Avaliação quantitativa da continuidade da interface
cimento/dentina de cimentos resinosos com diferentes modos de
polimerização empregados na cimentação de pinos de fibra de
vidro

Bauru

2005

Avaliação quantitativa da continuidade da interface
cimento/dentina de cimentos resinosos com diferentes modos de
polimerização empregados na cimentação de pinos de fibra de
vidro

Estevam Augusto Bonfante

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Bauru, da Universidade de São
Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Odontologia, área de
Reabilitação Oral.

(Edição Revisada)

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Pegoraro

Bauru

2005

DADOS CURRICULARES

Estevam Augusto Bonfante

6 de abril de 1979

Nascimento

Bauru – SP

1997- 2000

Curso de Odontologia – Universidade
do Sagrado Coração – USC

2001- 2003

Programa de Estágio Voluntário no
Departamento de Periodontia/ Prótese
na Faculdade de Odontologia de Bauru
- USP

DEDICO ESTE TRABALHO

Aos professores **Dr. Luiz Fernando Pegoraro** e **Dr. Ricardo Marins de Carvalho**:

Por me guiarem, me incentivarem e participarem de todas as dificuldades encontradas. As orientações, assim como a amizade que pude desfrutar, tornaram possível a concretização deste trabalho.

À minha **família**, o bem mais precioso que possuo, que me suporta, me apóia nas horas difíceis e me dá condições para que eu lute pelos meus sonhos.

À minha **avó Alice**, *in memoriam*, que sempre torceu pela minha caminhada e estou certo de que, onde estiver, estará sempre torcendo.

A **Deus**, que me guia e me protege, mesmo sem eu retribuir a altura.

AGRADECIMENTOS

A Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, representada pela Professora Dra. Maria Fidella de Lima Navarro, diretora desta faculdade.

Ao Departamento de Prótese da FOB-USP, representado pelo prof. Dr. Accácio Lins do Valle, fazendo-se membro junto aos professores doutores: Carlos dos Reis Pereira de Araújo, Gerson Bonfante, José Henrique Rubo, Luiz Fernando Pegoraro, Lucimar Falavinha Vieira, Milton Carlos Gonçalves Salvador, Paulo César Rodrigues Conti, Paulo Martins Ferreira, Renato de Freitas, Vinícius Carvalho Porto e Wellington Bonachela. Muito obrigado por confiarem em mim e por compartilharem seus conhecimentos.

A Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, por ceder seu espaço em prol da pesquisa.

Ao professor Dr. Mário Fernando de Góes pela solicitude que tornou possível a conclusão deste trabalho.

Ao pós graduando Vinícius de Hipólito que mesmo ocupado com outras tarefas, dedicou a mim extrema paciência, apoio e disposição ao me ensinar a trabalhar no MEV. Meu muito obrigado!

Ao técnico Adriano Martins pelo competente suporte e ensinamentos no MEV.

A Dra. Marcela Rocha de Oliveira Carrilho, pela disposição em ajudar, com afiado conhecimento, sempre que solicitada.

Aos pós graduandos do departamento de dentística: Fernanda, Luis, Safira, Adriana e Fabrício. Obrigado pela amizade que sempre pude contar, e pelos ensinamentos compartilhados.

A Neusa, funcionária do CIP, pelo apoio, confiança e amizade.

A FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo) pela concessão da bolsa para realização deste trabalho – Processo 02/11035-5.

As secretárias do Departamento de Prótese: Cláudia e Débora pela paciência e compreensão nas situações de urgência.

Aos funcionários e ex-funcionários do Departamento de Prótese: Marcelo, Reivanildo, Valquíria, Geraldo e Didi.

A pós-graduação, representada pelo prof. Dr. José Carlos Pereira e aos funcionários Giane, Meg, Letícia e Cleusa. De uma forma especial ao Eduardo, pela responsável e organizada administração da clínica, pela amizade e compreensão.

Aos antigos estagiários do departamento de prótese, hoje mestrando, Eduardo, Thiago, Romão, Ana, Fernando, Paola, Rafael, Flora, Gabriela e Luciana.

Aos meus colegas e amigos do mestrado Érico, Filipe, Mikaela, Kátia, Jonas, Lucas, Lívia, Tânia, Mariana, Patrícia, Rodrigo e Valdey que fizeram da convivência em grupo um forte pacto de ajuda mútua, tolerância, respeito e bem estar comum, acima de tudo. Espero poder sempre estar ao lado de vocês.

Aos colegas e amigos de doutorado: Jefferson, Rafael, Luis Gustavo, Osvaldo Renato, Paulo, Leylha, Ricardo, Ayub, Tatiany, Marineli, Marli e Ana.

Aos meus pais Gerson e Elenice, por terem me ensinado a lutar pelos meus sonhos, por compreenderem a importância desta etapa da minha vida, me apoiarem e serem, além disso, meus grandes amigos.

Aos meus irmãos Fernando e Samara pela saudável convivência, pela paciência, pela amizade e pelos ensinamentos que fazem com que eu seja um pouquinho de cada um de vocês.

A Soraya, minha namorada, por compreender as minhas atribulações, estar pacientemente ao meu lado em todos os momentos e compartilhar o amor que fortifica nossa união.

Aos professores Drs. Accácio, Pegoraro, Gerson e Paulo Conti pela especial confiança e paciência. Obrigado pela amizade e pelos ensinamentos.

Ao professor Dr. Ricardo Marins de Carvalho por ser um exemplo de dedicação e pela imensa generosidade com que compartilha seus conhecimentos. Registra-se aqui o meu respeito e admiração pelo seu trabalho. Obrigado pela confiança depositada em mim e pela sua amizade.

Ao meu orientador Dr. Luiz Fernando Pegoraro, exemplo de dedicação e perseverança, por ter estado presente em todas as dificuldades encontradas no desenvolvimento deste trabalho, e ter lutado junto para que estas fossem solucionadas. O respeito, o apreço e a admiração que tenho pelo senhor me fazem sentir privilegiado de ter sido seu orientado. Meu muito obrigado por tudo!

A todos que de alguma forma, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xiii
RESUMO	xvi
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – REVISÃO DE LITERATURA	6
3 – PROPOSIÇÃO	39
4 – MATERIAL E MÉTODOS	41
4.1 - Formação dos Grupos	42
4.2 - Seccionamento dos espécimes	46
4.3 - Preparo dos espécimes para análise em MEV	50
4.4 - Análise estatística dos resultados	51
5 – RESULTADOS	52
6 – DISCUSSÃO	59
7 – CONCLUSÕES	68
ANEXOS	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ABSTRACT	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: esquema mostrando os cortes central e lateral	48
Figura 2: espécime seccionado e posicionado na placa para polimento	48
Figura 3: espécime polido	49
Figura 4: réplica metalizada com as marcações feitas	51
Figura 5: Imagens feitas em MEV, antes da imersão em MEK, comparando as interfaces cimento/dentina dos diferentes cimentos, ao longo do conduto. A) A maioria dos espécimes do cimento Multilink (grupo 1) apresentaram falhas no terço apical, representadas por uma lacuna contínua que normalmente se iniciava no terço médio. Em contraste, a interface do cimento com o pino permaneceu intacta. B) O terço cervical dos espécimes Variolink II (grupo 2) era normalmente representado por uma adequada união cimento/dentina. C) Continuidade na interface também pôde ser notada no terço médio dos espécimes cimentados com Enforce Dual, assim como naqueles do Enforce PV (D). (P-pino, C-cimento, D-dentina).....	56.
Figura 6: Terço médio de um espécime do cimento Enforce Dual (grupo 3) nas três diferentes fases. A) Antes do banho ultrasônico em MEK é possível observar continuidade na interface resina/dentina. B) Após imersão em MEK abriu-se uma lacuna na interface cimento/dentina. C) Três meses após armazenagem em água, formou-se uma extensa falha, notável mesmo em baixa magnificação (50 x). É interessante ressaltar que a continuidade na interface cimento/pino não foi afetada após este período. (P-pino, C-cimento resinoso e D-dentina).....	57.
Figura 7: Três meses após armazenagem em água com segunda imersão em MEK, a maioria dos espécimes apresentou falhas na interface cimento/dentina. A) Multilink, (B) Variolink (C), Enforce Dual e (D) Enforce PV. Em maior magnificação	

(C e D) observou-se “tags” de resina uniformes e densos. (P-pino, C-cimento resinoso e D-dentina).....58.

Figura 8: Transudação de água na camada do cimento das réplicas na região apical do Enforce PV (A) e Enforce Dual (B), terço médio de uma réplica do Variolink II (C) e cervical do Multilink(D). (P-pino, C-cimento resinoso e D-dentina).....59.

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

BDMA - butanodiol-dimetacrilato

BHT – hidroxitolueno butilado

Bis-GMA – Bisfenil-Glicidil-Dimetacrilato

Bis-EMA – Bisfenil-Etoxi-Dimetacrilato

°C – graus Celsius

DHEPT - Dihidroxy-etil-p-toluidine

EDAB - etil-4-dimetilaminobenzoato

EDTA – ácido etilenodiaminotetracético

Fator C – fator de configuração cavitária

HEMA – Hidroxietil metacrilato

H₂O₂ – água oxigenada

J/cm² – joules por centímetro quadrado

MEK – metil etil ketona

MET – microscopia eletrônica de transmissão

MEV – microscopia eletrônica de varredura

mW/cm²- miliwatts por centímetro quadrado

mm – milímetro

mm³ – milímetro cúbico

mm/Hg – milímetros de mercúrio

MPa – megapascal

NaOCl – hipoclorito de sódio

% - por cento

TEGDMA – Trietilen glicol dimetacrilato

UDMA – Uretano dimetacrilato

UEDMA – Uretano dimetacrilato

μm - micrometro

Zn - zinco

Resumo

Resumo

Vários fatores podem influenciar a integridade da interface cimento resinoso/dentina, na cimentação de pinos intra-radiculares. A dificuldade da luz fotopolimerizadora atingir as regiões mais apicais do conduto, os estresses da contração de polimerização, a incompatibilidade entre sistemas adesivos ácidos e os cimentos autopolimerizáveis e dual, variações anatômicas da raiz, dificuldades de controle da umidade e as características do substrato dentinário radicular são fatores limitantes. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar quantitativamente a continuidade da interface cimento/dentina, por meio de MEV, nas seguintes condições: após a cimentação, após a imersão em solvente MEK e após 3 meses de armazenagem em água. Pinos de fibra de vidro foram cimentados em quarenta incisivos bovinos com os cimentos Multilink, Variolink II, Enforce Dual e Enforce PV. Após cimentação, os espécimes eram seccionados longitudinalmente e réplicas eram preparadas para análise em MEV. Os mesmos espécimes foram imersos em MEK e novas réplicas eram confeccionadas. Em seguida, os espécimes eram armazenados em água por 3 meses, imersos em MEK e novas réplicas eram analisadas. Quantificou-se a proporção entre a interface total cimento/dentina e a interface que apresentava continuidade com o cimento. Valores significativamente inferiores de continuidade foram observados para o Multilink (8,25%) e Variolink II (10,08%), em comparação ao Enforce Dual (25,11%) e Enforce PV (27,60%). A mesma tendência foi observada após imersão em solvente, porém sem mudanças significativas. Após 3 meses, uma significativa queda na continuidade foi observada para Multilink, Variolink II, Enforce Dual e Enforce PV (3,31%, 1,87%, 1,20%, 0,75%, respectivamente). As falhas se situaram principalmente nos terços apical e médio antes e após imersão em solvente. Após 3 meses foram detectadas falhas também no terço cervical.

1- Introdução

1- Introdução

Desde a introdução dos pinos de fibra (DURET; REYNAUD; DURET²², 1990) e núcleos de preenchimento em resina composta, como técnica direta para a restauração de dentes tratados endodonticamente e com perda de estrutura coronária, sua aplicação ganhou popularidade devido ao seu módulo de elasticidade ser parecido ao da dentina (ASMUSSEN; PEUTZFELDT; HEITMANN³, 1999), e aos procedimentos de cimentação serem, na maioria das situações, feitos por meio de uma técnica adesiva que reduz ou impede a fricção entre o pino e as paredes do conduto (DURET; REYNAUD; DURET²², 1990, TORBJONER⁷² et al. 1996). Uma outra importante vantagem dos pinos pré-fabricados, quando comparado aos metálicos fundidos, está relacionada à simplificação dos procedimentos clínicos, onde a etapa laboratorial de fundição é eliminada, permitindo que o pino seja confeccionado em uma única sessão clínica.

Embora a aplicação clínica dos pinos de fibra esteja documentada em estudos retrospectivos (FERRARI³⁴ et al. 2000) e prospectivos (MONTICELLI⁵⁰ et al. 2003), ainda existem dificuldades que são inerentes aos procedimentos adesivos no interior do conduto e que merecem especial atenção. Entre elas, ressalta-se a dificuldade de acesso da luz fotopolimerizadora nas áreas mais apicais do conduto radicular (ROBERTS⁵⁹ et al. 2004), os altos estresses gerados na interface adesiva pela contração de polimerização (GORACCI⁴¹ et al. 2004), a incompatibilidade entre alguns tipos de adesivos e os compósitos autopolimerizáveis e dual (SANARES⁶² et al. 2001, SUH⁶⁶ et al. 2003, TAY⁶⁸ et al. 2003, TAY⁶⁹ et al. 2003, CHEONG¹⁶ et al. 2003, TAY⁷⁰ et al. 2004,) variações anatômicas da raiz, acesso limitado, difícil controle da umidade (BOUILLAGUET⁷ et al. 2003), além das peculiares características do substrato dentinário em questão (FERRARI³³ et al. 2000).

Alguns estudos (LUI⁴⁶ 1994; STRASSLER⁶⁵ et al. 1997) relataram a possibilidade de obter profundidade de cura de um compósito, em simulações de canais radiculares, além dos 11mm quando se usa um pino plástico translumínico, enquanto outro (ANOOSHIRAVANI; NATHANSON², 1996) mostrou que a profundidade de cura não ultrapassava os 4 a 5mm. Foi sugerido (ROBERTS⁵⁹ et al., 2004) que os estudos que utilizaram outro critério de avaliação, diferente da dureza Knoop, podem ter superestimado a capacidade dos pinos translumínicos em aumentar a profundidade de cura de compósitos no interior da raiz. Mais recentemente (YOLDAS; ALAÇAM⁷⁶ 2005) foi encontrada microdureza superior em compósitos fotopolimerizados com pinos translumínicos plásticos quando comparados aos de fibra de vidro.

Quando os cimentos resinosos são utilizados em camadas finas e em espaços confinados, como ocorre na cimentação de pinos intra-radiculares, os estresses de contração gerados durante a polimerização podem exceder 20 MPa (ALSTER¹ et al., 1997). Sabendo que a cimentação de um pino de fibra no interior do conduto radicular gera valores de resistência de união extremamente baixos (BOUILLAGUET⁷ et al., 2003, GORACCI⁴¹ et al., 2004), é possível que a contração de polimerização dos cimentos resinosos crie forças capazes de romper a união com as paredes dentinárias (CARVALHO¹² et al. 1996; FERRACANE³¹ 2005).

O fator C, primeiramente descrito por FEILZER; de GEE; DAVIDSON²⁷ (1987), que é a proporção de superfície aderida pela superfície não aderida em uma restauração, é crítico quando maior que 5. Estima-se que, quando da cimentação de pinos de fibra no interior do conduto, o fator C possa variar de 20 a 100 (MORRIS⁵¹ et al., 2001) ou até mesmo exceder 200 (BOUILLAGUET⁷ et al., 2003), representando a pior situação clínica possível.

