**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO**

ISABELA LIMA DE MENDONÇA

**Influência da potência de fotoativação e de técnicas de inserção na retenção
da restauração de resina composta em raiz fragilizada**

**Ribeirão Preto
2015**

ISABELA LIMA DE MENDONÇA

**Influência da potência de fotoativação e de técnicas de inserção na retenção
da restauração de resina composta em raiz fragilizada**

*Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de
Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
para obtenção do grau de Mestre em Ciências – Programa:
Odontologia Restauradora - Área de concentração:
Odontologia Restauradora (Opção: Endodontia).*

Orientador: Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan

Ribeirão Preto

2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Assinatura do autor: _____ Data: ____/____/2015

Ficha Catalográfica

Mendonça, Isabela Lima

Influência da potência de fotoativação e de técnicas de inserção na retenção da restauração de resina composta em raiz fragilizada. Ribeirão Preto, 2015.

52p.: il.; 30 cm

Dissertação de mestrado, apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP-USP), área de concentração: Odontologia Restauradora – Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan

1. Raízes fragilizadas 2. Resina composta 3. Potência de fotoativação 4. Resistência à tração.

MENDONÇA, I. L. Influência da potência de fotoativação e de técnicas de inserção na retenção da restauração de resina composta em raiz fragilizada. 2015, 52p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof(a).Dr(a).: _____
Instituição: _____
Julgamento: _____
Assinatura: _____

Prof(a).Dr(a).: _____
Instituição: _____
Julgamento: _____
Assinatura: _____

Prof(a).Dr(a).: _____
Instituição: _____
Julgamento: _____
Assinatura: _____

Este trabalho foi realizado nos Laboratórios de Pesquisa em Endodontia e em Dentística do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, com auxílio de pesquisa da CAPES.

Dedicatória

In Memoriam

Ao meu avô **Seu Zeca**, que em vida me transmitiu os mais belos ensinamentos e em sonho asseverou-me que zela por mim.

Agradecimentos

A **Deus**, o maior de todos os mestres, por mais esta graça alcançada. Sem Sua presença em meus caminhos, nada seria possível.

À minha mãe **Telma Moraes Lima** e a meu pai **Reginaldo Domingues de Mendonça**, que numa vida inteira de renúncias e doação me ensinaram a viver com dignidade, a valorizar a educação e o trabalho, e por nunca me deixarem faltar amor, carinho, incentivo e força.

À minha irmã **Débora Lima de Mendonça**, minha grande amiga e inspiração, por sua doçura e ao mesmo tempo por seu pulso firme, sempre a me aconselhar e a me motivar.

A **todos os meus familiares**, em especial a **meus avós, meus padrinhos** e à **tia Hélia** pela confiança depositada, por tudo que fizeram e fazem por mim.

Às melhores amigas que a vida poderia ter me dado **Fernanda Ferro** e **Ruth Vilela**, e aos **meus verdadeiros amigos**, que apesar da distância, sei que torcem pelo meu sucesso e desenvolvimento.

Às amigas **Sabrina Bonetti** e **Natália Lemos**, por me receberem de braços abertos na minha “nova vida” em Ribeirão Preto, no lar que hoje posso chamar de meu.

Ao **casal Montoni** e **sua família**, por acreditarem no poder de transformação da educação, pelo apoio e palavras de incentivo.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan**, grande ser humano e profissional, pela paciência, disponibilidade e inspiradora dedicação ao ensino e à pesquisa sem medir esforços em compartilhar o saber e o conhecimento, que tanto contribuíram para o meu crescimento.

A todos os docentes do Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora da FORP-USP em especial ao **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto, Profa. Dra. Regina Guenka Palma Dibb, Prof. Dr. Antônio Miranda da Cruz**

Filho, Profa. Dra. Aline Evangelista de Souza Gabriel, Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora, Prof. Dr. Ricardo Novak Savioli, Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva, Prof. Dr. Marcelo Oliveira Mazetto, pelos ensinamentos, lições e contribuição para a minha formação.

A todos os funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora, em especial ao secretário **Carlos Feitosa dos Santos**, sempre prestativo, bem-humorado e disposto a prestar seu auxílio, aos técnicos de laboratório **Reginaldo Santana** e **Patrícia Marchi**, pela amizade e colaboração para execução deste trabalho, e às funcionárias **Luiza Pitol** e **Rosângela Agelini**, pelo convívio diário, atenção e solicitude.

Aos amigos do curso de pós-graduação **Aline Mori, Fabiane Lopes, Graziela Leoni, Jardel Mazzi, Cecília Martins, Keila Fraceschini, Laíse Angélica, Vanessa Lessa, Luis Eduardo Flamini, Pedro Cruvinel, Abraão Rombe, Caroline Borges, Livia Campi, Isadora Soares, Fernanda Plategher, Isabella Zioti, Rafaella Bragança, Mirian Saavedra, Odine Bechara**. Em particular, à M.O.A., formada pelos meus queridos **Bruno Crozeta, Rodrigo Dantas e Reinaldo Dias**. E aos amigos dos demais cursos de pós-graduação: **Raony Mólím, Késsia Mesquita, Marília Lamenha, Nayara Romano, Mariana Alencar, Thalisson Saymo, Frank Lucarini**. Obrigada pelo suporte, pela ajuda, parceria e trocas de experiências. Sua amizade tornou meus dias mais leves e felizes, mesmo diante das dificuldades.

À **CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior**, pela bolsa de estudos outorgada.

À **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo** e ao **Departamento de Odontologia Restauradora** pela oportunidade da realização do curso de mestrado, pela acolhida e receptividade.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos, e não tivesse amor, seria como o metal que soa ou como o sino que tine.

E ainda que tivesse o dom de profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e ainda que tivesse toda a fé, de maneira tal que transportasse os montes, e não tivesse amor, nada seria.

1 Coríntios 13:1,2

*R*esumo

MENDONÇA, I. L. **Influência da potência de fotoativação e de técnicas de inserção na retenção da restauração de resina composta em raiz fragilizada.** 2015, 52p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

O objetivo deste estudo *ex vivo* foi avaliar, por meio de teste de *pull out*, a influência de diferentes potências de fotoativação, associadas a diferentes técnicas de inserção, na retenção da restauração de resina composta em raízes fragilizadas. Foram utilizadas quarenta raízes de caninos superiores humanos padronizadas em 15 mm de comprimento, que foram submetidas à fragilização por meio de brocas 718PM; 730PM e 720PM, com auxílio de paralelômetro numa extensão de 8 mm. O tratamento endodôntico foi realizado por meio de instrumentos manuais tipo K, apenas no remanescente radicular não tocado pela fragilização. A obturação foi realizada pela técnica de condensação lateral com cimento AH Plus, seguida de corte dos cones, no comprimento correspondente à área da fragilização, e toaleta da cavidade. Os espécimes foram distribuídos em quatro grupos (n= 10) de acordo com a técnica de inserção e a potência de fotoativação: Grupo I, resina composta inserida em incremento único; Grupo II, resina composta inserida em dois incrementos. Estes grupos foram fotoativados em baixa potência (500 mW/cm²); Grupo III, resina composta inserida em incremento único; Grupo IV, resina composta inserida em dois incrementos. Estes grupos foram fotoativados em alta potência (1200 mW/cm²). Em todos os grupos as raízes foram restauradas internamente com resina composta fotopolimerizável Z100, com fotoativação auxiliada por pinos plásticos fototransmissores, no comprimento de 8 mm, removidos após a polimerização, para a cimentação dos pinos metálicos pré-fabricados Reforpost com cimento resinoso Relyx ARC, o que proporcionou a obtenção do reforço radicular (resina composta + pino metálico). As raízes foram submetidas ao teste de *pull out* numa máquina universal de ensaios (Intron 3345) à velocidade de 1mm/min até deslocamento do reforço radicular. Os valores de resistência à tração foram expressos em MPa e submetidos à Análise de Variância dois fatores ($\alpha=0,05$). A resistência à tração foi influenciada pela potência de fotoativação ($P<0,05$), mas não pela técnica de inserção da resina composta e nem pela interação dos fatores em estudo ($P>0,05$). A fotoativação em alta potência apresentou altos valores de resistência à tração ($4,38\pm1,57$) em comparação com a fotoativação em baixa potência ($2,19\pm0,82$), enquanto que a técnica de inserção em incremento único ($3,62\pm1,60$) ou dois incrementos ($2,95\pm1,70$) apresentou valores estatisticamente semelhantes. Concluiu-se que o aumento da potência de fotoativação influenciou positivamente na retenção da resina composta utilizada na restauração de raízes fragilizadas, independente da quantidade de incrementos utilizados.

*A*_{bstract}

MENDONÇA, I. L. **Influence of curing light intensity and insertion techniques for composite resin restoration retention in weakened roots.** 2015, 52p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

The aim of this *ex vivo* study was to evaluate by pull out test the influence of different curing light intensities, associated to different insertion techniques on the composite resin restoration retention of weakened roots. For this purpose forty maxillary human roots were used. The minimum length was standardized at 15 mm. The roots were weakened using 718PM; 730PM e 720PM drills with the aid of a parallelometer up to a depth of 8mm. Endodontic treatment was performed with K-type hand files only in the root section unreached by the weakening. Root canal filling was performed according to the lateral condensation technique using AHPlus sealer. Then cones were cut up to weakening length and cavity was cleaned.. The samples were assigned to four groups (n= 10) according to the insertion technique and curing light intensity: Group I, composite resin placed in bulk placement; Group II, composite resin placed in two increments. These groups were photoactivated with low intensity curing light (500 mW/cm²); Group III, composite resin placed in bulk placement; Group IV, composite resin placed in two increments. These groups were photoactivated with high intensity curing light (1200 mW/cm²). In all groups the roots were restored internally with Z100 light-cured composite resin and photoactivated using light-transmitting plastic posts up to a depth of 8 mm. After polymerization the light-transmitting posts were removed. Then prefabricated metal posts were cemented with Relyx ARC resin-based cement, which provided the achievement of root reinforcement (composite resin + metal post). The roots were subjected to *pull out* test by a universal testing machine (Intron 3345) at a speed of 1 mm/min until the root reinforcement was dislodged. Resistance values were expressed in Mpa and were subjected by 2-way Analysis of Variance ($\alpha=0,05$). Curing light intensity influenced the tensile strength ($p<0,05$), however for composite resin insertion technique and for interaction between factors under study ($P>0,05$) no influence was found. High intensity curing light showed high tensile strength values ($4,38\pm1,57$) compared with low intensity curing light ($2,19\pm0,82$) whereas composite resin insertion technique using bulk placement ($3,62\pm1,60$) or two increments ($2,95\pm1,70$) showed similar values. Increasing the curing light intensity had positive influences on composite resin restoration retention in weakened roots, regardless of the amount of increments used.

