problemas relacionados à adesão são esperados. Dois diferentes procedimentos foram realizados neste estudo: a) observação direta de canais preparados e b) observação da camada híbrida, *tags* de resina e penetração do adesivo em ramos dos túbulos dentinários, após o condicionamento ácido e aplicação de uma resina e de um selante. A média de idade dos pacientes era de 59 anos. Depois de cortar os dentes na JEC, os canais foram limpos, instrumentados e obturados. Os seguintes grupos foram formados: G1- usados para avaliar a morfologia e dimensões dos túbulos radiculares de dentes preparados endodonticamente antes do condicionamento ácido; G2- após ataque ácido, as raízes foram preparadas para observação direta em MEV com o objetivo de avaliar a morfologia dos túbulos e o aumento da superfície disponível para adesão; G3- os dentes foram preparados da mesma maneira que em G2 (até o ataque ácido) e depois receberam adesivo, cimento e pino. G3 foi avaliado quanto à camada híbrida, *tags* de resina e adesivo nos ramos laterais dos túbulos dentinários. A quantidade de túbulos foi maior na região coronária quando comparada com as regiões média e apical. O diâmetro dos túbulos diminuiu em direção à região apical. Em áreas com túbulos maiores e em maior quantidade, a

espessura de camada híbrida foi maior: cervical $I = 4,5\mu\text{m} \pm 1,3$; média = $2,5\mu\text{m} \pm 0,6$ e Apical = $1,2\mu\text{m} \pm 0,4$. Ramos laterais só foram observados nas regiões cervical e média da raiz. Depois do condicionamento ácido, a superfície dentinária disponível para adesão aumentou em 202% na região cervical, 156% na região média e 113% no terço apical da raiz. Segundo os autores, este aumento pode ter sido responsável por melhores resistências adesivas depois da aplicação do ácido, embora nem todas as regiões tenham respondido igualmente ao condicionamento.

O objetivo do estudo de Ferrari et al.²¹ (2001) foi avaliar: a) o mecanismo de adesão (*tags*, zona de interdifusão resina-dentina, ramificações laterais da resina polimerizada) de um adesivo de frasco único à dentina radicular, quando aplicado sob três diferentes procedimentos; b) a eficácia de pinos translúcidos em permitir a polimerização de materiais adesivo-cimentantes; c) a eficácia do *microbrush* em levar a solução *primer*/adesivo ao terço apical do preparo. Os autores também testaram a hipótese nula de que procedimentos clínicos diferentes não afetam diretamente o mecanismo de adesão aos canais radiculares. Quarenta dentes humanos extraídos e tratados endodonticamente foram selecionados. Os grupos estudados foram os seguintes: G1- One step/Duo link + Ac. Fosf. 32%+lavagem /secagem + adesivo com pincel do fabricante; G2- One step/Duo link + Ac. Fosf. 32% + lavagem/secagem + adesivo com pincel bem fino G3- One step/Duo link + Ac. Fosf. 32%+lavagem/secagem + adesivo com pincel do fabricante, fotopolimerizado após a colocação do cimento; G4- All-Bond 2/Duolink usados de acordo com as instruções do fabricante. O pino translúcido Endolight foi utilizado em todos os grupos. O pino foi posicionado e o excesso de cimento removido e fotopolimerizado por 20s. Uma porcentagem maior de zona de interdifusão resina-dentina foi observada para G1, em relação aos outros grupos. Diferenças estatisticamente significantes também foram observadas entre G1 e os demais grupos quanto aos *tags* de resina (quantidade e morfologia) nas regiões média e

apical. Em se tratando das regiões, houve menor formação de *tags* e zona de interdifusão resina-dentina no terço apical do preparo dos grupos 2, 3 e 4. Os autores chamaram a atenção para o fato de que *tags* de resina e zonas de interdifusão resina-dentina mais uniformes produzem adesão mais confiável e só são obtidos quando se utiliza um *microbrush*.

Ferrari et al.²³ (2001) avaliaram a formação de *tags* de resina, camada híbrida e ramificações laterais de adesivo após a utilização de um novo sistema adesivo-cimentante com um pino de fibra experimental. Trinta dentes humanos anteriores foram tratados endodonticamente e divididos em três grupos (n=10): grupo 1- Adesivo Excite dual fotopolimerizado (20s) + cimento Variolink II fotopolimerizado (40s) + Pino FRC Postec; grupo 2- Adesivo Excite dual, polimerização química somente + cimento Multilink, polimerização química somente + Pino FRC Postec; grupo 3- adesivo One Step fotopolimerizado (20s)+ cimento Duo-link fotopolimerizado (40s) + pino Endo Aesthetic. Uma semana depois, as raízes foram processadas para observação em MEV. Para o grupo 2, a formação dos *tags* foi mais uniforme que nos grupos 1 e 3. A morfologia dos *tags* (cone invertido) foi similar em todas as regiões. Diferenças estatísticas quanto ao número de *tags* também foram encontradas entre os terços médio e apical do grupo 2 e os dos demais grupos. Conclusivamente, o sistema dual polimerizado apenas por ação química mostrou *tags* e zonas de interdifusão resina-dentina mais uniformes ao longo das paredes do canal em relação aos sistemas fotopolimerizados.

Gaston et al.²⁶ (2001) mediram a resistência à tração de cimentos adesivos à dentina cervical, média e apical do canal radicular de vinte caninos humanos, cujas coroas foram removidas na JEC. Os canais foram preparados com brocas Gates Glidden e desgastados nas paredes mesial ou distal para expor o espaço do canal. As raízes preparadas foram divididas em dois grupos, de acordo com os cimentos utilizados: a) C&B Metabond e b) Panavia 21. Depois da cimentação, os espécimes

permaneceram 24h em ambiente úmido e depois em água por mais um dia. Um bloco de resina composta foi construído na superfície externa para criar um volume maior. Seis a dez palitos (1 x 1 x 8mm) foram cortados e identificados como: 1, 2, 3- cervical/ 1, 2, 3- médio/ 1, 2, 3- apical. Eles foram submetidos ao teste de microtração em uma máquina de ensaio, até a fratura dos espécimes. Durante o preparo dos espécimes, alguns palitos se quebraram antes do teste e foram contados como “zeros” para a análise estatística. Estes “zeros” ocorreram em sua maior parte na região cervical, principalmente nos grupos cimentados com Panavia 21. Entretanto não houve diferenças estatísticas entre os dois cimentos em nenhuma das três regiões. Quanto às regiões, a resistência à microtração foi maior para a região apical. Os resultados demonstraram que o teste de microtração é adequado para testar a adesão dos cimentos resinosos a diferentes superfícies dos canais radiculares.

O objetivo do estudo de Mannocci et al.³⁴ (2001) foi testar a hipótese nula de que não há correlação entre resistência adesiva e os modos de falha de dois adesivos aderidos à dentina radicular. Seis dentes humanos incisivos superiores todos sem cáries, reabsorção radicular, trincas ou ápices abertos foram utilizados. Os canais foram instrumentados e não foram obturados. Os dentes foram cortados paralelamente ao seu longo eixo. A área externa ao canal foi pintada com lápis, para que só a dentina do canal fosse envolvida no teste. Depois da aplicação do adesivo (All-Bond 2- três passos ou Panavia 21- autocondicionante) à dentina, um bloco de resina foi aplicado sobre o adesivo. Os espécimes foram cortados perpendicularmente ao longo eixo do dente em fatias de 1,5mm. Os palitos (n = 20) foram usinados, ficando mais estreita a interface adesiva a ser testada. Antes do teste, todos os espécimes foram observados em microscópio de luz confocal para verificação da integridade dos palitos. Cinco espécimes de cada grupo mostraram fraturas radiculares na superfície dentinária e, por causa disso, foram excluídos do teste de microtração. Dez espécimes de cada grupo,

inclusive os cinco com fraturas radiculares, foram observados e medidos em um microscópio confocal associado a um programa que processava as imagens. Não houve diferença estatística entre os grupos feitos com All-Bond 2 e aqueles com Panavia F. Os modos de falha e o número de espécimes envolvidos foram respectivamente os seguintes: a) All-Bond 2- descolamento do adesivo da camada híbrida = 8; fratura coesiva na dentina = 1; coesiva por descolamento do adesivo da camada híbrida = 1; b) Panavia 21- descolamento do adesivo da camada híbrida = 7, fratura coesiva na dentina = 1; coesiva por descolamento do adesivo da camada híbrida = 2. Os autores concluíram que não houve diferenças de adesão à dentina radicular para os dois adesivos testados e não houve diferenças nos modos de falha.

Ngoh et al.⁴¹ (2001) compararam as resistências adesivas de um adesivo à dentina do canal radicular contaminada e não-contaminada com um obturador a base de eugenol. Dezoito caninos tiveram suas coroas removidas na JEC. As raízes foram cortadas transversalmente em três partes e o terço apical foi descartado. O espaço do canal foi alargado e seccionado ao meio para que os segmentos distais e mesiais fossem aplainados expondo totalmente o canal. As porções cervical e média de uma das metades foram contaminadas com obturador contendo eugenol enquanto as mesmas regiões do outro segmento foram usadas como controle. Realizou-se o condicionamento com ácido nítrico 10% e o cimento resinoso C&B Metabond foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante. Cerca de 62 palitos para cada condição experimental foram submetidos ao teste de microtração. Somente para as porções cervicais houve diferenças significantes entre os grupos com e sem eugenol. Analisando-se cada grupo individualmente, não houve diferenças significantes entre as resistências da região cervical e média. Os resultados desse estudo confirmaram a influência do eugenol sobre a resistência adesiva do cimento resinoso à dentina.

Sanares et al.⁴⁷ (2001) procuraram examinar o efeito dos adesivos de condicionamento total com dois passos de diferentes teores ácidos na adesão a resinas foto e quimicamente polimerizáveis. Vinte e quatro terceiros molares humanos foram divididos em oito grupos. Uma superfície plana de dentina foi criada, condicionada e aderida aos adesivos Prime&Bond NT, OptiBond SOLO e One Step. Cada adesivo foi coberto com resinas compostas tanto foto (Z100), como quimicamente polimerizáveis (BisFil 2). Amostras de 0,9 x 0,9mm foram obtidas e submetidas ao teste de microtração e quatro espécimes representativos foram observados com MEV. A resistência adesiva entre adesivos simplificados e resina composta foi reduzida quando esta foi quimicamente ativada. O One Step, o menos ácido dos adesivos, foi o que apresentou a menor redução da resistência quando usado com a resina química. As falhas ocorreram principalmente ao longo da interface resina-adesivo, com microporosidades na superfície adesiva e bolhas na resina composta química. Segundo os pesquisadores, o ar incorporado durante a mistura da resina química contribuiu apenas parcialmente com a diminuição da resistência adesiva observada em adesivos simplificados. Observações ultraestruturais sugeriram a presença de uma interação superficial entre monômeros resinosos acídicos da camada de inibição de oxigênio do adesivo com os componentes iniciadores da resina composta química.

Belli et al.⁶ (2001) estudaram a resistência adesiva de dois sistemas adesivos à dentina da câmara pulpar. Para isso, uma secção foi feita horizontalmente no meio da câmara pulpar de terceiros molares, a fim de dividi-la em metades superior e inferior. O tecido pulpar foi removido e os segmentos de dente foram então separados em subgrupos. As câmaras pulpares foram aderidas ao C&B Metabond ou ao One-Step, com ou sem tratamento prévio com NaOCl 5%. Posteriormente, a resistência à microtração destes adesivos à quatro diferentes regiões da câmara pulpar (assoalho, paredes laterais, teto e

cornos pulpares) foi medida. O adesivo One-Step apresentou maiores valores de resistência a todas as regiões da câmara que o C&B Metabond. Com isso, os autores concluíram que uma forte adesão pode ser obtida entre adesivo e as diferentes regiões da câmara pulpar, independente do tratamento prévio com NaOCl 5%.

Muitos obturadores endodônticos possuem componentes capazes de inibir a polimerização de cimentos resinosos. Por isso, Boone et al.⁹ (2001) avaliaram os efeitos da cimentação de pinos com cimento resinoso imediatamente ou após a obturação com Roth's 801 Elite Grade ou AH26. Cem caninos recém-extraídos foram aleatoriamente divididos em 8 grupos experimentais. As variáveis avaliadas foram a seqüência para o preparo do leito no canal (antes ou após obturação), o tipo de material obturador, o tempo para a cimentação do pino. Todos os dentes receberam um pino de aço inoxidável Parapost XP #6 e foram cimentados com o cimento resinoso Panavia 21. Cada grupo experimental foi submetido ao teste de tração. Tanto para o Roth's 801 Elite Grade como para AH26, em dentes com canal obturado antes do preparo do espaço para o pino - neste caso, a dentina contaminada com o material obturador foi removida com o preparo do leito - os valores de adesão obtidos foram maiores que aqueles obturados após o preparo intracanal. Os autores concluíram que a obtenção de uma superfície de dentina limpa durante o preparo mecânico do leito para pinos é uma variável crítica para a adesão quando um cimento resinoso é usado.

Cheylan et al.¹⁶ (2002) compararam a resistência à extrusão (*push-out*) de vários agentes cimentantes convencionais e cimentos adesivos bem como a influência do tratamento de superfície da dentina previamente à utilização de cimentos ionoméricos e resinosos a base 4-metacriloxietil trimelitato anidrido (4-META). Cavidades cônicas padronizadas foram feitas no centro de discos obtidos da dentina coronária. Noventa *inlays* em Ni-Cr foram cimentadas nas cavidades e divididas de acordo com o tratamento de superfície e natureza do agente

cimentante: fosfato de Zn, cimento de policarboxilato de Zn, ionômero do tipo 1 com ou sem ácido poliacrílico, cimento de ionômero modificado por resina, resina modificada por poliácidos (a base de bis-GMA), e resina adesiva 4 META com ou sem aplicação de monômero ativado. Cada espécime foi colocado em um dispositivo para sustentação e a carga foi aplicada por uma pequena vara em ferro até ocorrer a ruptura. O maior valor de resistência à extrusão foi obtido para o grupo do cimento resinoso 4-metacriloxietil trimelitato anidrido (4-META), depois da aplicação de monômero ativado. Em nenhum dos grupos houve falhas puramente adesivas. Os menores valores foram obtidos com os cimentos de fosfato de Zn e os de policarboxilato de Zn. Como conclusão, observou-se que ambos os materiais ionoméricos conseguiram resistências de adesão à dentina similares às dos materiais resinosos. Além disso, tratamentos específicos para a superfície dentinária melhoraram quantitativamente a adesão dos cimentos de ionômero de vidro e da resina 4 META.

Hage et al.³⁰ (2002) avaliaram o efeito da seqüência pós-obturação sobre a retenção de pinos cimentados com cimento de monômeros de fosfato em canais previamente obturados com cimento a base de eugenol. Sessenta e quatro dentes unirradiculares tiveram as coroas removidas, os canais radiculares limados, limpos e preparados com instrumentos rotatórios. Os dentes foram divididos em quatro grupos de dezesseis espécimes cada. O grupo 1 não foi obturado e serviu como controle. Os outros três grupos foram obturados com guta-percha e um cimento a base de eugenol. O preparo do leito para o pino e a cimentação foram concluídas em três intervalos - imediatamente (Grupo 2), uma semana depois (Grupo 3) e 4 semanas (Grupo 4). Preparos para pinos de 10 mm foram feitos com uma broca Gates-Glidden # 6, e pinos Parapost # 5 foram cimentados com Panavia 21 OP. Após dois dias de armazenamento, os espécimes foram embutidos em cilindros de PVC com resina acrílica e os pinos foram removidos com tração. O grupo 1 apresentou diferenças significantes na adesão comparado aos grupos 2 e

3, que por sua vez apresentaram maior resistência adesiva que o grupo 4. Com isso, os autores concluíram que, para se obter boa adesão com cimentos resinosos de monômeros de fosfato, a obturação com material a base de eugenol não pode permanecer por muito tempo no canal radicular.