A técnica adesiva (FERRARI³⁶ et al. 2002; FERRARI³⁷ et al. 2002; GRANDINI⁴² et al. 2004) assim como o sistema adesivo (VICHI⁷⁴ et al. 2002) empregados são de extrema importância para obtenção da retenção micromecânica no interior do conduto,

baseados na obtenção de uma adequada zona de interdifusão resina-dentina, formação de “tags” de resina e ramificações laterais de adesivo. É válido ressaltar que, mesmo com estes cuidados, deve-se esperar um mecanismo de retenção inferior no terço apical quando comparado aos terços médio e cervical, não só em virtude das características do substrato nesta região (FERRARI³³ et al. 2000), mas também por ser o local onde se encontra a maior quantidade de remanescente de cimento obturador e guta-percha, mesmo após o preparo para o pino e condicionamento ácido (SERAFINO⁶³ et al. 2004).

A simplificação dos sistemas adesivos, vislumbrada pelos fabricantes como um meio de reduzir os passos operatórios, obviamente acompanhada de interesses comerciais, não obrigatoriamente significou um avanço para os procedimentos restauradores. Foi demonstrado que interações químicas adversas entre os monômeros resinosos ácidos contidos na camada inibida pela ação do oxigênio de sistemas adesivos autocondicionantes de 1 passo e convencionais de 2 passos e as aminas terciárias presentes nos compósitos autopolimerizáveis ou dual, são responsáveis pela incompatibilidade entre estes sistemas (SANARES⁶² et al. 2001; CHEONG¹⁶ et al. 2003; SUH⁶⁶ et al. 2003, TAY⁶⁸ et al. 2003, TAY⁶⁹ et al. 2003). Embora a adição de co-iniciadores químicos, como o sulfinato benzínico de sódio, tenha eliminado as reações ácido-base na interface adesivo/compósito, a união ainda é prejudicada quando do uso destes sistemas em dentina úmida (TAY⁶⁷ et al. 2002). Devido à alta concentração de monômeros resinosos hidrofílicos na camada adesiva dos sistemas adesivos autocondicionantes de um passo e convencionais de 2 passos, têm-se como consequência um aumento da permeabilidade, mesmo após a polimerização (TAY⁶⁸ et al. 2003, TAY⁶⁹ et al. 2003). O gradiente osmótico que se forma resulta em percolação de água no interior da camada adesiva polimerizada (CARVALHO¹³ et al. 2004; TAY⁷⁰ et al. 2004).

Os fenômenos de transudação de fluídos na camada adesiva também foram, recentemente, observados em dentes tratados endodonticamente (CHERSONI¹⁸ et al. 2005). Foi enfatizado que este movimento de fluídos na camada adesiva pode inadvertidamente comprometer a união com cimentos resinosos autopolimerizáveis e dual. Além disso, os compósitos e sistemas adesivos são susceptíveis à sorção pela água e conseqüente degradação ao longo do tempo (CARRILHO¹¹ et al. 2005).

Tendo em vista as adversidades enfrentadas na adesão de pinos de fibra no interior de condutos, fez-se como objetivo deste estudo analisar quantitativamente, por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), a continuidade da interface cimento/dentina de cimentos resinosos com diferentes modos de polimerização empregados na cimentação de pinos de fibra de vidro.

2-Revisão da literatura

2- Revisão da literatura

A crescente dificuldade de obtenção de dentes humanos fez com que NAKAMICHI; IWAKU; FUSAYAMA⁵² (1983) comparassem estes com dentes bovinos, na avaliação da resistência de união de cimentos de policarboxilato, ionômero de vidro, fosfato de zinco e duas resinas compostas, aplicadas ao esmalte e à dentina superficial e profunda. Os testes de tração para o esmalte, não mostraram diferenças significativas na resistência adesiva entre os dentes humano e bovino. Tanto na dentina humana como na bovina, encontraram resistência adesiva superior na região mais superficial do que na profunda e para todos os materiais não houve diferença significativa entre os valores nos dentes humanos e bovinos, embora os resultados tenham sido sempre inferiores para estes últimos.

Com o objetivo de investigar o desenvolvimento da união dentina-compósito em relação ao estresse de contração de polimerização em função do tempo de polimerização, DAVIDSON; de GEE; FEILZER²⁰ (1984) prepararam espécimes retangulares de dentina bovina para serem testados com o adesivo Scotchbond e resina composta auto e fotoativada. Em um segundo experimento prepararam 24 cavidades classe IV e preencheram 12 com resina auto e 12 com resina fotoativada. Após 48 horas de armazenagem em água destilada a 37°C, os espécimes eram corados com azul de metileno para observação da interface. Como controle, o mesmo procedimento era realizado em superfície dentinária plana. Encontraram que para ambos os compósitos no primeiro experimento não houve dificuldade de escoamento durante a polimerização. Já no segundo, a união dentina-compósito não resistiu às forças da contração de polimerização, fazendo com que só dois terços da união permanecesse intacta.

FEILZER; de GEE; DAVIDSON²⁷ (1987) investigaram o papel da configuração cavitária na geração de estresses de contração de polimerização e na manutenção da união adesiva. Para isso, inseriram um compósito quimicamente ativado entre 2 discos de um tensímetro a diferentes distâncias e configurações cavitárias que simulavam restaurações classe I, II, III, IV e V. Embora os valores de estresse de contração tivessem sido acompanhados por 30 minutos, era comum a presença de falhas espontâneas antes deste período. Todas as falhas foram coesivas, indicando que a união mais forte se dava nos discos silanizados, especialmente para os fatores de configuração maiores que dois.

A preocupação em quantificar o monômero residual fez com que SADAMORI et al.⁶¹ (1990) buscassem um sistema simples e rápido de remover o monômero residual de resinas acrílicas. Compararam a eficácia de 4 solventes orgânicos (Metanol, N,N-dimetilformamida, etil acetato e metil etil ketona) em função do tempo e em diferentes temperaturas. Concluíram que a extração do monômero residual com metil etil ketona por período mais longo (72 horas) foi a mais efetiva.

BREEDING; DIXON; CAUGHMAN⁸ (1991) pesquisaram a influência de diferentes tempos de exposição à luz (40, 60 e 90 segundos) na polimerização de 3 resinas compostas utilizadas como cimentos (Heliosit, Visio-Fil e Dual) sob restaurações de resina composta, em diferentes espessura e cor, avaliadas indiretamente por meio de teste de dureza Knoop. Concluíram que, com 90 segundos ou menos, não é possível obter adequada polimerização de um cimento resinoso fotoativado sob uma restauração mais espessa que 2mm. Restaurações mais escuras ou opacas também limitam a polimerização desses cimentos. Já o cimento resinoso dual atingiu os maiores valores de dureza. Alertaram, contudo, que a cura desse último material também depende da adequada exposição à luz e, portanto, ele possui limitações similares às dos cimentos fotoativados.

HASEGAWA; BOYER; CHAN⁴³ (1991) avaliaram a dureza Knoop de cimentos resinosos de dupla cura usados para cimentação de “inlays” e observaram que nessas situações a dureza era menor que no grupo controle, onde a exposição à luz deu-se de forma direta. Creditaram a menor dureza à atenuação da luz pelo dente e restauração, afirmando ser direta a relação entre dureza máxima dos cimentos resinosos dual e a quantidade de exposição à luz.

Para testar o efeito do eugenol na retenção de pinos pré-fabricados metálicos cimentados com Panavia EX e determinar qual a solução irrigadora capaz de coibir um possível efeito adverso do eugenol, TJAN; NEMETZ⁷¹ (1992) prepararam 70 dentes que foram divididos em 7 grupos. Somente o grupo 1 (controle) não foi contaminado com eugenol. A solução irrigadora utilizada neste e no grupo 2 (contaminado) foi água destilada. O grupo 3 foi limpo com água destilada e álcool etílico, o grupo 4 com água destilada, álcool etílico, ácido cítrico a 25% e água destilada, grupo 5 com água destilada, álcool etílico e acetona, grupo 6 limpo com ácido fosfórico a 37% e irrigado com água destilada e o grupo 7 com água destilada e cimentado com fosfato de zinco. Apesar de encontrarem diferenças significativas para os grupos 1 e 2, não encontraram diferenças entre os grupos 1, 3 e 6. A análise dos pinos descimentados revelou falhas predominantemente na interface dentina/Panavia EX.

RUEGGERBERG; CAUGHMAN (1993)⁶⁰ avaliaram o grau de conversão do monômero de 4 cimentos resinosos de polimerização dual por meio de espectroscopia infravermelha. Comentaram que, apesar dos clínicos acreditarem na autopolimerização dos cimentos nas regiões pouco ou não acessíveis à luz, nenhum dos materiais testados alcançou valores de cura equivalentes àquele obtido com intensidade máxima de luz. Encontraram ainda que, para a maioria dos sistemas testados, a cura observada 10 minutos após manipulação foi quase equivalente (90%) àquela obtida após 24 horas.

Sendo desconhecido, em 1993, o comportamento das resinas fotoativadas na geração de estresses de contração em diferentes configurações cavitárias com ou sem a incorporação de porosidades, FEILZER; de GEE; DAVIDSON²⁸ testaram as resinas P30 e Silux Plux, quanto a estes parâmetros. Encontraram que quando o fator de configuração cavitária (fator C) era maior que 2, as falhas espontâneas aconteciam antes do período de 30 minutos de observação. As falhas eram coesivas no cimento ou adesivas. A incorporação de porosidades, por meio de uma espatulação simulada, reduziu os efeitos do estresse de contração, provavelmente devido à presença de oxigênio e ao aumento da superfície livre formada pelas porosidades.

Segundo FERRACANE²⁹ (1994), a rede polimérica é composta de ligações cruzadas, dentro das quais residem os monômeros residuais. A remoção destes é mais eficiente com o uso de um solvente orgânico, como a solução de 75% etanol/água, do que somente com água. O solvente apresenta maior capacidade de penetrar na rede polimérica, expandir aberturas existentes entre as cadeias poliméricas e permitir a extração de monômeros.

LUI⁴⁶ (1994) testou a capacidade de melhora da profundidade de cura de uma resina composta (Prisma APH) quando usada com pinos translumínicos plásticos (Luminex) de 1,05, 1,2, 1,35, 1,5, 1,65 e 1,8mm de diâmetro em simulações de condutos com 14mm de profundidade e 4mm de diâmetro. Como controle, fotopolimerizou a resina sem o pino. Para analisar a profundidade de cura, utilizou um instrumento que mensurava o deslocamento longitudinal de uma ponta calibradora contra a resina, da região apical para cervical. A profundidade de cura foi aumentada com o uso dos pinos, com diferenças significativas entre os diâmetros, exceto para os pinos de 1,35 e 1,5mm. Com o pino de 1,8mm, atingiu-se profundidade de cura de 11,29mm.

PEUTZFELDT⁵⁶ (1995) avaliou o efeito da fotopolimerização no grau de conversão do monômero por meio de análise em espectroscopia infravermelha, em 8

marcas comerciais de cimentos resinosos com polimerização dual, em função da quantidade de ligações duplas remanescentes. Verificou que na presença da dupla polimerização a quantidade de ligações remanescentes variou entre 19 e 38%. Porém, sem o uso da luz, esses valores variaram entre 25 e 56%, sendo que um dos cimentos que não foi fotopolimerizado não endureceu. A fotopolimerização foi capaz de reduzir a quantidade de ligações duplas remanescentes de 6 cimentos.

DARR; JACOBSEN¹⁹ (1995) correlacionaram a dureza e a resistência flexural de cimentos resinosos dual e autopolimerizável com o grau de conversão dos mesmos. Os autores observaram um rápido aumento na dureza após a fotopolimerização, seguido por um aumento regular no período de 24 horas. Os espécimes de polimerização química mostraram aumento na dureza em 24 horas. Concluíram que a dupla cura foi mais efetiva que a exclusivamente química.

Segundo EL-BADRAWY; EL-MOWAFY²³ (1995), os cimentos resinosos autopolimerizáveis constituem o tipo de cimento mais apropriado para cimentação de pinos, coroas e próteses, mesmo apresentando tempo de trabalho limitado e tempo de presa prolongado. Isso se deve ao fato de que nos cimentos resinosos com polimerização dual examinados, a cura exclusivamente química não foi suficiente para atingir a dureza máxima dos espécimes. Os autores concluíram que mais pesquisas devem ser realizadas com os cimentos resinosos de polimerização dual para melhorar a dureza, de modo que os componentes responsáveis pelo modo químico de polimerização sejam tão eficientes quanto o modo dual.

CARVALHO et al.¹² (1996) citaram que a contração de polimerização de uma resina composta gera estresses capazes de romper a união com as paredes cavitárias. Desta forma, a competição entre estresse de contração e resistência adesiva era uma das principais causas de falha marginal e subsequente microinfiltração. Como soluções deste problema, sugeriram o desenvolvimento de sistemas adesivos com resistência de união inicial superior àquela gerada pelas forças

de contração, a inserção da resina composta em incrementos e o recobrimento da dentina hibridizada com um material de revestimento cavitário elástico.

BURROW et al.⁹ (1996) avaliaram a resistência de união dos sistemas adesivos All Bond 2, Super-Bond D-Liner Plus, Clearfil Liner Bond II e Pro Bond em superfícies dentinárias planas na coroa e raiz de dentes bovinos. Em seguida à aplicação do adesivo, uma fina camada de resina composta era fotopolimerizada sobre os 3mm de diâmetro da superfície de teste e submetida a teste de tracionamento. Analisaram, por meio de MEV, a interface resina/dentina 48 horas após os procedimentos adesivos, após imersão em ácido fosfórico a 10% por 3 a 5 segundos, com o objetivo de avaliar a resistência ácida da camada híbrida e, por fim, após imersão em ácido fosfórico a 10% e hipoclorito de sódio a 5% por 10 minutos. Entre os materiais, o Super Bond D-Liner Plus atingiu os maiores valores de tracionamento e o Pro Bond o menor. O All Bond 2 não foi significativamente diferente do Pro Bond. Para o Liner Bond II e Super Bond D-Liner Plus os valores foram significativamente maiores que os outros. Quanto ao padrão de falha, os adesivos All Bond 2, Liner Bond 2 e Pro Bond apresentaram poucas falhas adesivas, sendo a maioria mista, porém com predominância na interface resina/dente. Para o Super Bond D-Liner Plus, metade dos espécimes apresentou falha coesiva e o restante falha mista. Os tratamentos com ácido e ácido e hipoclorito mostraram que, com exceção do Super Bond D-Liner Plus, todos os sistemas formaram camada híbrida resistente a estes materiais. Não houve diferença na união à dentina coronária e radicular para o Super Bond D-Liner Plus e Pro Bond. Contudo, a resistência à dentina radicular foi maior que a coronária para o All Bond 2, sendo o inverso encontrado para o Liner Bond II.

Para testar a eficácia dos pinos translumínicos plásticos na profundidade de cura das resinas TPH, Z-100 e Tetric, ANOOSHRAVANI; NATHANSON² (1996) trataram endodonticamente 90 dentes unirradiculares, que eram preparados a 10mm de profundidade para receber pinos e aplicaram os respectivos adesivos de cada resina.

Além das resinas, as variáveis estudadas foram: 1) fotopolimerização sem pino plástico (controle) por 60 e 120 segundos; 2) pino plástico liso (Luminex, Dentatus) por 60, 120 e 180 segundos; 3) pino plástico liso por 10 segundos seguido de um pino plástico serrilhado por 50 segundos. Foram então seccionados longitudinalmente e o teste de microdureza foi feita em incrementos de 0,5mm em direção apical. No grupo controle (sem pino) os compósitos mantiveram a dureza até a profundidade de 4 a 5mm. O aumento do tempo de fotopolimerização aumentou a dureza na região cervical mas não alterou em profundidade. O pino plástico produziu uma profundidade de cura de 5,5 a 6,5mm. A combinação de pino liso e serrilhado resultou em profundidade de cura de 8mm para os 3 compósitos e pareceu ser um método efetivo.