Sumário

SUMÁRIO

Introdução.....	1
Proposição.....	7
Materiais e Métodos.....	11
Resultados.....	21
Discussão.....	25
Conclusões.....	37
Referências.....	41

Introdução

Uma das complicações observadas na clínica odontológica é a perda da dentina radicular, com pouco ou nenhum remanescente coronário, em decorrência de cárie, reabsorção interna, ou fatores iatrogênicos durante o tratamento endodôntico, que resulta em um canal de paredes fragilizadas, com maior risco à fratura e conseqüentemente possível comprometimento do prognóstico do procedimento restaurador (MOOSAVI et al., 2008; SHARAFEDDIN et al., 2014).

Dentes com raízes estruturalmente comprometidas requerem atenção e reconstrução imediata para assegurar sua manutenção e funcionalidade (TEY e LUI et al., 2014), e configuram um desafio para o clínico quanto à seleção do material restaurador e do método de reforço (TÜRKP et al., 2007; SHARAFEDDIN et al., 2014). Com o objetivo de reforçar a estrutura dental remanescente, torna-se necessária a restauração interna da raiz de modo a possibilitar melhor adaptação de um sistema de pino e núcleo (MANICARDI et al., 2011; TEY e LUI et al., 2014).

O emprego de resinas compostas fotopolimerizáveis tem sido defendido para restaurar raízes fragilizadas (LUI, 1994; MARTINS, 1995; SAUPE et al., 1996; MENDOZA et al., 1997; OLIVEIRA Jr., 1997; MIRANZI et al., 2001; MARCHI et al., 2003; GONÇALVES et al., 2006; MOOSAVI et al., 2008; MANICARDI et al., 2011; TEY e LUI et al., 2014).

No entanto, algumas dificuldades se interpõem em virtude de situações adversas que tendem a minimizar o sucesso almejado quanto à adesão da resina composta à parede radicular. A permeabilidade dentinária na região que receberá a restauração é bastante desfavorável pela situação anatômica que apresenta. Devido à perda da dentina radicular interna, tanto mecanicamente pelo profissional, como por processos patológicos, o remanescente apresenta-se menos permeável, com canalículos de menor diâmetro e menor número (GARBEROGLIO e BRÄNNSTRÖM, 1976).

O uso de resinas compostas para restaurar a estrutura radicular remanescente, reduz o risco de fratura e de descolamento, e tem se apoiado na forma de retenção proporcionada pelo adesivo (BOSCHIAN PEST et al., 2002; TEY e LUI, 2014). Carvalho et al. (2004) relataram, após revisão de literatura, que os insucessos na retenção adicional, promovida pelos sistemas adesivos, ocorrem devido a uma conjunção de fatores que envolvem todos os passos da técnica operatória, desde o preparo do canal radicular até a polimerização final do material resinoso.

Em 1973, Steele já relatava que o preparo do canal radicular e sua obturação devem ser metas almejadas pelo cirurgião-dentista com a finalidade também de favorecer à adesão da resina composta, principalmente em se tratando de dentes que receberão reforço radicular. Este autor concluiu que o combate aos efeitos do estresse oclusal em dentes com tratamento endodôntico pode ser melhorado com o uso de restauração intrarradicular, confeccionada com resina composta, promovendo reforço e maior ancoragem da dentina friável.

Tanto a terapêutica endodôntica quanto a restauradora precisam ser conduzidas na tentativa de preservar a estrutura dental para prover resistência à fratura do dente despulpado. Sorensen e Martinoff (1984) constataram que retentores intrarradiculares com grandes diâmetros diminuem o prognóstico para o sucesso clínico, assim como Tey e Lui (2014), que concluíram que espaços ampliados são mais desfavoráveis.

Em restaurações de dentes tratados endodonticamente com raízes fragilizadas, os espaços entre o pino e as paredes radiculares conduzem a uma situação desfavorável para a colocação direta do pino intrarradicular, por exigir um grande volume de cimento para preenchimento total do canal (KINA e BRUGUERA, 2008).

Uma alternativa para solucionar a perda de dentina é a confecção de uma restauração intrarradicular, por meio da inserção de resina composta, que associada aos adesivos dentinários, pode reforçar a estrutura radicular enfraquecida ao diminuir o diâmetro do canal e mudar sua forma interna. Por meio de pinos plásticos fototransmissores, inseridos de forma centralizada na massa de resina composta e removidos após a polimerização, cria-se um espaço geometricamente adequado para acomodar passivamente o pino a ser cimentado, melhorando sua retenção e reduzindo a possibilidade de fratura (LUI, 1994; SORENSEN e MARTINOFF, 1984; GONÇALVES et al., 2006).

A resina composta, material utilizado na reconstrução interna de paredes radiculares fragilizadas, devido ao seu baixo módulo de elasticidade, pode transmitir a energia produzida pelas forças compressivas à estrutura dental adjacente, o que diminui a tensão e reforça a estrutura dentária enfraquecida (DE FREITAS et al., 2002). Ao contrário do núcleo metálico fundido, também empregado nestas situações, que por possuir elevado módulo de elasticidade, quando submetido a forças oclusais produzidas contra as paredes dentinárias fragilizadas, é incapaz de

diminuir a tensão, o que torna o dente mais propenso à fratura (CECCHIN et al., 2010).

Outro fator relevante a ser analisado com propósito de melhorar a adesão da restauração intrarradicular é a polimerização da resina composta, processo que ocorre através da conversão de monômeros em polímeros numa estrutura altamente reticulada (LEPRINCE et al., 2012; KRÄMER et al., 2008), o que influencia largamente o desempenho do material (CEKIC-NAGAS et al., 2010).

A transformação de um material inicialmente viscoso em sólido viscoelástico é acompanhada por uma redução volumétrica e aumento significativo no módulo de elasticidade, fatores que estão relacionados à energia total de luz, ou seja, ao dispositivo fotoativador e à duração da exposição, aplicados ao compósito durante a fotoativação (CHEN et al., 2011; POLYDOROU et al., 2012; SCHMIDT E ILIE, 2013).

A incompleta polimerização afeta as propriedades físicas do material (MUNDIM et al., 2011; PRICE et al., 2015) devido à entrada de solventes na matriz, que amplia os espaços entre as cadeias poliméricas e libera substâncias solúveis em água (POLYDOROU et al., 2012), o que clinicamente gera tensões na interface dente/restauração (CALHEIROS et al., 2008; CATELAN et al., 2014).

Vários protocolos de fotoativação têm sido propostos para garantir a adequada polimerização da resina composta e alcançar propriedades mecânicas aceitáveis com o mínimo de contração de polimerização (BOUSCHLICHER et al., 2000; CUNHA et al., 2007; OTO et al., 2009; FEITOSA et al., 2012).

O aparelho fotopolimerizador é um fator essencial no processo de polimerização da resina composta (PRICE et al., 2015). Os fotopolimerizadores de LED (*Light Emitting Diodes*) vêm sendo amplamente utilizados e substituindo os de quartzo-tungstênio, não só por apresentarem potências mais elevadas, como também por motivos de conveniência (JANDT e MILLS, 2013; HAENEL et al., 2015), tais como menor degradação de irradiância e emissão azul sem filtro (FARIA-E-SILVA et al., 2010; CATELAN et al., 2014; KRÄMER et al., 2008; VASCONCELLOS et al., 2011).

A densidade de potência dos aparelhos fotopolimerizadores tem influência sobre a resistência de união (OTO et al., 2009), dureza da superfície, profundidade de polimerização e grau de conversão (ARAVAMUDHAN et al., 2006; D'ALPINO et al., 2007; HAENEL et al., 2015). Intensidade de luz suficiente e polimerização adequada são requisitos necessários para alcançar as propriedades desejadas das

restaurações de resina composta e, por conseguinte, o sucesso clínico a longo prazo (PRICE et al., 2015).

No entanto, a polimerização da resina composta pode ser um problema em canais, que devido a sua profundidade impedem que a luz tenha alcance completo de sua extensão. Para tornar possível a fotoativação desses materiais em restaurações de raízes fragilizadas, recomenda-se a utilização de pinos plásticos fototransmissores, para que ocorra transluminação numa profundidade maior (LUI, 1994; MENDOZA et al., 1997; GONÇALVES et al., 2006; MANICARDI et al., 2011).

Ademais, a contração de polimerização, característica natural e inerente aos materiais resinosos, mesmo quando não estão em função (MARCHESI et al., 2010; JAFARPOUR et al., 2012; BICALHO et al., 2014), pode ainda ser diretamente influenciada pelo aperfeiçoamento da técnica clínica incremental, que é recomendada para superar este problema (LI et al., 2015).