Pegoretti et al.⁴⁴ (2002) analisaram, pelo método do elemento finito (modelo bidimensional), a resposta mecânica de um pino de fibra reforçado por vidro a cargas aplicadas externamente. O pino estudado foi cilíndrico com término levemente cônico para evitar o efeito de cunha que poderia agir como ponto de concentração de estresse. Informações mecânicas obtidas em testes de flexão de protótipos obtidos em laboratórios foram usadas no modelo. Sob várias condições de tensão, os autores compararam também os campos da componente da resultante do estresse sobre o pino em questão com aqueles obtidos em dois pinos endodônticos comerciais (pino de metal fundido e pino de fibra de carbono) e com a resposta do dente natural. O conjunto pino-núcleo de preenchimento fundido em ouro produziu a maior concentração de estresses na interface pino-dentina. Por outro lado, os pinos de resina reforçados por fibra apresentaram maior concentração de estresse na região cervical devido a sua maior flexibilidade e também à ausência de um material mais rígido para preenchimento. O pino de fibra reforçado por vidro mostrou o menor pico de estresse na raiz, pois a sua elasticidade muito se assemelha à da dentina. Os autores concluíram que, exceto pela concentração de estresse na margem cervical, os pinos de fibra reforçados por vidro induzem a um campo de estresses muito parecido ao do dente natural.

No estudo de Pest et al.⁴⁶ (2002), compararam-se as performances de cimentos resinosos tradicionais e resinas compostas (ambos químico e fotopolimerizáveis) com testes de resistência adesiva e MEV. Cinquenta dentes unirradiculares foram tratados endodonticamente por ação química (NaOCL 5% e EDTA 17%) e mecânica. Os canais foram

preparados e os conjuntos Pino/Adesivo/Material cimentante foram os seguintes: EndoComposipost/All-Bond2/C&B (quimicamente polimerizado); Tech 2000/ED Primer/Panavia F (dualmente polimerizado); Tech 2000/Clearfil liner Bond 2V/Clearfil Core (quimicamente polimerizado); Tech 21Xop/Clearfil liner Bond 2V/Clearfil Core (quimicamente polimerizado); EndoComposipost/All-Bond 2/Ti core (quimicamente polimerizado); Luscent anchor/Clearfil liner Bond 2V/Clearfil Photocore (fotopolimerizado). Seccionou-se transversalmente cada raiz em quatro porções de 2mm. As amostras para testar a adesão do agente cimentante ao pino foram preparadas com a colocação do pino no centro de uma fôrma plástica de 3mm de espessura e o cimento foi inserido com seringa de metal. Todas as amostras obtiveram altos valores de resistência adesiva, mas os valores da combinação Tech 2000 ou Tech 21 com Panavia F ou Liner Bond 2V foram significativamente maiores. Houve diferenças significantes entre o grupo de cimento e o grupo com resina composta. Como conclusão, as resinas compostas podem ser utilizadas como substitutos dos cimentos resinosos quando da cimentação de pinos de fibra, pois são mais fáceis de usar e são econômicas.

Vichi et al.⁵³ (2002) compararam o mecanismo de adesão de três adesivos com dois passos e dois adesivos convencionais de três passos à dentina do canal radicular, quando usados com um cimento resinoso. Também foi observada a presença ou ausência de bolhas e falhas dentro do sistema adesivo/cimento. Cinquenta dentes com canal tratado foram selecionados para o estudo. As amostras foram aleatoriamente divididas em cinco grupos: G1- All-Bond 2 com C & B; G2- Scotchbond Multipurpose Plus com Opal Luting Composite; G3- Scotchbond 1 em combinação com o cimento resinoso Rely X CRA; G4- One-step com o cimento resinoso C & B ; G5- All Bond Experimental com o Post Cement HI-X. A solução de *primer*-adesivo de cada sistema adesivo com 2 passos foi fotopolimerizada antes de se inserir o cimento e

o pino Aestheti-Plus. Uma secção de cada raiz foi descalcificada com ácido fosfórico 32% por 30s, lavada, secada e desproteinizada com NaOCl 2%. Os seguintes aspectos foram avaliados com MEV: a) a formação e uniformidade da zona de interdifusão resina-dentina relacionada ao comprimento total das interfaces observadas; b) a presença ou ausência de *gaps* dentro da camada de adesivo (entre o adesivo e o cimento) e dentro da camada de cimento (entre cimento e pino). As outras secções foram armazenadas em HCl 30% com o objetivo de dissolver o substrato dental e detectar os *tags* de resina e ramificações do adesivo. A quantidade e a morfologia dos *tags* foi graduada em: 0- nenhum *tag* detectado; 1- poucos *tags* de tamanho curto; 2- *tags* uniformes e sem ramificações laterais; 3- *tags* uniformes e com ramificações. Os escores foram tomados nos comprimentos de 1, 4,5 e 8mm do espécime, e analisados estatisticamente. Todos os sistemas adesivos mostraram uma zona de interdifusão resina-dentina, *tags* de resina e ramificações laterais. Exame microscópico das interfaces restauradas de G1 e G2 mostrou uma porcentagem maior de zona de interdifusão resina-dentina em relação ao encontrado em espécimes dos grupos 3, 4 e 5. Esta zonas foram facilmente encontradas nos dois terços iniciais do canal radicular enquanto, no apical, não esteve presente uniformemente. A formação e morfologia dos *tags* de resina foram muito mais evidentes nos terços cervical e médio que no apical. Nenhuma diferença estatística foi encontrada entre os cinco grupos para a região coronária, embora para a média e apical os dois sistemas de dois passos (grupos 3 e 4) mostraram significativamente menos *tags* que os grupos controle (1 e 2) e o grupo experimental 5. Não houve diferenças entre os adesivos com dois passos para as regiões testadas. Baseados nestes resultados, os autores concluíram que os adesivos de três passos podem criar um melhor imbricamento mecânico com dentina condicionada, se comparados aos sistemas com dois passos.

1638



Ari et al.⁴ (2003) tiveram como objetivo avaliar a adesão de 4 adesivos à dentina do canal radicular. Dezesesseis dentes humanos unirradiculares foram usados neste estudo. Depois de remover as coroas e o tecido pulpar, os canais foram instrumentados e irrigados com NaOCl 5% ou água. Ao invés de se utilizar um pino, o canal foi preenchido com um dos cimentos resinosos: C&B Metabond, Panavia F, Variolink II ou Rely-X. 24h depois, a resistência à microtração foi medida. Diferenças estatisticamente significantes foram encontradas entre os grupos tratados e não-tratados com NaOCl. Dos cimentos utilizados, o C&B Metabond obteve a maior resistência tanto para os dentes do grupo controle como para os irrigados com NaOCl 5%.

Bouillaguet et al.¹⁰ (2003) testaram as hipóteses de que a adesão de cimentos resinosos ao canal radicular seria reduzida em função do fator de configuração cavitária, processo de polimerização, tipo de material cimentante e da proximidade com o ápice. A coroa de quarenta e oito caninos e pré-molares foi seccionada na JEC pra obtenção de 12mm de raiz, que foi tratada endodonticamente. Vinte e quatro horas após o tratamento de canal, as raízes foram preparadas para a colocação do pino. Os espécimes foram divididos em dois grupos: raízes intactas e raízes planificadas (cortadas longitudinalmente para expor todo o comprimento do canal, dividindo-o em metades). Os pinos foram fabricados com resina composta Z-100, pois o objetivo primário consistiu em avaliar a adesão entre dentina radicular e cimento resinoso. Os materiais utilizados para cimentação foram: Single Bond/Rely X, ED Primer/Panavia F, C&B Metabond/Fuji Plus. Todas as raízes foram seccionadas em fatias de 6mm e usinadas mesio-distalmente para serem tracionadas. A resistência à microtração foi calculada como a força necessária para fraturar, dividida pela área da secção transversal. Todos os cimentos mostraram valores de adesão menores quando usados em raízes que permaneceram intactas; neste caso ainda, as resistências adesivas produzidas pelo Single Bond/Rely X e ED Primer/Panavia F não

diferiram significativamente, mas foram inferiores às produzidas pelo C&B Metabond e o cimento Fuji Plus. Para o Single Bond/Rely X CRA e o C&B Metabond /Fuji Plus um aumento considerável da adesão foi observado na dentina próxima ao ápice da raiz. Dos resultados desse estudo, concluiu-se que a adesão entre dentina e cimentos resinosos não é muito alta nos canais radiculares e que falhas clínicas serão improváveis se uma quantidade suficiente de dentina coronária for utilizada.

Cheong et al.¹⁴ (2003) compararam a compatibilidade de sistemas autocondicionantes (SEP) de 2 passos (2 SEP) e de passo único (1 SEP) a compósitos de polimerização dual. Os materiais empregados foram os seguintes: 2 SEP - Clearfil SE Bond + Resina Dual Bis-Core ou Tyrian/OneStep Plus + Resina Dual Bis-Core; 1SEP - Xeno III + Resina Dual Bis-Core ou Brush&Bond + Resina Dual Bis-Core. A adesão ao compósito foi analisada com o auxílio de microscopia de transmissão e ensaio mecânico de microtração. A resina dual foi testada em dois modos de polimerização, foto e química, com todos os adesivos. Os valores médios para os adesivos 1 SEP (48,8/7,1- Xeno III e 41,6/21- Brush&Bond) foram menores que para os 2 SEP (54,9/55- Clearfil e 53/49,8- Tyrian e One-Step Plus), nos os dois modos de ativação das resinas. Muitos *gaps* foram encontrados na interface compósito-adesivo dos adesivos 1 SEP. Para o adesivo de passo único, a microscopia revelou sinais de incompatibilidade ao longo da interface compósito-adesivo, o que pode ser atribuído a uma interação química adversa entre o monômero ácido e a resina. Além disso, "*water trees*", caminhos de água que representam um aumento da permeabilidade com a camada de adesivo polimerizado, também foram observados nos adesivos 1 SEP. Tais fatores não foram encontrados ao longo da interface resina-dentina quando a resina química foi combinada ao adesivo 2 SEP.

Foxton et al.²⁴ (2003) testaram a hipótese nula de que não há diferenças na adesão à dentina devido ao modo de polimerização das resinas duais ou à região radicular testada. 19 dentes foram selecionados,

quatro para ensaio de dureza Knoop e 15 para o teste mecânico de microtração. Foram utilizados um adesivo autocondicionante de presa dual (Clearfil liner Bond 2V) e uma resina composta dual (Clearfil DC Core). Os grupos experimentais foram os seguintes: Bond A fotopolimerizados (fpl) 10s + Resina dual fpl 60s; Bond A fpl 10s + Resina dual não-fpl; Bond A+B fpl 10s + Resina dual fpl 60s; Bond A+B fpl 10s+ Resina dual não-fpl ; Bond A+B quim. + Resina não-fpl. As paredes dentinárias foram preparadas e os 5 grupos foram tratados com o *primer* autocondicionante e depois com adesivo, preenchendo-se os canais com resina composta ao final. Obtiveram-se 8 fatias por dente, com as quatro fatias mais coronárias correspondentes à porção coronária do pino (terço cervical do canal radicular), e as fatias restantes correspondentes à parte apical do espaço para o pino (terço médio do canal). O modo de falha dos espécimes foi analisado com auxílio de MEV. A análise estatística dos resultados mostrou que os maiores valores de resistência à microtração ocorreram quando o adesivo foi fotopolimerizado ou o adesivo dual foi dualmente polimerizado. No caso do adesivo fotopolimerizado, a resistência à microtração foi maior quando a resina composta foi dualmente polimerizada, em ambas as regiões. Quanto ao modo de falha, as análises por MEV demonstraram que: a) quando o adesivo dual foi polimerizado quimicamente apenas, os espécimes sofreram falhas coesivas dentro da resina composta; b) quando o adesivo foi ativado somente por luz ou ativado dualmente, alguns espécimes falharam coesivamente dentro da camada híbrida ou da dentina. Considerando-se a dureza Knoop, a resina dualmente polimerizada tornou-se mais dura do que quando ela foi apenas quimicamente polimerizada, para ambas as regiões. Com base nestes resultados, tem-se que a fotopolimerização da resina e do adesivo dual é necessária para uma ótima adesão ao canal radicular.

Kurtz et al.³¹ (2003) testaram a hipótese de que a adesão ao canal radicular não seria influenciada pelo tipo de pino cimentado, pela

presença de eugenol no canal, pelo tipo de adesivo usado ou pela região da dentina usada como substrato. 24 incisivos e canino humanos superiores tiveram suas coroas removidas 4mm coronal à JEC e foram endodonticamente tratados usando-se guta percha e Roth's 801 ou AH26 como cimento obturador. Os pinos foram cimentados (Cosmopost, Fibrekor ou Parapost Fiber White) com um dos sistemas adesivos (One step com cimento resinoso Hi-X, Cement Conditioner com o cimento ParaPost). A análise regional mostrou que as secções diferiram quanto à resistência adesiva e que todas as interações envolvendo-as não foram significantes. A porção da coroa foi a que apresentou maior resistência adesiva e as outras três regiões foram similares estatisticamente. Em se tratando dos pinos, o Cosmopost obteve os menores valores de adesão de o Fibrekor ou o Parapost. Nem o fator material obturador ou o adesivo foi estatisticamente significativo. A hipótese dos autores foi parcialmente rejeitada, pois o tipo de pino e a região da raiz afetaram a resistência adesiva, enquanto o tipo de material obturador e o adesivo não exerceram qualquer influência sobre os valores de adesão.

Comparar, com MEV, a interface pino-resina-dentina de dentes tratados endodonticamente, restaurados com sistemas adesivos e resina composta foi o objetivo do estudo de Mannocci et al.³⁵ (2003). Os dentes selecionados precisavam ser extraídos e o tempo de serviço clínico a que foram submetidos variou de seis meses a seis anos. Formaram-se dois grupos: Grupo 1- os dentes foram tratados endodonticamente, restaurados com pino de fibra de carbono e resina composta; Grupo2- os dentes foram tratados e restaurados como no grupo anterior e cobertos com uma coroa metalocerâmica. Dois terços das interfaces observadas mostraram infiltração da resina no terço coronário e médio do leito preparado para o pino, enquanto apenas um terço das interfaces mostraram-se infiltradas na região apical do leito. Descolamentos entre adesivo e dentina e entre cimento e adesivo foram as falhas mais freqüentemente observadas, tendo sido detectadas em um

terço das interfaces analisadas. Os dentes extraídos após longo período de serviço clínico mostraram um grande número de descolamentos do adesivo da zona de interdifusão resina-dentina. Não houve diferenças entre as interfaces pino-resina-dentina dos dentes recobertos e não-recobertos com coroas metalocerâmicas. A presença de bactérias nos túbulos foi observada em dois espécimes. O descolamento do adesivo da dentina e o descolamento do cimento do adesivo são as falhas a que os dentes tratados endodonticamente e restaurados com sistemas resinosos são mais susceptíveis, segundo os autores.