STRASSLER; COLETTI; HUTTER⁶⁵ (1997) avaliaram a profundidade de cura de uma resina composta fotopolimerizável, simulando um canal radicular e usando ou não um pino translumínico. Os condutos possuíam 12mm de profundidade e 3,5mm de diâmetro. Após a cimentação dos pinos, as raízes foram seccionadas em incrementos de 3mm, desde o terço cervical até a porção mais apical para o teste de microdureza Shore. Segundo os autores, foi possível obter uma profundidade de cura de 12mm na resina composta no grupo com o pino translumínico, enquanto que no grupo sem o pino a resina polimerizou em profundidades inferiores a 7mm.

ALSTER et al.¹ (1997) testaram a hipótese de que os estresses de polimerização dependem da espessura da camada de resina. Para isso, inseriram uma resina composta auto-ativada (Clearfil F2) entre dois cilindros metálicos de um tensômetro nas espessuras de 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700 um, 1,4 e 2,7 mm. Encontraram que os estresses de polimerização e a taxa de desenvolvimento desta foi menor para as maiores espessuras de resina. Justificaram que quanto mais ampla for a superfície não aderida como, por exemplo, nos espécimes mais espessos, maior será a capacidade de escoamento da resina. Reconheceram que os valores de

estresse obtidos para a resina aderida à superfície metálica não refletiram os reais valores se estivesse aderida à estrutura dentária.

As interfaces adesivas no interior do conduto foram analisadas em MEV por DIETSCHI; ROMELLI; GORETTI²¹ (1997) após ciclagem dinâmica e térmica. Utilizando pinos de zircônio (Zircon e Komet), titânio (Cera) e um experimental de resina reforçada com fibra (Exp), cimentados com Panavia 21 e de fibra de carbono (Composipost) com o cimento Sealbond, encontraram um percentual de continuidade entre o cimento e dentina de 21% para Zircon, 54% no Exp, 59.5% para Cera, 67% no Composipost e 78% para Komet. Especularam que a dificuldade de união do compósito à camada híbrida ocorreu em virtude do excesso de água na dentina, dificuldade de infiltração dos adesivos, reações químicas alteradas e polimerização inadequada da resina.

Com o objetivo de determinar o efeito do armazenamento em água (1 dia, 6 meses, 1 ano e 2 anos) na resistência à fratura, módulo de elasticidade, resistência flexural e dureza em 3 resinas compostas experimentais, variando o tempo de cura e alterando a composição das mesmas, FERRACANE; BERGE; CONDON³⁰ (1998) obtiveram uma pequena redução, mas significativa, na resistência à fratura para todas as resinas e na microdureza em metade delas, quando armazenadas a longo prazo em água. Suspeitaram que a sorção de água leva ao amolecimento do polímero por meio da dilatação da malha e redução das forças friccionais entre as cadeias poliméricas.

Pelo método de infiltração de fluido, BACHICHA et al.⁵ (1998) mensuraram a infiltração em pinos pré-fabricados de aço e de fibra de carbono quando cimentados com cimento fosfato de zinco, ionômero de vidro, Panavia 21 e C&B. Formaram 12 grupos com dez dentes cada, sendo 4 grupos controle. O primeiro controle positivo era de raízes preparadas, sem pino e sem cimento, o segundo e o terceiro eram de pinos de aço e de fibra de carbono sem cimento, respectivamente. O quarto controle

negativo consistia de raízes preenchidas com cianocrilato. Os 8 grupos experimentais foram assim formados: g.1 - pino de aço cimentado com fosfato de Zn; g.2 - pino de fibra de carbono cimentado com fosfato de Zn; g.3 – pino de aço com ionômero de vidro (Fuji I); g.4 – pino de fibra com o mesmo cimento do g.3; g.5 – pino de aço com Panavia 21; g.6 – pino de fibra e Panavia 21; g.7 – pino de aço e cimento C&B; g.8 – pino de fibra e cimento C&B. Em todos os controles positivos foi encontrada microinfiltração maior do que nos experimentais, diferentemente do controle negativo. Os cimentos que menos resultaram em microinfiltração foram, em ordem crescente, C&B, Panavia 21, Fuji I e fosfato de Zn. Não houve diferença significativa entre os pinos de aço e de fibra para os cimentos Fuji I e C&B, porém existiram entre estes pinos com Panavia 21 e fosfato de Zn. Concluíram que os agentes cimentantes adesivos apresentaram menor microinfiltração que os não-adesivos.

NIKAIDO et al.⁵³ (1999) avaliaram a resistência de união de 3 sistemas adesivos na dentina radicular submetida às seguintes soluções irrigadoras: solução salina (controle), NaOCl a 5% e H₂O₂ a 3 % ou a combinação de ambos, por 60 segundos. Os testes de tração foram realizados em uma superfície plana de dentina bovina com os sistemas Clearfil Liner Bond II, Single Bond e Super Bond C&B. Os valores de tração encontrados após 24 horas foram significativamente menores com as soluções com agentes químicos quando comparados ao controle, especialmente nos grupos Single Bond e Super Bond C&B. Contudo, para o Clearfil Liner Bond II esta redução só foi observada para H₂O₂. A inspeção visual revelou grande número de falhas adesivas nos espécimes irrigados com soluções químicas e um misto de falhas adesiva e coesiva naqueles irrigados com solução salina.

FERRARI; MANNOCCI³² (2000) avaliaram a interface do sistema adesivo One-Step (convencional de dois passos) junto ao cimento C&B na cimentação de um pino de fibra de carbono onde o dente foi extraído após uma semana para análise em MEV. Apesar de terem observado formação de camada híbrida, “tags” de resina e

ramificações laterais de adesivo, ressaltaram que no terço cervical a densidade dos “tags” de resina era superior àquela observada nos terços médio e apical.

Ao avaliar a morfologia dentinária por meio de MEV no interior do conduto radicular, FERRARI et al.³³ (2000) notaram uma maior densidade e diâmetro dos túbulos dentinários no terço cervical, que diminuiu progressivamente em direção apical. A superfície para adesão aumentou para os terços cervical, médio e apical em 202%, 156% e 113%, respectivamente, após o ataque ácido. A espessura da camada híbrida foi de 4,5 µm no terço cervical, 2,5 µm no médio e 1,2 µm no apical, encontrando “tags” de resina regularmente no ápice. As ramificações laterais do adesivo All Bond 2 só foram notadas nos terços médio e cervical.

O crescente uso dos pinos de fibra fez com que FERRARI et al.³⁴ (2000) se preocupassem com o comportamento dos mesmos a longo prazo. Fizeram um estudo retrospectivo de 1314 pinos cimentados entre 1 a 6 anos com C&B e sistema adesivo All Bond 2 ou One-Step, Opal com Scotchbond Multi-Purpose Plus e Rely X com Scotchbond 1. Os 719 pacientes receberam pinos de fibra de carbono, fibra de carbono revestido por quartzo e de quartzo, sendo reconstruídos com coroas metalocerâmicas, de porcelana e resina composta. Após o tempo de observação, relataram 3,2% de falhas atribuídas à descimentação do pino (n=25) e à lesão endodôntica periapical (n=16). Ressaltaram a ausência de fraturas e que a falha por descimentação ocorreu somente quando os espécimes possuíam menos de 2mm de remanescente coronário. Embora as falhas tenham ocorrido de forma distribuída entre os diferentes grupos e em pequenas proporções, enfatizaram a necessidade de mais estudos multicentro para que conclusões finais a respeito do uso destes pinos possam ser estabelecidas.

KITASAKO et al.⁴⁴ (2000) estudaram a durabilidade da união de 3 cimentos resinosos (Panavia 21, Bistite e Massa Bond) em dentina bovina, em função do tempo de armazenamento, nas seguintes condições: um ano em água, com e sem trocas

diárias e um ano em solução salina tamponada com fosfato, com e sem trocas semanais. Houve diferença estatística entre os resultados do grupo controle (1 dia) e do grupo que passou por trocas diárias de água para todos os cimentos. Os resultados mostraram que o armazenamento em água com trocas diárias é importante nos testes a longo prazo para avaliação da resistência adesiva e que a sorção de água pode liberar alguns componentes da resina não completamente polimerizados.

De acordo com ÖRTENGREN et al.⁵⁴ (2001) a degradação e erosão de materiais à base de compósito ocorrem como resultado de uma polimerização incompleta e também sob influência de fluídos orais, especialmente a água. Os autores avaliaram a sorção e a solubilidade à água de vários compósitos, inclusive dos cimentos C&B, Sono-Cem e Variolink II. Identificaram também, por meio de cromatografia líquida de alta performance, os monômeros liberados da matriz orgânica durante a armazenagem em água por 4 e 7 horas, 7, 60 e 180 dias. A menor sorção à água foi encontrada para o Sono-Cem, seguido pelo Variolink II e C&B. O TEGDMA foi a principal substância liberada nos cimentos Variolink II e Sono-Cem, apresentando concentração máxima após 7 dias de armazenagem. Concluíram que composição da matriz da resina é um fator importante para os padrões de sorção e solubilidade à água, sendo o TEGDMA o monômero mais liberado, seguido pelo UEDMA e Bis-GMA.

GASTON, et al.³⁹ (2001) compararam por meio de teste de tração, a resistência adesiva nos terços cervical, médio e apical da superfície interna de raízes abertas e seccionadas longitudinalmente que foram preenchidas com os cimentos Panavia 21 e C&B. Para ambos os materiais, não foi encontrada diferença significativa nos valores de resistência nos diferentes terços, sendo que o terço apical foi significativamente superior ao médio e cervical.

CAUGHMAN; CHAN; RUEGGERBERG¹⁵ (2001) compararam os valores de conversão química, por meio de espectroscopia infravermelha, de 6 cimentos resinosos dual (Calibra, Choice, Insure, Lute-it, Nexus, Variolink II) simulando 5

situações clínicas: 1) fotopolimerização através de tiras de poliéster (Mylar), comparável às margens do cimento de uma restauração cimentada com cimento resinoso fotopolimerizável; 2) fotopolimerização através de porcelana com 3mm de espessura, simulando a presença de um cimento fotopolimerizável sob uma “inlay”; 3) polimerização dupla através da tira de poliéster, análogo às condições da margem de uma restauração cimentada com o mesmo tipo de material; 4) polimerização dupla através da porcelana com 3mm de espessura, equivalente a um cimento dual sob uma “onlay” e 5) autopolimerização, sem ativação da luz, como um cimento resinoso sob restauração metálica. Os resultados indicaram que cimentos resinosos, na forma fotopolimerizável, devem ser usados somente quando a espessura da restauração for menor que 3mm. Concluíram também que a capacidade de autopolimerização (cura química) dos cimentos resinosos dual varia conforme o produto.

Para SILVA e SOUZA JÚNIOR et al.⁶⁴ (2001) os cimentos resinosos são compostos por monômeros metacrilatos (BIS-GMA, UEDMA, etc.) , somados a uma considerável quantidade de diluentes (TEGDMA, UDMA, HEMA, etc.) e partículas inorgânicas tratadas com silano (lítio, alumínio, sílica, etc.). A distribuição da carga inorgânica varia conforme o produto, tendo as partículas em média 0,4 a 15 µm. Segundo os autores, o clínico deve ter em mente que nenhum sistema resinoso apresenta um grau de conversão de monômero para polímero de 100%. Reforçaram a importância da proporção correta das porções base/catalisador e fotoativação por tempo adequado em todas as faces acessíveis da restauração, para otimizar o processo de polimerização. Em relação aos cimentos de ativação dual, enfatizaram que embora as duas formas de polimerização estejam presentes, elas são suplementares e independentes, ou seja, a polimerização química não irá ativar a porção fotossensível do cimento, caso a exposição à luz seja insuficiente.

O uso de pinos translúcidos tem, segundo VICHI; GRANDINI; FERRARI⁷³ (2001) os objetivos de melhorar a taxa de polimerização do cimento resinoso e de polimerizar

o material adesivo de uma só vez. Porém, como não há estudos comprovando se a intensidade de luz que passa pelo pino é suficiente para polimerizar o cimento e sistema adesivo, os autores resolveram testar o mecanismo de união no interior do conduto de um sistema adesivo dual (Excite DSC) junto a um cimento autopolimerizável (Multilink). Cinco pacientes receberam pinos cimentados com os materiais citados e após uma semana tiveram suas raízes extraídas para análise em MEV. Foram encontradas bolhas na camada de cimento em todas as amostras, sendo que estas estiveram ausentes nas interfaces pino/cimento e na adesivo/dentina. Contudo, os “tags” de resina se formaram em todos os terços da raiz, exibindo a mesma morfologia de cone invertido, comprimentos e densidades semelhantes.

SANARES et al.⁶² (2001) compararam os valores de microtração de 4 adesivos convencionais de 2 passos (Prime&Bond NT, OptiBond SOLO, Single Bond e One-Step) de diferentes graus de acidez, unidos à dentina hígida e cobertos com resina foto ou quimicamente ativada. Após os testes os espécimes foram avaliados em MEV e os valores de microtração foram semelhantes com os compósitos fotopolimerizáveis, porém significantemente inferiores com os autopolimerizáveis. Neste último caso, notaram uma relação linear entre o pH do adesivo e o valor de microtração, ou seja, quanto menor o pH, menor era o valor de microtração. A análise em MEV revelou falhas predominantemente na interface compósito químico/adesivo, sendo que a área de fratura era comumente caracterizada por amplas lacunas, sugerindo incompatibilidades. Concluíram que alguns adesivos convencionais de 2 passos afetam a polimerização de compósitos autopolimerizáveis por meio de interações na interface.

De GEE⁴⁰ (2001) em trabalho apresentado na Academy of Dental Materials em Siena, Itália, discutiu o impacto dos diferentes tipos de lâmpadas fotopolimerizáveis na polimerização da resina e chamou atenção para o fato de que a eficiência do aparelho é determinada pela medida da profundidade de cura, ou seja, na capacidade da luz

endurecer a resina. O grau de conversão, que varia com o nível de profundidade da resina polimerizada, pode ser medido por meio de vários métodos: espectroscopia infravermelha, micro-dureza, penetração com agulha de 1250 gramas, fragmentação e apresentou um método alternativo muito simples, onde o espécime é imerso em acetona e agitado em um amalgamador por 10 segundos. Segundo o autor este método é simples, reproduzível e capaz de remover o monômero residual.

Para avaliar a microinfiltração em dentes tratados endodonticamente, MANNOCCI; FERRARI; WATSON⁴⁸ (2001) selecionaram 72 pré-molares inferiores e os dividiram em 6 grupos de 12 cada. Nos grupos 1, 3 e 5 os dentes foram obturados com cimento sem eugenol e coronalmente selados com material sem eugenol. Já nos grupos 2, 4 e 6, tanto o cimento obturador quanto o material provisório possuíam eugenol em sua composição. Os grupos 1 e 2 receberam pinos Aestheti-Post, unidos ao conduto radicular pelo sistema adesivo All-Bond 2, cimento C&B e Bis Core para reconstrução coronária. Nos grupos 3 e 4 utilizaram o sistema ED Primer e o cimento Panavia 21. O grupo 5 recebeu o mesmo sistema adesivo dos grupos 3 e 4, porém os pinos eram cimentados com Panavia F. No grupo 6 a cimentação era realizada com fosfato de Zn. Antes de serem corados com Rodamina B e analisados em microscopia confocal, os espécimes eram submetidos a 300.000 ciclos de carga dinâmica a 125N, em 90% de umidade a 22°C. A maior microinfiltração foi encontrada para os espécimes cimentados com fosfato de Zn. Dentre os cimentos resinosos, os grupos 1 e 2 que utilizaram o sistema All Bond 2 apresentaram microinfiltração significativamente menor que os grupos 3 e 4, unidos com sistema autocondicionante de um passo e Panavia 21 e F. Este último, por sua vez, apresentou microinfiltração inferior ao Panavia 21. Para nenhum grupo foi detectada diferença com ou sem o uso de cimentos e materiais seladores à base de eugenol.

