



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Jessica Katarine de Abreu Silva

**Efeitos de diferentes cimentos endodônticos, sistemas de cimentação e
momento de fotoativação em restaurações com pino de fibra de vidro**

Araraquara

2020



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Jessica Katarine de Abreu Silva

Efeitos de diferentes cimentos endodônticos, sistemas de cimentação e momento de fotoativação em restaurações com pino de fibra de vidro

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia de Araraquara para obtenção do título de Mestre em Nome do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, na Área de Dentística Restauradora.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade.

Coorientador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga.

Araraquara

2020

Silva, Jessica Katarine de Abreu

Efeitos de diferentes cimentos endodônticos, sistemas de cimentação e momento de fotoativação em restaurações com pino de fibra de vidro / Jessica Katarine de Abreu Silva. – Araraquara: [s.n.], 2020
51 f.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade
Coorientador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

1. Cimentos de resina 2. Adaptação marginal dentária 3. Autocura de resinas dentárias 4. Adesivos dentinários. I. Título.

Jessica Katarine de Abreu Silva

Efeitos de diferentes cimentos endodônticos, sistemas de cimentação e momento de fotoativação em restaurações com pino de fibra de vidro

Comissão julgadora

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Dentística Restauradora

Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

Prof. Dr. Edson Alves de Campos

Prof. Dr. Anna Thereza Peroba Rezende Ramos

Araraquara, 30 de julho de 2020.

DADOS CURRICULARES

Jessica Katarine de Abreu Silva

NASCIMENTO: 24 de Janeiro de 1992 – Teresina – Piauí

FILIAÇÃO: Maria Ribeiro da Silva
Henrique de Abreu Silva

2013 – 2017

Graduação em Odontologia

Universidade Federal do Piauí, UFPI, Brasil.

Título: Precisão do conjunto pilar de transferência personalizado na moldagem de múltiplos pilares implantossuportados através da técnica da moldeira fechada.

Orientação: Prof. Dr. Valdimar da Silva Valente.

2018 – 2020

Mestrado em Ciências Odontológicas – Dentística Restauradora

Universidade Estadual Paulista, Unesp, Faculdade de Odontologia de Araraquara, FOAr, Brasil.

Título: Efeitos de diferentes cimentos endodônticos, sistemas de cimentação e momento de fotoativação em restaurações com pino de fibra de vidro.

Orientação: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade.

Coorientação: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga.

2019 – 2021

Especialização em Odontologia Legal

Universidade de São Paulo, USP, Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, FORP, Brasil.

Orientação: Prof. Dr. Ricardo Henrique Alves da Silva.

Dedico este trabalho primeiramente ao ente infinito, eterno, sobrenatural e existente por si só, Deus. E à minha mãe, lutadora incansável, pelos sacrifícios que teve que fazer para que esse sonho pudesse se concretizar, por acreditar em mim, pelo apoio mais importante que eu esperava receber e, acima de tudo, pelo amor incondicional à sua família.

AGRADECIMENTOS

A Deus

Por não ter permitido que as dores sentidas ao longo dessa caminhada me fizessem desistir. Por me abençoar, me guardar e me proteger de todos os entraves e todo mal escancarado ou disfarçado de bem querer.

À minha mãe

Maria Ribeiro da Silva, por absolutamente tudo até agora. Pela representação da mulher forte, da mulher lutadora, da mulher que ultrapassa qualquer que seja a barreira sem esquecer de preencher qualquer ambiente com sua gargalhada gostosa e sua bondade. Gratidão por nunca desistir de absolutamente nenhum dos seus, principalmente suas filhas. Você é a leoa que observo, mimetizo as ações e espero um dia poder me tornar algo que ao menos lembre tamanha força da natureza. Te amo além dessa vida.

A meu pai

Henrique de Abreu Silva, pela herança da leveza e da vontade inesgotável de viver e de escancarar o riso.

À minha irmã

Geísa Carla de Abreu Silva, pelo apoio a mim dado, por celebrar junto comigo as vitórias, por acreditar em meu potencial e por nos presentear com o pingô de gente que vai solidificar a mudança em nossas vidas e na nossa forma de encarar as coisas. Esse serzinho será a luz que vai encandear o que ainda estava na sombra. Amo você e sempre estarei à postos para te amparar.

À minha família

Mesmo com toda sua pluralidade, quando estamos juntos nada mais importa. Um agradecimento especial à minha madrinha Júlia e meu padrinho Antônio que sempre oram e pedem a Deus que interceda por mim.