Em um estudo prospectivo, Monticelli et al.³⁹ (2003) avaliaram a performance clínica de três tipos de pino translúcidos no período de dois a três anos. Duzentos e vinte cinco pacientes, com pelo menos um pré-molar precisando de tratamento endodôntico, foram selecionados e divididos em três grupos de (n = 75). O mesmo tipo de pino foi usado aleatoriamente em todos os paciente dentro de um mesmo grupo: grupo 1 = Aestheti Plus; grupo 2 = DT; e grupo 3 = FRC Postec. Para adesão do pino, um adesivo foropolimerizável (One Step) e um cimento resinoso dual (Duo-link) foram aplicados nos grupos 1 e 2, embora materiais quimicamente polimerizáveis (Excite DSC como adesivo e Multlink como cimento resinoso) tenham sido usados no grupo 3. Após seis, doze, e vinte quatro meses, os pacientes foram chamados para um exame clínico e radiográfico. Com alguns pacientes, um acompanhamento de trinta meses também foi feito. Ocorreu descolamento do pino em oito casos (3,5%) e, em outros seis, houve recorrência de lesão periapical. Não houve diferenças na taxa de sobrevivência dos pinos. Depois do tratamento endodôntico, a análise sob microscópio de varredura da obturação e do preparo do leito para o pino mostrou muitas áreas indisponíveis (cobertas por lama dentinária, debris, e remanescentes de cimento/guta-percha) para adesão e cimentação de pinos de fibras. Segundo os autores, todos os pinos avaliados são igualmente confiáveis para o uso clínico.

Utilizando somente resina composta para a reconstrução de dentes cuja utilização de pinos endodônticos estaria indicada, Alaçam et al.² (2004) avaliaram a microdureza de resinas compostas condensáveis, compactadas manualmente ou com pontas ultra-sônicas no canal. Cento e sessenta e oito dentes anteriores tiveram a porção coronária removida na JEC com um disco de diamante. Os canais foram preparados com brocas Gates Glidden e brocas Para Post, após a obturação. Uma solução de *primer* e adesivo foi aplicada à superfície condicionada. Em metade dos espécimes, a resina foi condensada com uma ponta ultrasônica e na outra metade com um compactador manual; todos os espécimes foram polimerizados em cada incremento colocado. As raízes foram seccionadas horizontalmente e a microdureza foi medida a 0, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5, e 5mm, a partir da porção mais coronária do remanescente radicular. Houve diferenças estatisticamente significantes entre as microdurezas produzidas pelos dois tipos de condensação. Não houve diferenças significantes entre os grupos de 0 a 3mm. A partir de 3,5 mm, houve diferenças estatísticas entre os grupos. Com isso, os autores concluíram que a condensação ultra-sônica de resinas compostas proporcionou vantagens mecânicas sobre a condensação manual medindo-se a microdureza em diferentes níveis. Entretanto, os valores de microdureza diminuíram após 3,5mm em ambos os tipos de condensação.

Bitter et al.⁷ (2004) avaliaram a interface resina-dentina de diferentes sistemas adesivos (condicionamento total de dois e três passos ou autocondicionantes) e agentes cimentantes para adesão de pinos ao canal radicular. Depois do tratamento de canal, cinquenta caninos e incisivos centrais foram divididos em cinco grupos (n = 10), de acordo com os sistemas adesivos e os cimentos utilizados: a) grupo 1: Clearfil Core/New Bond, b) grupo 2: Multilink, c) grupo 3: Panavia 21/ED Primer, d) grupo 4: PermaFlo DC, e e) grupo 5: Variolink II/Excite DSC. O *primer* foi marcado em cada caso com 0.1% de Isotiocianato de rodamina B. Cada raiz foi seccionada em fatias de 2mm a 1, 4 e 7mm abaixo da JEC.

A interface resina-dentina foi avaliada sob MEV (a espessura da camada híbrida e o número de *tags* de resina foram medidos). A análise estatística não-paramétrica foi utilizada para comparação dos grupos. A espessura da camada híbrida dos grupos 1, 4, e 5 foi maior que nos demais. O número de *tags* observados no grupo 1 foi significativamente maior que nos grupos 2 a 4, mas não diferiu do 5. Cada grupo apresentou maior quantidade de *tags* de resina na porção coronal e central do canal que na apical. O condicionamento com ácido fosfórico e o uso de sistemas adesivos de três e dois passos promoveram uma camada híbrida mais espessa e uniforme, com maior número de *tags* de resina que nos adesivos autocondicionantes. Isso poderia, de acordo com os autores, promover melhor adesão.

Bolhuis et al.⁸ (2004) avaliaram a influência da fadiga sobre a camada de cimento entre pinos com comprimento insuficiente e as paredes do canal radicular de pré-molares. Sistemas de pinos e coroas com diferentes elasticidades foram selecionados. Quatro tipos de sistemas de pino e material de preenchimento foram selecionados: pinos pré-fabricados (Tenax, Aestheti-Post, Aestheti-Plus) combinados com um sistema adesivo dual (Clearfil Photobond) e uma resina (Clearfil Photocore) para confecção da parte coronária; pino e parte coronária fundidos. As restaurações foram feitas em pré-molares superiores unirradulares, dos quais as coroas foram removidas ao nível da JEC. Após tratamento endodôntico, os pinos foram preparados em cada dente individualmente (por modelagem do canal) e depois foram cimentados com material de presa química (Panavia 21 TC). Os pinos pré-fabricados foram cimentados diretamente. Para cada grupo, metade dos espécimes (8) foi submetida à fadiga (10^6 ciclos), quase perpendicular ao eixo axial (85°), enquanto a outra metade foi usada como controle. Três secções paralelas e transversais da raiz de 1,5mm foram obtidas de cada espécime. Estas secções foram observadas em microscópio eletrônico de varredura para avaliação da integridade do cimento; a retenção dos pinos

foi determinada com teste de *push-out*. A fadiga não causou a separação entre reconstrução e coroa nem afetou a resistência adesiva. Somente a MEV mostrou diferenças significantes entre os tipos de pinos, resistência à fadiga e entre as diferentes regiões da raiz. A integridade do cimento com o uso do pino de titânio (Tenax) foi menor que nos outros três sistemas, que não apresentaram diferenças entre si. As diferenças encontradas não puderam ser atribuídas às diferenças de rigidez dos pinos. Logo, concluiu-se que a reconstrução em resina composta apoiada em pinos de fibra ou quartzo, cimentados com cimento resinoso como o Panavia 21 TC, é uma alternativa viável à substituição do pino fundido convencional em dentes tratados os endodonticamente.

Giachetti et al.²⁷ (2004) avaliaram, com auxílio de teste de *pull-out* e MEV, a performance de sistemas adesivos/cimentantes fotopolimerizáveis ou duais, quando usados com pinos de fibra translúcidos. Quarenta dentes com canal tratado foram divididos em dois grupos (n = 20): grupo 1 (fotopolimerizado)- Excite e Tetric Flow; grupo 2 (sistema dual)- All-Bond 2 e Rely X CRA. Após a cimentação dos pinos de fibra translúcidos, os dentes foram armazenados em NaOCl 0,9% a 37°C. Uma semana depois, o teste de *pull-out* foi realizado. Dez espécimes de cada grupo e os pinos correspondentes foram processados para observações em MEV. A avaliação mostrou que ambos os métodos de polimerização proporcionaram boa adesão entre pino e dentina. Mesmo assim, para as condições estudadas, a polimerização dual pareceu ser mais adequada, pois permite a polimerização em áreas não atingidas pela luz. Por outro lado, a polimerização incompleta do sistema Excite/Tetric Flow melhorou a adaptação do pino no terço apical e permitiu a distribuição mais uniforme do estresse pelas paredes do canal.

O primeiro objetivo do estudo de Goracci et al.²⁸ (2004) foi comparar o método de *push-out* com as variantes usadas e não-usadas da técnica de microtração na mensuração da resistência de união de pinos de fibra em canais radiculares. O segundo foi testar se os

métodos apresentavam diferenças significantes nas condições de adesão criadas em diferentes níveis da raiz com dois cimentos resinosos. Trinta dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos de fibras foram divididos em dois grupos (n = 15), de acordo com o cimento utilizado (Excite DSC/Variolink- grupo A; Rely X Unicem- grupo B). Seis dentes de cada grupo foram usados para o teste de microtração de espécimes em forma de ampulheta. Para os espécimes não-usinados, três raízes de cada grupo foram utilizadas. No teste de *push-out* utilizaram-se os dentes restantes, seis em cada grupo. Depois de medir a espessura de cada fatia com um paquímetro digital, o pino foi tensionado com uma ponta cilíndrica de 1.5mm. Esta ponta foi posicionada de forma a tocar somente o pino, sem empurrar as paredes do canal ao redor. A pressão foi exercida na parte apical da fatia devido a conicidade da raiz. Também foi tomado o cuidado para que a ponta tocasse o pino em sua maior área para evitar um entalhe que poderia interferir na determinação da adesão pino-superfície da raiz. Dez de cinquenta e nove fatias falharam antes do teste de microtração para o grupo A. Catorze de cinquenta e quatro falharam prematuramente para o grupo B. Quase todos os espécimes não-usinados foram perdidos antes do teste. Nenhum espécime de *push-out* fraturou-se antes do teste. Para este teste, se compararmos todas as regiões de um único grupo, o Excite DSC/Variolink II proporcionou maior adesão à região cervical, em relação à médio-apical. Para o grupo do Rely X não houve diferenças estatísticas entre as regiões. Quando comparados os valores de adesão para cada região dos dois grupos, o Excite-VariolinkII demonstrou menores resultados para a região coronária. Quanto às outras regiões, não diferiram estatisticamente os dois cimentos. Assim, quando da mensuração de resistências adesivas de pinos de fibra cimentados, o teste de *push-out* parece mais confiável que a técnica de microtração.

Grandini et al.²⁹ (2004) avaliaram a eficiência de dois procedimentos para cimentação de pinos de fibra translúcidos no tocante

à formação de *tags* de resina, ramificações laterais de adesivo e zonas de interdifusão resina-dentina. Quarenta dentes, extraídos por razões periodontais, foram selecionados. Os dentes foram aleatoriamente divididos em quatro (n = 10): a) grupo 1-One Step, fotopolimerizado (fpl) 20s + Cimento resinoso dual Duo-Link fpl 20s; b) grupo 2-One Step, não fpl + Cimento resinoso Duo-Link fpl 30s; c) grupo 3-One Step não fpl + Cimento resinoso Duo-Link fpl 60s; d) grupo 4-One Step não fpl + Cimento resinoso Duo-Link fpl 90s. Quarenta pinos de fibra (DT *posts*) foram cimentados. Então, os espécimes radiculares foram tratados para observações em microscópio eletrônico de varredura a fim de acessar a continuidade da zona de difusão dentina-resina, a presença ou ausência de *gaps* e a densidade e morfologia dos *tags* de resina, utilizando-se uma escala. A zona de interdifusão resina-dentina foi formada em todos os grupos. Entretanto, o exame das interfaces adesivas revelou que a percentagem de formação dessa zona foi maior no grupo 1 que nos demais. O Grupo 3 apresentou uma porcentagem de zona de interdifusão resina-dentina maior que o Grupo 4, que por sua vez teve maior porcentagem que o Grupo 2, embora as diferenças não tenham sido estatisticamente significantes. A formação dos *tags* de resina ocorreu para todos os grupos. Nos grupos 2, 3 e 4, *tags* poucos uniformes e curtos foram observados no terço apical. O estudo revelou que, quando da cimentação de um pino de fibra no canal, o procedimento de cimentação com a polimerização do adesivo antes da colocação do cimento é mais satisfatória do que o procedimento envolvendo a fotopolimerização do adesivo e do cimento ao mesmo tempo canal.

Lopes et al.³³ (2004) compararam a resistência à microtração de sistemas adesivos, com *primer* autocondicionante ou com condicionamento total, em dentina da câmara pulpar ou dentina radicular. As câmaras pulpares de quatro caninos humanos foram acessadas e tanto a câmara o como canal foram preparados com brocas. Os dentes foram cortados ao meio, paralelo ao seu longo eixo e divididos

aleatoriamente em dois grupos: Clearfil SE Bond + AP-X (SE) e SingleBond + Filtek Z250 (SB). Depois de 24 horas em água, os espécimes foram cortados perpendicularmente à raiz em fatias de 1mm com um disco de diamante em baixa rotação. Os mesmos foram usinados a fim de que adquirissem uma forma de ampulheta com 1mm² de interface adesiva. Três espécimes foram obtidos da região cervical de cada raiz (R) e de cada câmara pulpar (C). As resistências em MPa (média ± desvio padrão) foram: SB.C = 25.3 ± 6.5a; SB.R = 16.9 ± 6.0; SE.C = 16.9 ± 3.4; SE.R = 16.8 ± 5.3. Os autores concluíram que a resistência adesiva obtida com a dentina da câmara pulpar foi superior àquela com dentina do canal radicular. Além disso, no canal, a técnica de condicionamento total mostrou melhores resultados.

Mannocci et al.³⁶ (2004) testaram a hipótese de que áreas da dentina radicular com diferentes quantidades de túbulos apresentariam diferentes valores de resistência à tração. Com esse objetivo, os autores contaram os túbulos dentinários dos terços coronário e médio-apical da dentina radicular de dentes extraídos e mediram as resistências à tração das mesmas áreas. Um total de dez dentes (centrais, laterais e caninos superiores sem cáries) foram guardados em solução salina estéril por uma semana a 4°C. Posteriormente, espécimes cilíndricas com cerca de 10mm de comprimento, paralelas ao longo eixo da raiz, foram obtidas de duas porções da raiz, o terço coronário (grupo 1) e o terço médio-apical (grupo 2). Para contagem dos túbulos, os dentes foram limpos em ultrassom por 15 min, condicionados com ácido fosfórico 32% e cobertos com ouro (30nm) para análise com MEV (1500X). As médias de tração foram maiores no terço médio-apical do que no terço coronário. O número de túbulos da parte coronária foi significativamente maior que no terço médio-apical. Assim os autores confirmaram sua hipótese e alertaram para o fato de que, na avaliação do estresse oclusal sobre dentes vitais e endodonticamente tratados, deve-se levar em conta que a resistência à tração da dentina radicular mais coronária é menor que da apical.

Sen et al.⁴⁹ (2004) compararam a retenção de dois diferentes pinos pré-fabricados cimentados no canal com quatro diferentes cimentos adesivos e um cimento de fosfato de zinco. A coroa de cem dentes incisivos centrais e laterais humanos inferiores, recém-extraídos, foi removida na altura de JEC. Os remanescentes foram divididos em dois grupos, Para Post e Flexi Post, e depois em cinco subgrupos (n=10), para avaliação dos cimentos (Rely X CRA, Panavia F, Para Post Cement, Flexi-Flow, Natural e Adhesor). O leito para os pinos foi preparado de acordo com as instruções do fabricante. Após o ensaio de tração, o pino Flexi Post (média \pm desvio padrão: 54,2 Kg \pm 3,97) mostrou-se mais resistente ao deslocamento que o Para Post (33,93Kg \pm 10,69). Os cimentos resinosos equipararam-se ou foram superiores ao cimento convencional em retenção. Contudo o cimento resinoso Rely X apresentou a melhor performance, o que pode ser devido a sua maior capacidade de molhar as paredes dentinárias, como alegam os pesquisadores.

Serafino et al.⁵⁰ (2004) avaliaram a limpeza do canal radicular após a utilização de dois diferentes regimes de irrigação, técnicas obturadoras e preparo do leito para pinos cimentados adesivamente. Quarenta dentes, divididos em quatro grupos, foram instrumentados com limas de Ni-Ti, irrigados com NaOCl ou NaOCl + EDTA e obturados com técnica de condensação lateral (CLC) ou condensação vertical (WWC) da guta percha. Depois do preparo, ataque ácido e lavagem, as paredes do canal foram observadas com MEV. Foram detectados debris, lama dentinária, remanescentes de guta-percha e orifícios dos túbulos dentinários total ou parcialmente ocluídos com *plugs*. No nível apical do leito para o pino estes fatores foram observados com mais frequência. Nas regiões médias e apicais, constataram-se pontos alternados com uma fina lama dentinária, guta-percha e túbulos ocluídos com *plugs*. Depois do tratamento endodôntico, obturação e preparo do leito para o pino e análise com MEV, os autores concluíram

que muitas regiões ficam indisponíveis para a adesão devido à dificuldade de limpeza do canal.

