UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

DIANA FERREIRA GADELHA DE ARAÚJO

**Efeito da solução de clorexidina a 2% a um cimento ionomérico e
um resinoso na adesão de pinos de fibra de vidro em raízes
bovinas após 7 dias e 6 meses de armazenamento**

BAURU

2013

DIANA FERREIRA GADELHA DE ARAÚJO

Efeito da solução de clorexidina a 2% a um cimento ionomérico e um resinoso na adesão de pinos de fibra de vidro em raízes bovinas após 7 dias e 6 meses de armazenamento

Dissertação apresentada a Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração Dentística.

Orientadora: Prof^a. Dr^a: Linda Wang

Versão corrigida

BAURU

2013

Araújo, Diana Ferreira Gadelha

Ar15e

Efeito da solução de clorexidina a 2% a um cimento ionomérico e um resinoso na adesão de pinos de fibra de vidro em raízes bovinas após 7 dias e 6 meses de armazenamento/ Diana Ferreira Gadelha de Araújo – Bauru, 2013.

76 p. : il. ; 31cm.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Linda Wang

Nota: A versão original desta dissertação encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB/USP.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, **José Antônio Gadelha** e **Inamar Ferreira**, que desde cedo me incentivaram a voar cada vez mais alto, sem medo de abraçar o desconhecido. Foram vocês que me ensinaram o valor da ética, da dedicação e do amor a uma profissão e graças ao exemplo e educação que tive durante toda a infância, me tornei uma profissional digna de respeito. Mãe, essa conquista é mais sua do que minha porque meus sonhos se tornaram também os seus sonhos. Obrigada pelo apoio incondicional em mais essa etapa da minha vida.*

*Ao meu marido, **José Endrigo**, meu companheiro e meu amor, que me faz um pouco mais feliz a cada dia, sempre e em todo lugar. Foi por causa do seu apoio que eu cheguei até aqui e sem você ao meu lado, nada disso seria possível. O sabor da vitória só é tão gostoso por ter sido conquistado com você. Vencemos mais essa etapa juntos, meu lindo!*

*A minha irmã, **Marina Gadelha**, minha cúmplice de uma vida inteira. Minha parceira de traquinagens na infância, minha grande amiga na vida adulta. A distância não é capaz de abalar laços tão fortes. Porque irmã a gente não escolhe ter, mas escolhe amar.*

*A toda a família **Pinto Ferreira**, meu alicerce e meu exemplo de dedicação e união.*

Obrigada por serem tão presentes na minha vida. Amo muito vocês!

AGRADECIMENTOS

Sempre meu principal agradecimento será a **Deus**, por me permitir viver tantas maravilhas. Cada passo que dou em minha vida é da vontade do meu **Paí**.

À família que me adotou como filha, **Adoníza**, **Aládía** e **Santa**. **Adoníza**, mais do que uma sogra, você é uma grande mãe, sempre disposta a cuidar e um grande exemplo de pessoa guerreira, que lutou a vida inteira para alcançar seus objetivos. **Aládía e Santa**, pessoas que podem ser traduzidas como um grande poço de carinho, aonde eu pude recorrer sempre que precisava me sentir melhor. Ao meu sogro, **José Ribeiro**, obrigada por estar sempre por perto, sendo presente e nos trazendo a segurança que precisávamos quando chegamos nesse mundo tão novo e diferente. Você é um grande exemplo de **paí**. Amo vocês!

Aos meus **famíliares e amigos**, que de perto ou de longe, torcem sempre por mim. Obrigada pelo incentivo e por inúmeras vezes serem o apoio para minha mãe e minha irmã no período em que permaneci distante. Às componentes do trio, **Ana Lídia e Patrícia**, obrigada por manterem laços de amizade que me fortalecem até hoje.

A minha dupla querida, **Marina Studart**, uma grande amiga que Deus colocou no meu caminho pra ser minha família em Bauru e me ajudar a cruzar essa jornada. Obrigada por estar ao meu lado em todos os momentos, pelos conselhos, pelos passeios e conversa jogada fora. Obrigada por me tranquilizar nos meus momentos de desespero. Amo você, minha irmã!

Aos meus **colegas de turma**, obrigada pela convivência agradável durante toda essa caminhada. Mostramos como podemos construir mais coisas quando trabalhamos em equipe e quando a informação é compartilhada.

Aos colegas do doutorado, Carol, Guilherme, Larissa, Kiki e Elaine. E à colega de pós-doutorado, Juliana. Vocês nos guiaram e nos mostraram os melhores caminhos. Foram parceiros com quem pude me aconselhar e que me ajudaram quando pedi socorro. Obrigada por tudo!

Às minhas doutorandas lindas, Kiki e Larissa. Pessoas mais do que especiais que surgiram como um presente na minha vida. Obrigada por todos os momentos que vivemos juntas, pelas risadas, pelos conselhos, pelas besteiras que conversamos. Kiki, você é uma pessoa indescritível, daquelas que a gente sabe que Deus fez o molde e jogou fora; um anjo que Ele colocou aqui na terra pra tomar conta de todo mundo que convive com você. Larissa, nossa vida não seria a mesma sem você. Admiro o coração enorme que você tem por trás dessa fortaleza aparente. Obrigada por ser quem você é! Meninas, muito obrigada por tudo. Amo vocês!

À Luciana Mendonça, obrigada por toda a ajuda nessa pesquisa. Obrigada pela paciência de me ensinar o método desde a seleção das raízes até a conversão dos valores de resistência. Obrigada por esclarecer minhas dúvidas e pela confiança depositada em mim para continuar sua pesquisa. Sem sua ajuda, tudo teria se tornado mais difícil.

Às colegas “veterenas” de pós-graduação, Flávia, Luciana Francísoni, Leslie, Luciana Mendonça, Karin e Marcela. Aprendi muito com essa geração de doutorandas exemplares que a Dentística teve. Obrigada por todo o apoio em todas as etapas dessa jornada.

À equipe mais linda da FOB, literalmente, Odaír, Kiki e aos alunos de IC. Trabalhar com vocês é sempre muito prazeroso.

À equipe da pesquisa clínica de hipersensibilidade dentinária, prof^a Linda Wang, prof^a Carol Magalhães, Luciana Francísconi, Marcela e Luciana Mascarenhas. Trabalhar nessa equipe foi fantástico e me fez crescer imensamente como pesquisadora. Obrigada pela paciência de me ensinarem tanto no início e pela confiança que me foi depositada ao longo da pesquisa.

À Faculdade de Odontologia de Bauru, que está sempre de portas abertas para aqueles que, como eu, vem de lugares distantes para realizar o sonho de estudar aqui. O acolhimento da FOB é algo impressionante e dificilmente encontrado em outras universidades.

Aos professores do departamento de Dentística:

Prof. Dr. Aquira Ishikiríama

Prof. Dr. Carlos Eduardo Francischone

Prof. Dr. Eduardo Batista Franco

Prof. Dr. José Mondelli

Prof^a. Dr.^a Linda Wang

Prof^a. Dr.^a. Maria Fídela de Lima Navarro

Prof^a. Dr.^a. Maria Teresa Atta

Prof. Dr. Rafael Francisco Lia Mondelli

Prof. Dr. Sérgio Kiyoshí Ishikiríama

Obrigada por cada palavra que vocês me disseram e que de alguma forma contribuíram para meu crescimento. Obrigada pelas cobranças que me tornaram mais responsável. Obrigada pela confiança em me permitir fazer parte desse time.

Agradeço especialmente à prof^a Maria Teresa Atta, com quem pude conviver com mais frequência e com quem aprendi diariamente como ser uma professora exemplar.

Aos professores de materiais dentários, **Prof. Dr. Paulo Francisconi e Profª. Drª. Ana Flávia Borges**, pelos ensinamentos, pela boa convivência e pela disponibilidade de sempre para que usássemos os laboratórios da disciplina.

Ao **prof. Dr. Heitor Marques Honório**, pela colaboração fundamental na realização da estatística dessa pesquisa.

Aos funcionários do departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, especialmente **Nelson, Charlene, Audria, Natália, Rita, Elísio, Zuleica, Sandrinha e Alcides**. Obrigada por nos ajudarem em tudo, facilitando nossos dias. Sem o apoio diário que recebemos através do trabalho de vocês, nossas atividades seriam muito mais difíceis.

Ao **Edimauro**, pelo auxílio e disponibilidade na realização da Microscopia.

Aos **demaís funcionários da faculdade**, por contribuírem para o bom funcionamento da instituição e, de alguma forma, estarem sempre dispostos a nos auxiliar em nossas atividades.

Às alunas da prática profissionalizante, **Adriana, Camila, Marta e Tamires**, por nos auxiliarem em nossas pesquisas e pela parceria em tantas atividades realizadas.

Aos **alunos da graduação**, obrigada por me permitirem fazer parte da rotina de vocês e por participarem da minha construção profissional. Agradeço especialmente aos alunos da **Turma L**, com quem pude conviver intensamente durante um ano e meio e com os quais criei laços afetivos que levarei para o resto da minha vida. Vocês são especiais!

Aos meus professores de graduação e à **Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, obrigada pela formação que me foi concedida e por me tornarem uma profissional capacitada.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Linda Wang, o maior exemplo de pesquisadora que eu poderia ter durante a vida acadêmica. Obrigada por todas as oportunidades que me foram concedidas, pela confiança depositada em mim e por todos os ensinamentos que me foram passados durante esses anos. Você é uma pessoa sensacional, de coração enorme e que está sempre disposta a ajudar aqueles que querem aprender ao seu lado. Espero um dia me tornar alguém tão responsável e tão cheia de ética como você. Muito, muito obrigada por tudo!

AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS

Ao Prof. Dr. João Grandino Rodas, digníssimo Reitor da Universidade de São Paulo;

Ao Prof. Dr. Rubens Beçak, Secretário Geral da Universidade de São Paulo;

Ao Prof. Dr. José Carlos Pereira, diretor da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo;

Ao Prof. Dr. Paulo César Rodrigues Conti, presidente da Comissão de Pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo fundamental suporte financeiro concedido para realização dessa pesquisa (processo: 2011/02956-9);

Ao Programa de Aprimoramento do Ensino (PAE), pela possibilidade de aprender de maneira mais consistente a atividade de docência, através do acompanhamento dos alunos de graduação.

RESUMO

Este trabalho avaliou a influência do uso de solução de clorexidina a 2% (CHX) na resistência de união de pino de fibra de vidro à dentina radicular, utilizando um agente cimentante ionomérico modificado por resina e um cimento resinoso dual com sistema adesivo convencional, nos terços cervical, médio e apical. Oitenta raízes bovinas foram selecionadas, cortadas em 17mm e tratadas endodonticamente para em seguida serem divididas em 8 grupos: ARC (RelyX ARC/ScotchBond MultiPurpose- cimento resinoso); ARC+CHX (ARC associado a CHX); RL (RelyX Luting 2- ionômero de vidro); RL+CHX (RL associado a CHX). Os espécimes de cada protocolo foram divididos em grupos de 7 dias ou 6 meses de armazenamento, depois de serem restaurados com pino de fibra de vidro cônico Exacto. Após 24 horas da cimentação, as raízes foram seccionadas perpendicularmente ao longo eixo e identificadas quanto à região, obtendo-se fatias (1mm de espessura). Após o tempo de armazenamento proposto, todas as fatias foram submetidas ao teste de extrusão (push-out) com célula de carga a 0,5mm/min. Os dados foram tabelados considerando as variáveis dos diferentes agentes cimentantes, uso ou não de solução de clorexidina, terços radiculares e tempo de armazenamento. Depois de testados, todos os espécimes foram submetidos à análise dos tipos de fraturas encontradas. Os valores de resistência obtidos foram submetidos à análise estatística através do teste ANOVA a quatro critérios e comparações múltiplas com Tukey, ambos com $p < 0,05$. Os valores obtidos para os grupos armazenados por 7 dias nos terços cervical, médio e apical, respectivamente, foram: ARC- 4,03 (1,85); 4,68 (2,76); 2,97 (1,56); ARC+CHX- 6,75 (3,01); 5,28 (2,89); 3,98 (3,40); RL- 2,26 (0,48); 1,97 (1,31); 1,69 (0,75); RL+CHX- 2,26 (0,96); 2,10 (0,93); 1,65 (1,40).