Uma maior confiabilidade dos procedimentos adesivos em condutos radiculares pode ser alcançada, segundo FERRARI et al.³⁵ (2001), com o uso de adesivos de

dupla polimerização (dual). Os autores avaliaram o adesivo Excite (fotopolimerizável) com o cimento Variolink II no grupo I, o adesivo Excite DSC (dual) com o cimento Multilink no grupo II e o adesivo One-Step (auto condicionante de passo único, fotopolimerizável) com o cimento Dual Link no grupo III na cimentação de pinos de fibra de vidro. Encontraram bolhas no cimento em 20% dos espécimes do grupo II e em 40% nos grupos I e III, sendo que na interface cimento/pino nenhuma falha foi encontrada. A zona de interdifusão resina-dentina, embora encontrada em todos os espécimes, esteve menos evidente no terço apical dos grupos I e III, enquanto que no grupo II se mostrou uniforme ao longo de todo o conduto. As mesmas características foram encontradas com relação à formação dos “tags” de resina.

VICHI et al.⁷⁴ (2002), utilizando MEV, compararam o mecanismo de união de 3 sistemas adesivos convencionais de 2 passos (Scotchbond 1, One-step e All Bond com os cimentos RelyX ARC, C&B, Post Cement HI-X, respectivamente) e 2 convencionais de 3 passos (All Bond 2 e Scotchbond Multi Purpose Plus, combinados aos cimentos C&B e Opal Luting Cement, respectivamente), quando cimentados no interior do conduto radicular. Encontraram falhas na camada de cimento em todos os grupos e, em algumas amostras entre o adesivo e o cimento, que foram creditadas à pressão causada pelo metalizador e pela câmara à vácuo do MEV. A formação da zona de interdifusão resina-dentina se mostrou presente em todos os grupos, embora mais evidente nos terços cervical e médio. Os sistemas adesivos convencionais de 3 passos foram mais eficazes na formação de uma união micromecânica no terço apical do que os sistemas convencionais de 2 passos.

MAK et al.⁴⁷ (2002) avaliaram a resistência adesiva, pelo método de microtração, de 4 cimentos resinosos utilizados para unir resinas compostas direta e indireta à dentina. A análise fractográfica foi feita em MEV para todos os espécimes e, em caso de dúvida, foi feita a avaliação em MET. Os cimentos e respectivos sistemas adesivos utilizados foram: Choice e All Bond 2, RelyX ARC e Single Bond, Super Bond C&B e

Panavia F e ED Primer. Os maiores valores de microtração foram obtidos para o Choice e RelyX ARC e os menores para o Panavia F. O Super Bond C&B apresentou valores intermediários. As resinas diretas (fotopolimerizáveis) apresentaram resistência de união superior à das indiretas dos grupos correspondentes. A maioria das falhas do All Bond 2 e Single Bond eram adesivas na interface cimento/"overlay", coesivas no cimento do grupo Super Bond C&B e adesivas na interface com a dentina do Panavia F.

BOSCHIAN et al.⁶ (2002) avaliaram a capacidade de um pino translúcido transmitir luz em simulações de conduto com 11mm de profundidade, por meio de cromatografia líquida de alta pressão e dureza Vickers. Utilizaram a resina Tetric Flow e o pino Dentatus com os tempos de fotopolimerização de 30, 60, 90 e 120 segundos. Concluíram que 120 segundos pode ser um tempo adequado para fotopolimerização.

ROBBINS⁵⁸ (2002) apresentou um trabalho de revisão sobre vários aspectos relacionados com núcleos intra-radiculares e, dentre estes, comentou sobre os agentes cimentantes atualmente disponíveis para cimentação de pinos. O mais tradicional de todos, o fosfato de zinco, apresenta propriedades físicas adequadas, é financeiramente acessível e fácil de usar e representa, portanto, excelente escolha para cimentação de pinos. Os cimentos de policarboxilato têm baixa resistência à compressão e, desta forma, não são a primeira escolha. Os cimentos de ionômero de vidro têm boas propriedades físicas, contudo são materiais de presa lenta que requerem muito tempo para atingir resistência adequada. A geração atual de cimentos ionoméricos modificados por resina superou as dificuldades de expansão de presa que ocorriam à princípio e tem sido amplamente empregada na cimentação de pinos. Por último, os cimentos resinosos, que têm despertado interesse dos clínicos quando indicados para o mesmo fim, exigem atenção do profissional quanto à presença de eugenol como agente selador do canal. Este inviabiliza os procedimentos adesivos

com sucesso, devendo ser removido por meio de irrigação com etanol ou condicionamento com ácido fosfórico a 37% para que o adesivo seja efetivo.

A hipótese nula de que não há diferença no mecanismo de união na dentina radicular quando do uso de um pincel ou micropincel como agente carregador do adesivo foi testada por FERRARI et al.³⁶ em 2002. Dividiram aleatoriamente 20 dentes tratados endodonticamente em 2 grupos. No grupo 1 o sistema adesivo One Step foi aplicado por meio de um pincel fornecido pelo fabricante e no grupo 2 o mesmo foi aplicado com um micropincel. Após a fotopolimerização do adesivo, os pinos de fibra translumínicos RTD foram cimentados com Dual Link. A análise em MEV revelou formação da zona de interdifusão resina-dentina, morfologia e densidade dos “tags” de resina, assim como ramificações laterais de adesivo semelhantes nos terços coronário e médio de ambos os grupos. Contudo, no terço apical, estas características foram ocasionalmente encontradas para o grupo 1. A interface adesivo/cimento resinoso apresentou algumas falhas que, segundo os autores, foram causadas pela pressão de vácuo do metalizador e da câmara do microscópio.

O uso de um micropincel para levar o adesivo ao interior do conduto quando comparado a um pincel padrão, parece trazer vantagens quanto a formação de uma união micromecânica mais uniforme entre dentina e adesivo, sendo mais eficaz na formação de “tags” de resina e ramificações laterais de adesivo e zona de interdifusão resina-dentina, especialmente no terço apical. Além destes achados, FERRARI et al.³⁷ (2002) encontraram, em raízes cimentadas com pino Aestheti Plus, cimento Duo-link e adesivo One-Step, quando avaliados em MEV, bolhas e fendas dentro da camada de cimento em todos os espécimes. Já as interfaces adesivo/cimento/pino não apresentaram bolhas ou lacunas. Concluíram que o micropincel é capaz de penetrar mais profundamente no conduto.

Uma quantidade fixa de luz é capaz de induzir níveis de estresse reduzidos e resultar no mesmo grau de conversão que a luz de alta intensidade. Para testar esta

hipótese, EMAMI; SÖDERHOLM; BERGLUND²⁴ (2003) avaliaram a contração de polimerização de espécimes de 8mm de diâmetro e 4mm de altura confeccionados com as resinas Z-100 ou Z-250 e fotopolimerizadas por 35, 50 ou 140 segundos a 800, 450 ou 250 , respectivamente. O grau de conversão foi avaliado por espectroscopia Raman e a contração por “strain gauges”. As tensões geradas pela contração aumentaram proporcionalmente com o aumento da intensidade de luz. O grau de conversão não foi alterado com os diferentes tempos de polimerização, levando os autores a concluir que a quantidade fixa de energia de luz pode otimizar a performance de um compósito, diferentemente da alta intensidade de luz.

SUH et al.⁶⁶ (2003) examinaram o efeito inibitório de monômeros ácidos na polimerização de resinas foto e auto-ativadas, assim como a melhora obtida na polimerização de resinas auto-ativadas, contaminadas por monômeros ácidos, quando da inserção de um catalisador ternário como o sulfinato benzínico de sódio. Quatro monômeros resinosos ácidos foram adicionados às resinas preparadas, em diferentes porcentagens de peso. A análise foi feita por meio de um calorímetro de varredura diferencial que avaliava o calor gerado na polimerização. Observaram uma inibição da polimerização proporcional à concentração de monômeros resinosos ácidos contidos nas resinas foto e autopolimerizáveis, embora mais marcante para esta última. A incorporação do sulfinato benzínico de sódio reduziu o tempo de indução prévio à polimerização da resina auto-ativada, contudo, tanto a taxa quanto a extensão da polimerização destas resinas contaminadas por ácidos, permaneceram em níveis aquém do ideal encontrado nas resinas auto-ativadas não contaminadas.

A qualidade da interface pino/cimento resinoso/dentina foi avaliada por MANNOCCI et al.⁴⁹ (2003) em dentes restaurados com sistemas adesivos e pinos de fibra de carbono, após 6 meses a 6 anos de serviço clínico, em MEV e microscopia confocal. O sistema adesivo utilizado foi o All Bond 2 e o cimento químico C&B. Encontraram falhas na camada de cimento de todos os espécimes, sendo que as

falhas entre o cimento e a camada adesiva se tornaram mais freqüentes com o maior período em função. No terço médio aproximadamente dois terços da dentina se encontrou infiltrada, enquanto que no apical foi menor que um terço. Especularam, em virtude das falhas, que em pinos de fibra cimentados por técnica adesiva a interface de união com a dentina é o elo mais fraco.

Em um estudo prospectivo, MONTICELLI et al.⁵⁰ (2003) acompanharam o comportamento de 3 tipos de pinos de fibra de vidro por 2 anos. Os pinos Aesthetic Plus Post e DT Light Post foram cimentados com One-Step e Duo-Link e o pino FRC Postec com Excite DSC e Multilink. Após o período de análise, dos 225 dentes, 14 (6,2%) haviam falhado de maneira distribuída entre os grupos. Destes, 8 (3,5%) descimentaram e 6 (2,7%) tiveram lesão periapical recorrente. Para os autores, a ausência de diferença entre os grupos que combinaram adesivo fotopolimerizável/cimento dual e adesivo/cimento autopolimerizável pode sugerir que, pela análise clínica, a seleção do adesivo e cimento se torna uma questão de preferência pessoal.

EMAMI; SÖDERHOLM²⁵ (2003) testaram a hipótese de que a energia de luz e não o valor de irradiação, é o fator crítico a ser considerado na fotopolimerização de compósitos. Assim, determinaram por espectroscopia Raman o grau de conversão de espécimes de Z-100 e Z-250 com 6mm de diâmetro, profundidade de 2, 4 ou 6mm, fotopolimerizados nos valores de irradiação 200, 450 ou 800mW/cm² por 5, 10, 20, 40, 60 ou 140 segundos. Os autores verificaram que a partir de 2mm de profundidade ocorre uma queda progressiva no grau de conversão, mesmo com altos valores de irradiação e que a espessura do material, seguido pelo tempo de irradiação, são as variáveis mais importantes a serem consideradas. Concluíram que, desde que o compósito fotopolimerizável receba uma quantidade fixa de energia de luz, o grau de conversão é o mesmo, independente do valor da irradiação de luz.

BOUILLAGUET et al.⁷ (2003) testaram a hipótese nula de que a resistência adesiva de cimentos resinosos em condutos radiculares não varia com o fator de configuração cavitária, tipo de agente cimentante e diferentes regiões do conduto. Utilizaram raízes intactas e raízes seccionadas longitudinalmente para cimentação de pinos de resina composta com Single Bond/Rely X ARC, ED Primer/Panavia F, C&B Metabond e FujiPlus. Após os testes de microtração, os autores notaram resistência de união inferior nas raízes intactas quando comparada às seccionadas. A resistência adesiva nas raízes intactas foi significativamente inferior para os cimentos Panavia F e RelyX ARC (ambos dual) devido a um menor alívio dos estresses de polimerização, quando comparado aos cimentos auto-ativados. Rejeitaram a hipótese nula e concluíram que os valores de resistência adesiva são baixos dentro do conduto e as falhas clínicas só não ocorrem porque o remanescente coronário se encarrega majoritariamente da união, quando comparado à dentina radicular.

CHEONG et al.¹⁶ (2003) testaram a hipótese nula de que não há diferença entre os adesivos autocondicionantes de 1 e 2 passos quanto à compatibilidade com os compósitos químicos e dual. Fizeram análise em MET e testes de microtração com os adesivos Clearfil SE Bond e Tyrian SPE/One-Step Plus (autocondicionantes de 2 passos) e Xeno III e Brush&Bond (autocondicionantes de passo único) unidos a compósitos foto e auto ativados em terceiros molares humanos. A hipótese nula não pôde ser aceita, uma vez que encontraram valores de microtração, para os adesivos autocondicionantes de 1 passo, superiores com o compósito fotopolimerizável, quando comparado ao compósito químico. Por outro lado, não houve diferença entre estes valores para os adesivos autocondicionantes de 2 passos. A interface adesivo de passo único/compósito químico revelou falhas e áreas de polimerização incompleta, assim como a percolação de água na camada híbrida. Concluíram que a incompatibilidade dos adesivos autocondicionantes de passo único com os compósitos de polimerização dual/química impossibilita seu uso para os procedimentos adesivos.

WALKER; SPENCER; EICK⁷⁵ (2003) testaram a hipótese de que ocorrem alterações nas propriedades flexurais dos cimentos resinosos após armazenagem em água, com e sem ciclagem dinâmica. Confeccionaram espécimes de 25 x 2 x 2mm³ do cimento Panavia F e armazenaram em água deionizada por 48 horas, 31 e 60 dias, sob agitação com trocas semanais. Em um segundo grupo, aplicaram carga flexural cíclica por 13.000 ciclos com os espécimes banhados em água a 37°C. Em seguida os espécimes foram testados em quatro pontos, em uma máquina de ensaios universal até a fratura para o cálculo do módulo e da resistência flexural. Não encontraram diferenças na resistência flexural para os espécimes armazenados em água com ou sem ciclagem dinâmica. A ciclagem aumentou o módulo flexural em todos os tempos de armazenagem. Os espécimes armazenados em água sem ciclagem apresentaram fraturas na matriz de resina, causadas pela redução da resistência flexural, resultado da plastificação da matriz em contato com a água e possível degradação hidrolítica.

Para avaliar o grau de conversão e a susceptibilidade ao amolecimento de um compósito fotopolimerizado em etapas, após armazenagem em etanol, ASMUSSEN; PEUTZFELDT⁴ (2003) conduziram um experimento utilizando espectroscopia infravermelha (FTIR) e dureza Wallace. No grupo controle os espécimes foram fotopolimerizados por 20 segundos a 750mW/cm². No grupo de fotopolimerização em dois passos, a intensidade pré-polimerização foi de 25, 50, 100, 200 ou 400mw/cm² por 10, 20 ou 40 segundos. Em seguida os espécimes eram fotopolimerizados por 20 segundos a 750mW/cm². O grau de conversão não diferiu para os espécimes de alta (controle) e baixa densidade de energia (intensidade x tempo), porém foi inferior para as densidades de energia intermediárias. A dureza Wallace não revelou diferença significativa previamente ao armazenamento em etanol, porém, o contrário ocorreu com os espécimes de alta e baixa densidade de energia e valores significativamente mais altos (maior penetração) eram observados nos grupos que receberam densidade intermediária.