Devido à ausência de informações sobre a permeabilidade de sistemas adesivos em dentes endodonticamente tratados, Chersoni et al.¹⁵ (2005) avaliaram a hipótese de que, *in vivo*, há sim o movimento de fluido através destes materiais. O leito para pinos foi preparado nos dentes unirradiculares que já estavam com canal tratado. Seis adesivos foram aplicados à dentina das paredes do canal. Moldes com polivinil siloxano foram obtidos e réplicas foram fabricadas com um polieter. As hemisseções das réplicas foram cobertas com ouro para observação com MEV. A perfusão de fluido foi evidente na superfície dos adesivos com menor número de passos, tanto de condicionamento total como autocondicionantes. Diferentemente, a maior parte dos espécimes aderidos com o grupo controle (três passos, condicionamento total) estavam isentos de bolhas de fluido. Com isso, os autores concluíram que a permeabilidade dos adesivos com menor número de passos resulta na movimentação de água, mesmo em dentes com canal tratado, o que pode provocar uma interação adversa quando combinados a uma resina química ou dual.

Foxton et al.²⁵ (2005) avaliaram a resistência à tração de duas resinas de polimerização dual à dentina do canal radicular, utilizando-se um adesivo autocondicionante de passo único e de dois passos. Pré-molares extraídos por razões ortodônticas tiveram suas coroas removidas e os canais preparados até uma profundidade de 8mm a partir da JEC, com uma largura de 1,4mm. Em um dos grupos, o adesivo autocondicionante de passo único (Ufil Self-etching Bond) foi aplicado às paredes canal e fotopolimerizado por 10s. Posteriormente, os espaços foram preenchidos com resina composta dual (Unifil Core); metade dos espécimes foi fotopolimerizada por 60s e o restante colocado em ambiente escuro por 30 minutos. No segundo grupo, um adesivo autocondicionante de dois passos (ED Primer) foi aplicado por 30s,

seguido de uma resina (Clearfil PhotoBond) que foi fotopolimerizada por 10s. Os espaços dos pinos foram preenchidos com uma resina composta dual (DC Core) e então metade dos espécimes foi fotopolimerizada por 60s e o restante colocado em ambiente escuro por 30 minutos. Os espécimes foram cortados perpendicular à superfície colada em 8 fatias de 0,6mm para o teste de microtração. Os dados foram submetidos à análise estatística e os modos de falha foram observados com MEV. Outros espécimes não-ensaiados foram preparados apenas para observação da interface adesiva também com MEV. Para ambos os cimentos, nos dois modos de polimerização, não houve diferenças estatísticas quanto à resistência adesiva nas regiões coronária e apical. Assim, nem a região do canal ou o modo de polimerização influenciaram a adesão dos cimentos ao canal.

Youldas & Alaçan⁵⁴ (2005) avaliaram a profundidade de polimerização dentro de modelos de canais radiculares com uso de pinos transmissores de luz, pinos de resina reforçados por fibra de vidro e fotopolimerização direta. A resina composta foi condensada em modelos de canais (cilindros negros em plástico, medindo 15mm de comprimento e 4mm de diâmetro). Os pinos foram inseridos no canal e fotopolimerizados por 90 segundos; já o grupo controle foi fotopolimerizado diretamente. Para se comprovar a mudança nas propriedades do material, foi realizado um teste de dureza Knoop (KHN) com três indentações em cada espécime a 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14mm da fonte de luz. Os resultados mostraram significativo aumento na microdureza da resina (profundidade de polimerização) para os dois tipos de pinos. Acima de 8mm, o aumento proporcionado pelos pinos de plástico foi estatisticamente diferentes dos pinos de fibra. Os autores concluíram que, para uma profundidade até 10mm com a utilização de pinos, a polimerização da resina foi adequada.

2.2 Estudos sobre o substrato coronário e radicular

Mjor & Nordahl³⁷ (1996) avaliaram a quantidade de túbulos e a complexidade das suas ramificações em diferentes regiões da dentina humana, com microscopia de luz e MEV. O objetivo foi compreender a permeabilidade dentinária para melhor interpretar os dados de pesquisas com adesivos dentinários. Cinquenta dentes humanos foram desmineralizados cortados e corados para análise em microscopia de luz. A idade dos indivíduos variou de dez a 14 e de 19 a 71 anos. As ramificações dos túbulos foram estudadas em MEV e microscopia de luz em secções desmineralizadas coradas e não-coradas e em secções parcialmente desmineralizadas. Secções parcialmente desmineralizadas e fraturadas também foram observadas com auxílio de MEV. Quanto à quantidade de túbulos, diferenças estatisticamente significantes foram encontradas dependendo da localização. Diferenças entre a parte interna e periférica da dentina foram mais marcantes na coroa que na raiz. A quantidade de túbulos na parte média da raiz foi significativamente menor que na porção média da coroa. O número de ramificações dos túbulos foi significativamente abundante em locais onde a quantidade de túbulos foi baixa. O padrão das ramificações revelou-se um sistema de anastomoses canaliculares cruzando a dentina intertubular. Os achados deste estudo enfatizaram a necessidade de uma caracterização detalhada do substrato dentinário (o tamanho das ranhuras sobre a superfície preparada, a presença de lama dentinária, quantidade de túbulos, direção dos túbulos na superfície preparada, presença ou ausência de dentina peritubular hipermineralizada e variações dos sistemas de ramificações dos túbulos) previamente a testes adesivos e preparo de amostras para estudos de permeabilidade.

Balooch et al.⁵ 2001 compararam as propriedades ópticas e mecânicas da dentina radicular sadia e transparente com auxílio de

microscópio de força atômica, espectroscopia de emissão Raman e microscopia de fluorescência. O módulo de elasticidade e dureza da dentina intertubular e peritubular transparente e sadia não diferiram significativamente. O material que preenche a zona transparente exibiu valores semelhantes para a dentina peritubular e intertubular. A espectroscopia Raman revelou uma mudança na banda 1066cm^{-1} para 1072cm^{-1} da dentina intertubular normal para a transparente. O material que preenche o lúmen do túbulo na dentina transparente mostrou um aumento na frequência próximo a 1070cm^{-1} . Uma região de transição de $300\mu\text{m}$ entre a dentina normal e transparente foi identificada. Nesta região, as propriedades da emissão intertubular foram as mesmas que aquelas da dentina normal, mas os túbulos estavam preenchidos. Este material de preenchimento também tinha características de emissão mais próximas às da dentina intertubular normal. A natureza exata das mudanças químicas induzidas na dentina intertubular da região transparente requer estudos, mas estas elas parecem ser significativas para as propriedades da dentina intertubular. Tais mudanças, sugeriram os autores, parecem ter um efeito significativo nas características de adesão à dentina, como a formação de uma camada híbrida mais fina.

O objetivo do estudo de Mjor et al.³⁸ (2001) foi descrever histologicamente o terço apical de dentes humanos adultos, com ênfase na presença, direção e distribuição dos túbulos dentinários bem de suas ramificações. Para isso, os 2–3mm apicais de 25 dentes, extraídos por razões protéticas ou devido a cáries extensas, de indivíduos de 23–67 anos foram desmineralizados, cortados e corados. Três desses dentes estavam com a polpa necrosada. Eles foram fixados em formol 10% por 48h após a extração. A desmineralização foi feita com ácido nítrico 5% e checada radiograficamente ao final. Os dentes foram embutidos em parafina e cortados axio-vestibulolingualmente em fatias de $7\mu\text{m}$ e corados. As fatias foram então examinadas em microscópio de luz. O número de túbulos dentinários foi calculado contando-se todos os túbulos

em uma linha reta de 100 μ m, em fotomicrografias. Algumas secções desmineralizadas e não-coradas foram examinadas em microscópio eletrônico de varredura. Três dentes de adultos entre 56 e 59 anos, extraídos por razões periodontais, foram incluídos no estudo e examinados depois do seccionamento da raiz e tratamento com ácido fosfórico 37% por 20s, usando-se microscopia confocal. Os resultados mostraram que, independente da direção do corte histológico na região apical, foram observados muitos canais acessórios, que continham tecido mole ou remanescentes de tecido mole. Nenhum túbulo foi visto na dentina tangente ao cimento, mas a microscopia dos espécimes submineralizados mostrou alguns túbulos com ramificações laterais presentes. Uma dentina secundária foi encontrada na superfície mais periférica do canal e uma interface de dentina secundária/primária também pôde ser vista nesta região. Uma grande diferença no direcionamento dos túbulos foi detectada na interface de dentina primária/secundária. Já no lado pulpar da dentina, foi difícil identificar a quantidade dos túbulos da dentina secundária. Embora ramos laterais não tenham sido diferenciados nos cortes histológicos, outros tipos de ramos puderam ser vistos em qualquer parte da dentina apical e eram particularmente abundantes em áreas onde os túbulos estavam isolados. Com isso, os autores concluíram que as características da dentina apical não favorecem técnicas adesivas baseadas na penetração de resina nos túbulos dentinários.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a união de três tipos de sistemas adesivos à parte cervical da câmara pulpar e diferentes regiões do canal radicular. Assim, partimos das seguintes hipóteses nulas (H_0):

a) o efeito interação entre o tipo de sistema adesivo e a região do dente sobre os valores de resistência adesiva é inexistente, ou seja, a ação do sistema adesivo é a mesma para cada região do dente;

b) efeito "sistema adesivo": a resistência adesiva à dentina não sofre a influência do tipo de sistema adesivo ($\mu_{\text{All Bond}} = \mu_{\text{One-Step Plus}} = \mu_{\text{Tyrin+ One-Step Plus}}$);

c) efeito "região": a resistência adesiva à dentina não sofre a influência da região do dente ($\mu_{\text{coronária}} = \mu_{\text{cervical}} = \mu_{\text{média}} = \mu_{\text{apical}}$).

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Seleção dos dentes

Neste estudo foram utilizados trinta incisivos ou caninos superiores humanos, extraídos devido a problemas periodontais, cuja utilização na presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Anexo) da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos-Unesp. Logo após as extrações, os dentes foram colocados em soro fisiológico, limpos com curetas periodontais, congelados em água destilada (-18°C) por não mais que 15 dias até sua utilização.

Como critério de seleção dos espécimes, foram usados apenas dentes com canais retos, sem cáries, ou reabsorções radiculares.

4.2 Grupos experimentais

Os trinta dentes foram aleatoriamente divididos em três grupos (n = 10):

a) Grupo 1: tratados com o sistema adesivo de condicionamento total da dentina com três passos (CT3), All-Bond 2 (Bisco Co.);

b) Grupo 2: tratados com o sistema adesivo de condicionamento total da dentina com dois passos (CT2), One-Step Plus (Bisco Co.);

c) **Grupo 3:** tratados com o sistema adesivo autocondicionante (AC) de dois passos Tyrian SPE/One-Step Plus (Bisco Co.).

Quadro 1 - Composição química dos adesivos, de acordo com as informações do fabricante.

Adesivos	Componentes
All Bond 2	Primer A: Acetona, Etanol, Na-N-Tolilglicina Glicidilmetacrilato; Primer B: Acetona, Etanol, Bisfenil Dimetacrilato; Resina Pre-Bond: Bisfeno Diglicidilmetacrilato, Trietilenoglicol Dimetacrilato, Peróxido De Benzoila.
One Step Plus	Bisfenil Dimetacrilato, Hidroxietil Metacrilato, Acetona, Vidro
Tyrian Spe	Parte A: Etanol; Parte B: Ácido 2-Acrl-2-Metil Propanosulfônico, 2-Metacriloxietil Bifosfato, Etanol

4.3 Preparo dos dentes – calibragem dos canais

Parte da coroa de cada dente foi removida 4mm coronal à JEC, na face vestibular, com disco diamantado (90µm, Microdont) sob baixa rotação e spray de água, em um plano perpendicular ao longo eixo do dente. Em seguida, com uma lima K (Dentsply) #15 foi removida a polpa. O alargamento do canal foi realizado até 4mm aquém do ápice com limas (Dentsply) #15, 20, 25, 30 e completado com uma broca Largo # 2. A cada troca de instrumento, o canal era abundantemente irrigado com NaOCl 0,5% e aspirado em seguida.

Para receber os pinos, os canais foram preparados com uma broca *pre-shaping* seguida da broca #2 do sistema de pinos Aestheti Plus (Bisco Co.) (Figura 1).



FIGURA 1 - Sequência do preparo com as brocas do sistema Aestheti Plus: A - Broca pre-shaping; B - Broca #2.

4.4 Inclusão das raízes

Em um molde de um cubo em silicone (3 x 3 x 3mm) (Figura 2), cada raiz foi centralizada e o espaço ao redor foi preenchido com resina acrílica incolor de ativação química (Jet, Artigos Odontológicos Clássico). Para permitir que o longo eixo do dente ficasse o mais perpendicular possível ao plano do solo, o embutimento foi feito com a broca #2 do sistema de pinos Aestheti Plus (Bisco Co.) dentro do canal, com sua parte superior presa ao mandril de um delineador (Bio-Art) (Figura 3). Esta manobra foi realizada porque, depois de embutido (Figura 4), o espécime seria cortado em segmentos transversais cujo formato deveria ser o de um cilindro reto, de acordo com a padronização do estudo.



FIGURA 2 - Molde em silicone para confecção da base acrílica.

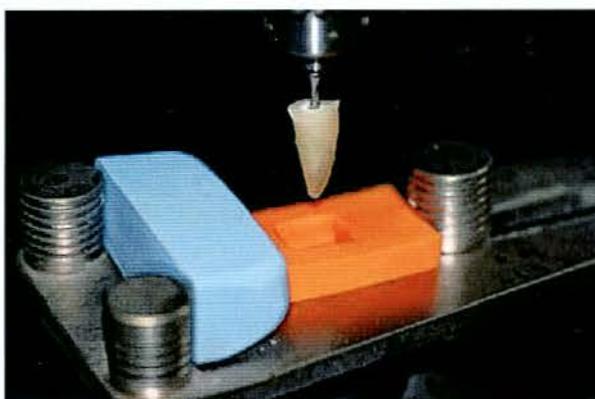


FIGURA 3 - Espécime preso ao mandril do delineador com uma broca, para embutimento em resina acrílica.



FIGURA 4 - Espécime após embutimento em resina acrílica.

4.5 Procedimentos prévios e cimentação

Com um molde do pino Aestheti Plus #2 (Bisco Co.) (Figura 5), feito em silicone por reação de adição de consistência densa (Aquasyl, Dentsply), trinta pinos foram reproduzidos em cimento resinoso dual. Para que a superfície de resina estivesse mais reativa, o molde foi preenchido com o cimento Duo-link (Bisco Co.) minutos antes da cimentação no canal.

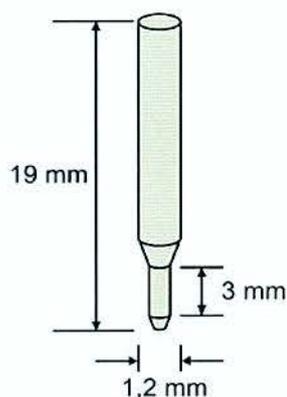


FIGURA 5 - Dimensões do pino Aestheti Plus #2.