Para os grupos armazenados por 6 meses, os valores resultantes foram: ARC- 6,57 (2,43); 6,56 (2,85); 5,15 (3,07); ARC+CHX- 3,23 (3,13); 1,75 (1,28); 3,26 (2,10); RL- 2,02 (1,13); 1,90 (1,33); 1,40 (1,43); RL+CHX- 1,06 (0,70); 0,78 (0,38); 0,88 (0,90). A análise das fraturas encontrou predominância de falhas adesivas entre cimento e dentina e mistas para os grupos cimentados com ARC. Grupos cimentados com RL apresentaram maioria de falhas do tipo mista e adesiva entre cimento e pino. Os cimentos apresentaram desempenho semelhante para o teste imediato, mas o ARC obteve melhor desempenho após 6 meses de armazenamento. A CHX não exerceu influência positiva para nenhuma das situações testadas. Não foram encontradas diferenças significantes entre os terços de um mesmo grupo. A resistência adesiva foi influenciada principalmente pelo tipo de cimento utilizado.

Palavras-chave: Cimento de ionômero de vidro. Cimentos de resina. Técnica para retentor intrarradicular. Clorexidina.

ABSTRACT

Effect of 2% chlorhexidine solution on bonding of a glass ionomer cement and a resin cement to bovine root dentin after 7-day and 6-month storage

This study evaluated the influence of 2% chlorhexidine digluconate (CHX) on glass-fiber post bonding strength to root dentin with a dual-cured resin cement and a resin-modified glass-ionomer cement, in terms of coronal, middle, and apical thirds. Eighty bovine roots were sectioned 17mm from their apices and endodontically treated and randomly assigned into eight groups: ARC (dual-cured resin cement RelyX ARC + ScotchBond Multi Purpose adhesive system); ARC+CHX (ARC associated with CHX); RL (resin-modified glass-ionomer cement RelyX Luting 2) and RL+CHX (RL associated with CHX). Half of each group was subjected to either 7-day or 6-month storage in artificial saliva, after being restored with glass-fiber post Exacto. After 24 hours of luting, the roots were sliced under irrigation to obtain 1mm-thick slices. After the storage time, slices were subjected to push-out test with a universal test machine with a crosshead speed of 0.5mm/min. After this test, the slices were submitted to analysis of failure modes. Data of bond strength were submitted to four-way ANOVA and Tukey's tests ($p \leq 0.05$). The values of average and standard deviation (MPa) regarding coronal, middle, and apical thirds for 7-day groups were: ARC- 4.03 (1.85); 4.68 (2.76); 2.97 (1.56); ARC+CHX- 6.75 (3.01); 5.28 (2.89); 3.98 RL- 2.26 (0.48); 1.97 (1.31); (3.40); 1.69 (0.75); RL+CHX- 2.26 (0.96); 2,10 (0.93); 1.65 (1.40). After 6-month storage, the respectively values obtained were: ARC- 6.57 (2.43); 6.56 (2.85); 5.15 (3.07); ARC+CHX- 3.23 (3.13); 1.75 (1.28); 3.26 (2.10); 1.40 (1.43); RL- 2.02 (1.13); 1.90 (1.33); RL+CHX- 1.06 (0.70); 0.78 (0.38); 0.88 (0.90). The most observed failures were adhesive cement-dentin and mixed failures for ARC groups; for the RL groups, the main failures were adhesive cement-post and mixed modes. Immediate values showed similar performance between both tested cements. After 6 months, ARC yielded higher bond strength compared to RL. For any tested situation, CHX exhibited improved bond strength, disregarding neither luting cement nor time.

Key words: Glass ionomer cement. Resin cements. Post and core technique. Chlorhexidine.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURAS

Figura 1	- Pino de fibra de vidro utilizado no estudo.....	40
Figura 2	- Fatias de 1mm obtidas após corte identificadas de acordo com os terços da raiz	43
Figura 3	- Desenho esquemático do posicionamento da fatia durante o teste.	44
Figura 4	- Imagem dos tipos de falhas encontradas nas fatias em Microscopia Eletrônica de Varredura	51

- GRÁFICOS

Gráfico 1	- Porcentagem dos tipos de falhas na interface de acordo com os cimentos nas condições testadas	50
-----------	---	----

LISTA DE QUADROS E TABELAS

- QUADROS

Quadro 1 - Distribuição dos grupos experimentais.....	41
Quadro 2 - Composição dos agentes cimentantes utilizados.....	42
Quadro 3 - Protocolo de cimentação para cada grupo.....	42

- TABELAS

Tabela 1 – Valores de resistência adesiva (MPa) e desvio padrão para os diferentes grupos nos dois tempos de armazenamento	49
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	Por cento
<	Menor
°C	Graus Celsius
A C/D	Falha adesiva cimento/dentina
A C/P	Falha adesiva cimento/pino
ARC	RelyX ARC
CC	Falha coesiva do cimento
CHX	Clorexidina
CP	Falha coesiva do pino
HEMA	2-hidroxietil metacrilato
Kg	Quilograma
Kgf	Quilograma força
M	Falha mista
min	Minuto(s)
Mm/min	Milímetro por minuto
MPa	Mega pascal
N	Newton
nº	Número
p	Nível de significância
RL	RelyX Luting 2
s	Segundo(s)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	Evolução dos pinos intrarradiculares	21
2.2	Cimentação de pinos	24
2.3	Ação e inativação de enzimas proteolíticas intrínsecas da dentina	29
2.4	Teste de resistência adesiva por extrusão (<i>push-out</i>)	30
3	PROPOSIÇÃO.....	33
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	37
4.1	Delineamento experimental	39
4.2	Seleção das raízes	39
4.3	Preparo dos dentes.....	39
4.4	Distribuição das raízes tratadas nos grupos	41
4.5	Preparo dos pinos e dos condutos.....	41
4.6	Teste de resistência adesiva (<i>Push-out</i>).....	43
4.7	Conversão de valores	44
4.8	Análise das falhas.....	44
4.9	Análise estatística	45
5	RESULTADOS	47
6	DISCUSSÃO.....	53
7	CONCLUSÃO.....	63
	REFERÊNCIAS	67

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

Os pinos de fibra de vidro na restauração de dentes tratados endodonticamente se tornou um recurso muito utilizado quando há, principalmente, necessidade de se promover uma melhor retenção para o material restaurador (MARTELLI et al., 2008). As propriedades mecânicas semelhantes à da estrutura dentária e estética associadas ao pino também impulsionaram sua indicação (MALFERRARI; MONACO; SCOTTI, 2003; STEWARDSON; SHORTALL; MARQUIS, 2010).

Juntamente com a evolução dos pinos intracanaís, houve também a evolução dos agentes cimentantes. A técnica restauradora adesiva permitiu o desenvolvimento da cimentação adesiva, trazendo as vantagens da união micromecânica da resina à dentina para o ambiente do conduto radicular (BITTER et al., 2009), além de apresentarem também união ao pino de fibra de vidro (LE BELL et al., 2004), tornando-o o tipo de agente cimentante mais empregado para pinos de fibra de vidro (REIS et al., 2011). Ainda nesse contexto, o conceito dos cimentos resinosos de polimerização dual aliou o maior tempo de trabalho da resina fotoativada (reação física) com a reação de polimerização dos monômeros independente da presença de luz (reação química), o que determina melhores condições de polimerização e conversão de monômeros, sobretudo em porções mais apicais do conduto de difícil acesso (FARIA-E-SILVA et al., 2012).

Um dos grandes problemas relacionados à cimentação adesiva é a sensibilidade técnica, devido à conformação cavitária do conduto, que determina um alto fator-C, dificuldade de visualização e acesso para o correto tratamento da dentina e características menos favoráveis da dentina na região apical (CHERSONI et al., 2005; WANG et al., 2008), mesmo com a utilização dos cimentos de polimerização dual. Buscando contornar esses problemas técnicos, o cimento de ionômero de vidro (CIV) e o cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR) surgiram como opções para a cimentação de pinos (BONFANTE et al., 2007), devido às boas propriedades associadas a esse material, como sua capacidade de adesão à estrutura dentária (YOSHIDA et al., 2000), sendo esse um material recomendado principalmente quando a aplicação da técnica adesiva é

dificultada (BONFANTE et al., 2007). Um dos maiores problemas associados à utilização de CIV ou CIVMR no procedimento de cimentação é a falta de um protocolo cientificamente estabelecido, sendo que a maioria dos estudos envolvendo esses materiais segue apenas as recomendações dos fabricantes (CURY et al., 2006; BONFANTE et al., 2007; REIS et al., 2011).

Além da sensibilidade inerente à técnica, outro problema mais recentemente investigado, é associado à degradação das fibrilas de colágeno presentes na interface adesiva, em consequência da ação de enzimas proteolíticas, entre as quais estão as metaloproteinases (MMPs), que são reativadas durante o procedimento de adesão à dentina (HEBLING et al., 2005; SANTOS et al., 2009; OSORIO et al., 2011; SCAFFA et al., 2012).

Nesse contexto, a clorexidina (CHX) surgiu como uma substância capaz de inativar essas enzimas, resultando em maior integridade da interface adesiva, já demonstrada nos resultados de diversos estudos (HEBLING et al., 2005; CARRILHO et al., 2010; OSORIO et al., 2011; MAZZONI et al., 2011). A confirmação da atividade de MMPs também na dentina radicular (SANTOS et al., 2009; KATO et al., 2011), fez com que a CHX fosse adotada durante o procedimento de cimentação, agindo como irrigante final do conduto (LINDBLAD et al., 2010; LINDBLAD et al., 2012). Entretanto, não havendo consenso neste contexto e com variações de resposta de acordo com os sistemas adotados, torna-se importante maiores esclarecimentos (WANG et al. 2013).

Diante dessa problemática e da necessidade de estabelecer um protocolo de cimentação para pinos de fibra de vidro, esse estudo teve como objetivo comparar a resistência adesiva por extrusão (*push-out*) de dois agentes cimentantes, um resinoso de polimerização dual e um cimento de ionômero de vidro modificado por resina, associados ou não ao pré-tratamento da dentina com CHX em diferentes tempos de armazenamento.

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Evolução dos pinos intrarradiculares

A utilização de pinos intracanaís surgiu pela necessidade de maior retenção do material restaurador a dentes previamente submetidos a tratamento endodôntico que possuam certo grau de comprometimento de destruição coronária (BÜTTEL et al., 2009; HSU et al., 2009).

Durante muitos anos, o principal meio de se obter retenção intracanal foi através da utilização de pinos e núcleos metálicos fundidos (MORGANO; MILOT, 1993; BATEMAN; RICKETTS; SAUNDERS, 2003; HSU et al., 2009). Os pinos metálicos fundidos são fabricados para se adaptarem ao espaço disponível no canal radicular, e por isso necessitam de menor instrumentação do canal (MORGANO; MILOT, 1993), além de apresentarem boas propriedades físicas (HSU et al., 2009). Dentre uma de suas principais desvantagens, está a ocorrência de fraturas severas, muitas vezes irreversíveis da raiz, devido à concentração de estresses em áreas mais apicais da estrutura radicular por causa do seu alto módulo de elasticidade, bastante diferente do apresentado pela dentina (FREDRIKSSON et al., 1998; FERRARI et al., 2000b; MALFERRARI; MONACO; SCOTTI, 2003; GRANDINI et al., 2005; HSU et al., 2009; KIVANÇ et al., 2009).

A utilização desse sistema era restrita a algumas situações devido a sua característica pouco estética (FERRARI et al., 2000a; PFEIFFER, 2006; ÖZKURT; IŞERI; KAZAZOĞLU, 2010), sendo associada inicialmente às coroas metálicas e do tipo veneer (MORGANO; MILOT, 1993) e, posteriormente, passaram a ser usados como pinos e núcleos de coroas metalocerâmicas (CAGIDIACO et al., 2008).