As técnicas de inserção incremental sugerem a utilização de pequenos incrementos de resina composta, polimerizados individualmente, reduzindo o estresse de contração, pois a união de cada incremento se restringe a poucas paredes, o que proporciona menor quantidade de material que irá se contrair e mais áreas de superfícies livres para o escoamento e alívio das tensões (MCCULLOCK e SMITH, 1986; CARVALHO et al., 1996).

Entretanto, o potencial da aplicação de incrementos para reduzir deformação e tensão na interface adesiva é controverso (WINKLER et al., 1996; VERSLUIS et al., 1996; AMARAL et al., 2012; BICALHO et al., 2014), pois problemas como a incorporação de espaços vazios, risco maior de contaminação entre as camadas e o aumento do tempo clínico (EL-SAFTY et al., 2012; LI et al., 2015), constituem desvantagens associadas a esta técnica.

Sabendo-se que a reconstrução das paredes dentinárias radiculares com resina composta fotopolimerizável promove aumento na resistência à fratura de raízes fragilizadas, e ao mesmo tempo, das dificuldades encontradas para obtenção do sucesso clínico nestes casos, torna-se importante investigar novos meios capazes de promover melhor adesão deste material à dentina radicular remanescente.

***P**roposição*

O objetivo deste estudo *ex vivo* foi avaliar, por meio de teste de *pull out*, a influência de diferentes potências de fotoativação, associadas à diferentes técnicas de inserção, na retenção da restauração de resina composta em raízes fragilizadas.

Materiais e Métodos

Aspectos éticos

Este estudo foi submetido ao Comitê de Ética da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil – FORP/USP (CAAE nº 50614215.8.0000.5419) e teve autorização para utilização da infraestrutura da FORP/USP.

Seleção da amostra e preparo dos espécimes

Foram utilizados quarenta caninos superiores unirradiculares humanos de acordo com a forma e tamanho das raízes, tomando-se os seguintes cuidados: os dentes foram radiografados no sentido proximal, e excluídos aqueles que apresentaram mais de um canal, curvatura acentuada, rizogênese incompleta, calcificações, reabsorções internas, trincas, fraturas, tratamento endodôntico prévio e irregularidades que pudessem interferir na metodologia.

Com um paquímetro eletrônico digital (Digimess, Shiko Precision Gaging Ltda, China), os dentes foram medidos e selecionados aqueles que mantiveram um comprimento mínimo das raízes de 15 mm e que proporcionaram, ao eliminar a porção coronária, a padronização do diâmetro cervical em aproximadamente 7 mm, para possibilitar um remanescente com paredes de espessura mínima de 1 mm, após a fragilização promovida por brocas.

Estes dentes foram lavados em água corrente por 24hs, para remoção de resíduos de timol a 0,1%, solução na qual estavam armazenados até sua utilização, e em seguida, tiveram sua superfície radicular limpa por meio de raspagem com ultrassom (Profi II Ceramic, Dabi Atlante Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

As raízes, demarcadas com grafite no comprimento de 15 mm previamente estabelecido pelo paquímetro eletrônico digital, foram fixadas em placas acrílicas com cera para escultura (Asfer Ind. Química, São Caetano do Sul, SP, Brasil) e seccionadas perpendicularmente ao seu longo eixo no sentido mésio-distal com auxílio de disco diamantado montado em máquina de corte Isomet 1000 (Buehler, Lake Forest, IL, EUA) sob irrigação constante (Figura 1A). Após o corte, as raízes foram inseridas em moldes de alumínio (16 x 16 x 32 mm) e incorporadas à resina acrílica (Jet, Clássico, São Paulo, Brasil), mantendo-se 4 mm da porção cervical das

raízes acima do limite superior no bloco de resina acrílica, obtendo-se assim os corpos de prova (Figura 1B).

Figura 1. A) Secção das raízes com auxílio de disco diamantado montado em máquina de corte Isomet 1000; B) Corpo de prova.

Fragilização das raízes e tratamento endodôntico

Todas as raízes receberam um preparo de fragilização, com a utilização da sequência de brocas 718PM; 730PM e 720PM (KG-Sorensen, São Paulo, SP, Brasil), na extensão de 8 milímetros. Estas brocas foram montadas em peça reta de baixa rotação acoplada a um paralelômetro, com a finalidade de melhorar o direcionamento e a uniformidade do preparo (Figuras 2 e 3). Ao término de cada preparo, o canal foi irrigado com 10 mL de água destilada e deionizada para remoção de resíduos provenientes do desgaste.

Figura 2. Brocas 718PM, 730PM e 720PM, montadas em peça reta acoplada ao paralelômetro, utilizadas para fragilização das raízes.

Figura 3. Raiz fragilizada ao término do preparo.

A instrumentação empregada no preparo biomecânico foi a manual, por meio de limas tipo K de aço inox (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) (Figura 4A) e foi direcionada apenas ao remanescente radicular, não tocado durante a fragilização.

A substância auxiliar utilizada foi hipoclorito de sódio a 1%, com volume constante de 3 mL a cada troca de instrumento, usando-se seringa plástica descartável (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) e agulha NaviTip (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA). A irrigação final foi realizada com 5 mL da mesma solução. Foi determinado comprimento de trabalho a 1 mm do ápice e diâmetro cirúrgico equivalente à lima #60 (Figura 4B).

A obturação dos canais radiculares foi realizada pela técnica de condensação lateral, utilizando-se cones de guta percha (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e cimento obturador AH Plus (Dentsply, Konstanz, Alemanha) (Figura 4C).

A remoção do excesso de cones foi efetuada por meio de instrumento aquecido e com cortes intrarradiculares do material obturador no comprimento preconizado de 8 mm além da embocadura do canal radicular, o espaço da fragilização radicular destinado ao reforço radicular foi exposto (Figura 4D). Foi realizada limpeza do espaço intrarradicular com esponja de nylon embebida em álcool, e na sequência, secagem com esponjas e seringa de ar, visando remover traços remanescentes de material obturador.

Figura 4. A) Limas manuais tipo K empregadas no preparo biomecânico; B) Instrumentação com lima #60 equivalente ao diâmetro cirúrgico; C) Cimento AH Plus utilizado na obturação dos canais; D) Corte do material obturador com instrumento aquecido, expondo o espaço da fragilização.

Foi efetuado o condicionamento da superfície com ácido fosfórico 37% por 30 segundos, lavagem com água destilada, seguida de secagem com seringa de ar e aplicação do sistema adesivo (Single Bond, ESPE, Neuss, Alemanha) com *microbrush* (Cavibrush, Dentscare Ltda, Joinville, SC, Brasil). Por meio de pino plástico fototransmissor, introduzido na extensão da fragilização, foi realizada fotoativação por 40 segundos com aparelho fotopolimerizador de LED, sempre com a ponta ativa posicionada o mais próximo possível do pino, uma vez que a distância entre o aparelho e a superfície do material pode afetar o seu grau de conversão (CATELAN, et. al., 2014) e sua profundidade de polimerização (LINDBERG et al., 2004). Esta fotoativação foi aplicada de acordo com a distribuição dos grupos.

Distribuição dos grupos

A amostra foi dividida em 4 grupos de 10 dentes, de acordo com a técnica de inserção da resina composta e com a potência de fotoativação (Figura 5):

Grupo I- Resina composta inserida na parede do espaço fragilizado em incremento único e fotoativada em baixa potência (500 mW/cm²).

Grupo II- Resina composta inserida na parede do espaço fragilizado em dois incrementos e fotoativada em baixa potência (500 mW/cm²).

Grupo III- Resina composta inserida na parede do espaço fragilizado em incremento único e fotoativada em alta potência (1200 mW/cm²).

Grupo IV- Resina composta inserida na parede do espaço fragilizado em dois incrementos e fotoativada em alta potência (1200 mW/cm²).

Figura 5. Fluxograma representativo da distribuição dos grupos, realizada de acordo com a técnica de inserção da resina composta e com a potência de fotoativação utilizadas.

Restauração intrarradicular e cimentação dos pinos

No grupo I, em que foram aplicados incremento único e fotoativação em baixa potência, o espaço radicular fragilizado, após ser preenchido com resina composta (Z100 XT, 3M/ESPE, Sumaré, SP, Brasil), foi fotoativado por meio de pino plástico fototransmissor de diâmetro compatível ao do pino metálico pré-fabricado (Reforpost I, Angelus Londrina, PR, Brasil) a ser utilizado como parte do reforço radicular (resina composta + pino metálico).

Este pino plástico fototransmissor foi isolado anteriormente com uma fina camada de propilenoglicol e inserido de forma centralizada na massa resinosa até tocar o fundo da cavidade (Figura 6A). Em seguida, foi realizada fotoativação em

baixa potência por 40 segundos com aparelho fotopolimerizador Ultraled (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil), com intensidade de luz de 500 mW/cm² e diâmetro da ponta ativa de 10 mm (Figura 6B).

O pino plástico fototransmissor foi removido, demarcando o espaço para a cimentação do pino metálico pré-fabricado. Este espaço foi irrigado com 10 mL de água destilada e deionizada visando eliminar traços remanescentes de propilenoglicol.

No grupo II, em que foram aplicados dois incrementos e fotoativação em baixa potência, o espaço criado pela fragilização também foi preenchido com resina composta, porém inserida em dois incrementos. A fotoativação, com fotopolimerizador de baixa potência (500 mW/cm) por 40 segundos, foi realizada em cada inserção de resina composta (Figura 6B), ou seja, duas vezes, totalizando 80 segundos, com auxílio de pinos plásticos fototransmissores, de diâmetros milimetricamente diferentes, empregados na ordem do maior para o menor, sendo o último, também compatível com o diâmetro do pino metálico pré-fabricado a ser cimentado. Foi realizada irrigação do espaço com 10 mL de água destilada e deionizada após a remoção tanto do primeiro, quanto do último pino plástico fototransmissor utilizado.