A hipótese nula de que a união de adesivos convencionais de 2 passos (simplificados) combinados a co-iniciadores químicos, para união a compósitos autopolimerizáveis ou dual não é afetada pelo estado de hidratação da dentina, foi testada por TAY et al.⁶⁹ (2003) por meio de microtração e MET. Superfícies oclusais de dentina foram divididas em 9 grupos: g.1 – (controle) dentina hidratada (H) e fotopolimerização imediata da resina (FI); g.2 – H e fotopolimerização retardada (FR); g.3 – dentina desidratada (D) e FR; g.4 – H e resina autopolimerizável (Q); g.5 – D e Q; g.6 – H e Q combinado a um co-iniciador; g.7 – D e Q com o mesmo co-iniciador do g.6; g.8 – H e Q com 2% de sulfinato benzínico de sódio, um co-iniciador; g.9 – D e Q com o mesmo co-iniciador do g.8. Encontraram uma redução significativa nos valores de microtração no g.2 (H-FR) em relação ao g.1 (H-FI), que se recuperou com a desidratação da dentina (g.3). O grupo 4 (H-Q) apresentou os mais baixos valores, que aumentaram levemente no grupo 5 (D-Q) sem se diferir estatisticamente do g.6, onde foi utilizado um co-iniciador. Este mesmo co-iniciador aplicado sobre a dentina desidratada (g.7) aumentou significativamente a resistência adesiva, embora ainda inferior ao g.1. O uso do sulfinato benzínico de sódio só elevou significativamente a resistência no g.9 (D-Q). Falhas adesivas foram exclusivamente observadas nos grupos 2, 4 e 8. Encontraram nanoinfiltração na camada híbrida de todos os grupos e um padrão de deposição de grãos de prata isolados na camada adesiva e híbrida. Os grupos 2, 6 e 8 apresentaram bolhas de água na interface adesivo-compósito ou no próprio compósito. Já os grupos 4 e 5 evidenciaram ausência total de união entre o adesivo e o compósito.

PRISCO et al.⁵⁷ (2003) investigaram a resistência à fratura da interface pino/cimento por meio de teste de tracionamento e a distribuição de estresse na camada de cimento pelo método do elemento finito. Utilizaram os sistemas de pinos de fibra de carbono, fibra de carbono revestido por fibra de vidro e fibra de vidro com o cimento C&B, formando 10 espécimes para cada grupo. Ainda utilizaram um pino de

fibra translúcido combinado ao cimento resinoso Duo-Link. Os pinos foram cimentados em um orifício de 2,4mm de diâmetro feito no centro de fatias de 2mm de espessura, tiradas do terço médio de terceiros molares. Os valores encontrados para o teste de resistência à tração não foram diferentes entre os grupos, assim como a distribuição de estresses na camada de cimento. Concluíram que os tipos de pino não influenciaram os resultados dos parâmetros estudados.

TAY et al.⁶⁸ (2003) avaliaram, por meio de teste de microtração e análise em MET, os possíveis fatores contribuintes para a incompatibilidade entre os sistemas adesivos autocondicionantes de passo único e os compósitos autopolimerizáveis e dual. Os espécimes constituíam-se de superfícies dentinárias oclusais hidratadas e desidratadas, onde aplicou-se o adesivo auto-condicionante de um passo Xeno CF Bond. A resina composta dual Bis-Core foi aplicada nos modos de polimerização foto, foto com polimerização retardada (20 minutos) e autopolimerizável. Ainda, em alguns espécimes, aplicou-se um co-iniciador químico (Bond Link), que supostamente melhoraria a união de adesivos simplificados de 2 passos. Quatorze dentes foram utilizados para a microtração e outros 14 para MET. Para esta última análise o compósito dual foi substituído por um foto e outro autopolimerizável de mesma composição. A fotopolimerização retardada resultou em queda significativa de resistência à tração na dentina hidratada, quando comparada à fotopolimerização imediata. Já para a dentina desidratada a queda não foi significativa. Porém, o valor mais baixo foi encontrado para dentina hidratada combinada ao cimento autopolimerizável. O valor aumentou ligeiramente para este cimento quando a dentina estava desidratada. Na adição do Bond Link à dentina hidratada, a resistência à tração aumentou, mas ainda foi significativamente inferior à dentina hidratada com fotopolimerização imediata. Este valor somente foi equiparado quando o Bond Link foi unido ao compósito autopolimerizável na dentina desidratada. A presença de bolhas de água predominou nos espécimes de dentina hidratada e fotopolimerização

retardada e autopolimerização. Concluíram que não só as reações químicas adversas entre os monômeros ácidos do adesivo e as aminas terciárias básicas das resinas autopolimerizáveis e dual, mas também o fato de os adesivos autocondicionantes de passo único se comportarem como membranas permeáveis, após a polimerização, são responsáveis pela incompatibilidade destes sistemas.

ROBERTS et al.⁵⁹ (2004) questionaram o efeito do uso de um pino translumínico na profundidade de cura de uma resina composta, empregando o método de dureza Knoop. Para isso preencheram cilindros de 15mm de comprimento com resina Z100 e na tentativa de simular a cimentação em conduto radicular, foi inserido um pino translumínico Luscent no centro e fotopolimerizado por 2 minutos (Optilux 501- 1000 mW/cm²). Como controle realizaram os mesmos procedimentos, porém sem o pino. Encontraram valores mais altos de dureza Knoop em distâncias mais profundas para os espécimes com pino, porém somente nas áreas adjacentes a ele. Em profundidades superiores a 3mm a proporção de cura/dureza Knoop não alcançou a proporção de dureza de 80%, sugerindo polimerização insuficiente em ambos os grupos. Comentaram que trabalhos prévios talvez tenham superestimado a habilidade dos pinos translumínicos de aumentar a profundidade de cura em condutos radiculares.

A fotopolimerização do conjunto pino, sistema adesivo e cimento resinoso pode ser feita em uma única etapa, técnica conhecida por passo único ou em duas etapas, onde o sistema adesivo é fotopolimerizado antes da inserção e fotopolimerização do cimento. Assim, GRANDINI et al.⁴² (2004) testaram a hipótese nula de que ambas as técnicas são eficazes na formação dos “tags” de resina, ramificações laterais de adesivo e zona de interdifusão resina-dentina. Quarenta incisivos e caninos foram divididos em quatro grupos, todos cimentados com Duo-Link, sistema adesivo One-Step e pinos DT Light Post. No grupo 1 utilizaram a técnica de passo único e nos grupos 2, 3 e 4 a de 2 passos, com 30, 60 e 90 segundos de fotopolimerização,

respectivamente. Encontraram, na análise em MEV, com maior frequência, bolhas e lacunas nas interfaces pino/cimento e adesivo/cimento nos espécimes dos grupos 2, 3 e 4 quando comparados ao grupo 1. Este apresentou formação de camada híbrida significativamente mais uniforme, seguido pelos grupos 4, 3 e 2, embora sem diferença estatística para estes últimos. A formação dos “tags” de resina foi estatisticamente superior no grupo 1, sendo que no terço apical dos grupos 4, 3 e 2 foram observados pequenos glóbulos de resina não polimerizada, oriundos da polimerização incompleta do adesivo. Concluíram que a técnica de um passo foi menos efetiva que a de dois, com base nos critérios avaliados.

CALHEIROS et al.¹⁰ (2004) avaliaram a relação entre estresse de contração e grau de polimerização e como ambas variáveis se relacionam com a densidade de energia. Testaram as resinas Filtek Z-250 e Tetric Ceram (híbridas) e Filtek A110 e Heliomolar (micropartículadas), em espécimes de 2mm de altura fotopolimerizados com densidades de energia de 4,5, 13,5, 27, 54 e 108 J/cm². O grau de conversão era medido por espectroscopia fotoacústica infravermelha. Não encontraram diferenças no grau de conversão para densidades acima de 27 J/cm² (30 segundos a 450 mW/cm²). De forma geral, maiores densidades de energia geraram valores mais altos de contração. Concluíram que o uso de alta densidade de energia não está necessariamente ligado a significantes aumentos do grau de conversão, podendo significar um aumento nos estresses por contração.

Em estudo realizado em MEV e MET, FERRARI et al.³⁸ (2004) encontraram evidências de desintegração da matriz de colágeno ao longo do conduto de dentes tratados endodonticamente e que haviam recebido pinos cimentados com fosfato de zinco há até 12 anos. As características indicativas de atividade colagenolítica se agravaram nos últimos períodos de observação, sendo encontrada, inclusive, a presença de bactérias no conduto. A significância destes achados se dá no fato do ácido fosfórico agir de forma semelhante ao fosfato de zinco na desmineralização do

substrato dentinário, e considerando que a atividade enzimática pode iniciar nas fibrilas colágenas desnudas, parece razoável que áreas de dentina incompletamente infiltrada pelos recentes sistemas adesivos estejam susceptíveis a estas alterações.

SERAFINO et al.⁶³ (2004) avaliaram, em MEV, as superfícies dentinárias de condutos preparados para receber pinos, previamente tratadas endodonticamente por diferentes técnicas de obturação, com diferentes soluções irrigadoras e submetidas ao condicionamento com ácido fosfórico. Não encontraram diferenças na quantidade de resíduos após o preparo e ataque ácido, independente das soluções irrigadoras (NaOCl e EDTA) ou técnicas de obturação (condensação lateral a frio ou condensação vertical) empregadas. Sugeriram que a ação das brocas utilizadas durante o preparo do conduto cria uma nova “smear layer”, rica em remanescentes de cimento e gutapercha, plastificados pelo calor friccional gerado durante o preparo e que dificulta a penetração e ação química do ácido fosfórico, sendo mais espessa na região apical do que na cervical, sugerindo uma efetividade diferente do condicionamento ao longo do conduto.

Em um estudo *in vivo*, TAY et al.⁷⁰ (2004) testaram a hipótese de que os adesivos convencionais de passo único são efetivos na redução da permeabilidade dentinária. Prepararam 16 dentes posteriores polpados para receber próteses fixa e os dividiram aleatoriamente em 4 grupos para receber adesivos Single Bond, Excite DSC, Prime & Bond NT Dual Cure e One-Step. Os dentes foram moldados para que pudessem ser feitas réplicas para análise em MEV em 3 circunstâncias: logo após o preparo, em seguida ao condicionamento ácido e aplicação do adesivo e após 10 a 14 dias, quando da cimentação da prótese definitiva. Encontraram transudação do fluido dentinário na camada adesiva, na forma de bolhas de água em todos os grupos em seguida à aplicação do adesivo e após 10-14 dias. Notaram que os adesivos foram menos efetivos em selar a dentina recentemente preparada que a “smear layer”.

Concluíram que, nesta situação, os adesivos utilizados se comportaram como membranas permeáveis após a polimerização.

Baseados na observação de que a matriz resinosa de um pino de fibra de vidro com ligações cruzadas de alta densidade, dificultam a penetração dos monômeros contidos nos cimentos resinosos, LE BELL et al.⁴⁵ (2004) compararam a resistência de união destes com aqueles contendo uma semi-rede de polímeros interpenetrantes (RPI). Selecionaram 2 marcas comerciais de pinos de fibra de vidro lisos de semi-RPI, 2 de fibra de vidro, sendo 1 liso e outro serrilhado e 2 de fibra de carbono, sendo 1 liso e outro serrilhado, compostos de matriz com ligações cruzadas e, como controle, pinos de titânio serrilhados. Os pinos foram cimentados em discos de 2,2mm de altura com o cimento ParaPost e tracionados a seco e após termociclagem. Depois do pino de titânio, ambos os pinos lisos de semi-RPI alcançaram os maiores valores de tração. Nos pinos lisos, cuja matriz caracterizava-se por ligações cruzadas, o cimento não aderiu à superfície do pino. Nos serrilhados, a carga pareceu se concentrar na margem onde as fibras são seccionadas. A termociclagem aumentou a resistência à tração em virtude da expansão transversal provocada pelo calor. Concluíram que a união pino/cimento pode ser melhorada com o uso de pinos de fibra de vidro com matriz de semi-RPI.

Com o propósito de comparar a consistência dos métodos de microtração e de extrusão na avaliação da resistência de união no interior do conduto e também de identificar a existência de diferenças nas condições de adesão, por meio dos mesmos métodos e nos diferentes níveis da raiz, GORACCI et al.⁴¹ (2004) dividiram 30 dentes anteriores tratados endodonticamente em 2 grupos. No grupo A, os pinos de fibra de vidro eram cimentados com Excite DSC e Variolink II e no grupo B com Rely X Unicem. Seis espécimes de cada grupo eram preparados com forma de ampulheta e de palito para os testes de microtração e mais 6 de cada eram preparados para os testes de extrusão. Apesar de ter ocorrido freqüente perda prematura dos espécimes

em forma de ampulheta, os valores de resistência de união foram superiores no grupo B para o terço cervical e progressivamente inferiores de apical para coronal no grupo A. O método de microtração apresentou valores de desvio padrão semelhantes ou superiores à média dos resultados, a ponto de se questionar a confiabilidade e reprodutibilidade do método. Já os espécimes em forma de palito falharam prematuramente quase que na sua totalidade. Por sua vez, o teste de extrusão revelou resistência de adesão superior para o grupo A, que foi progressivamente reduzida de coronal para apical. No grupo B os valores foram na cervical inferiores aos do A, mas não diferentes nos terços médio e apical. Os autores sugeriram que o teste de extrusão é mais confiável que o de microtração para avaliação da resistência adesiva de pinos de fibra de vidro cimentados em raízes íntegras.

Para testar as hipóteses nulas de que não há diferença na resistência de união entre pinos de fibra e zircônio cimentados com diferentes agentes de cimentação e entre os diferentes níveis da raiz, PERDIGÃO; GERALDELI; LEE⁵⁵ (2004) prepararam 32 dentes anteriores e os dividiram em 8 grupos de 4 dentes cada. As seguintes combinações de pino, sistema adesivo e cimento resinoso foram utilizadas: pino Cosmopost combinado ao Excite DSC e Variolink II, Excite e Variolink II, Excite DSC e cimento resinoso autopolimerizável experimental, pinos FRC Postec combinados ao Excite DSC e cimento resinoso experimental autopolimerizável, Excite DSC e Variolink II, Syntac Classic e Variolink II, pino C-Post cimentado com One-Step e Hi-X e pino ParaPost combinado ao adesivo e cimento ParaPost. Após seccionarem os dentes em 3 fatias transversais nos terços cervical, médio e apical e aplicarem o teste de extrusão, os autores observaram que o sistema adesivo não influenciou os valores de resistência de união entre os pinos Cosmopost e FRC Postec. Contudo, este último apresentou valores superiores de resistência, independentemente do sistema utilizado. Quanto aos diferentes níveis radiculares, encontraram os maiores valores de

resistência de união no terço cervical, quando comparado ao apical. O terço médio não foi estatisticamente diferente do apical.

Sabendo que os conceitos de permeabilidade dos adesivos também são aplicáveis aos cimentos resinosos, CARVALHO et al.¹³ (2004) testaram a hipótese nula de que a aplicação de uma cobertura de resina hidrofóbica sobre adesivos auto-condicionantes de 1 e 2 passos não produz efeitos na união de cimentos resinosos à dentina hidratada. Vinte e oito terceiros molares tiveram a superfície oclusal removida, gerando superfícies dentinárias planas. Quatro grupos experimentais foram testados por meio de microtração, MEV e MET, sendo: grupo A – Panavia F combinado ao ED Primer; grupo B – Panavia F e ED Primer coberto por uma resina adesiva de baixa viscosidade (Scotchbond Multipurpose Plus), grupo C – Bistite II DC e respectivo adesivo (autocondicionante de 2 passos) e grupo D – Bistite II DC com o respectivo adesivo coberto pelo mesmo adesivo do grupo B. No caso do Panavia F, houve um aumento significativo no valor de microtração quando o ED primer foi coberto por uma camada de Scotchbond (grupo B), o que não ocorreu para o Bistite II DC. Este cimento, quando coberto pelo Scotchbond (grupo D), obteve resistência à microtração semelhante ao grupo B. A análise em MET revelou alterações na interface do grupo A (ED Primer) induzidas pela ação da água infiltrada. O adesivo auto-condicionante de 2 passos do Bistite II DC apresentou nanoinfiltração severa. Para ambos os cimentos a nanoinfiltração foi reduzida pela adição do Scotchbond Multipurpose Plus. Os autores rejeitaram, desta forma, a hipótese nula.