Além das limitações mecânicas e estéticas, a técnica também requer maior tempo clínico e maior custo, por causa das etapas laboratoriais (MORGANO; MILOT, 1993; TARBJÖRNER, 1995; FREDRIKSSON et al., 1998). Atualmente, essa estratégia é muito bem indicada e apresenta bons resultados quando ocorre um grande comprometimento coronário (AL-OMARI; ZAGIBEH, 2010; GOMEZ-POLO et al., 2010). Em outras situações com menor perda de estrutura coronária, mas ainda

com a necessidade de retenção intracanal da restauração, abriu caminho para novos recursos.

Nesse contexto, os pinos e núcleos metálicos fundidos deixaram de ser a única alternativa para a retenção intracanal de restaurações a partir do surgimento dos pinos intracanaís pré-fabricados (FERRARI et al., 2000a; FERRARI et al., 2000b; MARTELLI et al., 2008), que rapidamente se destacaram por causa de seu baixo custo e relativa facilidade da técnica (MORO; AGOSTINHO; MATSUMOTO, 2005). Esse novo grupo de materiais se dividiu em metálicos e não-metálicos. Os primeiros a serem comercializados foram os metálicos (PEUTZFELDT; SAHAFI; ASMUSSEN, 2008), sendo que os não-metálicos foram ganhando cada vez mais espaço, impulsionados principalmente pela busca constante por restaurações estéticas sem metal, mas também por um desempenho mecânico favorável (MARTELLI et al., 2008; ONAY et al., 2010).

Um dos primeiros pinos intracanaís não-metálicos introduzidos no mercado foi o pino reforçado com fibra de carbono, o Composipost, no início da década de 90 (DURET; REYNAUD; DURET, 1990). Esse grupo de pinos, segundo informações dos fabricantes, consiste em fibras de carbono contínuas, unidirecionais e equidistendidas em uma matriz de resina epóxica (DURET; REYNAUD; DURET, 1990; HEDLUND; JOHANSSON; SJÖGREN, 2003), sendo que o carbono constitui 64% da estrutura do material (FERRARI et al., 2000).

Dentre as características dos pinos reforçados por fibra de carbono, tem-se a alta resistência, determinada pela tensão uniforme nos filamentos das fibras de carbono; menor rigidez; capacidade adesiva; bom desempenho em estudos clínicos; e propriedades mecânicas favoráveis, semelhantes à da dentina (ASMUSSEN; PEUTZFELDT; HEITMANN, 1999; FREDRIKSSON et al., 1998; Malferrari; Monaco; Scotti, 2003; Piovesan et al., 2007; Bützel et al., 2009; Stewardson; Shortall; Marquis, 2010). Por causa de suas características e ao menor custo associado à técnica (Piovesan et al., 2007), esse grupo de pinos teve seu uso bastante difundido. Apesar das vantagens apresentadas, ainda tinha como limitação sua coloração pouco estética (Malferrari; Monaco; Scotti, 2003; Cheleux; Sharrock, 2009).

Outro tipo de pino intracanal pré-fabricado não-metálico é o cerâmico, caracterizado principalmente pela presença de zircônia. Como características favoráveis desse material, pode-se citar sua boa estabilidade química, alta resistência mecânica, boa retenção aos cimentos resinosos e o aspecto estético, quando comparados aos pinos de fibra de carbono e metálicos (BECK et al., 2010; ÖZKURT; IŞERI; KAZAZOĞLU, 2010). Apresenta algumas características limitadoras, como seu alto módulo de elasticidade, grande grau de friabilidade e a ausência de comportamento plástico (ASMUSSEN; PEUTZFELDT; HEITMANN, 1999; PFEIFFER et al., 2006; ÖZKURT; IŞERI; KAZAZOĞLU, 2010). Outras limitações são a dificuldade de remoção do pino do interior do canal radicular, o que ocorre por causa de sua dureza (ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 1999; FERRARI et al., 2000); e sua grande rigidez, que pode acabar por transferir estresses para estrutura dentária, culminando com a fratura da raiz em níveis que comprometem a manutenção do elemento dentário (PFEIFFER et al., 2006; ÖZKURT; IŞERI; KAZAZOĞLU, 2010).

Os pinos pré-fabricados mais recentes são os pinos reforçados com fibra de vidro (GRANDINI et al., 2005; MANNOCCI, 2005). Esse sistema de pino apresenta propriedades bastante semelhantes aos pinos reforçados com fibra de carbono, com a vantagem adicional de serem estéticos (MALFERRARI; MONACO; SCOTT, 2003). São compostos por feixes de fibras de vidro (sendo a fibra de vidro uma mistura de silicone, alumínio e óxido de magnésio) dispostos em uma matriz resinosa (BATEMAN; RICKETTS; SAUNDERS, 2003; FERRARI et al., 2007; CAGIDIACO et al., 2008).

Assim como os pinos reforçados com fibra de carbono, os pinos de fibra de vidro apresentam baixo módulo de elasticidade (ASMUSSEN; PEUTZFELDT; HEITMANN, 1999; REILL et al., 2008), semelhante ao da dentina (FERRARI et al., 2000), e boa estabilidade de suas propriedades mecânicas. Apresentam boa resistência flexural (STEWARTSON; SHORTALL; MARQUIS, 2010), sendo essa proporcional ao diâmetro do pino (PFEIFFER et al., 2006), inversamente proporcional ao diâmetro das fibras e fortemente relacionada à integridade da interface fibra/matriz resinosa e às condições do ambiente oral, como adaptação à geometria do canal e distribuição das forças oclusais (CHELEUX; SHARROCK, 2009).

Com relação ao seu uso clínico, estudos já realizados demonstram alta taxa de sucesso para os pinos de fibra de vidro (HEDLUND; JOHANSSON; SJÖGREN, 2003; MALFERRARI; MONACO; SCOTTI, 2003; PIOVESAN et al 2007; SIGNORE et al., 2009). Dentre as falhas encontradas, a desunião do pino é a mais relatada pelos autores (MANOCCI et al., 2002; MONTICELLI et al., 2003; PIOVESAN et al., 2007; CAGIDIACO et al., 2008; SIGNORE et al., 2009; ONAY et al., 2010; POSKUS et al., 2010). Outras falhas relatadas são complicações endodônticas (GRANDINI et al., 2005; MEHTA; MILLAR, 2008) e fratura do pino (SIGNORE et al., 2009; WEGNER et al., 2006; MARTELLI et al., 2008). Na tentativa de reduzir as possíveis falhas encontradas, a desunião, por ser a principal causa, tem sido um dos focos de investigação mais estudados (WANG et al., 2008; LINDBLAD et al., 2010; WANG et al. 2013).

2.2 Cimentação de pinos

A cimentação dos pinos no interior do conduto radicular é realizada para mantê-los retidos à estrutura dentária. Para esse procedimento, alguns materiais foram propostos ao longo dos anos.

Durante muito tempo, o cimento de fosfato de zinco foi o principal agente cimentante em procedimentos odontológicos, e o seu bom desempenho clínico durante todo esse tempo atesta sua eficiência (ØILO, 1991). Até os dias atuais, é considerado o melhor material para cimentação de pinos intrarradiculares metálicos, especialmente em situações nas quais a reincidência de cárie não seja o foco central (MITCHELL, 2000; OLIVEIRA et al., 2012). Além disso, é um material que apresenta pouca sensibilidade de técnica durante o procedimento de cimentação (OLIVEIRA et al., 2012).

Apesar das boas propriedades relacionadas e do sucesso clínico ao longo do tempo, esse material não apresentou bom desempenho quando associado a pinos de fibra de vidro (NEUMANN et al., 2008). Naumann et al. (2008) relata que o cimento de fosfato de zinco é o menos confiável para cimentação de pinos de fibra de vidro, quando uma situação de longo tempo de uso clínico é simulada. Em seu estudo, o autor comparou a resistência adesiva deste material com de outros

protocolos de cimentação de um pino de fibra de vidro após termociclagem. Como resultado, encontrou que o fosfato de zinco apresentou o pior desempenho, com apenas 40% dos espécimes viáveis para a realização do teste mecânico de resistência após a termociclagem, apresentando o maior número de falhas prematuras dentre os materiais testados.

Frente ao fraco desempenho do cimento de fosfato de zinco na cimentação dos pinos de fibra de vidro, a evolução dos sistemas de retenção intracanal foi acompanhada do surgimento de novas técnicas e materiais para a cimentação desses pinos no interior do conduto. A evolução da técnica restauradora adesiva permitiu o desenvolvimento da cimentação adesiva, utilizada na fixação de pinos reforçados por fibras, criando uma interface pino-cimento-dentina livre de fendas (REIS et al., 2011).

De uma forma geral, os cimentos resinosos apresentam como características sua capacidade adesiva, baixa solubilidade e boas propriedades mecânicas (PEDREIRA et al., 2009). São capazes de apresentar fina espessura de película, o que auxilia na diminuição da ocorrência de nanoinfiltração (KIOUS; ROBERTS; BRACKETT, 2009; FERRARI et al., 2009). Quanto maior a quantidade de partículas inorgânicas (carga) no cimento, menor é a sua capacidade de deformação plástica e de selamento da interface adesiva (FERRARI et al., 2009).

Dentre as opções de cimentos resinosos disponíveis para esta finalidade, aparecem os que apresentam polimerização dual. Esse grupo de cimentos surgiu como um material promissor, por associar o processo de polimerização ativado pela luz com o processo de ativação química da reação, permitindo que ocorra um grau de conversão de monômeros em polímeros (FARIA-E-SILVA et al., 2012), mesmo em ambiente desfavorável, como o que é encontrado no conduto radicular (CHERSONI et al., 2005; TAY et al., 2005).

Essa característica de polimerização dual confere um aspecto vantajoso ao material, mas o grau de conversão do cimento ainda é muito dependente do acesso à fonte de luz, podendo ocorrer diminuição no grau de conversão em direção à região apical, principalmente quando o pino utilizado não tem capacidade de transmitir a luz efetivamente (KIM et al., 2009). Além da limitação no grau de conversão, o ambiente do conduto radicular é desfavorável para um procedimento

adesivo devido à conformação cavitária, que resulta em um altíssimo valor para o fator C (fator de configuração cavitária) (CHRESONI et al., 2005; TAY et al., 2005), sendo que as piores condições são encontradas na região apical, por apresentar uma dentina com características menos favoráveis à adesão (WANG et al., 2008). Todas essas limitações podem ser observadas nos resultados de algumas pesquisas, como no estudo realizado por Calixto et al. (2012), no qual os autores observaram diminuição significativa da resistência adesiva no terço apical, quando comparado ao terço cervical, para um cimento resinoso dual utilizado na cimentação de pino de fibra de vidro.

Atualmente, além dos cimentos resinosos, os cimentos ionoméricos, em especial os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (CIVMR), aparecem como agentes cimentantes bastante utilizados na fixação radicular de pinos de fibra de vidro (PEUTZFELDT; SAHAFI; ASMUSSEN, 2008; KIM; KIM; KWON, 2009; MAZZONI et al., 2009; PEDREIRA et al., 2009, REIS et al., 2011). Sua indicação está associada a situações em que a cimentação adesiva pode ser prejudicada (BONFANTE et al., 2007), principalmente devido à sensibilidade da técnica adesiva.

Como características desse material, podemos citar seu coeficiente de expansão térmica próximo ao da dentina (FRUITS et al., 1996), sua alta viscosidade (KIOUS et al., 2009) e a capacidade de ter retenção adequada para suportar as tensões a que os pinos são submetidos clinicamente (BONFANTE et al., 2007).

Outra característica desse material está na sua capacidade de absorção de água, o que pode determinar, inclusive, uma deformação da restauração obtida (CURY et al., 2006; VERSLUIS et al., 2011). Um estudo conduzido por Cury et al (2006) mostra bom desempenho para o cimento de ionômero de vidro em teste de resistência adesiva após absorção de água. Após armazenagem em água, com o objetivo de reproduzir a permeabilidade dos túbulos dentinários, encontrou-se como resultado que os pinos cimentados com cimento de ionômero de vidro convencional apresentaram os maiores valores de retenção quando comparados aos cimentos resinosos, o que foi atribuído à melhoria nas propriedades mecânicas do cimento ionomérico após sorção de água. Os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (CIVMR), também apresentaram melhora nos resultados após sorção de

água. Com o objetivo de investigar a resistência adesiva de um pino cimentado com diferentes agentes cimentantes, Bonfante et al. (2007) realizou um estudo comparativo entre cimentos resinosos duais e CIVMR de diferentes marcas. Como resultado, encontrou que o CIVMR apresentou valores de resistência adesiva à tração significativamente mais baixos que os cimentos resinosos testados, sugerindo que a adesão do material ionomérico ocorre basicamente através de retenção mecânica.