No grupo III, em que foi aplicado incremento único e no grupo IV, em que foram aplicados dois incrementos, a inserção de resina composta foi realizada do mesmo modo que no grupo I e no grupo II respectivamente, porém com fotoativação em alta potência por meio de aparelho fotopolimerizador Optilight Max (Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com intensidade de luz de 1200 mW/cm² e diâmetro da ponta ativa de 7,9 mm.

Figura 6. A) Pino plástico fototransmissor posicionado de forma centralizada na massa resinosa; B) e C) Fotoativação da resina composta em baixa e alta potência, respectivamente.

Em todos os grupos, para a cimentação dos pinos metálicos pré-fabricados foi utilizado o cimento resinoso de cura dual RelyX ARC (3M ESPE, Neuss, Alemanha), seguindo-se as orientações do fabricante: condicionamento ácido em toda a extensão do espaço proporcionado pelo pino plástico fototransmissor por 30 segundos, lavagem e secagem; aplicação do sistema adesivo sobre a superfície condicionada pelo ácido; fotoativação por 30 segundos com aparelho fotopolimerizador de acordo com a distribuição dos grupos; limpeza do pino metálico pré-fabricado com álcool absoluto; e cimentação passiva, seguida de fotoativação por 20 segundos em cada face (Figuras 7A, 7B e 7C).

Os espécimes foram armazenados em estufa a 37° e 100% de humidade, por 48 horas, para posterior teste de *pull out*.

Figura 7. A) e B) Fotoativação em baixa e alta potência, respectivamente, para cimentação do pino metálico pré-fabricado; C) Pino metálico pré-fabricado cimentado, concluindo o reforço radicular (resina composta + pino metálico).

Teste de *pull out*

Os corpos de prova foram fixados verticalmente em máquina universal de ensaios Instron 3345 (Modelo 2519-106, Instron Corporation, Canton, MA, EUA), utilizando-se um dispositivo especialmente desenvolvido, minimizando as forças laterais e mantendo a força de tração no sentido do longo eixo do segmento (Figura 8A e 8B). Uma carga constante de 1 mm/min foi aplicada até alcançar o deslocamento do reforço radicular (resina composta + pino metálico) (Figura 8C). Os valores de resistência à tração foram gravados em MegaPascal (MPa).

Estes valores são fornecidos pela própria Máquina Universal de Ensaio, após inserir os dados de individualização das amostras no campo Área. Para o cálculo da área utilizou-se a fórmula: $A = \pi (R^2 + r^2) h$, na qual $\pi = 3,14$; $R = 1,7$ mm (raio

maior); $r = 0,6$ mm (raio menor) e $h = 8$ mm (altura do preparo). Estes valores foram constantes, pois houve padronização na confecção dos espaços para produzir a fragilização, portanto para todos os corpos de prova o valor de $A = 57,776$ mm².

Figura 8. A) e B) Corpo de prova fixado na máquina universal de ensaios Instron 3345; C) Reforço radicular (resina composta + pino metálico) deslocado após teste de resistência à tração.

Forma de análise de resultados

Uma vez que os dados de resistência à tração apresentaram distribuição normal (Shapiro-Wilk, $p > 0,05$) e homogeneidade de variância (teste de Levene, $p > 0,05$), foram utilizados testes paramétricos para a análise estatística destes dados. A Análise de Variância dois fatores foi utilizada para avaliar a influência da técnica de inserção da resina composta (incremento único e dois incrementos) e da potência de fotoativação (baixa potência - 500mW/cm e alta potência - 1200mW/cm). Os testes estatísticos foram realizados no software SPSS 19.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, EUA) com nível de probabilidade de 95% para todas as análises.

*R*esultados

Os dados experimentais deste trabalho consistiram em valores numéricos de resistência à tração expressos em MPa e estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Valores (MPa) referentes ao teste de *pull out*.

Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
500 mW/cm ²	500 mW/cm ²	1200 mW/cm ²	1200 mW/cm ²
Incremento único	Dois incrementos	Incremento único	Dois incrementos
2,89	1,77	2,78	5,15
3,53	1,14	3,28	6,34
1,4	1,72	4,55	2,01
3,67	1,80	4,17	6,1
2,62	2,54	4,08	2,6
2,39	1,05	2,75	2,25
2,41	2,01	5,79	5,11
1,5	3,39	5,62	3,64
2,73	0,83	6,97	2,83
2,57	1,81	6,75	4,92
2,57 ± 0,74	1,81 ± 0,75	4,67 ± 1,54	4,10 ± 1,62

Todos os dados foram analisados estatisticamente por meio de Análise de Variância dois fatores, com nível de significância de 5%. Os resultados obtidos estão representados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados da Análise de Variância.

Fontes de variação	Grau de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	Valor de f	Valor de p
Potência	1	48,224	48,224	31,477	<0,001
Incremento	1	4,516	4,516	2,948	0,095
Potência x Incremento	1	0,0865	0,0865	0,0565	0,814
Residual	36	55,153	1,532		
Total	39	107,980	2,769		

Os valores médios de resistência à tração e do desvio padrão estão representados na Tabela 3. A Análise de Variância identificou diferença estatística para o fator potência de fotoativação ($P < 0,001$), no entanto, para o fator técnica de inserção da resina composta ($P = 0,095$) e para interação dos fatores em estudo ($P = 0,814$) não demonstrou diferença. A fotoativação em alta potência apresentou maiores valores de resistência à tração ($4,38 \pm 1,57$) em comparação com a fotoativação em baixa potência ($2,19 \pm 0,82$), enquanto que a técnica de inserção em incremento único ($3,62 \pm 1,60$) ou dois incrementos ($2,95 \pm 1,70$) apresentou valores semelhantes.

Tabela 3. Média (MPa) e desvio padrão referentes ao teste de *pull out*.

Potência de Fotoativação	Técnica de inserção		Média agrupada
	Incremento único	Dois incrementos	
Baixa (500 mW/cm ²)	GI $2,57 \pm 0,74$	GII $1,81 \pm 0,75$	$2,19 \pm 0,82$ B
Alta (1200 mW/cm ²)	GIII $4,67 \pm 1,54$	GIV $4,10 \pm 1,62$	$4,38 \pm 1,57$ A
Média agrupada	$3,62 \pm 1,60$ A	$2,95 \pm 1,70$ A

Figura 9. Média (MPa) e desvio padrão.

***D**iscussão*

Para realização deste trabalho, foram utilizados quarenta caninos superiores que possuíam raiz longa, canal reto e único, o que permitiu melhor padronização quanto ao comprimento das raízes e ao diâmetro necessário na porção cervical, minimizando a variação dimensional dos espécimes.

A fragilização foi norteadada por trabalhos existentes na literatura que ao avaliarem a resistência à fratura, definiram que a espessura mínima adequada das paredes radiculares remanescentes, após o desgaste, deve ser de 1 mm (MARTINS, 1995; SAUPE et al., 1996; GONÇALVES et al., 2006).

Para todas as amostras, o comprimento do preparo intrarradicular promovido pela fragilização foi padronizado em 8 mm, corroborando os estudos de autores que demonstraram que a cura completa de resinas compostas com pinos plásticos fototransmissores pode ser alcançada neste comprimento (YOLDAS e ALAÇAM, 2005; GONÇALVES et al., 2006; TEY e LUI, 2014).

Para determinação do comprimento em 8 mm, também foi levada em consideração a informação de que a extensão dos espaços preparados para pinos parece não afetar a resistência das raízes à fratura (BRAGA et al., 2006; GIOVANI et al., 2009; CECCHIN et al., 2010).

Chuang et al. (2010) relataram que dentes tratados endodonticamente não tiveram sua estrutura reforçada pelo aumento do comprimento dos preparos para pinos, independentemente se foram utilizados pinos de metal ou de fibra de vidro, indicando, em concordância com outros estudos (SANTOS-FILHO et al., 2008; GIOVANI et al., 2009), não ser necessário o uso de pinos mais longos.

Ao contrário, preparos longos podem diminuir a resistência das raízes devido ao desgaste excessivo durante a preparação do canal radicular para receber o pino (MARCHI et al., 2008; CECCHIN et al., 2010).

Sendo assim, o princípio mecânico para núcleos metálicos, defendido por Shillingburg et al. (1970), de que pinos intrarradulares devem ocupar dois terços do comprimento da raiz, pode ser modificado para se adequar aos novos pinos pré-fabricados e sistemas de materiais adesivos (GIOVANI et al., 2009; CECCHIN et al., 2010), inclusive em raízes fragilizadas.

Alguns autores acreditam que um comprimento de preparo para pino com cerca de metade do comprimento da raiz pode ser recomendado para promover resistência mecânica suficiente (BRAGA et al., 2006, GIOVANI et al., 2009; CECCHIN et al., 2010).

Foi utilizada a mesma sequência de brocas em todos os espécimes, para manter o diâmetro do preparo da fragilização constante, obedecendo a metodologia proposta por Gonçalves et al. (2006).

Para obturação dos canais radiculares, foi utilizado o cimento endodôntico AH Plus, tendo em vista que é de bom senso usar um cimento obturador preferencialmente do tipo resinoso em um dente que necessita de reforço radicular por meio de resina composta (MANICARDI et al., 2011).

A escolha de uma resina composta fotopolimerizável como material restaurador intrarradicular foi baseada em pesquisas que a recomendaram para fins de reforço em raízes fragilizadas, em conjunto com a terapia endodôntica (STEELE, 1973; FREEDMAN, 1994; MARTINS, 1995; SAUPE et al., 1996; OLIVEIRA JUNIOR, 1997; MIRANZI et al., 2001; MARCHI et al., 2003; MENDOZA et al., 1997; GONÇALVES et al., 2006; MANICARDI et al., 2011; MOOSAVI et al., 2008; TEY e LUI, 2014).