A passagem de água pela camada híbrida foi avaliada por CHERSONI et al.¹⁷ (2004) com os adesivos Prime&Bond NT (PB), Admira Bond (AB) e Clearfil SE Bond (SEB), aplicados sobre dentina condicionada com ácido fosfórico (grupo 1), condicionada com ácido fosfórico e irrigada com glutaraldeído a 10% por 120 segundos (grupo 2), e condicionada com ácido fosfórico e irrigada com hipoclorito de sódio a 5% por 120 segundos (grupo 3). Após seccionados e polidos, os espécimes

foram moldados e réplicas foram confeccionadas imediatamente e após 3 e 12 horas para análise em MEV. Alguns espécimes foram também metalizados para serem comparados com as réplicas e encontrou-se que as características morfológicas de ambos (espécime e réplica) foram similares. Em todos os sistemas adesivos houve formação da camada híbrida, exceto quando tratado com NaOCl. Foram observadas bolhas de água na camada híbrida de todos os espécimes, exceto do grupo 2 (NaOCl), que foram similares após 3 e 12 horas de armazenagem.

Em simulações de canais radiculares preenchidos com resina composta fotopolimerizável, YOLDAS; ALAÇAM⁷⁶ (2005) testaram a microdureza Knoop de um compósito, usando diferentes pinos. Preencheram cilindros plásticos pretos de 15mm de comprimento e 4mm de diâmetro com a resina Tetric Ceram e posicionaram pinos translumínicos (Luminex-Dentatus), de fibra de vidro (Postec) e um grupo controle sem pino, formando 3 grupos de 10 espécimes cada. Foi feita a polimerização a 460 mW/cm² por 90 segundos. Os espécimes eram testados após 24 horas com um microdurômetro por 10 segundos, com carga de 100g nas profundidades de 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14mm. No grupo controle as medidas não puderam ser efetuadas a partir dos 4mm devido à falta de polimerização. Já para os pinos translumínicos e de fibra de vidro não houve diferença nos valores de microdureza até os 10mm de profundidade. Contudo, além dos 10mm a microdureza do pino de fibra de vidro não pôde ser avaliada, em virtude da insuficiente polimerização. Por sua vez, o pino translumínico pôde ser avaliado até 14mm de profundidade.

Para FERRACANE³¹ (2005) os estresses internos gerados nos compósitos são transmitidos para a interface dente-resina de maneira similar a uma força de tração. Assim, para aliviar estes estresses a contração do polímero ocorrerá a partir de uma superfície livre. Torna-se lógico deduzir que os estresses na interface serão reduzidos em cavidades com a menor área de superfície confinada, a exemplo das restaurações

de classe IV. Uma vez que os estresses de contração excedem a resistência adesiva local, formam-se lacunas na interface.

CARRILHO et al.¹¹ (2005) testaram o módulo de elasticidade aparente (EA) e o estresse verdadeiro (EV) da resina composta Z-250, de dentina mineralizada e desmineralizada e dos adesivos Single Bond, One Step e Clearfil Liner Bond 2V-CL, nas seguintes condições: após 24 horas em água destilada (controle) e um ano em água destilada ou óleo mineral, todos a 37°C. A armazenagem em água por um ano não alterou os parâmetros estudados na dentina mineralizada e desmineralizada, porém houve redução significativa para a resina Z-250 e sistemas adesivos, com exceção do Clearfil que não se alterou. A armazenagem em óleo mineral por um ano não alterou o EA nem o EV da Z-250 e dentina mineralizada, mas aumentou o EV de todos os sistemas adesivos e o EA do One Step e Clearfil. A armazenagem em óleo por um ano reduziu o EA e EV na dentina desmineralizada.

CHERSONI et al.¹⁸ (2005) investigaram *in vivo* a passagem de fluídos na dentina intra-radicular após a polimerização de adesivos convencionais de 3 e 2 passos (All-Bond 2; Single Bond e One-Step Plus) e autocondicionantes de 2 e 1 passo (Tyrian SPE/One-Step Plus; Xeno III e One-Up Bond F). Prepararam 28 dentes tratados endodonticamente e aplicaram cada adesivo em 4 dentes. Como controle selecionaram 4 dentes e não aplicaram nenhum sistema adesivo, sendo que 2 receberam condicionamento ácido e 2 não. Para avaliar a passagem de fluidos, moldaram os condutos com silicona de adição, obtiveram réplicas com poliéter e as observaram em MEV. Tanto no controle quanto nos sistemas convencionais de 2 passos e autocondicionantes, observaram a presença de gotículas de fluídos na camada adesiva em quantidades significativamente maiores do que nas réplicas onde se usou um sistema convencional de 3 passos. Neste último caso, apenas 1 réplica apresentou ligeira passagem de fluídos. Concluíram que, embora a adição de catalisadores ternários tornassem os adesivos simplificados mais compatíveis com os

cimentos autopolimerizáveis e tornassem os adesivos simplificados mais compatíveis com os cimentos autopolimerizáveis e dual, sua afinidade à água faz com que funcionem como membranas permeáveis após a polimerização. Desta forma o uso de adesivos convencionais de 3 passos, menos permeáveis, parecem ser uma alternativa lógica.

3- Proposição

O objetivo deste trabalho foi quantificar, em MEV, a continuidade do cimento na interface com a dentina, de 4 cimentos resinosos com diferentes modos de polimerização, empregados na cimentação de pinos de fibra de vidro, nas seguintes condições:

- 3.1- 48 horas após cimentação;
- 3.2 - após imersão em solvente;
- 3.3 - após armazenagem em água por 3 meses.

4- Material e métodos

4- Material e métodos

Foram selecionados 40 dentes incisivos bovinos, recentemente extraídos, com dimensões semelhantes. As coroas eram seccionadas com disco diamantado, sob irrigação, de forma a padronizar o comprimento do remanescente radicular em 15 mm.

Os dentes tiveram os condutos instrumentados até a lima nº 35 e obturados com cimento contendo hidróxido de cálcio (Sealer 26, Dentsply, Rio de Janeiro, lote 142592) e cones de guta-percha (Endo Points, lote 005), pela técnica da condensação lateral. A irrigação durante o preparo foi feita com soro fisiológico.

Os preparos intra-radiculares eram feitos com a broca fornecida pelo fabricante do pino Fibrekor post (Jeneric Pentron Incorporated, EUA) com diâmetro de 1,5mm, correspondente ao diâmetro do pino de fibra de vidro utilizado, na profundidade de 10mm, em baixa rotação e sob irrigação. Os pinos de 18mm de comprimento eram seccionados de forma a deixar 4 mm remanescentes na região coronal, simulando o comprimento necessário para a confecção do núcleo de preenchimento.

Em seguida os dentes eram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos de 10, em função do cimento utilizado. Antes da cimentação cada espécime era envolto em uma gaze umedecida com água deionizada para simular a condição úmida da dentina.

4.1) Formação dos Grupos:

Grupo 1: **Multilink** (Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein) – autopolimerizável, lote G10444

- Sistema adesivo:
 - Multilink primer A: solução aquosa de iniciadores

- Multilink primer B: HEMA e monômeros de ácido fosfônico e de ácido acrílico.
- Cimento: seringa dupla Multilink contendo as 2 pastas para mistura. A matriz de monômero é constituída de Bis-EMA etoxilado, UDMA, Bis-GMA e HEMA. As partículas inorgânicas são de vidro de bário, trifluoreto de itérbio e óxidos esferoidais mistos.

Uma gota do primer A com uma do primer B eram dispensadas em um recipiente fornecido pelo fabricante, misturados e levados no interior do conduto com um micropincel (KG brush, Denbur Inc., Baureri). Os excessos eram removidos com um cone de papel absorvente (Endo Points, lote 005) e leves jatos de ar eram aplicados na embocadura do conduto. Após um minuto as pastas do cimento eram espatuladas, colocadas em volta do pino e este era inserido no conduto. Seguindo as recomendações do fabricante, não foi utilizada broca lentulo para levar o cimento no interior do conduto. Os excessos de cimento eram removidos e o pino era mantido em posição por pressão digital até que houvesse uma estabilização do conjunto pela autopolimerização do cimento.

Grupo 2: Variolink II (Ivoclar Vivadent – Liechtenstein) – dual, lote F54523

- Sistema adesivo: Excite DSC (small endo) contendo HEMA, dimetacrilato, acrilato do ácido fosfônico, dióxido de silício altamente disperso, iniciadores e estabilizadores em uma solução alcoólica. O micropincel é revestido com os iniciadores.
- Cimento: matriz de monômero composta de Bis-GMA, dimetacrilato de uretano e trietilenoglicoldimetacrilato. Carga inorgânica constituída por vidro de bário, trifluoreto de itérbio, vidro de fluorsilicato de bário e alumínio e óxidos mistos

esferoidais. Além disso, contém catalisadores, estabilizadores e pigmentos.

O gel de ácido fosfórico a 37% (Total Etch, Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein), fornecido pelo fabricante era aplicado no interior do conduto por 15 segundos. Em seguida o conduto era lavado com água deionizada por meio de irrigação com seringa e agulha hipodérmica por 30 segundos. Os excessos de água eram removidos com cones de papel absorvente. O micropincel, contendo o iniciador em suas cerdas, também fornecido pelo fabricante, era introduzido no compartimento contendo o adesivo dual Excite DSC e em seguida levado às paredes do conduto em toda sua extensão. Os excessos eram removidos com um cone de papel absorvente e leves jatos de ar e, após um minuto, procedeu-se à fotopolimerização do adesivo pela embocadura do conduto por 20 segundos. A pasta base era misturada à pasta catalisadora A3, aplicada sobre o pino e levada ao interior do conduto com uma broca lentulo. Em seguida o pino era inserido em toda a extensão preparada do conduto, os excessos eram removidos e o cimento fotopolimerizado por 40 segundos. A ponta da lâmpada fotopolimerizadora (Optilux 501, 750 mW/cm²) era colocada sobre a extremidade do pino para que a própria pressão exercida pela ponta da lâmpada mantivesse o pino em posição até a polimerização do cimento.

Grupo 3: **Enforce** (Dentsply Industria e Comércio, Rio de Janeiro) – dual

- Sistema adesivo:

- Prime & Bond 2.1 (lote 109261): resinas dimetacrilato elastoméricas, penta, fotoiniciadores, estabilizadores, hidrofluoretos de cetilamina e acetona.
- Self Cure Activator (lote 114184): Sulfonato de Sódio Aromático, acetona, etanol.

- Cimento:

- Pasta base matizada A3 (lote 114134): TEGDMA, BDMA, vidro de boro silicato de alumínio e bário silanizado, sílica pirolítica silanizada, canforoquinona, EDAB, BHT, pigmentos minerais e DHEPT.
- Pasta catalizadora (lote 114184): dióxido de titânio, sílica pirolítica silanizada, pigmento mineral, resina Bis-GMA, BHT, EDAB, TEGDMA, peróxido de benzoíla.

O gel de ácido fosfórico a 37% (Condicionador Dental Gel, lote 89872), fornecido pelo fabricante era aplicado no interior do conduto por 15 segundos. Em seguida, o conduto era lavado com água deionizada por meio de irrigação com seringa e agulha hipodérmica por 30 segundos. Os excessos de água eram removidos com cones de papel absorvente e leves jatos de ar. Uma gota do Prime & Bond 2.1 e uma gota do Self Cure Activator eram dispensadas em recipiente próprio e levada em toda extensão do conduto e no pino por meio de um micropincel (KG brush, Denbur Inc., Baureri). Os excessos eram removidos com cones de papel absorvente e leves jatos de ar e após um minuto o adesivo era fotopolimerizado por 40 segundos através da embocadura do conduto. A pasta base matizada A3 era misturada à pasta catalizadora e levada no interior do conduto por meio de uma broca lentulo, sendo uma camada aplicada sobre o pino. Os excessos eram removidos e o conjunto era fotopolimerizado por 40 segundos, seguindo os procedimentos feitos para o grupo 2.

Grupo 4: Enforce: fotopolimerizável

- Sistema adesivo: o mesmo do grupo 3
- Cimento:
 - Pasta base matizada A3

- pasta de mistura para veneer (PV – lote 210106): dióxido de titânio, sílica pirolítica silanizada, pigmento mineral, resina Bis-GMA, BHT, EDAB, TEGDMA.

Os procedimentos adesivos eram idênticos aos realizados no grupo 3, sendo que para cimentação misturou-se a pasta base matizada A3 à pasta de mistura para veneer (PV), que cobria o pino e também era levada para o interior do conduto com uma broca lentulo. Removeu-se os excessos e a fotopolimerização era realizada como nos grupos 2 e 3.

Todos os procedimentos e materiais utilizados seguiram as instruções dos fabricantes. Dez minutos após a cimentação, ainda envoltos em gaze umedecida, os espécimes eram armazenados em recipientes plásticos pretos, individualizados e identificados, com 10ml de água deionizada e em seguida levados à estufa a 37°C.

4.2) Seccionamento dos espécimes

Quarenta e oito horas após a cimentação as raízes eram seccionadas longitudinalmente com um disco diamantado (Diamond Wafering Blade – Extec, EUA) em uma máquina especial para cortes seriados (Isomet 2000 precision saw - Buehler, Lake Bluff, New York, EUA), em baixa velocidade e constante irrigação, sendo um corte central e outro lateral e paralelo a este, para facilitar a fixação dos espécimes nas placas de resina acrílica na etapa de polimento em politriz (figuras 1 e 2). Isto permitiu que a superfície a ser polida ficasse paralela à base do espécime, evitando desgastes excessivos durante o polimento.

Fig.1: esquema mostrando os cortes central e lateral.

Fig.2: espécime seccionado e posicionado na placa para polimento

Os espécimes eram então fixados às placas mencionadas com cera pegajosa e polidas em politriz (Arotec, APL-4, Cotia, S.P.) obedecendo a seguinte seqüência:

- 1-) lixas de carbeto de silício, granulação 600 (Rhynowet, Indasa, Portugal), por 1 minuto.

2-) lixas de carbeto de silício, granulação 1200 por 3 minutos.

3-) lixas de carbeto de silício, granulação 2000, por 5 minutos.

O polimento foi feito em baixa velocidade e sob constante irrigação. A cada troca de lixa os espécimes eram deixados em banho ultrassônico por 10 minutos com água deionizada. Em seguida, os espécimes eram polidos com as pastas diamantadas de granulação de 6 e 3 μm (Arotec, Cotia, SP), nos respectivos panos para polimento modelos TOP e RAM (Arotec, Cotia, SP), também em baixa velocidade e sob constante irrigação com água deionizada. Após o polimento com a pasta de 6 μm os espécimes eram levados ao ultrasom por 10 minutos e, no final do polimento com a pasta de 3 μm , os espécimes eram novamente limpos em ultrasom por 30 minutos (figura 3).

Fig.3: espécime polido

Para avaliação da interface cimento/dentina em MEV, utilizou-se réplicas em resina epóxica, uma vez que estudos de FERRARI et al.³³ 2000, VICHI et al.⁷⁴ 2002, FERRARI et al.³⁶ 2002, FERRARI et al.³⁷ 2002, MANNOCCI et al.⁴⁹ 2003, mostraram que o vácuo criado pelo metalizador e pela câmara do MEV, assim como a desidratação do espécime, poderiam ser os responsáveis por falhas encontradas entre a camada adesiva e o cimento. Tal achado geraria artefatos na leitura e conseqüentes resultados falso-positivos e distorcidos. Deste modo, após a

moldagem com silicona de adição (3M-Express, St. Paul, Minnesota, EUA) os moldes eram colocados em estufa a 37°C para liberação de gases e após 24 horas, limpos por 10 minutos com água deionizada em ultrassom e secos com jatos de ar filtrado. Misturou-se 2ml da resina Poly/Bed 812 (Polysciences, Inc., Warrington, PA, EUA), com 1,8ml do endurecedor Nadic Methyl Anhydride ((Polysciences, Inc., Warrington, PA, EUA) e 3 gotas do acelerador DMP-30 ((Polysciences, Inc., Warrington, PA, EUA) em um recipiente plástico. Em seguida a resina era colocada em um degaseificador a 600mm/Hg, por 30 minutos, para remoção de bolhas e vazada nos moldes. Estes eram inseridos em recipientes plásticos individualizados e identificados e colocados em estufa a 37°C por 48 horas.