As paredes laterais externas dos dentes foram pintadas com esmalte de unha preto para permitir a passagem de luz somente à porção mais coronária já que, clinicamente, a raiz também é recoberta pelos tecidos periodontais.

Os materiais foram aplicados conforme as recomendações do fabricante (Quadros 2, 3 e 4).

Quadro 2 - Aplicação do sistema de condicionamento total três passos.

All-Bond 2	
1	Condicionamento com ácido fosfórico 32% (UNI-ETCH, Bisco Co.) por 15 segundos do canal radicular.
2	Lavagem com água em seringa descartável.
3	Remoção do excesso de água com cones de papel absorvente # 80 (2 cones).
4	Aplicação do <i>Primer A + B</i> com um <i>microbrush</i> (SDI) e remoção dos excessos com outro <i>microbrush</i> .
5	Aplicação do "Pré-Bond resin", adesivo do Kit All-Bond 2, e remoção dos excessos com <i>microbrush</i> .

Quadro 3 - Aplicação do sistema de condicionamento total dois passos.

One-Step Plus	
1	Condicionamento com ácido fosfórico 32% por 15s do canal radicular.
2	Lavagem com água em seringa descartável.
3	Remoção do excesso de água com cones de papel absorvente # 80 (2 cones).
4	Aplicação de duas camadas de One-Step Plus sobre a dentina com um <i>microbrush</i> .
5	Secagem com jato de ar por 10s.
6	Fotopolimerização por 10s com a ponta do aparelho na entrada do canal e paralela ao longo eixo da raiz.

Quadro 4 - Aplicação do sistema autocondicionante.

Tyrian SPE+ One-Step Plus	
1	Aplicação da solução de <i>primer</i> Tyriam A + Tyriam B no canal com auxílio de <i>microbrush</i> e, após 20s, remoção do excesso também com <i>microbrush</i> ;
2	Aplicação de duas camadas do adesivo One-Step Plus sobre a dentina com um <i>microbrush</i> ;
3	Secagem com leve jato de ar por 10s;
4	Fotopolimerização por 10s com a ponta do aparelho na entrada do canal e paralela ao longo eixo da raiz .

O cimento utilizado para a cimentação dos pinos foi o Duo-link (Bisco Co.) com base e catalisador proporcionados em partes iguais e misturados por 10s até adquirir uma coloração homogênea. Em seguida, o cimento foi inserido no canal com uma broca Lentulo # 40 (Maillefer) e o pino foi levado em posição. Cada dente foi fotopolimerizado por 40s (Optilight Plus - Gnatus) com uma intensidade de luz de 450mW/cm².

4.6 Ensaio de “*push-out*”

4.6.1 Obtenção dos segmentos transversais da coroa e raiz

Os dentes embutidos foram colados em uma base metálica com adesivo cianocrilato gel (Super Bonder gel, Loctite). A base de metal foi fixada a uma máquina de corte (ANDREATTA FILHO et al.³, 2000) e os dentes foram seccionados perpendicularmente ao seu longo eixo com disco diamantado (90µm, Micorodont), sob abundante refrigeração. O

primeiro corte de 0,5mm foi descartado, pois um excesso do cimento seria capaz de superestimar os valores de resistência adesiva neste segmento. No total foram obtidos oito segmentos de aproximadamente 1,5mm, dois para cada região estudada (coronária; cervical, média e apical da raiz) (Figura 6).

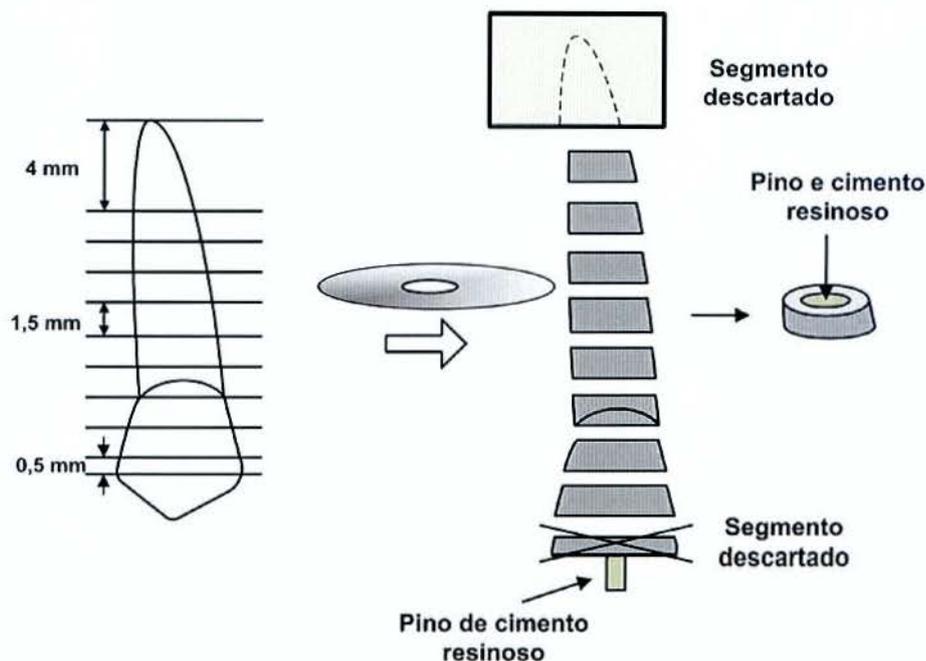


FIGURA 6 - Desenho esquemático das regiões do dente avaliadas no estudo e da obtenção dos segmentos transversais.

4.6.2 Ensaio

Cada segmento foi posicionado sobre um dispositivo metálico com abertura central maior que o diâmetro do canal (Figura 7). Sempre a porção mais coronária foi colocada para baixo em relação à ponta aplicadora da carga (carga ápico-coronária), pois devido a uma constrição da broca na região de transição média-apical, o canal poderia apresentar alguma conicidade. A ponta, um cilindro metálico com 0,85mm de diâmetro na extremidade, foi pressionada sobre o espaço correspondente ao pino, sem tocar cimento e/ou a dentina. O teste foi executado em máquina de ensaio universal (EMIC DL-1000, EMIC, São

José dos Pinhais, Brasil), a uma velocidade de $1\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$ e célula de carga de 10 kgf.



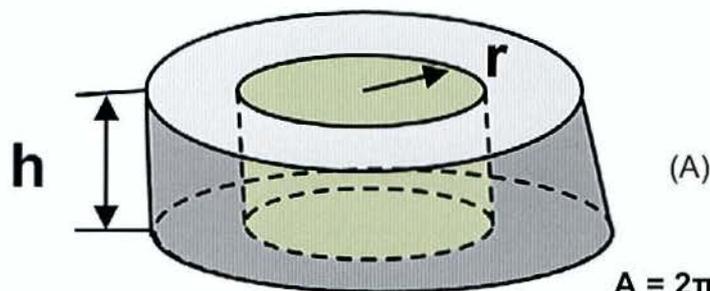
A

$R = F/A$ onde,
F = carga para ruptura da interface (kgf)
A = área interfacial (mm^2)

B

FIGURA 7 - Base metálica para o ensaio de *push-out* com segmento transversal da raiz (A); fórmula para cálculo da resistência adesiva (B).

É importante lembrar que para o cálculo da área interfacial (A) foi empregada a fórmula para cálculo de área lateral de um cilindro (Figura 8).



(A)

$$A = 2\pi r \times h, \text{ onde (B)}$$

A = área interfacial

$\pi = 3,14$

r = raio

h = altura da secção

FIGURA 8 - Desenho esquemático das paredes radiculares do segmento (A) e fórmula para cálculo da área interfacial "A" (B).

Os valores de **R** foram obtidos a partir da medição dos

diâmetros internos das bases, correspondente ao diâmetro interno das paredes do canal no segmento. Esse diâmetro e a altura h foram medidos após o ensaio com paquímetro digital.

Os resultados de resistência adesiva, inicialmente em kgf/mm^2 , foram posteriormente convertidos em MPa, multiplicando-se o valor de R por **9,807**. Uma média de resistência adesiva foi obtida para as duas fatias de cada região dos dentes.

4.7 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Alguns espécimes de cada grupo foram submetidos à análise com MEV (JEOL-JSM-T330A, Jeol Ltda, Tokyo, Japão) para observação das interfaces adesivas fraturadas.

5 RESULTADOS

A influência de três tipos de adesivos sobre a resistência adesiva em quatro diferentes regiões do dente constitui as doze condições experimentais estudadas.

Os dados de tensão (MPa) de todos segmentos estão apresentados no Apêndice A. A estatística descritiva dos mesmos é apresentada na Tabela 1 e representada na Figura 9, mostradas a seguir.

Tabela 1 - Média \pm desvio padrão e coeficiente de variação (%) dos dados de resistência adesiva (MPa) obtidos para as quatro diferentes regiões segundo o adesivo utilizado

Regiões	Adesivos			linha (média \pm dp;cv)
	All-Bond 2	One-Step Plus	Tyrian+One-Step Plus	
Coronária	6,20 \pm 1,99; 32,09	5,18 \pm 0,97; 18,72	4,28 \pm 1,50; 35,04	5,22 \pm 1,70; 32,56
Cervical	3,87 \pm 1,68; 43,41	1,44 \pm 0,92; 63,88	2,50 \pm 1,68; 67,20	2,60 \pm 1,74; 66,92
Média	3,35 \pm 2,14; 63,88	0,87 \pm 1,10; 126,44	0,80 \pm 0,76; 95,00	1,68 \pm 1,85; 110,12

Tabela 1 - Média \pm desvio padrão e *coeficiente de variação* (%) dos dados de resistência adesiva (em MPa) obtidos para as quatro diferentes regiões segundo o adesivo utilizado. (conclusão)

Regiões	Adesivos			linha (média \pm dp;cv)
	All-Bond 2	One-Step Plus	Tyrian+One-Step Plus	
Apical	3,56 \pm 1,95; 54,77	1,18 \pm 1,01; 85,59	0,64 \pm 0,99; 154,69	1,79 \pm 1,86; 103,91
coluna (média \pm dp;cv)	4,25 \pm 2,20; 51,76	2,17 \pm 2,02; 93,08	2,06 \pm 1,94; 94,17	

• n =10

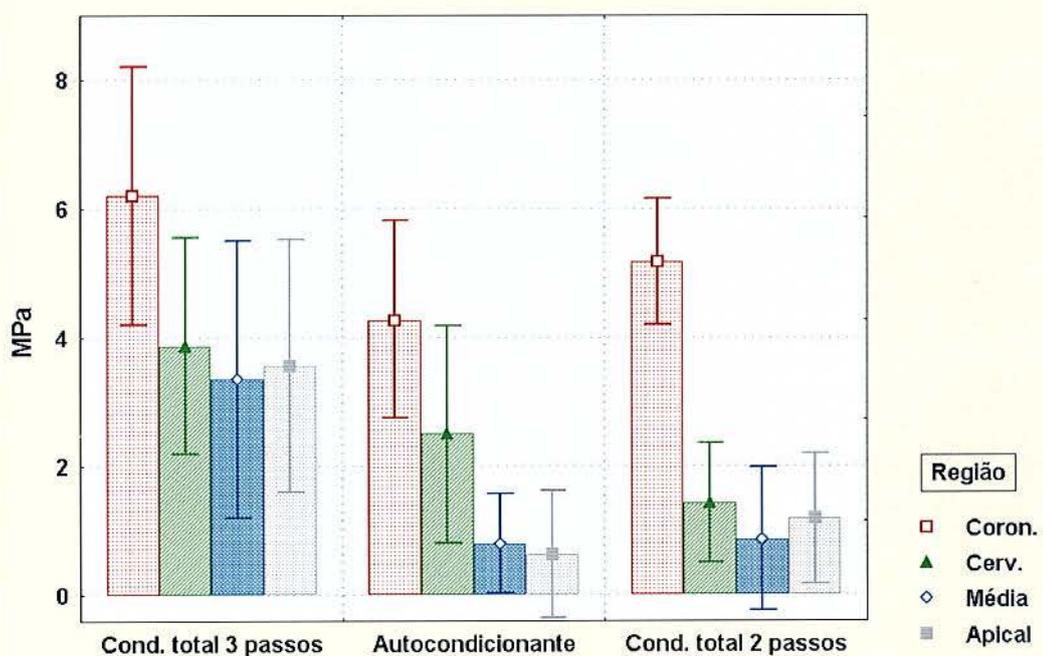


FIGURA 9 - Gráfico (média \pm desvio padrão) dos dados de resistência adesiva (em MPa) obtidos nas quatro diferentes regiões segundo o adesivo utilizado.

As informações acima indicam que: (i) as condições experimentais não apresentam mesma dispersão (diferentes valores de desvio padrão); (ii) os coeficientes de variação têm valores elevados; (iii)

os valores médios de resistência da região coronária são superiores aos valores obtidos nas demais regiões independentemente do tipo de adesivo. Por isso, optou-se por realizar a transformação logarítmica dos dados.

Ao se aplicar o teste ANOVA para verificação da influência das variáveis “tipo de adesivo” e “região” sobre a resistência adesiva, obteve-se que o efeito conjunto dessas duas variáveis foi estatisticamente significativo (Tabela 2). Isso indica que o relacionamento entre os adesivos não foi o mesmo para as diferentes regiões.

Tabela 2 - Análise de variância de medidas repetidas para os dados de resistência adesiva (MPa) após transformação logarítmica

Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F	p
Adesivo	2	1,97799	0,98900	24,91	0,0001*
Resíduo I	27	1,07189	0,03970		
Região	3	3,61087	1,20362	41,54	0,0001*
Adesivo vs Região	6	0,55663	0,09277	3,20	0,0072*
Resíduo II	81	2,34687	0,02897		
Total	119	9,56425			

*p<0,05

Quando comparadas as médias obtidas pelos adesivos em cada região por meio do teste de Tukey (5%), verificou-se que (Figura 10):

- a) para a região coronária: AC diferiu do CT3, enquanto o CT2 não diferiu dos demais;
- b) para a região cervical: CT2 diferiu do CT3, enquanto o AC não diferiu dos demais;
- c) para a região média: AC e CT2 diferiram do CT3 e não diferiram entre si;

d) para a região apical: AC e CT2 diferiram do CT3, mas não diferiram entre si.

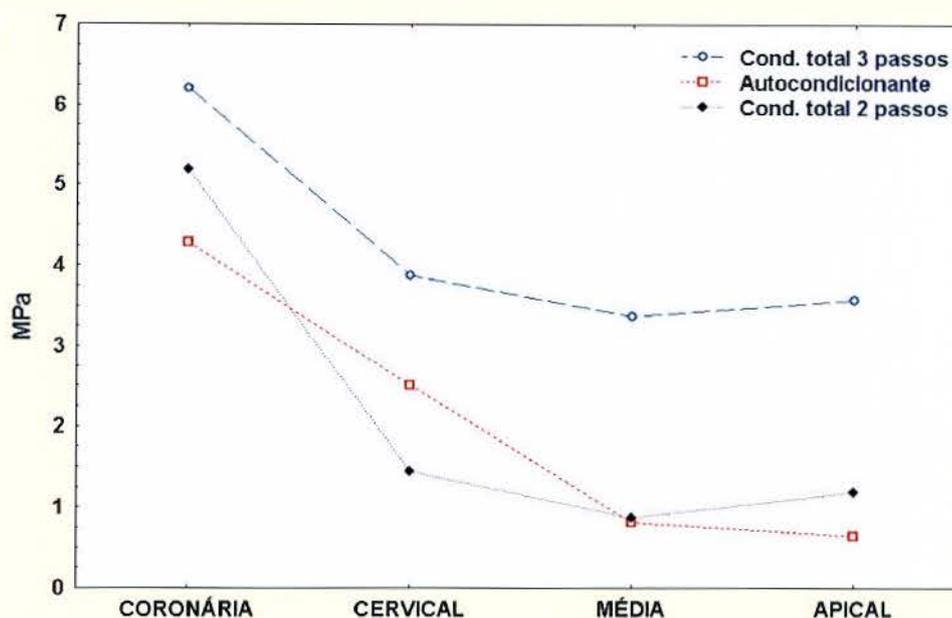


FIGURA 10 - Efeito Adesivo: gráfico das médias dos valores de resistência adesiva (MPa) estabelecidas pelas variáveis região e adesivo.