Outro estudo, conduzido por Bagheri et al. (2010), relata que os cimentos de ionômero de vidro são os que apresentam perda de resistência mais lenta e em menor grau após armazenagem simulando as condições do ambiente oral, o que afeta diretamente a retenção da restauração.

A literatura relata diferentes protocolos para tratamento do pino e estrutura dentária previamente ao procedimento de cimentação. Para tratar o pino, o protocolo usualmente adota a aplicação de silano (BÜTTEL et al., 2009), sendo esse um material que age como um agente híbrido, responsável por proporcionar união entre materiais diferentes, ou seja, a união de uma matriz orgânica com uma estrutura inorgânica (MATINLINNA et al., 2004), que tem demonstrado melhora na qualidade adesiva do pino ao cimento (MAGNI et al., 2007). Independente da realização ou não da silanização do pino, autores recomendam que se faça uma limpeza deste com álcool (CURY et al., 2006; BÜTTEL et al., 2009, ZICARI et al., 2008).

O tratamento da dentina radicular depende do agente cimentante utilizado. Quando o material adotado é o cimento resinoso dual, o tratamento prévio da dentina é feito seguindo o mesmo protocolo de uma restauração adesiva com resina composta. Sendo assim, a dentina é condicionada com o ácido fosfórico, quando o sistema adesivo utilizado (convencional) necessita dessa etapa, seguido de lavagem abundante e secagem do conduto. Durante esse procedimento, a literatura alerta para a necessidade de cuidados adicionais para que seja mantida a umidade ideal da dentina, recomendando que a secagem seja feita com uso de cones de papel absorvente (GRANDINI et al., 2005; MAZZONI et al., 2009; PEDREIRA et al., 2009). Após o condicionamento ácido, a dentina recebe aplicação do sistema adesivo (CALIXTO et al., 2012).

Para continuação do processo de hibridização, a escolha de sistemas adesivos mais hidrofóbicos, convencionais ou autocondicionantes, tem levado a perspectivas de melhor qualidade adesiva (CHERSONI et al. 2005; FABRE et al., 2007), independente da forma de polimerização desses adesivos, seja auto ou fotoativado (DONG et al., 2003). Em pesquisa realizada por Wang et al. (2008), é possível encontrar maiores valores de resistência adesiva quando o pino reforçado por fibra é cimentado com sistema adesivo convencional, que emprega a etapa de condicionamento ácido separadamente das demais. Quando cimentos resinosos duais são utilizados, sistemas adesivos simplificados devem ser evitados, por existir, na maioria das vezes, incompatibilidade química entre esses dois materiais, podendo haver interferência no desempenho do cimento e diminuição na integridade da interface adesiva (SANARES et al., 2001).

Para os cimentos de ionômero de vidro, são encontrados na literatura diferentes protocolos para o tratamento da dentina (CURY et al., 2006, BONFANTE et al., 2007, REIS et al., 2011), geralmente relacionados às recomendações do fabricante, podendo haver a ocorrência de nenhum pré-tratamento, quando não há especificações do fabricante para esse procedimento (BONFANTE et al., 2007).

Diante da falta de um critério firmemente estabelecido para o tratamento da dentina previamente à cimentação com materiais ionoméricos, o ácido poliacrílico aparece como um material possível de melhorar as condições de adesão quando aplicado à dentina antes, pois a adesão do ionômero de vidro à dentina radicular é melhorada quando a *smear layer* presente, resultante do preparo do conduto, é removida (WEIGER; HEUCHERT; HAHN; LÖST, 1995). O pré-tratamento com ácido poliacrílico dissolve a *smear layer*, cria uma zona de dentina parcialmente desmineralizada e permite que o ácido interaja com a dentina através de uma “camada intermediária”, que contém elementos resultantes de uma troca mútua de íons entre o ionômero de vidro e dentina (TAY et al., 2001). Estudos demonstraram que esse pré-tratamento resulta em altos valores de adesão também quando o CIVMR é utilizado. (TANUMIHARJA et al., 2000; PALMA-DIBB et al., 2003).

2.3 Ação e inativação de enzimas proteolíticas intrínsecas da dentina

Todos os cuidados referentes ao processo de cimentação visam melhorar a qualidade da cimentação final obtida, tentando diminuir o número de falhas passíveis de ocorrer. A fragilidade da cimentação adesiva tem como seu ponto fraco a interface adesiva dentina-cimento, decorrente da degradação do cimento utilizado e degradação das fibrilas de colágeno presentes na estrutura dentinária (PEDREIRA et al., 2009; SANTOS et al., 2009, LINDBLAD et al., 2010).

Com relação à degradação das fibrilas de colágeno, enzimas presentes na própria estrutura dentária estão entre as principais responsáveis. Durante o procedimento de hibridização da dentina, ocorre a ativação de enzimas proteolíticas que participam de um processo de degradação da interface adesiva (LIU et al., 2011; OSORIO et al., 2011; SCAFFA et al., 2012). Dentre esse grupo de enzimas, estão principalmente as metaloproteinases (MMPs) e as catepsinas.

As MMPs constituem um grupo de enzimas, endopeptidases cálcio e zinco-dependentes, que participam de diversos processos fisiológicos e patológicos do organismo (OSORIO et al., 2011). Essas enzimas participam da odontogênese, atuando diretamente no processo de formação e mineralização do esmalte e da dentina, e mais tardiamente, estão envolvidas no processo de degradação do colágeno (TJÄDERHANE et al., 1998; FANCHON et al., 2004; HEBLING et al., 2005). Foram reportadas a existência de 23 tipos diferentes de MMPs (HANNAS et al. 2007).

Durante o processo de adesão, essas MMPs são liberadas e passam a degradar o colágeno presente na interface adesiva, (LIU et al., 2011). O momento em que essas enzimas são liberadas ainda é um pouco controverso, sendo que alguns autores como Osorio et al. (2011), determinam que o aumento na degradação de colágeno ocorre após condicionamento ácido; enquanto Mazzoni et al. (2011) encontraram que o aumento na atividade de MMP-2 ocorreu de forma mais expressiva após condicionamento com ácido fosfórico a 1% seguido de aplicação do sistema adesivo, havendo diminuição na atividade dessa enzima quando apenas o ácido fosfórico foi aplicado ao substrato.

A CHX vem sendo relatada como opção de tratamento para inibição da degradação do colágeno há muitos anos (GRENIER, 1993). A ação desse material na inativação das MMPs participantes do processo de degradação da interface adesiva é estudada por diversos autores, e os resultados são promissores, sobretudo na dentina coronária (CARRILHO et al., 2010; OSORIO et al., 2011; MAZZONI et al., 2011).

A atuação das MMPs acontece na dentina radicular da mesma maneira que ocorre na dentina coronária (SANTOS et al., 2009). Dentro desse contexto, a CHX atua como último irrigante no processo de cimentação no interior do canal radicular, sendo aplicada após condicionamento ácido da dentina, com o objetivo de limpar o conduto e auxiliar na manutenção da integridade da interface adesiva (LINDBLAD et al., 2010; LINDBLAD et al. 2012).

A eficiência da CHX nesse processo foi verificada por diversos autores. Apesar dos resultados promissores encontrados em diversos estudos (CARRILHO et al., 2010; OSORIO et al., 2011; MAZZONI et al., 2011), alguns autores encontraram resultados negativos para o efeito da CHX na manutenção da integridade adesiva, como Leitune et al. (2010), que analisou o efeito da CHX na interface adesiva em condutos radiculares, encontrando que esse material não foi capaz de preservar a resistência adesiva de pinos cimentados a condutos radiculares após seis meses de armazenagem. Outros trabalhos não encontraram efeitos otimizados ou mesmo encontraram interferência negativa a depender do sistema adesivo empregado (WANG et al. 2013).

2.4 Teste de resistência adesiva por extrusão (*push-out*)

Diferentes testes podem ser utilizados para determinar a resistência adesiva de uma restauração. Quando a união em estudo trata-se de um procedimento de cimentação intracanal, o teste de resistência adesiva por extrusão (*push-out*) é um dos mais utilizados por diferentes autores (CURY et al., 2006; REIS et al., 2011; CALIXTO et al., 2012).

Para o tipo de análise de resistência da cimentação de pinos de fibra no interior do canal, o teste de resistência adesiva por extrusão (*push-out*) é que apresenta menor variabilidade durante o teste mecânico e apresenta melhor distribuição do estresse causado, quando comparado, por exemplo ao teste de microtração (SOARES et al., 2008). Também é o teste que apresenta o menor número de falhas prematuras e valores baixos, considerados mais realistas para um ambiente de difícil técnica como o canal radicular (GORACCI et al., 2004).

Os valores obtidos nesse teste geralmente são baixos quando comparados ao de microtração (GORACCI et al., 2004) e, segundo Ferrari et al. (2009), esses valores podem variar também de acordo com a carga apresentada no cimento resinoso utilizado. Em seu estudo, este autor mostrou que quanto maior a carga presente no cimento resinoso utilizado, menores são os valores de *push-out* obtidos durante o ensaio mecânico.

Os estudos laboratoriais possibilitam a criação de novas situações a serem testadas e analisadas através de estudos de acompanhamento clínico. Diante da disponibilidade da metodologia de *push-out*, comparar diferentes materiais e protocolos possíveis de serem utilizados na cimentação de pinos de fibra de vidro se tornou um estudo viável de ser realizado e necessário para a escolha da melhor conduta clínica a ser adotada.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união (RU) da interface cimento-pino-dentina radicular, imediata e em longo prazo, com diferentes agentes cimentantes, associados ou não ao uso de clorexidina.

As hipóteses nulas testadas foram:

- A) Não há diferença de RU quanto ao tipo de agente cimentante;
- B) O uso de clorexidina não influencia na RU
- C) Não há diferença de RU quanto aos terços cervical, médio e apical.
- D) Não há diferença de RU imediata e em longo prazo.

4 Material e Método

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Delineamento experimental

Esse estudo *in vitro*, envolveu um tipo de pino de fibra de vidro em diferentes condições de cimentação. O delineamento experimental apresentou quatro fatores: 1- cimento (2 níveis – cimento resinoso ARC e cimento de ionômero de vidro modificado por resina RelyX Luting 2); 2- tratamento (2 níveis – sem e com aplicação de clorexidina); 3- terço radicular (3 níveis – cervical, médio e apical) e 4- tempo (2 níveis – sete dias e seis meses). A variável de resposta foi o teste de resistência adesiva por extrusão (*push-out*).

4.2 Seleção das raízes

Oitenta raízes bovinas foram selecionadas, mantidas e renovadas em timol a 0,1%. Uma análise prévia das dimensões méso-distal e de comprimento original foi realizada, permitindo a seleção de unidades similares, que apresentaram condutos cilíndricos e de diâmetro compatível com o pino a ser utilizado.

Após essas análises, as porções coronárias foram descartadas com corte na região cervical de forma perpendicular ao longo eixo do dente, utilizando um disco diamantado dupla face sob irrigação constante, em aparelho de corte de precisão Isomet Low Speed Saw (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA). Ao final desta secção, as raízes apresentaram comprimento radicular padronizado de 17mm. Em seguida, foram limpas com curetas de raspagem periodontal e pasta de pedra pomes com escova de Robson e então armazenadas em água deionizada.