Para a remoção da resina não polimerizada, as mesmas metades das raízes moldadas eram imersas em 10ml de solvente MEK (Methyl Ethyl Ketone, 2-Butanone, 99+%, Acros, Bélgica), condicionadas individualmente em recipientes de vidro e submetidas à agitação por 20 minutos em ultrassom.

Em seguida os espécimes eram mantidos por 24 horas em água destilada para reidratação, uma vez que o solvente, sendo hidrofílico e altamente volátil, promove uma redução dimensional da dentina. Procedeu-se então a uma nova moldagem, como a realizada anteriormente, e obteve-se novas réplicas para que as interfaces antes e pós MEK pudessem ser comparadas.

Para avaliação do efeito da água na deterioração da interface cimento/dentina após 3 meses, as mesmas raízes seccionadas eram novamente levadas à estufa a 37°C e imersas em 10ml de água deionizada que era trocada quinzenalmente. Após este período elas eram novamente imersas em MEK por 20 minutos, reidratadas por 24 horas, moldadas como descrito anteriormente e novas réplicas eram obtidas para comparação e avaliação com as 2 condições anteriores.

4.3-) Preparo dos espécimes para análise em MEV

As réplicas eram metalizadas (Bal-tec SCD 050 Sputter Coater, São Paulo, Brasil) com ouro e analisadas em MEV (JEOL JSM-5600LV Scanning Electron Microscope, Japan), operando a 15kV.

Duas marcações eram feitas com o auxílio de um bisturi na superfície externa das réplicas, aproximadamente 3,3 e 6,6mm de distância da cervical, para orientação durante a leitura das réplicas, da localização das mensurações feitas nos terços médio e apical (figura 4).

Fig. 4: réplica metalizada com as marcações feitas.

Inicialmente era feita uma quantificação do perímetro total da interface cimento/dentina, em baixa magnificação (18 X) e, em seguida, quantificava-se a continuidade da interface cimento resinoso/dentina. Estes procedimentos eram realizados nas réplicas correspondentes aos 3 períodos analisados: pós cimentação, pós imersão em MEK e pós armazenagem em água por 3 meses. Para isso utilizou-se a ferramenta de mensuração contida no software do MEV e as imagens referentes a cada terço em todas as réplicas eram capturadas para que pudesse ser feita a análise da localização das falhas existentes.

4.4) Análise estatística dos resultados

O teste de análise de variância (ANOVA) a 2 critérios foi usado para analisar a relação entre cimentos e tratamentos na continuidade da interface cimento/dentina. Quando uma diferença estatística fosse detectada, o teste de comparação múltipla de Tukey seria empregado ($p=0,05$).

5- Resultados

Os resultados das medidas feitas na interface cimento/dentina nas três diferentes fases da pesquisa e que estão apresentados na tabela 1, referem-se às diferenças entre todo o perímetro da raiz disponível para contato com o cimento com o valor de continuidade obtido na interface cimento/dentina. O teste ANOVA a dois critérios revelou diferenças estatisticamente significativas entre os cimentos e após 3 meses de armazenagem em água. Os melhores resultados foram obtidos com os cimentos Enforce Dual e Enforce PV, seguidos pelos cimentos Multilink e Variolink, nas fases pós cimentação e pós imersão em MEK. O teste de Tukey mostrou diferenças significativas entre os cimentos Multilink e Variolink com os cimentos Enforce Dual e Enforce PV para estas duas condições. Contudo, após 3 meses de armazenagem em água, com trocas quinzenais e nova imersão em MEK, houve uma significativa redução nos valores de continuidade na interface cimento/dentina para todos os grupos; Multilink com 3,31% de continuidade ao longo desta interface, seguido pelos cimentos Variolink II com 1,87%, Enforce Dual com 1,2 % e Enforce PV com a 0,75%.

Cimento	Após cimentação (%)	Após imersão em MEK (%)	3 meses (%)
Multilink	$8,25 \pm 6,84^A$	$7,62 \pm 5,35^A$	$3,31 \pm 3,36^C$
Variolink II	$10,08 \pm 8,27^A$	$10,77 \pm 8,44^A$	$1,87 \pm 1,47^D$
Enforce Dual	$25,11 \pm 16,17^B$	$23,95 \pm 15,58^B$	$1,20 \pm 1,71^D$
Enforce PV	$27,60 \pm 15,75^B$	$24,29 \pm 9,57^B$	$0,75 \pm 0,64^E$

Tabela 1: Médias (%) dos valores de continuidade da interface cimento/dentina e desvio padrão, para os cimentos e condições testadas. Os grupos com as mesmas letras indicam ausência de significância estatística.

O gráfico abaixo mostra o comportamento dos diferentes cimentos nas três, diferentes fases avaliadas.

As imagens obtidas em MEV mostraram diferenças na interface cimento/dentina para alguns cimentos e algumas fases. Uma análise da localização das falhas revelou que a maioria das lacunas se localizava nos terços médio e apical (figura 5A) para ambos os cimentos Multilink e Variolink II, antes da imersão em MEK, enquanto que o terço cervical apresentou a melhor continuidade de união (figura 5B). Este mesmo terço também esteve livre de falhas nos espécimes cimentados com Enforce Dual e Enforce PV, assim como o terço médio (figuras 5C e 5D). Em contraste, o terço apical apresentou falhas de continuidade do cimento com a dentina na maioria dos espécimes.

Fig. 5A

Fig.5B

Fig.5C

Fig.5D

Fig. 5) Imagens feitas em MEV, antes da imersão em MEK, comparando as interfaces cimento/dentina dos diferentes cimentos, ao longo do conduto. A) A maioria dos espécimes do cimento Multilink (grupo 1) apresentaram falhas no terço apical, representadas por uma lacuna contínua que normalmente se iniciava no terço médio.

Em contraste, a interface do cimento com o pino permaneceu intacta. B) O terço cervical dos espécimes Variolink II (grupo 2) era normalmente representado por uma adequada união cimento/dentina. C) Continuidade na interface também pôde ser notada no terço médio dos espécimes cimentados com Enforce Dual, assim como naqueles do Enforce PV (D). (P-pino, C-cimento, D-dentina).

Embora não significativa, foi encontrada redução na continuidade da interface cimento/dentina após imersão em MEK para todos os espécimes, com exceção do Variolink II (grupo 2). Neste grupo, o ligeiro aumento na continuidade pode ter sido resultado de interpretação durante a leitura das interfaces. Quando houve redução, ela pôde ser mais comumente evidenciada para o terço médio e apical (figuras 6A e 6B). Contudo, após três meses de armazenagem em água, a maioria das falhas se estendeu nos terços médio e apical (figura 6C).

Fig. 6A

Fig. 6B

Fig. 6C

Fig. 6) Terço médio de um espécime do cimento Enforce Dual (grupo 3) nas três diferentes fases. A) Antes do banho ultrasônico em MEK é possível observar continuidade na interface resina/dentina. B) Após imersão em MEK abriu-se uma lacuna na interface cimento/dentina. C) Três meses após armazenagem em água, formou-se uma extensa falha, notável mesmo em baixa magnificação (50 x). É interessante ressaltar que a continuidade na interface cimento/pino não foi afetada após este período. (P-pino, C-cimento resinoso e D-dentina).

O terço cervical também apresentou falhas de continuidade na maioria dos espécimes após 3 meses (figuras. 7 A, B, C e D).

Fig. 7A

Fig. 7B

Fig. 7C

Fig. 7D

Fig. 7) Três meses após armazenagem em água com segunda imersão em MEK, a maioria dos espécimes apresentou falhas na interface cimento/dentina. A) Multilink, (B)

Variolink (C), Enforce Dual e (D) Enforce PV. Em maior magnificação (C e D) observou-se “tags” de resina uniformes e densos. (P-pino, C-cimento resinoso e D-dentina).

Constatou-se, com frequência, a presença de bolhas de água ao longo da camada do cimento, especialmente na região apical (figuras 8 A, B, C e D).

Fig. 8A

Fig. 8B

Fig. 8C

Fig. 8D

Fig. 8) Transudação de água na camada do cimento das réplicas na região apical do Enforce PV (A) e Enforce Dual (B), terço médio de uma réplica do Variolink II (C) e cervical do Multilink(D). (P-pino, C-cimento resinoso e D-dentina).

6- Discussão

O sucesso clínico dos pinos de fibra, evidenciados em estudos retrospectivos (FERRARI et al.³⁴ 2000) e prospectivos (MONTICELLI et al.⁵⁰ 2003), parece estar relacionado com a necessidade da existência de um remanescente coronário igual ou superior a 2mm de altura. Tão importante quanto, é o uso de um micropincel para levar o adesivo ao conduto (FERRARI et al.³⁶ 2002; FERRARI et al.³⁷ 2002), a fotopolimerização do adesivo antes da inserção do cimento e a escolha de um sistema adesivo, preferencialmente convencional de 3 passos, para obtenção de uma retenção micromecânica baseada em uma adequada zona de interdifusão resina-dentina, formação de “tags” de resina e ramificações laterais de adesivo.

Embora a espectroscopia infravermelha seja um método bastante preciso para avaliar o grau de conversão, outros métodos como o teste de microdureza, raspagem (scraping) e cromatografia líquida têm sido usados para determinar a profundidade de cura de compósitos (ROBERTS et al.⁵⁹ 2004). Um método alternativo e simples consiste em remover o monômero residual agitando espécimes de compósito em um solvente orgânico, como a acetona (GEE⁴⁰ 2001) ou o solvente MEK (CAUGHMAN et al.¹⁴ 2000; ERGLE; RUEGGEBERG²⁶ 2000), empregado neste estudo.

Como consequência da baixa porcentagem de continuidade alcançada na interface cimento resinoso/dentina obtida neste estudo, como pode ser observado na tabela 1 e gráfico, poderia-se especular que as falhas encontradas seriam resultado de artefatos criados pela preparação dos espécimes para análise em MEV, como foi sugerido em trabalhos prévios (VICHI et al.⁷⁴ 2002, FERRARI et al.³³ 2000, MANNOCCI et al.⁴⁹ 2003, FERRARI et al.³⁶ 2002, FERRARI et al.³⁷ 2002). Contudo, estudos (MANNOCCI; FERRARI; WATSON⁴⁸ 2001, MANNOCCI et al.⁴⁹ 2003) que avaliaram a microinfiltração destas interfaces, em microscopia confocal, que mantém os espécimes praticamente inalterados e elimina o risco de uma interpretação

equivocada, demonstraram falhas semelhantes. Portanto, sugere-se que outros fatores estejam envolvidos na formação de uma interface com falhas como as encontradas neste estudo.

Apesar da padronização dos procedimentos laboratoriais e obediência às recomendações sugeridas pelos fabricantes, pôde-se notar um desvio padrão alto. Contudo, as características encontradas na análise da interface cimento/dentina permitiram que as diferenças fossem detectadas na análise em MEV, não afetando os resultados deste estudo.

O fator C permanece um desafio quando da cimentação de pinos em condutos radiculares. A contração volumétrica que resulta da polimerização dos compósitos é da ordem de 1,5 a 5%, resultando no desenvolvimento de estresses internos (FERRACANE³¹, 2005). Tais estresses são transferidos para a interface dente/resina como forças de tração (CARVALHO et al.¹² 1996) e é possível que quanto mais dificultado for o escoamento do compósito, como ocorre nos condutos radiculares, maior será o estresse gerado na interface (ALSTER et al.¹ 1997). BOUILLAGUET et al.⁷ (2003) encontraram valores mais altos de resistência de união quando a cimentação de pinos era feita em raízes seccionadas e valores inferiores para as situações onde a adesão era feita em raízes íntegras, como ocorre clinicamente. Foi sugerido que os estresses de polimerização gerados em condutos radiculares podem ser tão intensos que os cimentos resinosos perdem a união com as paredes dentinárias, criando assim falhas na interface (MANNOCCI et al.⁴⁹ 2003, GORACCI et al.⁴¹ 2004). Ainda, devido à redução ou eliminação da quantidade de carga, necessária para o escoamento do cimento, deve-se esperar contração de polimerização elevada (MAK et al.⁴⁷ 2002).

Embora a contração de polimerização possa ser minimizada pelo uso de cimentos autopolimerizáveis, que apresentam maior tempo de escoamento do que os cimentos fotopolimerizáveis (FEILZER et al.²⁸ 1993), os resultados deste estudo

mostraram uma tendência aumentada de falhas na interface para o cimento autopolimerizável Multilink, antes da imersão em MEK (fig. 5A), quando comparado aos cimentos resinosos fotopolimerizável e dual. Portanto, considerando que os cimentos Enforce Dual e Enforce PV resultaram em maior continuidade ao longo da interface resina/dentina, parece razoável suspeitar que a incompatibilidade entre o sistema adesivo e cimento resinoso ou mesmo a permeabilidade da camada adesiva tenham afetado a união na interface para os cimentos Multilink e Variolink II.

Os baixos resultados de continuidade encontrados para o cimento Multilink parecem ser consequência da incompatibilidade entre os monômeros resinosos ácidos encontrados na camada não polimerizada, inibida pela ação do oxigênio, do próprio sistema adesivo autocondicionante de 1 passo, fornecido pelo fabricante e as aminas terciárias contidas no cimento (TAY et al.⁶⁸ 2003). Além disso, o lento tempo de polimerização deste tipo de cimento prolonga o tempo para que a difusão de água ocorra pela camada adesiva, criando bolhas de água que precipitam a falha adesiva (CARVALHO et al.¹³ 2004). Tão baixo valor de continuidade na interface não pôde ser notado, inicialmente, para os cimentos Enforce Dual e Enforce PV, provavelmente em virtude do fato dos sistemas adesivos utilizados apresentarem, em sua composição, o sulfonato benzínico de sódio, um co-iniciador que minimiza as reações químicas adversas mencionadas, além do fato das aminas terciárias empregadas nestes cimentos não serem desativadas pelos monômeros resinosos ácidos, na concentração em que se apresentam (SUH et al.⁶⁶ 2003). Contudo, a afinidade à água destes sistemas, permite a movimentação de fluidos da dentina para a camada adesiva, especialmente nos sistemas adesivos convencionais de 2 passos, dos autocondicionantes de 1 e mesmo de 2 passos (CHERSONI et al. 2005). Estes sistemas se comportam como membranas permeáveis após a polimerização (TAY et al.⁶⁸ 2003, TAY et al.⁶⁹ 2003, SUH et al.⁶⁶ 2003, TAY et al.⁷⁰ 2004, CHERSONI et al.¹⁷ 2004, CARVALHO¹³ et al. 2004). Desta forma, entende-se que as atuais técnicas

adesivas não conferem estabilidade a longo prazo, pelo fato dos sistemas adesivos simplificados e os compósitos serem susceptíveis à sorção de água (CARRILHO et al.¹¹ 2005).

Sendo a interface do cimento com a dentina o elo mais fraco da união de pinos de fibra cimentados em condutos (MANNOCCI et al.⁴⁹ 2003), torna-se pertinente contestar a afirmação que sugere que a seleção do sistema adesivo e cimento é uma questão de preferência pessoal (MONTICELLI, et al.⁵⁰ 2003). A incompatibilidade existente entre os sistemas deve ser considerada, uma vez que os baixos valores de resistência só não resultam em falhas clínicas porque o remanescente coronário se encarrega majoritariamente da união (BOUILLAGUET et al.⁷ 2003).