Quando comparadas as médias das regiões para cada adesivo por meio do teste de Tukey (5%), verificou-se que (Figura 11):

a) para o adesivo CT3: as regiões média e apical não diferiram entre si; a região coronária difere da média e da apical e a região cervical não difere das demais regiões;

b) para o adesivo CT2: a região coronária diferiu das demais regiões, que não diferiram entre si;

c) para o adesivo AC: a região cervical e coronária diferiram entre si e diferiram das demais regiões; as regiões média e apical não diferiram entre si.

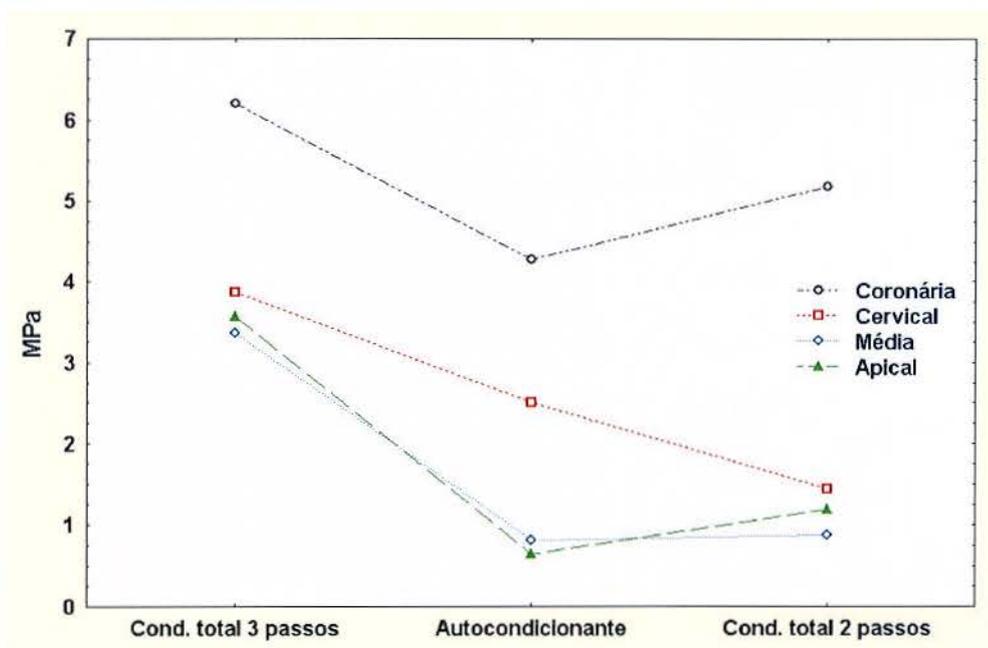


FIGURA 11 - Efeito Região: gráfico de médias dos valores de resistência adesiva (MPa) estabelecidas pelas variáveis região e adesivo.

As imagens representativas das fraturas (adesivo utilizado; região) em três dentes, um de cada grupo, são mostradas a seguir (Figuras 12-23).

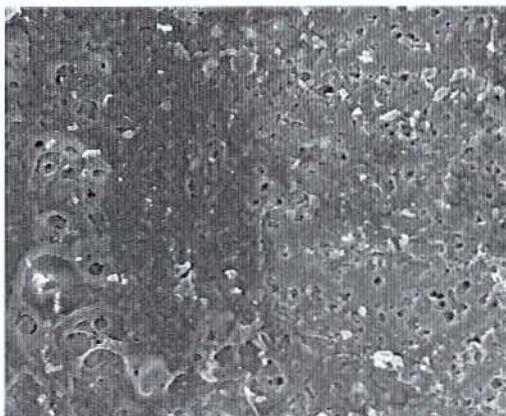


FIGURA 12 - CT3; região coronária. (500X)

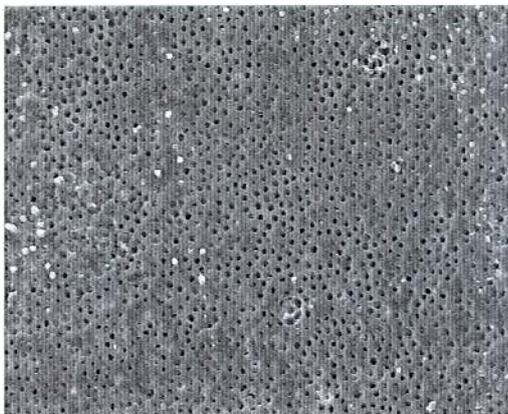


FIGURA 13 - CT3; região cervical. (500X)

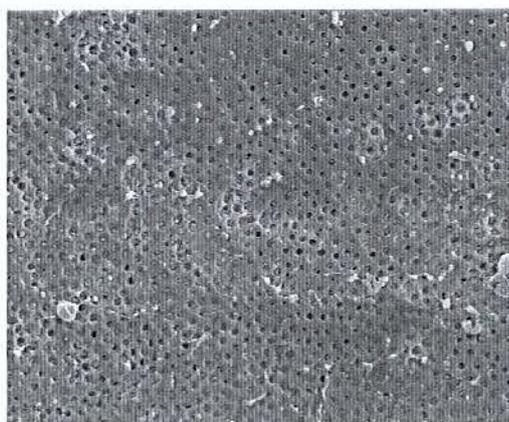


FIGURA 14 - CT3; região média. (500X)



FIGURA 15 - CT3; região apical. (500X)

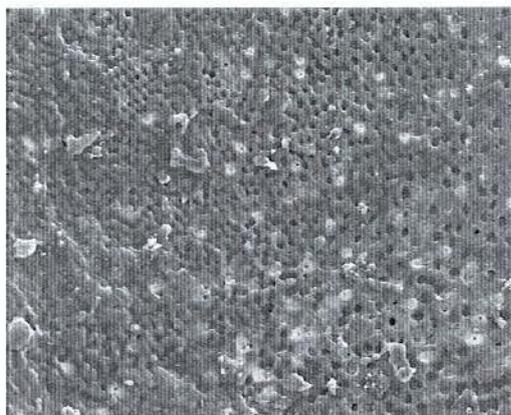


FIGURA 16 - CT2; região coronária. (500X)

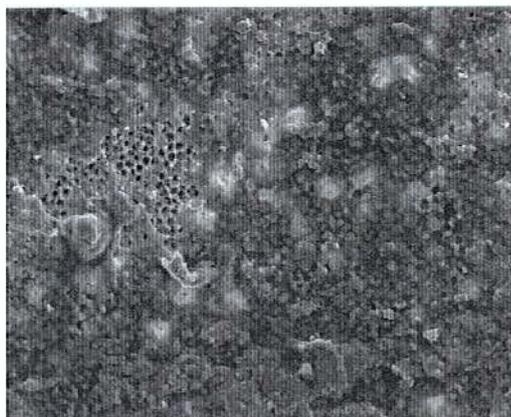


FIGURA 17 - CT2; região cervical. (500X)



FIGURA 18 - CT2; região média. (500X)



FIGURA 19 - CT2; região apical. (500X)

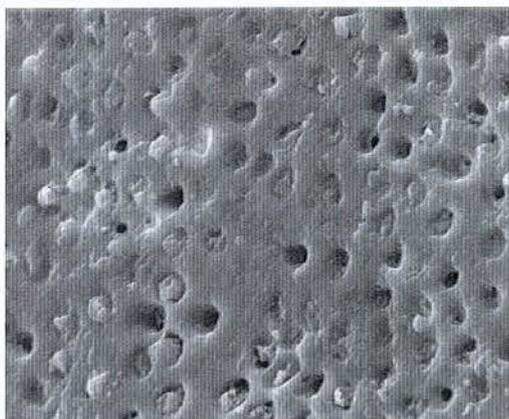


FIGURA 20 - AC; região coronária. (2000X)

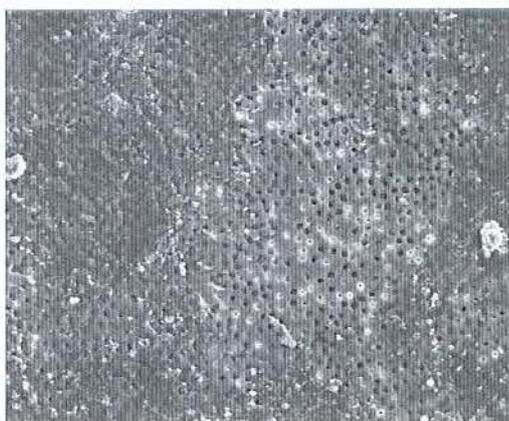


FIGURA 21 - AC; região cervical. (500X)



FIGURA 22 - AC; região média. (500X)



FIGURA 23 - AC; região apical. (500X)

6 DISCUSSÃO

6.1 Considerações sobre metodologia

Muitas investigações têm sido feitas sobre o efeito dos materiais obturadores ou dos seus constituintes sobre os adesivos e cimentos resinosos (BOONE et al.⁹, 2001; NGOH et al.⁴¹, 2001; ARI et al.⁴, 2003; HAGE et al.³⁰; KURTZ et al.³¹, 2003). A obtenção de uma superfície dentinária limpa após a remoção do material obturador do canal é uma variável crítica para a retenção de pinos de fibra cimentados com resina (BOONE et al.⁹, 2001). A própria remoção do material obturador produz uma nova lama dentinária, rica em cimento plastificado pelo calor de fricção da broca, que pode diminuir a penetração e ação química do ácido ortofosfórico (SERAFINO et al.⁵⁰, 2004).

Para melhor formar a camada híbrida é necessário remover os debrís e a lama dentinária da dentina e da porção inicial dos túbulos dentinários com um solvente de matéria orgânica. O hipoclorito de sódio (NaOCl) tem sido usado com este fim, embora, no canal, sua utilização não seja eficaz nas regiões mais apicais (SERAFINO et al.⁵⁰, 2004). Ao mesmo tempo, ele é capaz de destruir os componentes orgânicos, principalmente o colágeno, influenciando na penetração dos monômeros dentro da dentina desmineralizada. Desfavoravelmente, o NaOCl também se decompõe e dá origem ao oxigênio, inibidor da polimerização da resina na interface (NIKAIDO et al.⁴², 1999). Devido às controvérsias relacionadas ao uso deste solvente (ARI et al.⁴, 2003; BELLI et al.⁶, 2004), o NaOCl em baixa concentração (0,5%) foi usado durante a instrumentação do canal.

Como o objetivo deste trabalho foi testar a resistência de união entre adesivo e dentina, qualquer outro material presente nesta interface poderia gerar um erro na interpretação dos resultados. Por isso, não foi realizada a obturação do canal.

O insucesso na adesão ao canal radicular também pode estar relacionado à presença de bolhas e às falhas na camada de cimento devido a três fatores principais: viscosidade do material, anatomia da raiz e procedimentos de adesão (VICHI et al.⁵³, 2002). Um *microbrush* próprio para a utilização em canais e o uso de uma broca lentulo para cimentação são instrumentos que diminuem a ocorrência dessas falhas. O primeiro resulta em uma distribuição mais uniforme e em uma penetração mais profunda da solução de adesivo (FERRARI et al.²¹, 2001; GRANDINI et al.²⁹, 2004). O segundo reduz a possibilidade de se formar bolhas (VICHI et al.⁵³, 2002) e permite a obtenção de uma película adequada do cimento ao redor do pino (STOCKTON et al.⁵¹, 1999). Quanto à escolha por um sistema de pinos cilíndricos, baseamos-nos no fato de que quase sempre são selecionados para se restaurar dentes tratados endodonticamente com materiais adesivos (STOCKTON et al.⁵¹, 1999; PEGORETTI et al.⁴⁴ 2002; MONTICELLI et al.³⁹, 2003).

Uma grande vantagem do ensaio de *push-out* em relação a outros é que ele permite a avaliação das diferenças regionais de adesão em um mesmo dente (WAKEFIELD et al.⁵⁶, 1998; GORACCI et al.²⁸, 2004) e, por isso, tem sido muito empregado para avaliação de materiais adesivos no canal radicular (PATIERNO et al.⁴³, 1996; PEST et al.⁴⁶, 2002; KURTZ et al.³¹, 2003; GORACCI et al.²⁸, 2004). Entretanto, quando comparado aos métodos convencionais de cisalhamento e tração, observa-se redução da resistência adesiva nos espécimes de *push-out*, pois neste caso os estresses de polimerização da resina puxam a restauração das paredes dentinárias criando estresses na interface com o dente (KURTZ et al.³¹, 2003).

Bouillaguet et al.¹⁰ (2003) consideram o teste de microtração mais adequado para avaliação da adesão ao canal radicular, pois os testes de *push-out* são altamente influenciados por falhas e adesão não-uniforme. Entretanto, o teste de microtração apresenta algumas dificuldades: o preparo dos espécimes em fatias de 1mm² é crítico e a fixação dos mesmos na máquina de teste requer extremo cuidado, pois com frequência leva a perdas por falhas prematuras (CHEYLAN et al.¹⁶, 2002).

Ao comparar o desempenho dos espécimes para o ensaio de microtração (usinados e não-usinados) ao dos *push-out*, Goracci et al.²⁸ (2004) observaram um grande número de falhas prematuras. No caso dos espécimes usinados do teste de microtração, foi praticamente impossível limitar o contato da ponta da broca em um ponto sobre a superfície do pino sem o rompimento na interface cimento-dentina-pino. Já para os não-usinados, aparentemente submetidos a menores estresses na interface, o resultado foi nenhum espécime aproveitável. A técnica de *push-out* utilizada no estudo de Goracci et al.²⁸ (2004), denominada *micropush-out* (porque as secções tinham 1mm de espessura), apresentou um melhor aproveitamento dos espécimes. Sabe-se que em testes de *push-out* a resistência à ruptura na interface é calculada quando todo o comprimento do corpo empurrado é deslocado, sem levar em conta o descolamento gradual que ocorre antes (CHANDRA & GHONEM¹³, 2000). Contudo, esse fator foi provavelmente irrelevante no estudo de Goracci et al.²⁸ (2004) e também no nosso, haja vista o pequeno comprimento do corpo deslocado. Uma outra limitação do *push-out* é o difícil alinhamento da ponta aplicadora da carga com a porção circular de resina a ser empurrada (DRUMMOND et al.¹⁸, 1996).

6.2 Considerações sobre o substrato dentinário

Segundo Mjor et al.³⁸ (2001), três razões podem explicar o lento desenvolvimento de sistemas adesivos eficazes para o canal radicular: (i) materiais hidrofílicos adequados ainda não foram desenvolvidos; (ii) conhecimento detalhado do substrato dentinário não está disponível ou foi desconsiderado; (iii) os materiais adesivos são sensíveis à técnica. O estudo destes autores confirmou a estrutura irregular da parte apical da raiz com canais acessórios, áreas de reabsorção e nódulos pulpares presos às paredes internas ou livres. O número de túbulos registrados na dentina próxima ao canal, em região apical, corresponde a 14.400/ mm². Assim, a quantidade de túbulos por mm² diminui numa média de 40.000 para 14.400 da dentina coronária para a parte apical da raiz, respectivamente (MJOR & NORDAHL³⁷, 1996). Isto é, menos túbulos estão disponíveis para penetração da resina na parte apical do canal (FERRARI et al.²², 2000). Somam-se a isso a presença de dentina secundária irregular e áreas privadas de túbulos, sugerindo que a camada híbrida é um pré-requisito para adesão em dentina apical.