Contudo, a atuação tão somente do fotopolimerizador sobre a resina, impossibilita a polimerização intrarradicular, devido à limitação da sua transluminação, em no máximo 2 a 3 mm de profundidade (LUI et al., 1994). Há então, a necessidade do uso de pinos plásticos fototransmissores, que viabilizem a fotopolimerização pela transluminação numa maior profundidade (LUI, 1994; MENDOZA et al., 1997; GONÇALVES et al., 2006; MANICARDI et al., 2011).

Pinos plásticos fototransmissores, além de promoverem a polimerização da resina composta no interior do canal radicular, aumentam a microdureza deste material (YOLDAS; ALACAM, 2005) e possibilitam eficácia na reabilitação intrarradicular por criarem o espaço adequado para acomodar passivamente o pino pré-fabricado (FREEDMAN et al., 1994; LUI et al., 1994; GONÇALVES et al., 2006; MANICARDI et al., 2011).

Após a confecção da restauração de resina composta das raízes fragilizadas, foram cimentados em todos os espécimes, pinos metálicos pré-fabricados de tamanho e forma semelhantes aos dos pinos plásticos fototransmissores, o que favoreceu a cimentação de forma passiva desses pinos metálicos no espaço proporcionado pelos pinos plásticos após a polimerização (OLIVEIRA JUNIOR, 1997), sem causar estresse sobre o material restaurador, na extensão no remanescente radicular (FREEDMAN et al., 1994).

Não foi propósito deste estudo a avaliação da cimentação do pino, mas sim da resistência à tração da resina composta fotopolimerizável à dentina da raiz fragilizada. Este motivo influenciou na escolha de pinos metálicos pré-fabricados para confecção do reforço radicular (resina composta + pino metálico), por apresentarem boa retenção. Raízes fragilizadas que receberam pinos de fibra de vidro cimentados em restauração intrarradicular de resina composta apresentaram descolamento, tendo sido este o tipo mais comum de falha (GORACCI e FERRARI, 2011).

Além disso, Cohen et al. (1999) mostraram que o sistema de pinos metálicos pré-fabricados propiciou aumento significativo na força necessária para que ocorresse a falha de retenção durante o tracionamento.

A escolha do material cimentante do pino também foi levada em consideração, e optou-se pelo uso de um cimento resinoso adesivo de cura dual RelyX ARC, com base na revisão de literatura levantada por Goracci e Ferrari (2011), que afirmaram ser este o cimento de escolha da grande maioria.

Estas observações puderam ser confirmadas neste experimento, uma vez que não houve deslocamento somente do pino metálico pré-fabricado durante o teste de *pull out*. As condições da cavidade oral foram simuladas pelo armazenamento das amostras em estufa a 37 ° C e 100% de humidade.

Foi empregado neste estudo, o teste de *pull out*, um método convencional confiável para avaliação da resistência de união, que possibilitou analisar a retenção do reforço radicular em toda a extensão do preparo ocupado por ele, ou seja, do conjunto como um todo, além de impedir o surgimento de potenciais artefatos ou falhas prematuras pela preparação dos espécimes (EBERT et al. 2011).

Algumas maneiras de como reduzir o estresse de contração de polimerização das resinas compostas e consequentemente, a infiltração marginal, têm sido estudadas, dentre elas, o uso de diferentes técnicas de restauração (TJAN et al., 1992; VERSLUIS et al., 1996; WINKLER et al., 1996; AMARAL et al., 2012; EL-SAFETY et al., 2012) e de fotoativação (CALHEIROS et al., 2008; AMARAL et al., 2012; CATELAN et al., 2014).

Este estudo avaliou a influência da potência de fotoativação (baixa potência e alta potência) e da técnica de inserção (incremento único ou dois incrementos) na retenção da restauração de resina composta em raiz fragilizada.

Quanto à utilização de dispositivos fotopolimerizadores de diferentes potências, foi considerada a indicação de Aksornmuang et al. (2007) de que a adesão de um material fotopolimerizável no canal dentinário é afetada pela densidade de potência da energia de luz irradiada, que sofre diminuição devido à profundidade o espaço. A transmissão de luz através da resina composta é controlada por absorção e dispersão de partículas de enchimento e desempenha um papel importante na realização da taxa de conversão de monômeros em polímeros (OTO et al., 2009).

Tendo em vista a existência de controvérsia quanto à aplicação de incrementos com a finalidade de reduzir a contração de polimerização e tensão na interface adesiva (WINKLER et al., 1996; VERSLUIS et al., 1996, 2003; AMARAL et al., 2012; BICALHO et al., 2014), avaliou-se a forma de preenchimento do espaço intrarradicular com incremento único ou dois incrementos de resina composta, em concordância com a proposta de El-Safty et al. (2012) e Li et al. (2015) de que mais estudos devem ser realizados para avaliar aspectos relacionados a sua forma de inserção para se ter pleno entendimento sobre a confiabilidade destes materiais.

Quanto à forma de inserção da resina composta no espaço intrarradicular, que pudesse interferir na retenção do reforço à dentina radicular das raízes fragilizadas, não foi demonstrada diferença entre os grupos. As raízes restauradas com incremento único ou com dois incrementos apresentaram comportamento semelhante.

Estudos anteriores sugeriram que o menor número de incrementos e até mesmo única quantidade de preenchimento podem ser igualmente bem sucedidos à inserção de muitos incrementos, a depender do tipo de material e da potência de fotoativação empregada (SARRETT, 2005; CAMPODONICO et al., 2011; EL-SAFETY et al., 2012; LI et al., 2015).

Propriedades físico-mecânicas de diferentes tipos de resinas compostas convencionais foram avaliadas quando inseridas em grande quantidade e os resultados verificaram uma possibilidade da utilização desta técnica restauradora (TJAN et al., 1992; VERSLUIS et al., 1996; WINKLER et al., 1996; AMARAL et al., 2012; EL-SAFETY et al., 2012).

O argumento por trás da ampla aceitação da técnica incremental é de que ela diminui o estresse, em virtude do contato mínimo da resina composta com as paredes da cavidade durante a polimerização e da reduzida contração produzida por

um pequeno volume de material (MCCULLOCK e SMITH, 1986; CARVALHO et al., 1996).

Porém, no presente estudo, a retenção do reforço radicular não foi influenciada pela técnica de inserção utilizada, mas sim pela polimerização que não ocorreu de forma adequada em toda a extensão do material. Desse modo, parece não estar contraindicada a inserção de resina composta em incremento único para confecção de restauração intrarradicular, o que poderá favorecer a redução do tempo clínico, sem acarretar prejuízos na retenção resina/dentina e na longevidade do tratamento realizado (EL-SAFTY et al. 2012).

Alguns tipos de resinas compostas são indicadas para confecção de restaurações em um único incremento, como as resinas compostas *bulk fill*, de comportamento aceitável quando comparadas a resinas compostas convencionais, por apresentarem propriedades físico-mecânicas melhoradas e demonstrarem resultados satisfatórios (EL-SAFTY et al., 2012; LI, et al., 2015). Sendo assim, seriam interessantes pesquisas a respeito do emprego deste material em restaurações de raízes fragilizadas, podendo, a depender dos resultados, virem a incentivar ou não o uso da técnica em situações que requerem a confecção de um reforço radicular.

Quanto à potência dos aparelhos fotopolimerizadores utilizados, foi observada influência da potência de fotoativação na união entre o reforço radicular e a parede dentinária fragilizada. A fotoativação em alta potência apresentou alta resistência à tração quando comparada à fotoativação em baixa potência, corroborando estudo de Oto et al. (2009), que obtiveram maiores forças de adesão quando os dois tipos de resinas compostas aplicadas sobre a dentina coronária foram polimerizadas com a mais alta potência de fotoativação. Semelhantemente, Catelan et al. (2014), ao compararem protocolos de fotoativação, constataram que fontes de luz com maior potência devem ser preferíveis.

Calheiros et al. (2008) também verificaram melhorias no desempenho da resina composta quando fotopolimerizadas com altas potências de fotoativação. Estes achados, assim como os do presente estudo, podem ser explicados pelo fato da baixa potência de fotoativação excitar menos fotoiniciadores, o que diminui a formação de radicais livres e reduz a taxa de conversão de monômeros em polímeros (FLURY, S. et al., 2012).

Além disso, a potência mais elevada associada ao diâmetro da ponta ativa dos fotopolimerizadores afeta a qualidade da polimerização da resina composta (PRICE et al., 2015). Neste estudo, o fotopolimerizador Optilight Max foi favorecido na fotoativação do material, pois além de apresentar alta potência (1200 mW/cm^2), também possui diâmetro da ponta ativa menor do que o diâmetro do fotopolimerizador Ultraled de baixa potência (500 mW/cm^2).

Como a potência do aparelho é proporcional à área da ponta, quanto maior o diâmetro, maior a dispersão e conseqüentemente, menor a difusão de luz no interior do canal radicular (PRICE et al., 2015), o que provavelmente explica os resultados obtidos.

Para elevar o grau de conversão, proporcionado por aparelhos de menor potência durante o procedimento clínico, recomenda-se aumentar o tempo de exposição, que excitará mais fotoiniciadores de ativação (CATELAN et al., 2014). O maior tempo de exposição provoca um aumento na dose de energia, permitindo uma taxa superior de conversão de monômeros, mesmo sem mudanças na potência (CALHEIROS et al., 2008; CATELAN et al., 2014), entretanto isto pode acarretar, dependendo da espessura da dentina remanescente, aumento de temperatura no interior do canal (VASCONCELLOS et al., 2011), a qual pode se difundir para o periápice e periodonto de sustentação (KRÄMER et al., 2008).