4.3 Preparo dos dentes

O tratamento endodôntico das raízes foi realizado com instrumento de memória de nº45, padronizado a uma profundidade de 16mm. Os canais foram

irrigados com água deionizada, evitando a interferência de possíveis variáveis resultantes do uso de outros materiais irrigadores oxidantes disponíveis (água oxigenada e hipoclorito de sódio). Ao final da instrumentação, os condutos foram preenchidos com EDTA Trissódico líquido (Biodinâmica, Ibiporã, PR, Brasil) por 5 minutos para remoção de raspas de dentina remanescentes, lavados com água deionizada e secos com cones de papel absorvente (Tanari, Manacapuru, AM, Brasil). Posteriormente, foram obturados com cones de guta-percha (Tanari, Manacapuru, AM, Brasil) e cimento à base de hidróxido de cálcio (Sealer 26 – Dentsply, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), pela técnica de condensação lateral.

Após 24 horas, os condutos foram desobturados para preparação do espaço necessário para o pino a ser cimentado, que consistiu em um pino nº 2 de formato cônico, liso, constituído de filamentos de fibras de vidro imersos em uma matriz de resina epóxica com uma haste metálica no centro de sua estrutura (Exacto, Ângelus, Londrina, PR, Brasil) (Figura 1).

Figura 1: Pino de fibra de vidro utilizado no estudo. A) Aspecto macroscópico do pino. B) MEV da superfície externa do pino apresentando superfície rugosa e com ranhuras

O processo de desobturação foi realizado com a broca de 1,5mm de diâmetro, que acompanha o kit de pinos e corresponde ao diâmetro do pino utilizado, a um comprimento de 13mm deixando 3mm de selamento apical.

4.4 Distribuição das raízes tratadas nos grupos

Em seguida, as raízes foram aleatoriamente distribuídas em 8 grupos de acordo com os agentes cimentates, tratamento do conduto e tempo de armazenamento, conforme descrito no quadro 1: ARC (RelyX ARC/ ScotchBond, 3M ESPE, St Paul, EUA), ARC+CHX, RL (RelyX Luting 2, 3M ESPE, St Paul, EUA) e RL+CHX. As características dos cimentos utilizados estão apresentadas no quadro 2.

Quadro 1: Distribuição dos grupos experimentais (n=10)

Material	Tratamento	Tempo
RelyX ARC (ARC)	Sem CHX	7 dias
		6 meses
	Com CHX	7 dias
		6 meses
RelyX Luting 2 RL	Sem CHX	7 dias
		6 meses
	Com CHX	7 dias
		6 meses

4.5 Preparo dos pinos e dos condutos

Os pinos de fibra de vidro foram limpos com álcool etílico e posteriormente silanizados (Primer silano – Ângelus, Londrina, PR, Brasil), deixando secar por um minuto.

As raízes foram lavadas, secas e envoltas com papel alumínio. As características dos cimentos utilizados e os protocolos de cimentação de utilizados estão descritos nos quadros 2 e 3, respectivamente.

Quadro 2: Composição dos agentes cimentantes utilizados

Material	Fabricante	Composição	Classificação
RelyX ARC (ARC)	3M ESPE, St Paul, MN, EUA	Sílica tratada com silício, dimetacrilato de 2,2 etilenodioxidietilo, metacrilato de bisfenol diglicidil, éter, polímero dimetacrilato funcionalizado	Cimento resinoso dual
RelyX Luting 2 (RL)	3M ESPE, St Paul, MN, EUA	Pasta A: vidro de fluoroalumínio silicato, agente redutor, HEMA, água, agente opacificante. Pasta B: ácido policarboxílico metacrilado, Bis-GMA, HEMA, água, persulfato de potássio, carga de zircônia sílica	Cimento de ionômero de vidro modificado por resina

Quadro 3: Protocolo de cimentação para cada grupo

Cimento	Tratamento da dentina	Protocolo de cimentação
ARC	<u>Sem CHX</u> : ácido fosfórico 37% (Condicionador Dental Gel – Dentsply, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) por 15s; sistema adesivo (ScotchBond Multiuso Plus) – primer + adesivo (fotoativação por 20s)	Manipulação do cimento por 10s; aplicação no conduto e no pino; cimentação com broca lentulo manual; remoção do excesso; fotoativação por 40s
	<u>Com CHX</u> : aplicação de digluconato de clorexidina 2% (Maquira Dental Produtos, Maringá, PR, Brasil) por 60s após aplicação do ácido; secagem com cones de papel absorvente; sistema adesivo	
RL	<u>Sem CHX</u> : ácido poliacrílico 11,5% (Vitro condicionador-Nova DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) por 12s	Manipulação das pastas A e B por 20s; aplicação do cimento no conduto e no pino com lima nº 70; pressão digital por 2min; remoção de excesso; aguardar 5min
	<u>Com CHX</u> : aplicação de digluconato de clorexidina 2% (Maquira Dental Produtos, Maringá, PR, Brasil) por 60s após aplicação do ácido	

Após 24 horas da cimentação, mantidas em água deionizada, as raízes foram seccionadas perpendicularmente ao longo eixo, obtendo-se de 8 a 9 fatias de aproximadamente 1mm de espessura, com disco diamantado na máquina de corte Isomet 1000 Precision Saw (South Bay Technology Inc., Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) sob refrigeração constante (Figura 2).

Figura 2: Fatias de 1mm obtidas após corte identificadas de acordo com os terços da raiz.

As fatias obtidas foram individualmente identificadas e armazenadas em saliva artificial em estufa (Estufa 502, Fanem, São Paulo, SP, Brasil) a 37°C por 7 dias ou 6 meses, de acordo com o período de avaliação de cada grupo, sendo realizada a renovação da saliva a cada três semanas.

4.6 Teste de resistência adesiva (*Push-out*)

Passado o período de armazenamento, os espécimes foram submetidos ao teste de resistência adesiva (*push-out*). Os espécimes foram posicionados em um suporte metálico de aço inoxidável contendo uma perfuração central com 2 mm de diâmetro. Devido ao formato cônico dos pinos, a carga foi aplicada no sentido apico-coronal a partir da superfície apical, de forma que o pino fosse empurrado em direção à porção mais larga do conduto (Figura 3).

Figura 3: Desenho esquemático do posicionamento da fatia durante o teste.

A carga foi aplicada apenas sobre a superfície do pino por meio de uma ponta, com variação de 1,3mm a 0,8mm de diâmetro, acoplada a máquina de ensaio universal Instron 3342 (Instron Co., Canton, MA, USA) com célula de carga de 500kg (50N), a velocidade de 0,5mm/min de forma que não tocasse na interface adesiva. Os valores foram registrados em kgf e posteriormente convertidos em MPa.

4.7 Conversão de valores

Os valores obtidos durante o teste de resistência adesiva foram registrados em kgf e posteriormente convertidos em MPa. Para se calcular a resistência adesiva, foi utilizada a fórmula: $\alpha = F/A$, na qual F, em MPa, é a força presente no momento do deslocamento do pino.

Como o espécime utilizado possui formato cônico, os diâmetros dos fragmentos de cimentação do pino (coronal e apical) e suas espessuras foram verificados com auxílio de um paquímetro digital (Messen Sensor Technology Co, Guangdong China), e a área total, em mm², foi calculada utilizando-se a seguinte fórmula: $A = \pi (R_2 + R_1) [h^2 + (R_2 - R_1)^2]^{0,5}$, na qual $\pi = 3,14$; R₂= raio coronal da área de cimentação; R₁= raio apical da área de cimentação; h= altura da fatia.

4.8 Análise das falhas

Após o teste de resistência adesiva, foi realizada análise microscópica das falhas. As fatias foram observadas através de microscopia ótica (DINO-LITEplus digital microscope, AnMo Eletronics Corporation, Hsinchu, China), com 200 vezes de aumento. As falhas encontradas foram classificadas em: 1- A C/D (falha adesiva

entre cimento e dentina); 2- A C/P (falha adesiva entre cimento e pino); 3- CP (falha coesiva do pino); 4- CC (falha coesiva do cimento); 3- M (falha mista).

Adicionalmente, 8 espécimes foram selecionados aleatoriamente, fixados em base de latão com esmalte (Risqué, Niasi, Taboão da Serra, São Paulo, Brasil) e metalizados (Hammer VI-sputtering system-ANATECH LTD, Alexandria, EUA) com partículas de pó de ouro para análise através de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV- JOEL JSM T220A, Tóquio, Japão), possibilitando visualização das falhas encontradas com aumento de 50x e 200x.

4.9 Análise estatística

Os dados foram tabelados considerando as variáveis agente cimentante, uso de clorexidina, terços radiculares e tempo. Com a verificação de distribuição normal e homogeneidade dos resultados, as análises foram realizadas pelo teste de ANOVA quatro critérios e comparações múltiplas com Tukey, ambos com $p < 0,05$.

5 Resultados

5 RESULTADOS

Para a variável de resposta resistência de união por extrusão (*push-out*), encontrou-se significância para todos os fatores testados: material ($p=0,000$); clorexidina ($p=0,0008$) e terço ($p=0,012$). O fator tempo não foi significativo ($p=0,081$). Houve interação apenas entre os fatores CHX x tempo ($p=0,0000$) e material x CHX x tempo ($p=0,0000$). As demais interações não foram estatisticamente significantes ($p>0,05$). Os valores de média e desvio padrão estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Valores de resistência adesiva (MPa) e desvio padrão para os diferentes grupos nos dois tempos de armazenamento

Material	Terço	7 dias		6 meses	
		s/ CHX	c/ CHX	s/ CHX	c/ CHX
ARC	C	4,03 (1,85)Aa1+	6,75 (3,01)Aa1+	6,57 (2,43)Aa1+	3,23 (3,13)Bb1+
	M	4,68 (2,76)Aa1+	5,28 (2,89)Aa1+	6,56 (2,85)Aa1+	1,75 (1,28)Bb1+
	A	2,97 (1,56)Aa1+	3,98 (3,40)Aa1+	5,15 (3,07)Aa1+	3,26 (2,10)Aa1+
RL	C	2,26 (0,48)Aa1+	2,26 (0,96)Aa1*	2,02 (1,13)Aa1*	1,06 (0,70)Aa1+
	M	1,97 (1,31)Aa1+	2,10 (0,93)Aa1*	1,90 (1,33)Aa1*	0,78 (0,38)Aa1+
	A	1,69 (0,75)Aa1+	1,65 (1,40)Aa1+	1,40 (1,43)Aa1*	0,88 (0,90)Aa1+

Letras maiúsculas iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa para o fator tempo, nas mesmas condições;

Letras minúsculas iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa para o fator tratamento (sem ou com CHX), nas mesmas condições;

Números iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa para o fator terço, nas mesmas condições;

Símbolos iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa para o fator material, nas mesmas condições.

Considerando-se o fator tempo, encontrou-se diferença estatisticamente significativa para os valores de resistência adesiva apenas para o grupo ARC+CHX, havendo diminuição dos valores encontrados nos terços cervical e médio após 6 meses de armazenamento.

Quando os valores de resistência adesiva entre os diferentes terços de um mesmo grupo são comparados, dentro do mesmo tempo de armazenamento,

verifica-se ausência de diferenças significantes, indicando que em uma mesma condição, a adesão conseguida foi semelhante para as diferentes regiões do conduto.

Aos 7 dias de armazenamento, observou-se comportamento semelhante para os grupos sem e com o tratamento prévio com CHX, não havendo alterações significantes nos valores de resistência obtidos na presença da CHX. Nos grupos armazenados durante 6 meses, percebeu-se que a aplicação de CHX determinou valores significativamente mais baixos. Para o RL armazenado por 6 meses, observou-se que o tratamento prévio com CHX não determinou alterações significantes na adesão.

Na comparação entre os materiais ARC x RL, detectou-se diferença estatisticamente significativa no tempo de 7 dias, quando associados a CHX, nos terços cervical e médio. Já no tempo de 6 meses, as diferenças foram encontradas em todos os terços quando a CHX não foi aplicada. Em ambas as situações, ARC apresentou maiores valores de resistência adesiva.

A partir da análise dos espécimes por microscopia óptica, foi possível identificar os tipos de falhas encontradas na interface, representadas em porcentagem no gráfico 1.

Gráfico 1: Porcentagem dos tipos de falhas na interface de acordo com os cimentos nas condições testadas: A C/D – falha adesiva entre cimento e dentina; A C/P – falha adesiva entre cimento e pino; CP – falha coesiva do pino; CC – falha coesiva do cimento; M – falha mista.