Lesões não-caríosas, que ocorrem na dentina abaixo da JEC, são relativamente comuns. Tais lesões são freqüentemente designadas como dentina esclerótica, transparente ou irritada, cujos depósitos minerais ocluem o lúmen tubular, aumentam a dureza e induzem a mudanças nas características da dentina (BALOOCH et al.⁵, 2001). Na verdade, aparências diferentes para as camadas híbridas da região apical da raiz devem-se, provavelmente, ao fato da dentina radicular apical ser mais esclerótica, especialmente em pacientes mais velhos. Assim, se a fase mineral da dentina esclerótica é menos solúvel em ácidos que a da dentina não-esclerótica, os monômeros acidícos dos sistemas autocondicionantes podem não solubilizar mineral suficiente para uma adesão resina-dentina esclerótica duradoura. (YOSHYAMA et al.⁵⁵, 1998). Esta seria outra justificativa para os baixíssimos valores de

adesão encontrados na região apical do leito preparado quando da utilização do Tyrian SPE/One-Step Plus em nosso trabalho.

Apesar de grande parte dos estudos mostrarem uma adesão mais confiável próximo à dentina coronária (NGOH et al.⁴¹, 2001; KURTZ et al.³¹; 2003; LOPES et al.³³, 2004), a resistência intrínseca da dentina radicular é maior em direção à região apical do canal. Isso pode ter grandes implicações clínicas considerando-se a realização de pinos e coroas em dentes tratados endodonticamente. Se o pino alcança o terço médio-apical do canal, os estresses funcionais e parafuncionais são transferidos para uma área de dentina que é mais resistente à tensão, reduzindo o risco de fraturas (MANNOCCI et al.³⁵, 2004). Contudo, isso nem sempre é possível, pois como a concentração de estresses se dá exatamente na ponta do pino, é possível que as paredes mais apicais estejam muito afiladas pelo preparo do canal, o que aumenta o risco de fratura da raiz (DE SANTIS et al.¹⁷, 2000).

Em nosso estudo, os valores de resistência adesiva nas regiões apicais do canal foram muito inferiores àqueles mais próximos da coroa, às vezes tendendo ao "zero". Em alguns espécimes, percebeu-se que a resistência em todo o seu comprimento era menor que a dos outros, provavelmente devido às características estruturais do substrato. Apesar disso, todos os "zeros" foram incluídos na análise estatística (GASTON et al.²⁶, 2001), gerando variabilidade dos resultados.

Por isso, para espécimes dos testes de adesão à dentina, enfatiza-se a necessidade de uma caracterização detalhada do substrato, levando em conta a presença de lama dentinária, quantidade e direção dos túbulos na superfície preparada, presença de dentina peritubular hipermineralizada e variações do sistema de ramificações dos túbulos (MJOR & NORDAHL³⁷, 1996).

6.3 Considerações sobre a união resina-dentina (resultados)

Com a exposição da rede de fibras colágenas após ataque ácido e infiltração da mesma com resina, ocorre a formação de uma zona de interdifusão resina-dentina, além de *tags* de resina e ramificações laterais de adesivo, criando a retenção micromecânica à dentina desmineralizada. Assim, é possível correlacionar algumas dessas formações a procedimentos de adesão (utilização de *microbrushs*, seqüência clínica para adesão, etc) com o auxílio de MEV (FERRARI et al.²¹, 2001; FERRARI et al.²³, 2001; VICHI et al.⁵³, 2002). Para submeter estes resultados qualitativos à análise estatística, os autores propuseram a avaliação da quantidade e da morfologia dos *tags* de acordo com os seguintes escores: a) 0 - nenhum *tag* detectado; b) 1- *tags* curtos e em pequena quantidade (*plugs* de resina); c) 2 - *tags* bem-formados com poucas ramificações laterais; d) 3 - *tags* e ramificações laterais uniformes.

Em 2001, após análise microscópica, Ferrari et al.²³ sugeriram duas explicações para a menor formação de zona de interdifusão resina-dentina e *tags* no terço apical do preparo para pinos:

a) a pressão do *microbrush* com a solução é máxima no terço cervical, enquanto no terço apical ela é reduzida, resultando em pouca penetração do adesivo;

b) a quantidade de túbulos no terço apical é menor.

Os resultados de nosso estudo parecem ser compatíveis com os de Ferrari et al.²³, pois todos os adesivos promoveram menor adesão à dentina nas regiões média e apical da raiz.

Em outro trabalho semelhante, Vichi et al.⁵³ (2002) observaram que a formação e a morfologia dos *tags* de resina foram muito mais evidentes nos terços cervical e médio do preparo radicular. Também, nenhuma diferença estatística foi encontrada entre os grupos para a região coronária, embora na média e na apical os sistemas de

condicionamento total com dois passos tenham obtido menos *tags* em relação aos grupos com três passos.

O uso de adesivos de quarta geração (três passos) aliado ao pré-tratamento com ácido fosfórico (37%), forma longos *tags* de resina por toda a superfície radicular, como mostram os espécimes analisados com MEV (PEST et al.⁴⁶, 2002; VICHI et al.⁵³, 2002). Embora o comprimento dos *tags* (PATIERNO et al.⁴³, 1996) e a espessura da camada híbrida (CARVALHO et al.¹², 1999) pareçam não ter relação com a resistência adesiva, os sistemas adesivos com condicionamento total da dentina criam um embricamento mecânico melhor que os sistemas autocondicionantes (YOSHYAMA et al.⁵⁵, 1998; BITTER et al.⁷, 2004). Mannocci et al.³⁴ (2001) mostraram que um sistema autocondicionante foi melhor que um convencional de três passos, mas os espécimes utilizados eram raízes divididas longitudinalmente, em que o estresse de contração (BOUILLAGUET et al.¹⁰, 2003) e o acesso (FERRARI et al.²¹, 2001) são diferentes daqueles dos canais intactos.

Acredita-se que os ácidos contidos em materiais autocondicionantes como o Tyrian SPE são fracos e menos eficientes que o ácido fosfórico na dissolução da espessa lama dentinária observada após o preparo com brocas (BITTER et al.⁷, 2004; SERAFINO et al.⁵⁰, 2004). Teoriza-se até mesmo que os minerais presentes na lama são capazes de neutralizar a acidez dos *primers* autocondicionantes (BITTER et al.⁷, 2004). Mesmo que sistemas autocondicionantes formem uma camada híbrida mais fina (Carvalho et al.¹², 1999), em locais onde o acesso para “limpeza” do canal é mais fácil, nosso estudo mostrou que o Tyrian SPE/One-Step Plus apresentou resistências adesivas estatisticamente semelhantes às do sistema convencional com três passos.

Tanto em estudos *in vitro* (MANNOCCI et al.³⁴, 2001) como *in vivo* (MONTICELLI et al.³⁹, 2003), a maior parte das fraturas que leva ao descolamento do pino ocorre na interface adesivo-dentina. Contudo,

falhas na camada de cimento também são comuns e podem ser vistas com MEV. De fato, variações anatômicas da raiz, quantidades variáveis de cimento e sua distribuição tridimensional no espaço preparado do canal podem explicar a formação dessas falhas. Mannocci et al.³⁵ (2001), em um estudo clínico, observaram o descolamento do adesivo da zona de interdifusão resina-dentina em todas as áreas do dente (coronária e radicular), principalmente naqueles extraídos após alguns anos de serviço clínico. O autor justificou este fato afirmando que a resina mais próxima do pino polimerizou-se primeiro.

O papel da água na formação da camada híbrida também tem sido muito discutido (PEREIRA et al.⁴⁵, 1999; CHEONG et al.¹⁴, 2003; CHERSONI et al.¹⁵, 2005). Certa umidade da dentina é muito importante, pois, no substrato ressecado, há um colapso da rede colágena com até 65% de contração da matriz dentinária, o que dificulta a infiltração da resina (CARVALHO et al.¹², 1999).

Tanto as umidades extrínsecas quanto intrínsecas do substrato dentinário devem ser consideradas para que se obtenha sucesso na adesão. Mesmo com a remoção efetiva da superfície mineral da dentina, a umidade intrínseca associada ao remanescente de água na rede de colágeno e nos túbulos pode criar uma interação irreversível de componentes solúveis com aqueles imiscíveis em água, com falhas iminentes (PEREIRA et al.⁴⁵, 1999; CHERSONI et al.¹⁵, 2005). Isso ocorre principalmente quando se utilizam os *primers* cujo solvente é a acetona, pois esta se dilui onde há muita água fazendo com que o monômero saia da solução e fique em um meio onde não é solúvel (NAKABAYASHI & PASHLEY⁴⁰, 2002). Sistemas autocondicionantes de dois passos, como o Tyrian SPE/One-Step Plus, possuem a vantagem de evitar a umidificação excessiva da dentina (PEREIRA et al.⁴⁵, 1999; LOPES et al.³³, 2004). Devido ao fato de não removerem completamente a lama dentinária e os *plugs* de dentina, há um bloqueio parcial da perfusão da água intrínseca. No tocante à umidade extrínseca, os sistemas autocondicionantes

também são vantajosos, já que não precisam ser lavados. Um padrão complexo de canais preenchidos com água na camada de adesivo, conhecido como “*water trees*”, pode se formar quando a dentina está muito úmida e retardar a polimerização das resinas química e fotopolimerizáveis (SANARES et al.⁴⁷, 2001; CHEONG et al.¹⁴, 2003).

Mesmo em canais endodonticamente tratados, onde não se espera grande umidade do substrato, adesivos que apresentam um número menor de passos enfrentam o problema resultante de sua permeabilidade (CHERSONI et al.¹⁵, 2005). Lavar o canal com água após o condicionamento ácido pode ser problemático para a adesão quando não se consegue secar a entrada dos túbulos com pontas de papel. Segundo Chersoni et al.¹⁵ (2005), isso explica a aparição de grandes bolhas na superfície em um modelo da dentina tratada com o sistema de condicionamento total com dois passos One-Step Plus. Mesmo o *primer* autocondicionante Tyrian, que é recoberto por uma camada de resina pouco hidrofílica (One-Step Plus) (SANARES et al.⁴⁷, 2001) e que não remove a lama dentinária por completo, não apresentou uma redução da permeabilidade. Uma das conseqüências disso é o retardamento ainda maior da polimerização de cimentos químicos e duais, como afirmaram os autores.

Além do problema de permeabilidade dos adesivos, sabe-se que resinas compostas químicas catalisadas por aminas terciárias não aderem bem à maior parte dos adesivos de condicionamento total com dois passos e autocondicionantes de passo único. Sanares et al.⁴⁷ (2001) sugeriram que esta interação química adversa ocorre porque o monômero ácido residual da camada de inibição de oxigênio interage com os componentes catalíticos do peróxido de amina da resina química. Os complexos doadores-receptores formados entre monômeros resinosos ácidos (receptor) e aminas terciárias (doador) evitam que estas participem da reação de oxi-redução necessária à polimerização dos compósitos químicos (CHEONG et al.¹⁴, 2003).

Em 2001, Sanares et al.⁴⁷ constataram que o One Step, o menos ácido dos adesivos que estudaram, apresentou uma pequena redução da resistência adesiva quando usado com uma resina química. As falhas ocorreram principalmente ao longo da interface resina-adesivo, com microporosidades na superfície adesiva e bolhas na resina composta química. Observações ultraestruturais confirmaram a presença de uma interação superficial entre os monômeros resinosos acídicos da camada de inibição de oxigênio do adesivo e os componentes iniciadores da resina. Assim, sugere-se que os sistemas One-Step Plus e Tyrian/One-Step Plus, que contêm monômeros acídicos, tenham afetado ligeiramente o grau de polimerização do cimento resinoso dual.

De qualquer forma, os resultados do presente estudo, bem como os de Bouillaguet et al.¹⁰ (2003), mostraram que a adesão entre dentina e cimentos resinosos não é alta nos canais radiculares como na coroa. Falhas clínicas não são comuns quando uma quantidade suficiente de dentina coronária é utilizada, já que nestes casos a adesão não está baseada somente em dentina radicular (BOUILLAGUET et al.¹⁰, 2003; LOPES et al.³³, 2004). Uma barreira importante para a boa adesão dentinária é o alto valor de "fator C" (proporção de superfícies de resina composta aderidas e não-aderidas à cavidade). Nas cavidades de três dimensões como a do canal, a competição entre a tensão de polimerização das resinas compostas e a união das mesmas às paredes da cavidade pode romper a interface adesiva (BOUILLAGUET et al.¹⁰, 2003; GIACHETTI et al.²⁷, 2004).

Apesar dos efeitos indesejáveis do formato tridimensional do canal, os cimentos resinosos, desde que utilizados corretamente, apresentam bons resultados no tocante a distribuição de estresses (PEGORETTI et al.⁴⁴, 2002), selamento do canal (BELLI et al.⁶, 2004; MANOCCI et al.³⁵, 2003) e resistência adesiva (CHEYLAN et al.¹⁶, 2002; SEN et al.⁴⁹, 2004). No entanto, não se propõe neste estudo a utilização clínica de pinos de cimentos resinosos em lugar de pinos de fibras. A

reconstrução em resina composta apoiada por pinos de fibra, cimentados com cimento resinoso dual, é a combinação mais viável para substituição do pino fundido convencional (BOLHUIS et al.⁸, 2004).

Em nosso estudo, os maiores valores de adesão foram observados para a região coronária. Tal fato se deve, provavelmente, à dificuldade de polimerização das resinas ativadas por luz em uma profundidade maior que 3,5 mm (ALAÇAM et al.²; 2004). A utilização de um pino de cimento resinoso não imita a condição clínica, mas permite que a adesão entre dentina e sistema adesivo seja avaliada com maior segurança, já que minimiza a ocorrência de fraturas entre pino e cimento (BOUILLAGUETT et al.¹⁰, 2003). Com pinos de fibra translúcidos, entretanto, é possível atingir uma polimerização razoável em até 10mm (YOLDAS & ALAÇAM⁵⁴, 2005).

Uma vantagem dos sistemas autocondicionantes é que desmineralizam e infiltram o monômero na dentina simultaneamente. Isso diminui a possibilidade de os monômeros não atingirem a porção desmineralizada mais profunda, deixando as fibras colágenas dessa região descobertas. Neste caso, o colágeno desprotegido pode sofrer hidrólise com o passar do tempo (CARVALHO et al.¹², 1999). Contudo, a utilização dos autocondicionantes parece ser vantajosa apenas na região da câmara pulpar em razão da lama dentinária menos espessa, facilmente removível. Isso também pode ser devido à permeabilidade desses sistemas nos locais em que a polimerização é estritamente química e a lenta polimerização do cimento é retardada ainda mais pela formação de "water trees" (CHERSONI et al.¹⁵, 2005).

No presente estudo, alguns espécimes analisados sob microscopia mostraram um padrão de fratura ao longo da interface resina-dentina, com alguns túbulos ainda obliterados pelos tags de resina (Figuras 12-14, 16, 17, 20 e 21). Porém, em alguns segmentos onde foram utilizados os sistemas de condicionamento total com dois passos e autocondicionante, as imagens de microscopia mostraram remanescentes

de cimento sobre a dentina, cobrindo-a total (Figuras 18, 19 e 22) ou parcialmente (Figuras 15 e 23). Isso reafirma a polimerização precária da camada de cimento nestas regiões.