O armazenamento em água deionizada pelo período de 3 meses, com trocas quinzenais, levou a uma significativa queda nos valores de continuidade da interface cimento/dentina em todos os cimentos testados. As moléculas de água se difundem na matriz da resina e disparam reações hidrolíticas e expansão do compósito (WALKER; SPENCER; EICK⁷⁵ 2003), levando à degradação química e erosão, causada pela liberação de monômeros não polimerizados, que pode resultar em perda de massa do compósito (ÖRTENGREN et al.⁵⁴ 2001). Dentre os fatores ligados ao grau de degradação dos compósitos pode-se citar a composição química dos monômeros, o grau de conversão e o grau de ligações cruzadas na matriz polimerizada (FERRACANE²⁹ 1994). Como os parâmetros que afetam o grau de conversão estão relacionados à insuficiente intensidade de luz, baixo tempo de irradiação e à atenuação da luz pelo compósito ou estruturas dentárias (EMAMI; SÖDERHOLM; BERGLUND²⁴ 2003), especula-se que o armazenamento em água afetou preferencialmente os terços médio e apical dos espécimes, devido à insuficiente energia de luz que provavelmente alcançou estas áreas do conduto durante a fotopolimerização.

Embora um alto grau de conversão, representado pela menor quantidade possível de ligações duplas remanescentes de carbono, esteja associado a propriedades mecânicas superiores em um compósito, é importante ressaltar que um alto grau de conversão resulta em maior estresse de contração, aumentando, desta forma, o risco de falha adesiva (CALHEIROS et al.¹⁰ 2004). Assim sendo, torna-se possível suspeitar que as falhas observadas no terço cervical da maioria dos espécimes, após a armazenagem em água (figuras 7B, C e D), tenha sido também oriunda da alta densidade de energia vinda do aparelho fotopolimerizador, que resultou em desunião devido aos estresses de contração. Os “tags” de resina, visualizados nas imagens em maior aumento (figuras 7C e D) se tornaram evidentes devido ao efeito de desmineralização superficial causada pela água deionizada.

Ainda que alguns estudos tenham demonstrado aumento na microdureza em direção ao ápice de compósitos aplicados em condutos ou simulações de raízes quando do uso de um pino translumínico (LUI⁴⁶ 1994; STRASSLER et al.⁶⁵ 1997, BOSCHIAN et al.⁶ 2002, YOLDAS; ALAÇAM⁷⁶ 2005), estes dados devem ser interpretados com cautela. Ao testar a dureza Knoop e estabelecer a taxa de 80% como valor adequado para profundidade de cura, ROBERTS et al.⁵⁹ (2004), apesar de terem encontrado dureza aumentada próxima ao pino, ressaltaram que além dos 3mm de profundidade, a dureza não alcançou o valor limiar de 80%, sugerindo polimerização insuficiente. GRANDINI et al.⁴² 2004, ao avaliarem a formação de “tags” de resina no terço apical, encontraram pequenos glóbulos de resina não polimerizada, oriundos da polimerização incompleta do adesivo.

O uso de réplicas em resina epóxica para análise em MEV não só previniu artefatos causados pela desidratação e contração do espécime original na câmara do microscópio, como também permitiu o registro, não relatado em outros estudos, de estruturas em forma de bolhas de água na superfície da camada do cimento (figuras 8 A, B, C e D). É possível que estas estruturas representem a água absorvida pela

camada de cimento, durante a armazenagem em água, e que transudou do cimento durante a polimerização do material de moldagem. Relato semelhante foi descrito por CHERSONI et al.¹⁷ (2004), TAY et al.⁷⁰ (2004), CHERSONI et al.¹⁸ (2005), que encontraram bolhas de água na camada híbrida de réplicas observadas em MEV, após serem moldadas, como também foi realizado neste estudo. Embora a transudação das bolhas de água tenha sido freqüentemente encontrada ao longo de toda a interface, a localização mais comum era no terço apical, com progressiva redução em direção ao terço cervical. Tal achado indica que a sorção de água foi maior no terço apical, sugerindo pior polimerização do cimento nesta área, quando comparada aos terços médio e apical. Considerando que a sorção de água é o primeiro passo para o início da degradação hidrolítica das resinas, as conseqüências da degradação dos cimentos resinosos, a longo prazo, deveria ser investigada, uma vez que a liberação de seus componentes na região periapical pode oferecer risco biológico. Por outro lado, a sorção de água induz a expansão do cimento resinoso (ÖRTENGREN et al.⁵⁴ 2001), podendo forçá-lo contra as paredes do conduto e desta forma prover retenção em função da fricção e não da adesão. É possível, desta forma, entender porque a interface dentina/cimento resinoso/pino apresenta valores superiores de retenção quando submetida a testes de extrusão ou intrusão (PERDIGÃO; GERALDELI; LEE⁵⁵ 2004, LE BELL et al.⁴⁵ 2004), quando comparada aos de microtração (GASTON et al.³⁹ 2001, BOUILLAGUET et al.⁷ 2003, GORACCI et al.⁴¹ 2004).

As falhas obtidas, predominantemente, na região apical, em todas as condições testadas neste trabalho, estão de acordo com os dados obtidos no estudo de microtração de BOUILLAGUET et al.⁷ (2003) de pinos cimentados com técnicas adesivas em raízes, que revelaram valores decrescentes de resistência adesiva em direção apical. Para evitar decréscimos da resistência adesiva em nosso estudo não foram utilizadas soluções irrigadoras oxidantes, de hipoclorito de sódio ou água

oxigenada durante o preparo dos espécimes (NIKAIDO et al.⁵³ 1999), assim como cimentos obturadores contendo eugenol (TJAN; NEMETZ⁷¹ 1992).

Para que se entenda a dificuldade de obtenção de valores altos de resistência adesiva de pinos cimentados em condutos, é importante também que exista a compreensão de alguns fatores relacionados às peculiaridades do substrato em questão. É sabido que não só a densidade, mas também o diâmetro dos túbulos dentinários decrescem em direção apical (FERRARI et al.³³ 2000). É principalmente nesta área também, que os remanescentes de cimento obturador, assim como os remanescentes de guta-percha plastificados pelo calor das brocas, durante o preparo para colocação do pino, permanecem mesmo após o condicionamento ácido, indisponibilizando algumas regiões para a adesão (SERAFINO et al.⁶³ 2004). Ainda, se a raiz em questão foi previamente reabilitada com um pino unido a um cimento de fosfato de zinco, deve-se esperar uma perda progressiva da integridade da matriz de colágeno, causada pela ação de metaloproteinases, resultado de atividade colagenolítica, devido à acidez característica deste tipo de cimento (FERRARI et al.³⁸ 2004).

A continuidade do cimento resinoso com o pino, embora não tenha sido o escopo desta investigação, se mostrou íntegra na grande maioria das réplicas (figuras 5A, C e D, 6C, 7A e 7B). Ainda assim, a preocupação em obter uma interface cimento resinoso/pino mais fortemente aderida existe e demonstra que a matriz resinosa de um pino de fibra de vidro, com ligações cruzadas de alta densidade, resulta em resistência à tração inferior do que a matriz de semi-rede de polímeros interpenetrantes (LE BELL et al.⁴⁵ 2004).

O significado clínico dos achados deste estudo, juntamente com outros trabalhos discutidos anteriormente, sugere que o uso de sistemas adesivos combinados a cimentos resinosos e pinos pré-fabricados no interior do conduto, é limitado por fatores inerentes aos materiais atualmente utilizados e às características do substrato no qual

estes são empregados. Desta forma, torna-se fundamental que o clínico compreenda as limitações dos materiais e da técnica e assim busque alternativas para melhor contorná-las e obter maior longevidade em seus procedimentos. Vale enfatizar que, tendo em vista o alto custo destes procedimentos, seria razoável questionar a cimentação adesiva no interior do conduto, uma vez que esta não corresponde às vantagens ressaltadas.

7- Conclusões

7- Conclusões

A quantificação da continuidade da interface cimento/dentina dos cimentos resinosos Multilink, Variolink II, Enforce Dual e Enforce PV, usados para cimentação de pinos de fibra de vidro nas condições testadas, permitiu concluir que:

- 48 horas após cimentação e após imersão no solvente os valores de continuidade foram semelhantes para os cimentos Enforce Dual e Enforce PV, sendo significativamente superiores aos cimentos Multilink e Variolink II.
- Após armazenagem em água por três meses houve uma significativa diminuição na continuidade da interface cimento/dentina para todos os cimentos.

Anexos

CIMENTO	Perímetro TOTAL (µm)	Após cimentação (µm)	Após MEK (µm)	Após 3 meses (µm)	Após cimentação (%)	Após MEK (%)	Após 3 meses (%)
Multilink	27160	395,96	2827,30	428,20	1,46	10,41	1,58
Multilink	23170	2049,66	1038,30	814,30	8,85	4,48	3,51
Multilink	27700	483,70	1272,40	1114,50	1,75	4,59	4,02
Multilink	23750	4105,54	2972,80	0,00	17,29	12,52	0,00
Multilink	25810	2817,00	1711,10	824,50	10,91	6,63	3,19
Multilink	25140	5072,60	4340,50	2775,10	20,18	17,27	11,04
Multilink	24600	823,97	530,80	1057,70	3,35	2,16	4,30
Multilink	27350	2071,62	503,30	0,00	7,57	1,84	0,00
Multilink	24700	2774,40	3249,20	1350,00	11,23	13,15	5,47
Multilink	25520	0,00	826,30	0,00	0,00	3,24	0,00
Variolink II	24950	602,60	4194,60	619,20	2,42	16,81	2,48
Variolink II	26660	1124,90	760,85	0,00	4,22	2,85	0,00
Variolink II	24920	2654,74	491,40	66,70	10,65	1,97	0,27
Variolink II	25220	3625,40	1916,20	722,00	14,38	7,60	2,86
Variolink II	20650	251,60	1278,00	178,81	1,22	6,19	0,87
Variolink II	25110	2482,30	2669,23	187,30	9,89	10,63	0,75
Variolink II	24410	3158,50	6786,90	564,60	12,94	27,80	2,31
Variolink II	25160	3568,20	3497,70	1059,40	14,18	13,90	4,21
Variolink II	23740	560,60	435,00	903,11	2,36	1,83	3,80
Variolink II	24080	6875,10	4372,30	288,30	28,55	18,16	1,20
ED	24590	5260,50	5308,40	529,40	21,39	21,59	2,15
ED	25900	8557,60	6702,70	1398,30	33,04	25,88	5,40
ED	24440	5227,50	6326,30	0,00	21,39	25,89	0,00
ED	24030	16018,20	14479,80	565,50	66,66	60,26	2,35
ED	24990	5868,10	2289,30	221,90	23,48	9,16	0,89
ED	25050	4674,00	2881,40	146,90	18,66	11,50	0,59
ED	28500	6600,50	7217,30	201,70	23,16	25,32	0,71
ED	25850	5916,90	8686,40	0,00	22,89	33,60	0,00
ED	26160	1486,20	1151,20	0,00	5,68	4,40	0,00
ED	25090	3703,30	5504,10	0,00	14,76	21,94	0,00
EPV	25330	6147,42	5166,40	0,00	24,27	20,40	0,00
EPV	25520	9942,20	5995,90	234,10	38,96	23,49	0,92
EPV	28510	10186,50	8256,00	228,00	35,73	28,96	0,80
EPV	22540	9228,90	7996,40	0,00	40,94	35,48	0,00
EPV	24810	10121,30	8917,70	404,80	40,80	35,94	1,63
EPV	24050	1669,80	2200,00	65,00	6,94	9,15	0,27
EPV	25030	1454,80	2704,30	345,80	5,81	10,80	1,38
EPV	22800	1439,50	7035,10	0,00	6,31	30,86	0,00
EPV	25820	11664,30	7739,50	273,00	45,18	29,97	1,06
EPV	25130	7819,00	4505,90	369,00	31,11	17,93	1,47

Tabela 1: Valores individuais do perímetro total da interface cimento/dentina e valores de continuidade em µm e %. ED (Enforce Dual), EPV (Enforce PV).

	Após cimentação (µm)			
RÉPLICA	Multilink	Variolink II	ED	EF
1	395,96	602,6	5260,5	6147,42
2	2049,66	1124,9	8557,6	9942,2
3	483,7	2654,74	5227,5	10186,5
4	4105,54	3625,4	16018,2	9228,9
5	2817	251,6	5868,1	10121,3
6	5072,6	2482,3	4674	1669,8
7	823,97	3158,5	6600,5	1454,8
8	2071,62	3568,2	5916,9	1439,5
9	2774,4	560,6	1486,2	11664,3
10	0	6875,1	3703,3	7819

Tabela 2: Valores individuais, em µm, da continuidade na interface cimento/dentina após a cimentação.

	Após MEK (µm)			
RÉPLICA	Multilink	Variolink II	ED	EF
1	2827,3	4194,6	5308,4	5166,4
2	1038,3	760,85	6702,7	5995,9
3	1272,4	491,4	6326,3	8256
4	2972,8	1916,2	14479,8	7996,4
5	1711,1	1278	2289,3	8917,7
6	4340,5	2669,23	2881,4	2200
7	530,8	6786,9	7217,3	2704,3
8	503,3	3497,7	8686,4	7035,1
9	3249,2	435	1151,2	7739,5
10	826,3	4372,3	5504,1	4505,9

Tabela 3: Valores individuais, em µm, da continuidade na interface cimento/dentina após imersão em MEK.

	Após 3 meses (µm)			
RÉPLICA	Multilink	Variolink II	ED	EF
1	428,2	619,2	529,4	0
2	814,3	0	1398,3	234,1
3	1114,5	66,7	0	228
4	0	722	565,5	0
5	824,5	178,81	221,9	404,8
6	2775,1	187,3	146,9	65
7	1057,7	564,6	201,7	345,8
8	0	1059,4	0	0
9	1350	903,11	0	273
10	0	288,3	0	369

Tabela 4: Valores individuais, em µm, da continuidade na interface cimento/dentina após 3 meses de armazenagem em água.

Abstract

Abstract

Quantitative analysis of continuity between cement/dentin interface of different activation mode resin cements, when luted to fiber posts.

Many factors can influence the bond integrity of posts luted into root canals. These include the difficulty of curing light to reach the most apical areas of root canals, polymerization contraction stresses, incompatibility between acidic adhesives and auto/dual-cured composites, anatomical variations of the root, problems regarding access, moisture level control and the peculiar characteristics of the root dentin substrate. Thus, it was the aim of the present investigation to perform a quantitative analysis of the continuity between resin cements and dentin interfaces, by means of scanning electron microscopic (SEM) analysis, in the following situations: after cementation, after MEK immersion, and after a 3-month water storage period. Forty bovine endodontically-treated incisors were randomly assigned to be luted with a fiber post and the following cements: Multilink, Variolink II, Enforce Dual and Enforce PV. After cementation, roots were longitudinally sectioned and replicas were prepared for SEM analysis. The same halves were immersed in MEK, replicated and evaluated. After 3 months water storage, a new set of replicas of the same halves were made and again analysed. The ratio between the total available bonding interface and the dentin interfaces that presented continuity with resin cement was then calculated. Significant lower values of continuity were found for Multilink (8,25%) and Variolink II (10,08%) when compared to Enforce Dual (25,11%) and Enforce PV (27,60%). The same trend was observed after immersion in MEK, with no significant changes. However, a significant decrease in continuity was observed after 3 month water storage for Multilink, Variolink II, Enforce Dual and Enforce PV (3,31%, 1,87%, 1,20%, 0,75%, respectively). An analysis of failure location depicted the majority of gaps at the apical

and middle thirds before and after immersion in MEK. After 3 months gaps were also detected at the cervical third.