Ademais, quanto maior a profundidade de cura da resina composta menor a propagação da luz para o interior do material, pois nota-se uma relação linear entre esta propriedade e a intensidade de luz do fotopolimerizador, que mesmo utilizado com tempos de exposição prolongados não garante profundidades de cura mais elevadas (LINDBERG et al., 2004).

Associado a isto, a luz que passa através da resina composta é absorvida e espalhada e sua intensidade vai diminuindo, assim como sua efetividade de polimerização, principalmente em regiões mais profundas (VASCONCELLOS et al., 2011), pois a espessura da resina pode atenuar a potência da luz (YU et al., 2011). Maiores profundidades levam a um menor grau de conversão e de dureza do material (PHILLIPS, 2005; HAMMOUDA, 2010; CATELAN et al., 2014).

O mesmo grau de conversão é produzido por uma quantidade fixa de densidade de energia, independente das variações de potência da luz. É recomendada uma densidade de energia de 21 a 24 J/cm^2 para polimerização adequada de uma porção de 2 mm de resina composta (EMAMI e SÖDERHOLM,

2003; KRÄMER et al., 2008), densidade esta que vai sendo atenuada conforme alcança regiões mais profundas do material.

Tais circunstâncias explicam o motivo pelo qual os grupos II e IV, que receberam dois incrementos e foram expostos a um tempo total de exposição maior (80 segundos), em decorrência da aplicação de fotoativação a cada inserção de resina composta, não demonstraram comportamento superior na retenção do reforço radicular em comparação com os grupos I e III, que receberam incremento único e foram expostos a menor tempo total de exposição (40 segundos).

Isto ocorreu provavelmente por que o grau de conversão não foi o mesmo para todas as regiões da restauração intrarradicular, mesmo com auxílio dos pinos plásticos fototransmissores. Na medida em que a luz atingiu regiões mais profundas da resina composta, a quantidade de energia foi sendo reduzida. No momento em que ocorreu a conversão de monômeros, nas regiões mais próximas ao feixe de luz a densidade de energia foi maior do que a recebida pelas regiões mais profundas, independente da potência utilizada.

Mesmo diante da possibilidade de redução da densidade de potência que ocorre quando a luz é transmitida através de um material restaurador em função da sua espessura (RASETTO et al., 2008; OTO et al., 2009, LI et al., 2015), os pinos plásticos fototransmissores foram capazes de promover a transmissão de luz pela resina composta e sua polimerização, mesmo que inadequada, em zonas mais profundas, o que pôde ser observado após o teste de *pull out*, com o deslocamento do reforço radicular na sua integridade.

Este fato observado durante o experimento, atesta provável polimerização da restauração de resina composta, que poderia ser atribuída à alta translucidez do pino plástico fototransmissor, que proporcionou transmissão da luz através do material restaurador até uma profundidade de 8 mm.

O problema na retenção da restauração intrarradicular com resina composta está vinculado às falhas de adesão que ocorrem entre o material utilizado e a dentina da parede do canal radicular. O conceito de adesão em esmalte permaneceu simples e bem sucedido desde a introdução da técnica do condicionamento ácido. Porém, na dentina ela é menos previsível, provavelmente em razão da sua variabilidade, da sua estrutura tubular úmida e do seu substrato orgânico (DUKE e LINDEMUTH, 1991; AL-EHAIDEB e MOHAMMED, 2000), visto

que a absorção de umidade pela resina composta leva à degradação da sua força e rigidez (SIH et al., 1980).

A adesão na dentina radicular é mais imprevisível do que na dentina coronária (GASTON et al., 2001) e a qualidade desta adesão pode ser comprometida e estar sujeita à degradação (VICHÍ et al., 2002), além do mais, a penetração de luz fotoativadora é limitada, proporcionando restrições no emprego de materiais fotoativados no interior do canal (AKSORNMUANG et al., 2007; KRÄMER et al., 2008).

Estas informações são de relevância no que se refere à adesão da restauração de resina composta em raízes fragilizadas, pois a dentina que irá receber o procedimento restaurador é radicular, a qual possui diferenças morfológicas tais como permeabilidade mais elevada, redução da densidade dos túbulos dentinários e alteração da quantidade de colágeno (FOGEL et al., 1988; EICK et al., 1997; MJÖR et al., 2001), fatores que contribuem para uma adesão mais problemática na dentina radicular em comparação com a dentina coronal (MJÖR et al., 2001).

De acordo com Steele (1973), a dentina de um dente tratado endodonticamente torna-se friável, por perder sua elasticidade. De fato, tem sido demonstrado que a redução da estrutura dental devido a procedimentos endodônticos é responsável pelo enfraquecimento de dentes desvitalizados e pela diminuição de resistência à fratura (HÜRMÜYLÜ et al., 2003; UDDANWADIKER et al., 2007; SOARES et al., 2008).

Embora estudos afirmem que a restauração de raízes fragilizadas com resina composta aumenta sua resistência à fratura (LUI, 1994; SAUPE et al., 1996; MENDOZA et al., 1997; GONÇALVES et al., 2006) é imprudente concluir que uma resina composta restabelece a condição original da dentina removida (MARCHI et al., 2003).

Mas é possível afirmar que a restauração de raízes enfraquecidas é viável, evitando assim sua extração, com base em estudos que examinaram a resistência de raízes fragilizadas reforçadas com restauração de resina composta e cimentação de pinos pré-fabricados, comparando-a com a de raízes fragilizadas reconstruídas apenas com pinos cimentados diretamente na dentina radicular, ou com diferentes materiais cimentantes em combinação com pinos pré-fabricados (SAUPE et al.,

1996; MENDOZA et al., 1997; GONÇALVES et al., 2006; MANICARDI et al., 2011; TEY e LUI et al., 2014).

Conforme recomendação de Marchi et al. (2003), deve ser avaliado o grau de fraqueza e de perda estrutural dentinária da raiz fragilizada antes de condenar o dente à extração, ao julgar as chances de sucesso do tratamento restaurador por meio da reconstrução do dente com materiais adesivos, a fim de mantê-lo em funcionamento na cavidade bucal.

É relevante observar também, que para lidar com a fotopolimerização de materiais à base de resina, deve-se pensar que as circunstâncias clínicas podem muitas vezes diferir consideravelmente das condições laboratoriais (KRÄMER et al., 2008).

Assim como sugerido por Mundim et al. (2011) e Feitosa et al. (2012), investigações adicionais devem ser realizadas a fim de elucidar questões a respeito de diferentes protocolos de fotoativação em vários tipos de resinas compostas, uma vez que apenas um tipo de resina e dois protocolos de fotoativação foram testados no presente estudo, fazendo uso de novas técnicas de aplicação destes materiais e refinamento da fotoativação.

Também seriam sensatas mais pesquisas sobre a retenção de restaurações intrarradiculares em raízes fragilizadas por meio de teste de resistência à tração, visto que as informações trazidas pela literatura são em sua maioria embasadas por testes de resistência à fratura (SAUPE et al., 1996; MENDOZA et al., 1997; MARCHI et al., 2003; BRAGA et al.; GONÇALVES et al., 2006; SANTOS-FILHO et al., 2008; GIOVANI et al., 2009; CECCHIN et al., 2010; CHUANG et al., 2010; TEY e LUI et al., 2014), bem como incluir em novos estudos outros grupos de dentes tratados endodonticamente, por exemplo, raízes de molares e pré-molares, o que Mendonza et al. (1997) julga ser uma tarefa subjetiva e demorada, devido à dificuldade de se obter dentes semelhantes e com as mesmas dimensões.

Levando em consideração que a fotoativação de resinas compostas pode variar, dependendo do tipo de resina utilizada (diferentes composições e tamanhos de partículas); dos aparelhos fotopolimerizadores; das potências de fotoativação; do tempo de exposição; e da distância da fonte luminosa (VASCONCELLOS et al., 2011), fica evidente a necessidade de avaliações dos efeitos causados pelo emprego de diferentes técnicas e materiais, analisados em situações diversas com o

intuito de minimizar as falhas de união existentes e de esclarecer a atuação e o comportamento clínico destes fatores.

*C*onclusões

Com base na metodologia empregada neste estudo e na subsequente análise dos dados, foi possível concluir que:

1. A técnica de inserção em incremento único ou dois incrementos não interferiu na retenção da restauração de resina composta à raiz fragilizada.
2. A alta potência de fotoativação promoveu maior retenção da restauração de resina composta à raiz fragilizada, em comparação à baixa potência de fotoativação.

Referências

AL-EHAIDEB, A.; MOHAMMED, H. Shear bond strength of "one bottle" dentin adhesives. **J Prosthet Dent**, v. 84, n. 4, p. 408-412, 2000.

AMARAL, C. M.; DE CASTRO A. K. B. B.; PIMENTA, L. A. F.; AMBROSANO, G. M. B. Influence of resin composite polymerization techniques on microleakage and microhardness. **Quintessence Int**, v. 33, n. 9, p. 685–689, 2002.

AKSORNMUANG, J.; NAKAJIMA M.; FOXTON R.M.; TAGAMI, J. Mechanical properties and bond strength of dualcure resin composites to root canal dentin. **Dent Mater**, v. 23, n. 2, p. 226-234, 2007.

ARAVAMUDHAN, K.; RAKOWSKI, D.; FAN, P. Variation of depth of cure and intensity with distance using LED curing lights. **Dent Mater**, v. 22, n. 11, p. 988–994, 2006.

BICALHO, A.A.; VALDÍVIA, A.D.; BARRETO B.C.; TANTBIROJN, D.; VERSLUIS, A.; SOARES, C.J. Incremental filling technique and composite material-Part II: shrinkage and shrinkage stresses. **Oper Dent**, v. 39, n. 2, p. 83-92, 2014.