No gráfico, é possível verificar que para os grupos cimentados com ARC houve predominância de falhas adesivas entre cimento e dentina e falhas mistas. Para os grupos cimentados com RL, as falhas consistiram apenas de falhas adesivas entre cimento e pino e falhas mistas. Em nenhum dos grupos observou-se ocorrência isolada de falha coesiva do cimento.

As principais falhas encontradas foram também observadas em MEV e são apresentadas a seguir (Figura 4).

Figura 4: A) Falha mista no grupo RL; B) Falha adesiva cimento-dentina no grupo ARC; C) Falha cimento-pino no grupo ARC. AC/P- falha adesiva cimento/pino; A C/D- falha adesiva cimento/dentina; cc- falha coesiva do cimento; P- pino; D- dentina; C- cimento.

6 *Discussão*

6 DISCUSSÃO

Uma vez que a desunião do pino de fibra de vidro representa uma das principais falhas de restaurações de dentes tratados endodonticamente, diferentes estratégias tem sido investigadas para assegurar maior estabilidade adesiva (RADOVIC et al., 2008; LINDBLAD et al., 2010; LEITUNE et al., 2010; ZICARI et al., 2012). Portanto, este estudo teve como objetivo comparar um cimento resinoso a um cimento de ionômero de vidro modificado por resina, nos diferentes terços radiculares, de acordo com o tratamento convencional ou associado ao pré-tratamento com CHX, em dois períodos de armazenamento.

Para este estudo, o teste de extrusão, *push-out*, foi escolhido. Em espécimes que apresentam restaurações intrarradiculares com pinos intracanaís é um método já utilizado em estudos que buscam mensurar resistência adesiva nos diferentes terços (cervical, médio e apical) do conduto (REIS et al., 2011; CECCHIN et al., 2011). A escolha desse teste ocorre por este apresentar menor número de falhas e melhor distribuição do estresse (SOARES et al., 2008), sendo que a distribuição mais uniforme dos estresses ao longo da interface pino-cimento-dentina também é resultado da utilização de espécimes espessura reduzido, com cerca de 1mm (GORACCI et al., 2004), como os utilizados nesse estudo. Goracci et al. (2004) relatam que o teste de *push-out* oferece medições úteis, com limitada variação de dados, além de registrar de forma mais realista os baixos valores de resistência adesiva para os materiais utilizados na cimentação do pino à dentina; essa condição parece tornar o teste mais preciso, quando considera-se a fragilidade da adesão entre pino e dentina radicular.

Baseando-se nos resultados encontrados, o cimento resinoso dual (RelyX ARC) apresentou desempenho superior ao cimento de ionômero de vidro modificado por resina (RelyX Luting 2). Portanto, a hipótese nula de que não há diferença de resistência adesiva com o uso dos diferentes agentes cimentantes foi rejeitada.

Os valores de resistência adesiva encontrados para o cimento resinoso, apesar de poderem ser interpretados como baixos, estão de acordo com valores

encontrados em outros estudos (LINDBLAD et al., 2010; LEME et al., 2011; LINDBLAD et al., 2012) e estão dentro de uma expectativa esperada para esse tipo de teste, por razões mencionadas anteriormente (GORACCI et al., 2004). Nos dois estudos conduzidos por Lindblad et al. (2010 e 2012), os baixos valores de resistência adesiva estão associados a pinos constituídos de fibra de vidro em uma matriz de resina epóxica, mesma composição do pino utilizado no presente estudo, o que pode ser um indicativo da influência do pino utilizado na resistência adesiva de cimentos utilizados em restaurações intrarradiculares.

Além da composição do pino, a natureza do cimento utilizado também influencia os valores de adesão. Ferrari et al. (2009) encontrou que o valor da resistência adesiva diminui de acordo com o aumento no percentual da carga do cimento utilizado, sendo que com carga próxima aos 70%, o valor médio de resistência adesiva imediata encontrado foi de 4,5 MPa. Este valor assemelha-se aos valores encontrados no presente estudo, o qual utilizou um cimento resinoso dual com aproximadamente 67,5% de carga. Portanto, a média de valores obtidos quando o RelyX ARC foi utilizado está dentro do esperado para a quantidade de carga presente nesse cimento.

É importante destacar que a seleção do sistema adesivo empregado neste estudo (CHERSONI et al., 2005; RADOVIC et al., 2008; WANG et al., 2013). A utilização de cimento com polimerização dual descarta a possibilidade de utilização de adesivos simplificados devido à incompatibilidade química existente entre esses dois materiais, determinada por um processo no qual os monômeros acídicos do adesivo degradam as aminas terciárias da porção autopolimerizável do cimento (SANARES et al., 2001). Além disso, os adesivos simplificados permitem que ocorra movimentação de água através da dentina radicular, mesmo quando se trata de um dente tratado endodonticamente, o que certamente prejudica o desempenho do cimento resinoso (CHERSONI et al., 2005). Por esses motivos, esse estudo optou pela utilização de um adesivo convencional de três passos. Também consideramos que a forma de ativação por luz (física) do sistema adesivo empregado foi uma opção por retratar a forma mais empregada pelos profissionais. A forma de polimerização do adesivo não influencia diretamente a resistência adesiva da união obtida (SILVA, 2009) e, como a técnica que utiliza a fotoativação do adesivo é aceita e utilizada por outros pesquisadores (SOARES et al., 2008; CALIXTO et al., 2012),

esse estudo optou por pela forma de utilização com aplicação de *primer*, seguida de adesivo e fotoativação por 20 segundos.

Apesar da obtenção de maiores valores de resistência adesiva quando comparado ao CIVMR, especialmente após o armazenamento durante 6 meses, o cimento resinoso dual ainda apresenta como uma grande limitação a dificuldade da técnica associada a um procedimento adesivo realizado dentro de um ambiente desfavorável como o do conduto radicular que, devido ao seu aspecto anatômico, apresenta alto fator de configuração cavitária (fator C) (TAY et al., 2005) e diferente distribuição dos túbulos dentinários, sendo esses túbulos mais finos e presentes em menor número quando comparado a dentina coronária (MJÖR et al., 2001).

Por esses motivos, o cimento a base de ionômero de vidro passou a ser considerado uma alternativa interessante, principalmente se modificado por resina (BONFANTE et al., 2007). Entretanto, a literatura reporta que mesmo com uma menor sensibilidade técnica, esta categoria de material ainda apresenta limitações. (BONFANTE et al., 2007; ; MACEDO; FARIA e SILVA; MARTINS, 2010; REIS et al., 2011).

Assim, os resultados desse estudo estão de acordo com investigações prévias que obtiveram melhores resultados para os cimentos resinosos quando comparados aos cimentos ionoméricos modificados por resina (BONFANTE et al., 2007; MACEDO; FARIA E SILVA; MARTINS, 2010; REIS et al., 2011). O fraco desempenho do CIVMR pode estar associado ao fato da sua retenção à estrutura dentária ser predominantemente mecânica e por ser um material menos resistente (BONFANTE et al., 2007). Associado a esses fatores, durante a manipulação dos dois cimentos é possível observar uma característica de maior viscosidade do CIVMR, formando maior espessura de película, quando comparado ao cimento resinoso (KIOUS et al., 2009), o que pode dificultar seu escoamento e facilitar o surgimento de bolhas na linha de cimentação.

Na comparação do desempenho de cada agente cimentante em relação aos terços, observaram-se valores reduzidos no terço apical, embora não exista diferença com os demais terços. Independente do agente cimentante utilizado, a anatomia do conduto também pode justificar os baixos valores obtidos para o terço apical, quando comparados aos valores obtidos no terço cervical, já que nessa

região existe uma maior dificuldade na obtenção do grau adequado de conversão do cimento resinoso, devido à maior dificuldade de acesso à luz fotoativadora (KIM; KIM; KWON, 2009). Além disso, no terço apical geralmente existe uma maior dificuldade de visualização e acesso para permitir o correto preparo mecânico e químico (condicionamento ácido) para cimentação, o que pode ser representado pela permanência de restos de guta-percha e, nos grupos cimentados com cimento resinoso, controle inadequado da umidade e do processo de hibridização (MJÖR et al., 2001; PERDIGÃO et al., 2007). Embora exista uma diferença numérica entre os valores de resistência adesiva obtidos entre os terços, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa, o que corrobora com estudos anteriores, como o realizado por Leme et al. (2011), no qual o teste de resistência por extrusão não identificou diferenças significantes entre os terços de um conduto dentro do grupo cimentado com RelyX ARC, o que significa que a técnica quando bem realizada, não interfere de maneira comprometedora a adesão obtida na região apical, apesar das dificuldades encontradas, ou que o período de avaliação não foi suficiente para detecção dessa diferença.

Mais recentemente, evidenciou-se a participação de mecanismos biológicos de degradação da camada híbrida provocada por enzimas proteolíticas intrínsecas da dentina (SCAFFA et al., 2012). Nesse contexto, a CHX surge como uma excelente opção de escolha, pois além de suas propriedades antimicrobianas, ideais para um agente irrigante, este material está associado à inativação destas enzimas na interface adesiva (LINDBLAD et al., 2010; OSORIO; YAMAUTI; RUIZ-REQUENA et al., 2011; LINDBLAD et al., 2012).

Estas enzimas, representadas principalmente pelas metaloproteinases (MMPs), são ativadas após o condicionamento ácido da dentina, o que tem conduzido o desenvolvimento de diferentes tratamentos para minimizar sua ação. Sendo assim, as MMPs tem papel importante na longevidade das restaurações e cimentações adesivas.

Da mesma maneira que são encontradas na dentina coronária, Santos et al. (2009) evidenciou a presença de MMPs na dentina radicular, podendo, portanto, haver interferências na qualidade da cimentação adesiva. Em estudo recente, Kato et al. (2011) encontrou evidências de atividades da MMP-9 de maneira muito

semelhante para dentina humana e bovina, sendo esse substrato indicado para o estudo envolvendo a ação de MMPs na interface adesiva. Essa condição torna necessária a criação de estratégias para inativá-las, minimizando a degradação da interface adesiva resultante do procedimento de cimentação.

Portanto, a eficácia do pré-tratamento com clorexidina foi utilizada como estratégia para inativação das MMPs (GENDRON et al., 1999). Como resultado, não se encontrou superioridade na resistência adesiva para cimento resinoso utilizando o pré-tratamento com clorexidina. Os achados corroboram com estudo prévio realizado por Leitune et al. (2010), no qual a aplicação de clorexidina após condicionamento com ácido fosfórico se mostrou ineficiente na melhoria da resistência adesiva após 6 meses de armazenamento. Outro estudo, realizado por Stape et al. (2012) não encontrou nenhuma influência imediata da CHX na resistência de união do ARC à dentina, o que atribuiu à ausência de interação entre a CHX e os monômeros de metacrilato do cimento, já que o sistema adesivo convencional de três passos que foi utilizado cria uma barreira física que impede esse contato.

No presente estudo, além de não resultar em benefícios imediatos na resistência adesiva, após o período de 6 meses constatou-se que a CHX prejudicou a adesão do cimento resinoso, diminuindo significativamente os valores de resistência adesiva no terço médio.

Esse resultado corrobora com um recente estudo de Hipólito et al. (2012), no qual a CHX exerceu efeito negativo na resistência adesiva por microtração de dois cimentos auto-adesivos. Nesse estudo, os autores acreditam que a formação de precipitados resultantes da reação entre a CHX e o fosfato, identificados por microscopia eletrônica nos espécimes tratados com CHX 2%, sejam os responsáveis por diminuir a resistência adesiva, já que, entre outras ações, esses precipitados criam uma barreira física que diminui a interação do cimento resinoso com a superfície, diminuindo sua capacidade adesiva. Aplicando essa explicação para o presente estudo, a provável existência desses precipitados pode ter diminuído a capacidade de interação do sistema adesivo com a superfície dentinária.

Dessa forma, baseado nos resultados, o tratamento com CHX não foi capaz de melhorar a adesão para nenhum dos cimentos e, após seis meses, exerceu influência negativa para o cimento resinoso.