Aos amigos

Durante essa jornada, tive a oportunidade de vivenciar inúmeras experiências e a felicidade de conhecer muita gente boa de vários lugares do Brasil e do mundo. Na minha opinião, talvez esse seja o grande barato de tudo. Fazer conexões com pessoas diferentes, de lugares diferentes, com culinária diferente, que carregam um sotaque diferente ou tem como língua materna um idioma diferente do seu, te força a abrir a mente, a pensar além do que você conhece e tem preestabelecido. Estaria mentindo se dissesse que tudo são flores, porque essa não é a verdade. É preciso ter muito equilíbrio, alicerce familiar e vontade de vencer, para que as experiências negativas não se sobressaíam às positivas. Valorizando aqueles que me estenderam a mão, que me arrancaram um sorriso ou vários, aqueles que pude compartilhar uma pista de dança, uma viagem, uma refeição, um passeio ao ar livre, aqueles que, quando da simples lembrança um sorriso vem à tona, o meu mais sincero desejo de felicidade e abundância em suas vidas. Lealdade e parceria são artigos de luxo atualmente. Portanto, quando encontrar alguém que obtenha tamanha preciosidade, agarre e faça o possível para nunca perder de vista. São essas figuras que também fazem com que a caminhada seja menos maçante, menos solitária. Ao meu querido Diego Bussaneli, pela bondade, altruísmo, disposição em ajudar e minimizar os problemas da vida de quem ele ama. É uma felicidade saber que nos damos tão bem e nos respeitamos mesmo sendo opostos. É um prazer dividir essa vida com você e saber que a admiração, o respeito e a torcida são recíprocos, meu amigo. Amo você, Diclows! À Carmélia Lobo, que é uma das mulheres que eu mais admiro no mundo todo, por sua força, sua garra, sua vontade de vencer e pela forma de levar a vida. Carm's, amo você! Aos queridos Aryvelto Miranda, Amanda Lima, Stephania Rodolfo, Guilherme Braidó, meu carinho e gratidão. Ao meu querido Jeffersson Trigo, por tanto carinho e cuidado comigo. Nunca imaginei que fosse sentir tanto carinho por um "gringo"(rsrsrs). Te amo. À Priscila Borges, que viveu comigo o início desse sonho e inúmeras vezes fomos acalento uma para outra. Ao meu doce, Júlia Pazos, que é alguém que distribui simpatia por onde passa e que, como uma benção chegou na minha vida, assim como eu cheguei na dela. Nada é por acaso, Xuxu. Te amo! Ao meu querido Evânio Vilela, pela grata surpresa de ganhar a tua amizade. Você também me mostra o que de melhor pode existir no íntimo das pessoas. Gratidão por tudo. Estou aqui sempre que você precisar. Amo você! À Adriana Souza, pela amizade, companheirismo e sua sempre solicitude.

Amo você! Ao meu querido e amado amigo César Abreu, por me permitir entrar em sua vida, por permitir que construíssemos essa amizade sólida. Foi uma surpresa tão linda! Sempre irei lembrar de você ao ouvir qualquer verso das músicas bem escritas que só você consegue escolher tão bem para preencher um momento. Amo você! Um agradecimento especial é necessário para esse ser humano que Deus colocou na minha vida em 2011 e deu um jeito de fazer com que morássemos debaixo do mesmo teto durante a nossa aventura na pós-graduação. Lucas Portela Oliveira, passamos por muita coisa de 2011 até aqui, mais especificamente, sonhamos, realizamos, choramos, caímos, levantamos, gargalhamos, comemos (muito), bebemos, dançamos, focamos, desfocamos, focamos novamente...vivemos. É uma grande honra poder dividir a vida contigo durante essa nossa fase. Eu não poderia esquecer de registrar o quanto Deus foi bondoso conosco e o quanto formamos um bom time. No meu entendimento, amizade é dedicação, lealdade, torcida pela felicidade e sucesso do outro e confiança que o outro vai te amparar quando houver necessidade. A ti meu amor, meu irmão, a minha dedicação, minha lealdade, minha torcida descontrolada por tuas conquistas, meu desejo de sucesso e minha eterna gratidão por todos os momentos vividos. Te respeito, te quero bem e te amo.

À minha região

Nordeste, pela tatuagem de força, de insistência, de vontade de viver e de vencer que carrego no peito. Por toda bagagem cultural e de leveza que orgulhosamente mantenho em cada passo que dou.

Ao meu estado e cidade

Ao meu estado Piauí e à minha cidade Teresina, por serem berço das histórias que marejam meus olhos e por serem responsáveis pelo som carregado do meu sotaque.