BOSCHIAN PEST, L.; CAVALLI, G.; BERTANI, P.; GAGLIANI, M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. **Dent Mater**, v. 18, n. 8, p. 596-602, 2002.

BOUSCHLICHER, M.R.; RUEGGEBERG, F.A.; BOYER, D.B. Effect of stepped light intensity on polymerization force and conversion in a photoactivated composite. **J Esthet Dent**, v. 12, n. 1, p. 23–32, 2000.

BRAGA, N. M.; PAULINO, S. M.; ALFREDO, E.; SOUSA-NETO, M. D.; VANSAN, L. P. Removal resistance of glass-fiber and metallic cast posts with different lengths. **J Oral Sci**, v. 48, n. 1, p. 15-20, 2006.

CALHEIROS, F.C.; DARONCH, M.; RUEGGEBERG, F.A.; BRAGA, R.R. Influence of irradiant energy on the degree of conversion, polymerization rate and shrinkage

stress in an experimental resin composite system. **Dent Mater**, v. 24, n. 9, p. 1164-1168, 2008.

CAMPODONICO, C. E.; TANTBIROJN, D.; OLIN, P. S.; VERSLUIS, A. Cuspal deflection and depth of cure in resin-based composite restorations filled by using bulk, incremental and transtooth-illumination techniques. **J Am Dent Assoc**, v. 142, n. 10, p. 1176-1182, 2011.

CARVALHO, R. M.; PEREIRA, J. C.; YOSHIYAMA, M.; PASHLEY, D. H. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. **Oper Dent**, v. 21, n. 1, p. 17-24, 1996.

CARVALHO, M. R. O.; PEREIRA, L. C. G.; GARCIA, F. C. P.; MARQUESINI JR, L.; SILVA, S. M. A.; KUSSMAUL, A. P. M. Sistemas adesivos: fundamentos para compreensão de sua aplicação e desempenho em clínica. **Biodonto**, v.2, n.1, p. 6-76, 2004.

CATELAN, A.; MAINARDI, M. D. O. C.; SOARES, G. P.; DE LIMA, A. F.; AMBROSANO, G. M., LIMA, D. A., MARCHI, G. M.; AGUIAR, F. H. Effect of light curing protocol on degree of conversion of composites. **Acta Odontol Scand**, v. 72, n. 8, p. 898-902, 2014.

CECCHIN, D.; FARINA, A. P.; GUERREIRO, C. A.; CARLINI-JÚNIOR, B. Fracture resistance of roots prosthetically restored with intra-radicular posts of different lengths. **J Oral Rehabil**, v. 37, n. 2, p. 116-22, 2010.

CEKIC-NAGAS, I.; EGILMES, F.; ERGUN, G. The effect of irradiation distance on microhardness of resin composites cured with different light curing units. **Eur J Dent**, v. 4, n. 4, p. 440–446, 2010.

CHEN, L.; YU, Q.; WANG, Y.; LI, H. BisGMA/TEGDMA dental composite containing high aspect-ratio hydroxyapatite nanofibers. **Dent Mater**, v. 27, n.11, p. 1187–1195, 2011.

CHUANG, S. F.; YAMAN, P.; HERRERO, A.; DENNISON, J. B.; CHANG, C.H. Influence of post material and length on endodontically treated incisors: an in vitro and finite element study. **J Prosthet Dent**, v. 104, n. 6, p. 379-88, 2010.

COHEN, B. .; PAGNILLO, M. K.; NEWMAN, I.; MUSIKANT, B. L.; DEUTSCH, A. S. Effects of three bonding systems on the torsional resistance of titanium-reinforced composite cores supported by two post designs. **J Prosthet Dent**, v. 81, n. 6, p. 678-683, 1999.

CUNHA, L. G.; ALONSO, R. C.; PFEIFER, C. S.; CORRER-SOBRINHO, L.; FERRACANE, J. L.; SINHORETI, M. A. Modulated photoactivation methods: influence on contraction stress, degree of conversion and push-out bond strength of composite restoratives. **J Dent**, v. 35, n. 4, p. 318–324, 2007.

D'ALPINO, P. H. P.; SVIZERO, N. R.; PEREIRA, J. C.; RUEGGEBERG, F. A.; CARVALHO, R. M.; PASHLEY, D. H. Influence of light-curing sources on polymerization reaction kinetics of a restorative system. **Am J Dent**, v. 20, n. 2, p. 46–52, 2007.

DE FREITAS, C. R.; MIRANDA, M. I.; DE ANDRADE, M. F.; FLORES, V. H.; VAZ, L. G.; GUIMARÃES, C. Resistance to maxillary premolar fractures after restoration of class II reparations with resin composite or ceromer. **Quintessence Int**, v. 33, n. 8, p. 689-694, 2002.

DUKE, E. S.; LINDEMUTH, J. Variability of clinical dentin substrates. **Am J Dent**, v. 4, n. 5, p. 241-246, 1991.

EBERT, J.; LEYER, A.; GUNTHER, O.; LOHBAUER, U.; PETSCHT, A.; FRANKENBERGER, R. Bond strength of adhesive cements to root canal dentin tested with a novel pull-out approach. **J Endod**, v. 31, n. 11, p. 1558–1561, 2011.

EICK, J. D.; GWINNETT, A. J.; PASHLEY, D. H.; ROBINSON, S. J. Current concepts on adhesion to dentin. **Crit Rev Oral Biol Med**, v. 8, n. 3, p. 306-335, 1997.

EL-SAFETY, S.; SILIKAS, N.; WATTS, D.C. Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. **Dent Mater**, v. 28, n. 8, p. 928–935, 2012.

EMAMI, N.; SÖDERHOLM, K. J. How light irradiance and curing time affect monomer conversion in light-cured resin composites. **Eur J Oral Sci**, v. 111, n. 6, p. 536-542, 2003.

FARIA-E-SILVA, A. L.; LIMA, A. F.; MORAES, R. R.; PIVA, E.; MARTINS, L. R. Degree of conversion of etch-and-rinse and self-etch adhesives light-cured using QTH or LED. **Oper Dent**, v. 35, n. 6, p. 649–654, 2010.

FEITOSA, V. P.; FUGOLIN, A. P.; CORRER, A. B.; CORRER-SOBRINHO, L.; CONSANI, S.; WATSON, T. F.; SINHORETI, M. A.; SAURO, S. Effects of different photo-polymerization protocols on resin composite. **J Dent**, v. 40, n. 10, p. 802-809, 2012.

FLURY, S.; HAYOZ, S.; PEUTZFELDT, A.; HÜSLER, J.; LUSSI, A. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? **Dent Mater**, v. 28, n. 5, p. 521-528, 2012.

FOGEL, H. M.; MARSHALL, F. L.; PASHLEY, D. H. Effects of distance from the pulp and thickness on the hydraulic conductance of human radicular dentin. **J Dent Res**, v. 67, n. 11, p. 1381-138, 1988.

FREEDMAN, G.; NOVAK, I. M.; SEROTA, K. S.; GLASSMAN, G. D. Intra-radicular rehabilitation: a clinical approach. **Pract Periodontics Aesthet Dent**, v. 6, n. 5, p. 33-39, 1994.

GARBEROGLIO, R.; BRANNSTROM, M. Scanning electron microscopic investigation of human dental tubules. **Arc. Oral Biol**, v. 26, n. 6, p. 355 – 362, 1976.

GASTON, B. A.; WEST, L. A.; LIEWEHR, F. R.; FERNANDES, C.; PASHLEY, D. H. Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces. **J Endod**, v. 27, n. 5, p. 321-324, 2001.

GIOVANI, A. R.; VANSAN, L. P.; DE SOUSA NETO, M. D.; PAULINO, S. M. In vitro fracture resistance of glass-fiber and cast metal posts with different lengths. **J Prosthet Dent**, v. 101, n. 3, p. 183-188, 2009.

GONCALVES, L. A.; VANSAN, L. P.; PAULINO, S. M.; SOUSA NETO, M. D. Fracture resistance of weakened roots restored with a transilluminating post and adhesive restorative materials. **J Prosthet Dent**, v. 96, n. 5, p. 339-344, 2006.

GORACCI, C.; FERRARI, M. Current perspectives on post systems: a literature review. **Aust Dent J**, v. 56, n. 1, p. 77-83, 2011.

HAENEL, T.; HAUSNEROVÁ, B.; STEINHAUS, J.; PRICE, R.B.; SULLIVAN, B.; MOEGINGER, B. Effect of the irradiance distribution from light curing units on the local micro-hardness of the surface of dental resins. **Dent Mater**, v. 31, n. 2, p. 93-104, 2015.

HAMMOUDA, I. M. Effect of light-curing method on wear and hardness of composite resin. **J Mech Behav Biomed Mater**, v. 3, n. 2, p. 216-222, 2010.

HÜRMÜYLÜ, F.; SERPER, A.; SISO, S.H.; ER, K. *In vitro* fracture resistance of root filled teeth using new generation dentine bonding adhesives. **Int Endod J**, v. 36, n. 11, p. 770-773, 2003.

JAFARPOUR, S.; EL-BADRAWY, W.; JAZI, H.; MCCOMB, D. Effect of composite insertion technique on cuspal deflection using an in vitro simulation model **Oper Dent**, v. 37, n. 3, p. 299-305, 2012.

JANDT, K. D.; MILLS, R. W. A brief history of LED photopolymerization. **Dent Mater**, v. 29, p. 605-617, 2003.

KINA, S.; BRUGUERA, A. **Invisível: restaurações estéticas cerâmicas**. Maringá: Dental Press, 2008.

KRÄMER, N.; LOHBAUER, U.; GARCÍA-GODOY, F.; FRANKENBERGER, R. Light curing of resin-based composites in the LED era. **Am J Dent**, v. 21, n. 3, p. 135-142, 2008.