O RL também foi submetido à aplicação prévia de CHX, não sendo encontrada influência positiva na adesão, seguindo explicação semelhante para o que foi discorrido para o cimento resinoso. O uso de CHX foi realizado devido ao componente resinoso desse cimento e ao pré-tratamento com ácido poliacrílico realizado na dentina radicular. Entretanto, é preciso considerar que este é um ácido mais fraco e com menor poder de desmineralização, podendo sugerir sua capacidade de ativação das enzimas proteolíticas potencialmente menor.

Para relação com o tempo, como já exposto, os materiais apresentaram desempenho diferente, de forma que o cimento resinoso apresentou estabilidade na ausência do pré-tratamento com CHX. Comparando-se os grupos tratados com CHX, observa-se que ocorreu uma diminuição da resistência adesiva, exceto para o terço apical, após os 6 meses de armazenamento. Para o cimento ionomérico, não se observaram mudanças em relação ao tempo, independente do pré-tratamento com CHX.

Laboratorialmente, a simulação deste tempo de envelhecimento é frequentemente realizada através de armazenagem em meio aquoso (LEITUNE et al., 2010; LINDBLAD et al., 2012). O período e o meio de armazenamento também exercem influência sobre a resistência adesiva. Quando armazenados em meio aquoso, como a saliva artificial utilizada nesse estudo, os espécimes absorvem água do meio, sofrendo um fenômeno denominado expansão higroscópica. Estudos mostram a ocorrência de aumento dos valores de adesão na existência desse fenômeno para cimentos resinosos e para CIVMR, quando comparados aos valores obtidos após armazenamento em óleo mineral (CURY et al., 2006). No presente estudo, o armazenamento em saliva artificial dos espécimes fatiados durante 6 meses teve como objetivo aumentar o estresse causado na interface adesiva e corrobora com a forma de armazenamento de outros estudos (LEITUNE et al., 2010; LINDBLAD et al., 2012).

Após 6 meses de armazenamento, os valores encontrados para a maioria dos grupos não foram diferentes dos valores encontrados após sete dias, o que

aconteceu de maneira integral para os grupos cimentados com RL. Esse resultado pode ser explicado pela expansão higroscópica dos cimentos, que ocorre continuamente durante todo esse período, determinando um aumento na retenção mecânica existente entre o cimento e a parede de dentina, devido a um aumento de volume da área restaurada, o que acontece de maneira mais rápida e expressiva para o cimento de ionômero de vidro (VERSLUIS et al., 2011).

Informações complementares interessantes são demonstradas nos tipos de falhas apresentadas pelos diferentes grupos testados. Os resultados variaram principalmente de acordo com o tipo de cimento utilizado, indicando que houve uma mudança no principal tipo de falha adesiva obtida. O cimento resinoso dual apresenta como ponto fraco do sistema a união a adesão à dentina, por motivos já explicados, como dificuldade de polimerização e fator de configuração cavitária, por exemplo (TAY et al., 2005; KIM; KIM; KWON, 2009); por outro lado, o CIVMR apresenta boa adesão à dentina, já que a reação ácido-base determina união química à estrutura dentária (FRUITS et al., 1996), o que pode explicar as diferenças no padrão de falhas que foram encontradas para os dois materiais testados. As falhas mistas estiveram presentes para os dois materiais, mas foram o padrão de falha predominante para o CIVMR, sendo que, em muitos dos espécimes analisados cimentados com esse material, os demais tipos de falhas apareceram como consequências da falha de união entre o cimento e o pino. A presença de ranhuras na superfície do pino deveria favorecer a retenção mecânica para o RL, o que provavelmente não ocorreu quando se interpreta o grande número de falhas adesivas entre cimento e pino, indicando fraca união entre esses componentes do sistema.

Os tipos de falhas encontradas nesse estudo divergiram do padrão de falhas encontrado por outros autores, que encontraram maioria de falhas adesivas do tipo cimento-pino quando o cimento resinoso foi utilizado sem asperização prévia do pino (BALBOSH; KERN, 2006; WANG et al., 2008). Já outro estudo, realizado por Lindblad et al. (2010) encontrou após teste de resistência adesiva imediata a variação do padrão de falha entre grupos cimentados com cimento resinoso sem e com o tratamento prévio com CHX. Segundo os resultados desse autor, houve uma redução significativa das falhas adesivas entre cimento e dentina quando a CHX foi aplicada, havendo nesse mesmo grupo um aumento das falhas mistas e coesivas

em dentina. Esses resultados não corroboram com o padrão de falhas encontrado no presente estudo, já que a distribuição das falhas entre os grupos cimentados com ARC sem e com CHX se mantiveram muito parecidos após o teste imediato (7 dias)

Outro aspecto relevante a ser considerado neste momento diz respeito às falhas prematuras observadas neste estudo.

O número de falhas prematuras ocorridas nesse estudo (40) resultou principalmente da perda de espécimes durante o corte em fatias, quando o descarte da primeira fatia necessário na técnica foi de tal espessura que resultou na obtenção de última fatia apical sem pino e, portanto, impossibilitada de ser testada. Esse número de espécimes perdidos foi maior que o relatado por Goracci et al. (2004), em estudo no qual não ocorreram falhas prematuras durante o teste de *push-out*. Entretanto, esses autores obteve fatias apenas do terço coronal e médio, resultando num total de cinco a seis fatias por raiz, diferentemente desse estudo, no qual foram obtidas nove fatias por raiz, com o objetivo de aumentar o número de espécimes e permitir a comparação da resistência adesiva entre os diferentes terços da raiz. Esse maior número de fatias pode justificar a existência das falhas prematuras relatadas.

Apesar da menor sensibilidade técnica relacionada ao CIVMR, o presente estudo mostrou que esse material não é capaz de apresentar um alto valor de resistência adesiva. Entretanto, a observação de estabilidade desses valores ao longo do tempo, sem ou com CHX, abre um caminho para maior acompanhamento de forma positiva. Pode ser que seu desempenho seja clinicamente diferente do encontrado em estudos laboratoriais, desde que o pino apresente retenções mecânicas para o cimento, necessitando que sejam realizados estudos clínicos para confirmação dessa hipótese. A aplicação de CHX, apesar de determinar melhoras em restaurações coronárias, exerceu uma influência negativa para o cimento resinoso dual ao 6 meses, indicando que seu uso clínico durante esse procedimento deve ser realizado ainda com cautela. Para o cimento a base de ionômero de vidro, não houve nenhuma ação detectável da CHX.

Dessa forma, o emprego de CHX em restaurações adesivas na dentina radicular ainda não apresenta evidências tão contundentes quanto às investigações realizadas em dentina coronária, sendo precoce antecipar sua indicação rotineira previamente ao procedimento de cimentação de pinos.

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

Diante dos resultados descritos e discutidos neste estudo, foi possível concluir que:

- o cimento resinoso dual RelyX ARC (ARC) apresentou desempenho melhor no teste resistência adesiva (*push-out*), sendo os valores superiores aos obtidos para o cimento de ionômero de vidro modificado por resina RelyX Luting 2 (RL);
 - o tratamento com clorexidina não determinou efeito positivo na resistência adesiva para nenhum dos materiais testados, exercendo, ao contrário, efeito negativo para o ARC após a armazenagem por 6 meses;
 - ambos os cimentos testados não apresentaram diferenças nos valores de resistência adesiva na comparação entre terços;
 - a resistência de união diminuiu ao longo do tempo para o ARC.
-

Referências

RERERÊNCIAS

Albashaireh ZS, Ghazal M, Kern M. Effects of endodontic post surface treatment, dentin conditioning, and artificial aging on the retention of glass fiber-reinforced composite resin posts. *J Prosthet Dent*. 2010; 103(1):31-9.

Al-Omari WM, Zagibeh AM. The retention of cast metal dowels fabricated by direct and indirect techniques. *J Prosthodont*. 2010; 19(1):58-63.

Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent*. 1999; 27(4):275-8.

Bagheri R, Mese A, Burrow MF, Tyas MJ. Comparison of the effect of storage media on shear punch strength of resin luting cements. *J Dent*. 2010; 38(10):820-7.

Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. *J Prosthet Dent*. 2006; 95(3):218-23.

Bateman G, Ricketts DN, Saunders WP. Fibre-based post system: a review. *Br Dent J*. 2003; 195(1):43-8.

Beck N, Graef F, Wichmann M, Karl M. In vitro fracture resistance of copy-milled zirconia ceramic posts. *J Prosthet Dent*. 2010; 103(1):40-4.

Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. *Eur J Oral Sci*. 2009; 117(3):326-33.

Bonfante G, Kaizer OB, Pegoraro LF, Do Valle AL. Tensile bond strength of glass fiber posts luted with different cements. *Braz Oral Res*. 2007; 21(2):159-64.

Büttel L, Krastl G, Lorch H, Naumann M, Zitzmann NU, Weiger R. Influence of post fit and post length on fracture resistance. *Int Endod J*. 2009; 42(1):47-53.

Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont*. 2008; 21(4):328-36.

Calixto LR, Bandéca MC, Clavijo V, Andrade MF, Vaz LG, Campos EA. Effect of resin cement system and root region on the push-out bond strength of a translucent fiber post. *Oper Dent*. 2012; 37(1):80-6.

Carrilho MR, Carvalho RM, Sousa EN, Nicolau J, Breschi L, Mazzoni A et al. Substantivity of chlorhexidine to human dentin. *Dent Mater*. 2010; 26(8):779-85.

Cecchin D, Almeida JFA, Gomes BPFA et al. Influence of chlorhexidine and ethanol on the bond strength and durability of the adhesion of fiber posts to root dentine using a total etching adhesive system. *J Endod*. 2011; 37(9):1310-5.

Cheleux N, Sharrock PL. Mechanical properties of glass fiber-reinforced endodontic posts. *Acta Biomater*. 2009; 5(8):3224-30.

Chersoni S, Acquaviva GL, Prati C, Ferrari M, Grandini S, Pashley DH et al. In vivo fluid movement through dentin adhesives in endodontically treated teeth. *J Dent Res*. 2005; 84(3): 223-7.

Cury AH, Goracci C, De Lima Navarro MF, Carvalho RM, Sadek FT, Tay FR et al. Effect of hygroscopic expansion on the push-out resistance of glass ionomer-based cements used for the luting of glass fiber posts. *J Endod*. 2006; 32(6):537-40.

Di Hipólito V, Rodrigues FP, Piveta FB, Azevedo LDAC, Bruschi Alonso RC, Silikas N et al. Effectiveness of self-adhesive luting cements in bonding to chlorhexidine-treated dentin. *Dent Mater*. 2012; 28(5):495-501.

Dong CC, McComb D, Anderson JD, Tam LE. Effect of mode of polymerization of bonding agent on shear bond strength of autocured resin composite luting cements. *J Can Dent Assoc*. 2003; 69(4):229-34.

Duret B, Reynaud M, Duret F. New concept of coronoradicular reconstruction: the Composipost (1). *Chir Dent Fr*. 1990; 60(540)131-41.

Fabre HS, Fabre S, Cefaly DF, De Oliveira Carrilho MR, Garcia FC, Wang L. Water sorption and solubility of dentine bonding agents light-cured with different light sources. *J Dent*. 2007; 35(3): 253-8.

Fanchon S, Bourd K, Septier D, Everts V, Beertsen W, Menashi S et al. Involvement of matrix metalloproteinases in the onset of dentin mineralization. *Eur J Oral Sci*. 2004; 112(2):171-6.

Faria E Silva AL, Piva E, Lima GS, Boaro LC, Braga RR, Martins LR. Effect of immediate and delayed light activation on the mechanical properties and degree of conversion in dual-cured resin cements. *J Oral Sci*. 2012; 54(3):261-6.

Ferrari M, Carvalho CA, Goracci C, Antonioli F, Mazzotti G, Cadenaro M et al. Influence of luting material filler content on post cementation. *J Dent Res*. 2009; 88(10):951-6.

Ferrari M, Vichi A, García-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent*. 2000; 13(sp. Issue): 15B-18B.

Fredriksson M, Astbäck J, Pamenius M, Arvidson K. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts. *J Prosthet Dent*. 1998; 80(2):151-7.

Fruits TJ, Coury TL, Miranda FJ, Duncanson MG Jr. Uses and properties of current glass ionomer cements: a review. *Gen Dent*. 1996; 44(5):410-8.