6.4 Trabalhos futuros

Devido aos baixos valores de resistência adesiva encontrados para todos os sistemas estudados, alguns fatores devem ser considerados em trabalhos futuros: caracterização detalhada do substrato e da camada híbrida por meio de análise histológica e química (espectroscopia micro-Raman); relevância da utilização dos adesivos *versus* retenção friccional dos pinos, estudos clínicos para se comprovar a relevância dos achados *in vitro*.

7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, as hipóteses nulas (H_0) foram rejeitadas:

- a) efeito interação: a interação entre tipo de sistema adesivo e a região do dente foi significativa, isto é, o relacionamento entre os adesivos não foi o mesmo para as diferentes regiões;
- b) efeito "sistema adesivo": a resistência da adesão à dentina sofreu a influência do tipo de adesivo, pois o All-Bond 2 apresentou a maior média de tensão para ruptura da interface (MPa), estatisticamente diferente das obtidas com os outros adesivos.
- c) efeito "região": a resistência da adesão à dentina foi influenciada pela região do dente pois, na coroa, foi estatisticamente superior às das outras regiões.

Para os materiais estudados, o sistema adesivo de condicionamento total da dentina com três passos foi o que apresentou os melhores resultados de adesão às regiões analisadas, principalmente na coroa.

8 REFERÊNCIAS*

1. ABDALLA, A. I. Microtensile and tensile bond strength of single-bottle adhesives: a new test method. **J Oral Rehabil**, v.31, n.4, p.379-84, 2004.
2. ALAÇAM, T. et al. Microhardness of packable composites used as posts condensed with different methods. **J Endod**, v.30, n.1, p.51-3, 2004.
3. ANDREATA FILHO, O. D.; NISHIOKA, R. S.; ALMEIDA, E. E. S. Construção de um torno mecânico para realizar reparos dentais padronizados. **Pesq Odontol Bras**, v14, supl., p.17, set. 2000. (Apresentado na 19ª Reunião Científica da Sociedade Brasileira de Pesquisas odontológicas). Resumo I047.
4. ARI, H.; YASAR, E.; BELLI, S. Effects of NaOCl on bond strengths of resin cements to root canal dentin. **J Endod**, v.29, n.4, p.248-51, 2003.
5. BALOOCH M. et al. Local mechanical and optical properties of normal and transparent root dentin. **J Mater Sci**, v.12, p. 507-14, 2001.
6. BELLI, S. et al. Regional bond strengths of adhesive resins to pulp chamber dentin. **J Endod**, v.27, n.8, p.527-32, 2001.

*Baseado em:
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. **Informação e documentação**: referências, elaboração, NBR6023. Rio de Janeiro, 2002. 23p

7. BITTER, K. et al. Confocal Laser Scanning Microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. **Int Endod J**, v.37, p.840-8, 2004
8. BOLHUIS, P.; DE GEE, A.; FEILZER, A. Influence of fatigue loading on four post-and-core systems in maxillary premolars. **Quintessence Int**, v.35, n.8, p.657-67, 2004.
9. BOONE, K. et al. Post retention: the effect of sequence preparation cementation time and different sealers. **J Endod**, v.27, n.12, p.768-71, 2001.
10. BOUILLAGUET, S. et al. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. **Dent Mater**, v.19, n.3, p.199-205, 2003.
11. BUONOCORE, M. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, v.34, n.6, p.849-53, 1955.
12. CARVALHO, R. et al. Resin diffusion through demineralized dentin matrix. **Rev Odontol Univ São Paulo**, v.18, n.4, p.417-24, 1999.
13. CHANDRA, N.; GHONEM, H. Interfacial mechanics of push-out tests: theory and experiments. **Composites**, v.32, p.575-84, 2001.
14. CHEONG, C. et al. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one-step systems. **Oper Dent**, v.28, n.6, p.747-55, 2003.
15. CHERSONI, S. et al. In vivo fluid movement through dentin Adhesives in endodontically treated teeth. **J Dent Res**, v.84, n.3, p.223-7, 2005.
16. CHEYLAN, J. M.; GONTHIER, S.; DEGRANGE, M. In vitro push-out strength of seven luting agents to dentin. **Int J Prosthodont**, v.15, n.4, p. 365-70, 2002.

17. DE SANTIS, R. et al. Carbon fiber post adhesion to resin luting cement in the restoration of endodontically treated teeth. **J Mater Sci**, v.11, p.201-6, 2000.
18. DRUMMOND, J. L. et al. Testing mode and surfaces treatment effects on dentin bonding. **J Biomed Mater Res**, v.32, p.533-41, 1996.
19. DURET, P. B.; REYNAUD, M.; DURET, F. Un nouveau concept de reconstitution corono-radicaire: le composipost. **Le Chir Dent**, v. 22, n.540, 1990.
20. FEILZER, A. J.; DE GEE, A. J.; DAVIDSON, C. L. Setting stress in composite in relation to the configuration of the restoration. **J Dent Res**, v.66, n.11, p.1636-39, 1987.
21. FERRARI, M.; VICHI, A.; GRANDINI, S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. **Dent Mater**, v.17, p.422-29, 2001.
22. FERRARI, M. et al. Bonding to root canal: Structural characteristics of the substrate. **Am J Dent**, v. 13, n.5, p. 255-60, 2000.
23. FERRARI, M. et al. Efficacy of a self-curing adhesive–resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: an SEM investigation. **Int J Prosthodont**, v.14, n.6, p.543-9, 2001.
24. FOXTON, R. M. et al. Bonding of photo and dual cure adhesives to root canal dentin. **Oper Dent**, v.28, n.5, p.543-51, 2003.
25. FOXTON, R. M. et al. Adhesion to root canal dentine using one and two-step adhesives with dual-cure composite core materials. **J Oral Rehabil**, v.32, p.97-105, 2005.
26. GASTON, B. A. et al. Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces. **J Endod**, v.27, n.5, p.321-4, 2001.

27. GIACHETTI, L. et al. Translucent fiber post cementation using a light-curing adhesive/composite system: SEM analysis and pull-out test. **J Dent**, v.32, n.8, p.629-34, 2004.
28. GORACCI, C et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. **Eur J Oral Sci**, v.112, p.353-61, 2004.
29. GRANDINI, S. et al. A one step procedure for luting glass fibre posts: an SEM evaluation. **Int Endod J**, v.37, p. 679-86, 2004.
30. HAGE, M. S.; WONG, R. D. M.; LINDEMUTH, J. S. Retention of posts luted with phosphate monomer-based composite cement in canals obturated using an eugenol sealer. **Am J Dent**, v.15, n.6, p. 378-82, 2002.
31. KURTZ, J. S. et al. W. Bond strengths of tooth-colored posts. Effect of sealer, dentin adhesive and root region. **Am J Dent**, v.16, sp. iss., p. 31A-36A, 2003.
32. LERTCHIRAKARN, V.; PALAMRA, J. E. A.; MESSER, H. H. Anisotropy of tensile strenght of root dentin. **J Dent Res**, v. 80, n.2, p. 453-6, 2001.
33. LOPES, C. et al. Microtensile bond strength to root canal vs pulp chamber dentin: effect of bonding strategies. **J Adhes Dent**, v.6, n.2, p.129-33, 2004.
34. MANNOCCI, F. et al. Microtensile bond strength and confocal microscopy of dental adhesives bonded to root canal dentin. **A J Dent**, v.14, n.4, p.200-4, 2001.
35. MANNOCCI, F. et al. Resin dentin interfaces of endodontically-treated restored teeth. **A J Dent**, v.16, n.1, p.28-32, 2003.
36. MANNOCCI, F. et al. Density of dentinal tubules affects the tensile strength of root dentin. **Dent Mater**, v.20, p.293-6, 2004.

37. MJÖR, I. A.; NORDAHL, I. The density of dentinal tubules in human teeth. **Archs Oral Biol**, v.41, n.5, p. 401-12, 1996.
38. MJÖR, I. A. et al. The structure of dentine in the apical region of human teeth. **Int J Endod**, v.34, n.5, p.346-53, 2001.
39. MONTICELLI, F. et al. Clinical behavior of translucent fiber-posts: a 2-year prospective study. **Int J Prosthodont**, v.16, n.6, p.593-6, 2003.
40. NAKABAYASHI, N; PASHLEY, D. H. Condicionamento ácido e hibridização dos substratos. In:_____ **Hibridização dos tecidos dentais duros**. São Paulo: Quintessence Editora, 2000. cap.3, p.37-56.
41. NGOH, E. C. et al. Effects of eugenol on resin bond strengths to root canal dentin. **J Endod**, v.27, n.6, p.411-4, 2001.
42. NIKAIDO, T. et al. Bond strengths to endodontically-treated teeth. **Am J Dent**, v.12, n.4, p.177-80, 1999.
43. PATIERNO, J. M. et al. Push-out strength and SEM evaluation of resin composite bonded to internal cervical dentin. **Endod Dent Traumatol**, v.12, n.5, p.27-36, 1996.
44. PEGORETTI, A. et al. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. **Biomaterials**, v.23, n.6, p.2667-82, 2002.
45. PEREIRA, P. N. R. et al. Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. **Dent Mater**, v.15, p.46-53, 1999.
46. PEST, L. B. et al. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. **Dent Mater**, v.28, p.596-602, 2002.
47. SANARES, A. M. E. et al. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. **Dent Mater**, v.17, p.542-56, 2001.

48. SCHWARTZ, R. S.; ROBBINS, J. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: A literature Review. **J Endodon**, v.30, n.5, p.289-301, 2004.
 49. SEN, D.; POYRAZOGLU, E.; TUNCELLI, B. The retentive effects of pre-fabricated posts by luting cements. **J Oral Rehabil**, v.31, n.6, p.585-89, 2004.
 50. SERAFINO, C. et al. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod**, v.97, p.381-7, 2004.
 51. STOCKTON, L. W. Factors affecting retention of post specimens: a literature review. **J Prosthet Dent**, v.81, n.4, p.380-5, 1999.
 52. TAY, F. R; CARVALHO, R. M; PASHLEY, D. H. Water movement across bonded dentin – too much of a good thing. **J Appl Oral Sci**, v.12 sp. iss., p.12-25, 2004.
 53. VICHI, A. et al. An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. **Dent Mater**, v.18, p.498-502, 2002.
 54. YOLDAS, O.; ALAÇAM, T. Microhardness of composites in simulated root canals cured with light transmitting posts and glass-fiber. **J Endod**, v.31, n.2, p.104-6, 2005.
 55. YOSHYAMA, M. et al. Regional bond strengths of self-etching/self-priming adhesive systems. **J Dent**, v.26, n.5, p.609-16, 1998.
- WAKEFIELD, C. W. et al. Shear bond strengths of six bonding systems using push-out method of in vitro testing. **Oper Dent**, v.23, p.69-76, 1998.

Apêndice A – Os valores de resistência adesiva (MPa) de todas as amostras estão expressos na Tabela 3.

Tabela 3 - Dados de resistência adesiva (MPa) (continua)

ADESIVO	Resistência nas regiões (MPa)			
	COROA	CERVICAL	MÉDIA	APICAL
all	5,000	3,000	2,000	3,000
all	3,591	3,1727	1,3971	5,8869
all	6,000	2,33255	1,2258	4,5542
all	5,1943	5,96675	3,77975	0,7804
all	10,098	6,93235	6,37105	3,34665
all	7,000	3,2551	7,0685	2,7771
all	4,1185	1,8431	1,7186	3,2025
all	7,7249	3,5452	4,01255	4,8707
all	8,029	5,57815	1,4598	6,5693
all	5,302	3,1061	4,5542	0,6649
one	5,49285	0,53395	0,3352	1,13035
one	5,497	2,2701	0,2287	1,0249
one	5,88215	3,0936	0,24555	0,3837
one	5,3723	0,76975	0,4769	0,8206
one	2,87205	2,05825	0,506	0,135
one	3,9966	0,97195	3,8474	3,000
one	5,8713	0,84495	0,529	0,087
one	5,49285	2,35905	0,4067	2,7126
one	5,497	0,4047	1,6358	1,7878
one	5,88215	1,1079	0,5376	0,7919
ty	3,0732	0,8904	2,1129	2,2065
ty	3,9732	3,9049	0,988	0,0825

Tabela 3 - Dados de resistência adesiva (MPa) (conclusão)

ADESIVO	Resistência nas regiões (MPa)			
	COROA	CERVICAL	MÉDIA	APICAL
ty	5,026	3,704	0,1151	0,0181
ty	3,885	0,866	0,0963	0,275
ty	1,9674	2,4125	0,3894	0,3119
ty	2,9122	0,2638	0,1229	0,0218
ty	6,9991	1,0665	0,1788	0,29545
ty	5,6141	3,3905	1,1756	0,3998
ty	5,7338	3,1522	2,002	0,0171
ty	3,663	5,4257	0,889	2,7854

Anexo – Parecer do Comitê de Ética

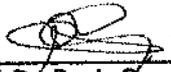


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

CERTIFICADO

CERTIFICAMOS, que o protocolo nº 062/2003-PH/CEP, sobre "Resistência adesiva à dentina intra-radicular: efeito dos tipos de sistema adesivo e características do substrato", sob a responsabilidade de RENATA MARQUES DE MELO, está de acordo com os Princípios Éticos, seguindo diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa, envolvendo seres humanos, conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

São José dos Campos, 10 de setembro de 2003.



Prof. Dr. Suely Carvalho Mutti Naressi
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa-Local

MELO, R. M. **Effects of adhesive systems and tooth region in bond strengths to dentin.** 2005. 94f. Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora, Especialidade de Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, São José dos Campos, 2005.

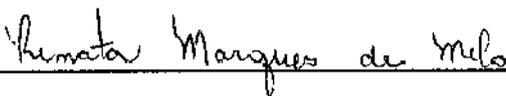
ABSTRACT

This study aimed to evaluate the bond strengths between two total etching adhesive systems and (two and three steps) and a self-etching system to coronal and root canal dentin. The root canal of thirty human anterior teeth were endodontically instrumented and prepared with specific burs. Aestheti Plus #2 posts were duplicated in dual resin cement (Duo-link) and three groups (n=10) were formed, according to the adhesive system used: 3 steps total etching adhesive system (3TE) - All-Bond 2 + resin cement post (rcp) + Duo-link (DI); 2 steps total etching adhesive system (2TE) - One-Step Plus + rcp + DI; self-etching system (SE) Tyrian/One-Step Plus + rcp + DI. Following cementation, the teeth were cut transversally in eight sections (1,5mm), from the CEJ to 4mm above the canal apex. The sections were subjected to the push-out test in a universal testing machine (1mm.min⁻¹). The data of bond strength were statistically analyzed with 2-way Anova of repeated measures ($\alpha < 0.05$), which showed that the interaction effect was significant. This meant that the relationship between the adhesives was not the same depending on the tooth region. Regarding the "adhesive factor" the comparison of means with Tukey test ($\alpha < 0.05$) showed that 3TE (mean \pm standard deviation: 5,22 \pm 1,70) was statistically superior to 2TE (2,60 \pm 1,74) and SE (1,68 \pm 1,85). Under the conditions of the present study, the three step total etching system had the highest bond strengths to dentin, especially in the coronal region.

KEY-WORDS: *Materials testing; dentin bonding systems, root dentin canal.*

Autorizo a reprodução xerográfica deste trabalho.

São José dos Campos, 06 de maio de 2005,



Renata Marques de Melo