LEPRINCE, J.G.; LEVEQUE, P.; NYSTEN, B.; GALLEZ, B.; DEVAUX, J.; LELOUP, G. New insight into the “depth of cure” of dimethacrylate-based dental composites. **Dent Mater**, v. 28, n. 5, p. 512–520, 2012.

LI, X.; PONGPRUEKSA, P.; VAN MEERBEEK, B.; DE MUNCK, J. Curing profile of bulk-fill resin-based composites. **J Dent**, v. 43, n. 6, p. 664-672, 2015.

LINDBERG, A.; PEUTZFELDT, A.; VAN DIJKEN, J. W. Curing depths of a universal hybrid and a flowable resin composite cured with quartz tungsten halogen and light-emitting diode units. **Acta Odontol Scand**, v. 62, n. 2, p. 97-110, 2004.

LUI, J. L. Composite resin reinforcement of flared canals using light-transmitting plastic post. **Quintessence Int**, v. 25, n. 5, p. 313-319, 1994.

MANICARDI, C.A.; VERSIANI, M.A.; SAQUY, P.C.; PÉCORA, J.D.; DE SOUSA-NETO, M.D. Influence of filling materials on the bonding interface of thin-walled roots reinforced with resin and quartz fiber posts. **J Endod**, v. 37, n. 4, p. 531-537, 2011.

MARCHESI, G.; BRESCHI, L.; ANTONIOLLI F, D. I.; LENARDA, R.; FERRACANE, J.; CADENARO, M. Contraction stress of low-shrinkage composite materials assessed with diferente testing systems. **Dent Mater**, v. 26, n. 10, p. 947-953, 2010.

MARCHI, G. M.; PAULINO, L. A.; PIMENTA, L. A.; DE LIMA, F. A. Effect of different filling materials in combination with intraradicular posts on the resistance to fracture of weakened roots. **J. Oral. Rehabil**, v. 30, n. 6, p. 623-629, 2003.

MARCHI, G. M.; MITSUI, F. H.; CAVALCANTI, A. N. Effect of remaining dentine structure and thermal-mechanical aging on the fracture resistance of bovine roots with different post and core systems. **Int Endod J**, v. 41, n. 11, p. 969-76, 2008.

MARTINS, L. R. M. **Avaliação da resistência à fratura de raízes debilitadas reconstruídas morfológicamente com materiais adesivos**. Piracicaba/SP, 1995. Tese (Livre-Docência – Dentística) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade de Campinas.

MCCULLOCK, A. J.; SMITH, B. M. G. In vitro studies of cuspal movement produced by adhesive restorative materials. **Br Dent J**, v. 161, n. 11, p. 405-409, 1986.

MENDOZA, D. B.; EAKLE, W. S. KAHL, E. A.; HO, R. Root reinforcement with a resin-bonded preformed post. **J Prosthet Dent**, v. 78, n. 1, p. 10-14, 1997.

MIRANZI, M. A. S.; FRÖNER, I. C.; MIRANZI, B. A. S.; VANSAN, L. P.; MIRANZI, A. J. S. Avaliação *in vitro* da resistência radicular à fratura utilizando pinos metálicos fundidos e pinos pré-fabricados Luminex. **J. Brasil. Endo/Perio**, v. 2, n. 7, p. 311-316, 2001.

MJÖR, I. A.; SMITH, M. R.; FERRARI, M.; MANNOCCI, F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. **Int Endod J**, v. 34, n. 5, p. 346-353, 2001.

MOOSAVI, H.; MALEKNEJAD, F.; KIMYAI, S. Fracture resistance of endodontically-treated teeth restored using three root-reinforcement methods. **J Contemp Dent Pract**, v. 9, n. 1, p. 30-37, 2008.

MUNDIM, F. M.; GARCIA, L. F. R.; CRUVINEL, D. R.; LIMA, F. A.; BACHMANN, L.; PIRES-DE-SOUZA, F. C. P. Color stability, opacity and degree of conversion of pre-heated composites. **J Dent**, v. 39, n. 1, p. 25–29, 2011.

OLIVEIRA JUNIOR, L. Retenção intra-radicular (Sistema Luminex). **Rev Assoc Paul Cir Dent**, v. 51, n. 1, p. 53-56, 1997.

OTO, T.; YASUDA, G.; TSUBOTA, K.; KUROKAWA, H.; MIYAZAKI, M.; PLATT, J. A. Influence of power density on polymerization behavior and bond strengths of dual-cured resin direct core foundation systems. **Oper Dent**, v. 34, n. 2, p. 192-199, 2009.

PHILLIPS, R. W. **Materiais dentários**. 11^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

POLYDOROU, O.; HUBERTY, C.; WOLKEWITZ, M.; BOLEK, R.; HELLWING, E.; KUMMERER, K. The effect of storage médium on the elution of monomers from composite materials. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater**, v. 100, n. 1, p. 68-74, 2012.

PRICE, R. B.; FERRACANE, J. L.; SHORTALL, A. C. Light-Curing Units: A Review of What We Need to Know. **J Dent Res**, v. 94, n. 9, p. 1179-1786, 2015.

RASETTO, F.; DRISCOLL, C. F.; PRESTIPINO, V.; MASRI, R.; VON FRAUNHOFER, J. A. Light transmission through allceramic dental materials: A pilot study. **J Prosthet Dent**, v. 91, n. 5, p. 441-446, 2004.

SANTOS-FILHO, P. C.; CASTRO, C. G.; SILVA, G. R.; CAMPOS, R. E.; SOARES, C. J. Effects of post system and length on the strain and fracture resistance of root filled bovine teeth. **Int Endod J**, v. 41, n. 6, p. 493-501, 2008.

SARRETT, D. C. Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. **Dent Mater**, v. 21, n. 1, p. 9-20, 2005.

SAUPE, A. W.; GLUSKIN, A. H.; RADKE, A. R. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and resin-reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised roots. **Quintessence Int**, v. 27, n. 7, p. 483-491, 1996.

SCHMIDT, C.; ILIE, N. The effect of aging on the mechanical properties of nanohybrid composites based on new monomer formulations. **Clin Oral Investig**, v.17, n. 1, p. 251–257, 2013.

SHARAFEDDIN, F.; ALAVI, A. A.; ZARE, S. Fracture resistance of structurally compromised premolar roots restored with single and accessory glass or quartz fiber posts. **Dent Res J**, v. 11, n. 2, p. 264-271, 2014.

SHILLINGBURG, H. T., JR.; FISHER, D. W.; DEWHIRST, R. B. Restoration of endodontically treated posterior teeth. **J Prosthet Dent**, v. 24, n. 4, p. 401-409, 1970.

SIH, G. C.; SHIH, M. T.; CHOU, S. C. Transient hygrothermal stresses in composites: coupling of moisture and heat with temperature varying diffusivity. **Int J Eng Sci**, v. 18, p. 19–42, 1980.

SOARES, P. V.; SANTOS-FILHO, P. C.; GOMIDE, H. A.; ARAUJO, C. A.; MARTINS, L. R.; SOARES, C. J. Influence of restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary premolars. Part 11: Strain measurement and stress distribution. **J Prosthet Dent**, v. 99, n. 2, p. 114-122, 2008.

SORENSEN, J. A.; MARTINOFF, J. T. Clinically significant factors in dowel design. **J. Prosthet. Dent**, v. 52, n. 1, p. 28-35, 1984.

STEELE, G. D. Reinforced composite resin foundation for endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, v. 30, n. 5, p. 816-819, 1973.

TJAN, A. H. L.; BERGH, B. H.; LIDNER, C. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. **J Prosthet Dent**, v. 67, n. 1, p. 62–66, 1992.

TEY, K. C.; LUI, J. L. The effect of glass fiber-reinforced epoxy resin dowel diameter on the fracture resistance of endodontically treated teeth. **J Prosthodont**, v. 23, n. 7, p. 572-581, 2014.

TÜRP, J. C.; HEYDECKE, G.; KRASTL, G.; PONTIUS, O.; ANTES, G.; ZITZMANN, N. U. Restoring the fractured root-canal-treated maxillary lateral incisor: in search of an evidence-based approach. **Quintessence Int**, v. 38, n. 3, p. 179-191, 2007.

UDDANWADIKER, R. V.; PADOLE, P. M.; ARYA, H. Effect of variation of root post in different layers of tooth: linear vs nonlinear finite element stress analysis. **J Biosci Bioeng**, v. 104, n. 5, p. 363-370, 2007.

VASCONCELLOS, B. T.; MACEDO, M. R. P.; KRAUL, A.; RANGEL, M.; TURBINO, M. L. Comparison of curing depth of a microhybrid composite resin with different light-curing units. **J Health Sci Inst**, v. 29, n. 4, p. 235-238, 2011.

VERSLUIS, A.; DOUGLAS, W. H.; CROSS, M.; SAKAGUCHI, R. L. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? **J Dent Res**, v. 75, n. 3, p. 871-878, 1996.

VICHI, A.; GRANDINI, S.; FERRARI, M. Comparison between two clinical procedures for bonding fiber posts into a root canal: a microscopic investigation. **J Endod**, v. 28, n. 5, p. 355-360, 2002.

WINKLER, M. M.; KATONA, T. R.; PAYDAR, N. H. Finite element stress analysis of three filling techniques for class V light-cured composite restorations. **J Dent Res**, v. 75, n. 7, p. 1477-1483, 1996.

YOLDAS, O.; ALACAM, T. Microhardness of composites in simulated root canals cured with light transmitting posts and glass-fiber reinforced composite posts. **J Endod**, v. 31, n. 2, p. 104-106, 2005.

YU, H.; LI, Q.; CHENG, H.; WANG, Y. The effects of temperature and bleaching gels on the properties of tooth-colored restorative materials. **J Prosthet Dent**, v. 105, n. 2, p. 100-107, 2011.