Gendron R, Grenier D, Sorsa T, Mayrand D. Inhibition of the activities of matrix metalloproteinases 2, 8, and 9 by chlorhexidine. *Clin Diagn Lab Immunol*. 1999; 6(3):437-9.

Gómez-Polo M, Llidó B, Rivero A, Del Río J, Celemín A. A 10-year retrospective study of the survival rate of teeth restored with metal prefabricated posts versus cast metal post and cores. *J Dent*. 2010; 38(11):916-20.

Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci*. 2004; 112(4):353-61.

Grandini S, Goracci C, Tay FR, Grandini R, Ferrari M. Clinical evaluation of the use of fiber posts and direct resin restorations for endodontically treated teeth. *Int J Prosthodont*. 2005; 18(5):399-404.

Grenier D. Reduction of proteolytic degradation by chlorhexidine. *J Dent Res*. 1993; 72(3):630-3.

Hannas AR, Pereira JC, Granjeiro JM, Tjäderhane L. The role of matrix metalloproteinases in the oral environment. *Acta Odontol Scand*. 2007; 65(1):1-13.

Hebling J, Pashley DH, Tjäderhane L, Tay FR. Chlorhexidine arrests subclinical degradation of dentin hybrid layers in vivo. *J Dent Res*. 2005; 84(8):741-6.

Hedlund SO, Johansson NG, Sjögren G. A retrospective study of pre-fabricated carbon fibre root canal posts. *J Oral Rehabil*. 2003; 30(10):1036-40.

Hsu ML, Chen CS, Chen BJ, Huang HH, Chang CL. Effects of post materials and length on the stress distribution of endodontically treated maxillary central incisors: a 3D finite element analysis. 2009; 36(11):821-30.

Kato MT, Hannas AR, Leite AL, Bolanho A, Zarella BL, Santos J. Activity of matrix metalloproteinases in bovine versus human dentine. *Caries Res.* 2011; 45(5):429-34.

Kim YK, Kim SK, Kwon TY. Degree of conversion of dual-cured resin cement light-cured through three fibre posts within human root canals: an *ex vivo* study. *Int Endod J.* 2009; 42(8):667-74.

Kious AR, Roberts HW, Brackett WW. Film thicknesses of recently introduced luting cements. *J Prosthet Dent.* 2009; 101(3):189-92.

Kivanç BH, Alaçam T, Ulusoy OI, Genç O, Görgül G. Fracture resistance of thin-walled roots restored with different post systems. 2009; 42(11):997-1003.

Le Bell AM, Tanner J, Lassila LV, Kangasniemi I, Vallittu P. Bonding of composite resin luting cement to fiber-reinforced composite root canal posts. *J Adhes Dent.* 2004; 6(4):319-25.

Leitune VCB, Collares FM, Samuel SMW. Influence of chlorhexidine application at longitudinal push-out bond strength of fiber posts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 110(5):e77-e81.

Leme AA, Coutinho M, Insaurralde AF, Scaffa PM, da Silva LM. The influence of time and cement type on push-out bond strength of fiber posts to root dentin. *Oper Dent.* 2011; 36(6):643-8.

Lindblad RM, Lassila LV, Salo V, Vallittu PK, Tjäderhane L. Effect of chlorhexidine on initial adhesion of fiber-reinforced post to root canal. *J Dent.* 2010; 38(10):796-801.

Lindblad RM, Lassila LV, Salo V, Vallittu PK, Tjäderhane L. One year effect of chlorhexidine on bonding of fibre-reinforced composite root canal post to dentine. *J Dent.* 2012; 40(9):718-22.

Liu Y, Tjäderhane L, Breschi L, Mazzoni A, Li N, Mao J. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. *J Dent Res.* 2011; 90(8):953-68.

Macedo VC, Faria E Silva AL, Martins RL. Effect of cement type, relining procedure, and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts. *J Endod.* 2010; 36(9):1543-6.

Magni E, Mazzitelli C, Papacchini F, Radovic, I, Goracci C, Coniglio I et al. Adhesion between fiber posts and resin luting agents: a microtensile bond strength test and an SEM investigation following different treatments of the post surface. *J Adhes Dent.* 2007; 9(2):195-202.

Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts. *Int J Prosthodont*. 2003; 16(1):39-44.

Mannocci F, Bertelli E, Sherriff M, Watson TF, Ford TR. Three-year clinical comparison of survival of endodontically treated teeth restored with either full cast coverage or with direct composite restoration. *J Prosthet Dent*. 2002; 88(3):297-301.

Martelli H Jr, Pellizzer EP, Rosa BT, Lopes MB, Gonini A Jr. Fracture resistance of structurally compromised root filled bovine teeth restored with accessory glass fibre posts. *Int Endod J*. 2008; 41(8):685-92.

Mazzoni A, Carrilho M, Papa V, Tjäderhane L, Gobbi P, Nucci C et al. MMP-2 assay within the hybrid layer created by a two-step etch-and-rinse adhesive: biochemical and immunohistochemical analysis. *J Dent*. 2011; 39(7):470-7.

Mehta SB, Millar BJ. A comparison of the survival of fibre posts cemented with two different composite resin systems. *Br Dent J*. 2008; 205(11):E23.

Mitchell CA. Selection of materials for post cementation. *Dent Update*. 2000; 27(7):350-4.

Mjör IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J*. 2001; 34(5):346-53.

Monticelli F, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Clinical behavior of translucent-fiber posts: a 2-year prospective study. *Int J Prosthodont*. 2003; 16(6):593-6.

Morgano SM, Milot P. Clinical success of cast metal posts and cores. *J Prosthet Dent*. 1993; 70(1):11-6.

Naumann M, Sterzenbach G, Rosentritt M, Beuer F, Frankenberger R. Is adhesive cementation of endodontic posts necessary? *J Endod*. 2008; 34(8):1006-10.

Oilo G. Luting cements: a review and comparison. *Int Dent J*. 41(2):81-8.

Oliveira IK, Arsati YB, Basting RT, França FM. Waiting Time for Coronal Preparation and the Influence of different cements on tensile strength of metal posts. *Int J Dent*. In Press 2012.

Onay EO, Korkmaz Y, Kiremitci A. Effect of adhesive system type and root region on the push-out bond strength of glass-fibre posts to radicular dentine. *Int Endod J*. 2010; 43(4):259-68.

Osorio R, Yamauti M, Osorio E, Ruiz-Requena ME, Pashley D, Tay F et al. Effect on dentine etching and chlorhexidine application on metalloproteinase-mediated collagen degradation. *Eur J Oral Sci.* 2011; 119(1):79-85.

Ozkurt Z, Işeri U, Kazazoğlu E. Zirconia ceramic post systems: a literature review and a case report. *Dent Mater J.* 2010; 29(3):233-45.

Palma-Dibb RG, de Castro CG, Ramos RP, Chimello DT, Chinelatti MA. Bond strength of glass-ionomer cements to caries-affected dentin. *J Adhes Dent.* 2003; 5(1):57-62.

Pedreira AP, Pegoraro LF, De Góes MF, Pegoraro TA, Carvalho RM. Microhardness of resin cements in the intraradicular environment: effects of water storage and softenin treatment. *Dent Mater.* 2009; 25(7):868-76.

Perdigão J, Gomes G, Augusto V. The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. *J Prosthodont.* 2007; 16(3):154-64.

Peutzfeldt A, Sahafi A, Asmussen E. A survey of failed post-retained restorations. *Clin Oral Investig.* 2008; 12(1):37-44.

Pfeiffer P, Schulz A, Nergiz I, Schmäge P. Yield strength of zirconia and glass fibre-reinforced posts. *J Oral Rehabil.* 2006; 33(1):70-4.

Piovesan EM, Demarco FF, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Survival rates of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced custom posts and cores: a 97-month study. *Int J Prosthodont.* 2007; 20(6):633-9.

Radovic I, Mazzitelli C, Chieffi N, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts cemented using different adhesive approaches. *Eur J Oral Sci.* 2008; 116(6):557-63.

Reill MI, Rosentritt M, Naumann M, Handel G. Influence of core material on fracture resistance and marginal adaptation of restored root filled teeth. *Int Endod J.* 2008; 41(5):424-30.

Reis KR, Spyrides GM, Oliveira JA, Jnoub AA, Dias KR, Bonfante G. Effect of cement type and water storage time on the push-out bond strength of glass fiber post. *Braz Dent J.* 2011; 22(5):359-64.

Reis KR, Spyrides GM, Oliveira JA, Jnoub AA, Dias KR, Bonfantes G. Effect of cement type and water storage time on the push-out bond strength of a glass fiber post. *Braz Dent J.* 2011; 22(5):359-64.

Sanares AM, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater*. 2001; 17(6):542-56.

Santos J, Carrilho M, Tervahartiala T, Sorsa T, Breschi L, Mazzoni A et al. Determination of matrix metalloproteinases in human radicular dentin. *J Endod*. 2009; 35(5):686-9.

Scaffa PM, Vidal CM, Barros N, Gesteira TF, Carmona AK, Breschi L. Chlorhexidine inhibits the activity of dental cysteine cathepsins. 2012; 91(4):420-5.

Signore A, Benedicenti S, Kaitsas V, Barone M, Angiero F, Ravera G. Long-term survival of endodontically treated, maxillary anterior teeth restored with either tapered or parallel-sided glass-fiber posts and full-ceramic crown coverage. *J Dent*. 2009; 37(2):115-21.

Silva LM. Resistência de união da cimentação adesiva de pinos de fibra de vidro frente ao teste de remoção por extrusão [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2009.

Soares CJ, Santana FR, Castro CG, Santos-Filho PC, Soares PV, Qian F et al. Finite element analysis an bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and push-out tests. *Dent Mater*. 2008; 24(10):1405-11.

Stape TH, Menezes MS, Barreto BC, Aguiar FH, Martins LR, Quagliatto PS. Influence of matrix metalloproteinase synthetic inhibitors on detin microtensile bond strength of resin cements. *Oper Dent*. 2012; 37(4):386-96.

Stewardson DA, Shortall AC, Marquis PM. The effect of clinically relevant thermocycling on the flexural properties of endodontic post materials. *J Dent*. 2010; 38(5):437-42.

Tanumiharja M, Burrow MF, Tyas MJ. Microtensile bond strengths of glass ionomer (polyalkenoate) cements to dentine using four conditioners. *J Dent*. 2000; 28(5):361-6.

Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod*. 2005; 31(8):584-9.

Tay FR, Smales RJ, Ngo H, Wei SH, Pashley DH. Effect of different conditioning protocols on adhesion of a GIC to dentin. *J Adhes Dent*. 2001; 3(2):153-67.

Tjäderhane L, Larjava H, Sorsa T, Uitto VJ, Larmas M, Salo T. The activation and function of host matrix metalloproteinases in dentin matrix breakdown in caries lesions. *J Dent Res*. 1998; 77(8):1622-9.

Versluis A, Tantbirojn D, Lee MS, Tu LS, DeLong R. Can hygroscopic expansion compensate polymerization shrinkage? Part I. Deformation of restored teeth. *Dent Mater*. 2011; 27(2): 126-33.

Wang L, Pinto TA, Silva LM, Araújo DFG, Martins LM, Hannas AR et al. Effect of 2% chlorhexidine digluconate on bond strength of a glass-fibre post to root dentine. *Int Endod J*. In press 2013.

Wang VJ, Chen YM, Yip KH, Smales RJ, Meng QF, Chen L. Effect of two fiber post types and two luting cement systems on regional post retention using the push-out test. *Dent Mater*. 2008; 24(3):372-7.

Wegner PK, Freitag S, Kern M. Survival rate of endodontically treated teeth with posts after prosthetic restoration. *J Endod*. 2006; 32(10):928-31.

Weiger R, Heuchert T, Hahn R, Löst C. Adhesion of a glass ionomer cement to human radicular dentin. *Endod Dent Traumatol*. 1995; 11(5):214-9.

Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P et al. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *J Dent Res*. 2000; 79(2):709-14.

Zicari F, De Munck J, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B. Factors affecting the cement–post interface. *Dent Mater* 2012; 28(3):287-97.