À cidade de Araraquara

Que inocentemente se intitula a “Morada do Sol” porque não conhece Teresina. Minha gratidão a essa cidade que me fez amadurecer em dois anos o que eu não amadureci nos vinte e seis anos que antecederam essa vinda para cá. O pôr do sol

mais lindo visto do décimo primeiro andar e o cheirinho de laranja, são as sensações que me marcam profundamente.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Pelo enorme prazer de presenciar durante o tempo do curso de mestrado a brilhante e inspiradora direção da Prof^a. Dr^a. Elaine Maria Sgavioli Massucato e vice-direção do Prof. Dr. Edson Alves de Campos. Atualmente a seriedade e compromisso tem marcado a direção do Prof. Dr. Edson Alves de Campos e vice-direção da Prof^a. Dr^a. Patrícia Petromilli Nordi Sasso Garcia, seres humanos por quem nutro uma grande admiração e respeito. Em adicional, ao Programa de Pós-graduação em Ciências Odontológicas, Área de Dentística Restauradora e todo o seu corpo docente sob coordenação da Prof^a. Dr^a. Fernanda Lourenção Brighenti, por guiar pedras brutas ao caminho mais parecido com uma joia rara. Ao corpo de funcionários desta instituição a minha gratidão, pois estes permitem o pleno desenvolvimento de nossas atividades e são peças facilitadoras do processo.

Ao meu orientador

Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade, pelo acolhimento no momento que mais precisei, por estimular em mim a autonomia ao passo que se fazia presente quando necessário, por me proporcionar excelentes experiências e fazer com que tudo sempre fosse resolvido da melhor maneira possível. Serei muito grata!

Ao meu coorientador

Prof. Dr. Milton Carlos Kuga, entusiasta das ideias, dono do bordão “Vamos trabalhar!” e olhos quase sempre semicerrados acompanhados de um movimento cômico. Gratidão pelas ideias compartilhadas, pelas conexões criadas, pelas oportunidades dadas e pela leveza.

À Pati

Formalmente, Prof^a. Dr^a. Patrícia Petromilli Nordi Sasso Garcia, mas para mim é Pati. Sempre com um sorriso no rosto e uma disponibilidade e vontade de ajudar o próximo. Gratidão por todo amor e suporte a mim dado. Você é, definitivamente, daqueles seres humanos que inspiram outros a serem melhores. Amo você!

À todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para execução deste trabalho, minha eterna gratidão.

À CAPES:

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

“Faça o bem meu povo, faça o bem por qualquer um, sem perguntar o porque,
parece fora de moda, soa meio que clichê, mas quando se ajuda alguém o ajudado
é você.”*

“A humanidade sempre teve medo de mulheres que voam.
Sejam elas bruxas, sejam elas livres.”**

*Bessa B. Poesia que transforma. Rio de Janeiro: Sextante; 2018.

**Autor desconhecido

Silva JKA. Efeitos de diferentes cimentos endodônticos, sistemas de cimentação e momento de fotoativação em restaurações com pino de fibra de vidro. [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2020.

RESUMO

Entendendo as lacunas ainda existentes sobre os fatores que podem influenciar uma adesão adequada, o objetivo do estudo 1 foi avaliar os efeitos de cimentos endodônticos sobre a interface adesiva de diferentes sistemas de cimentação de pino de fibra e dentina radicular. Sessenta raízes de incisivos bovinos foram endodonticamente tratadas e alocadas aleatoriamente em 6 grupos (n=10), de acordo com o cimento endodôntico (biocerâmico – Sealer Plus BC e contendo resina epóxi - AH-Plus) e protocolo de cimentação adesiva utilizado (Single Bond Universal e RelyX™ Ultimate; Optibond Universal™ e NX3 Nexus™ Dual-Cure; Ambar Universal e AllCem Core) . As análises de push-out, estereomicroscopia e microscopia de fluorescência confocal foram realizadas a fim de se determinar a resistência de união e penetrabilidade dentinária. Foi observado que no cimento biocerâmico ocorreram mais falhas adesivas do tipo 2 e 3. Não houve diferença estatística entre os grupos com relação a penetrabilidade dentinária. Concluiu-se que o cimento endodôntico biocerâmico utilizado, não afeta negativamente a interface adesiva gerada na restauração com pinos de fibra de vidro. O objetivo do estudo 2 foi analisar a interface adesiva de restaurações com pino de fibra de vidro cimentados com um novo cimento resinoso autoadesivo (Megalink Auto, Odontomega Import) utilizando fotoativação imediata ou tardia. Quarenta raízes de caninos humanos endodonticamente tratadas foram alocadas em quatro grupos de acordo com cimento e momento de fotoativação utilizado (n=10): RelyX™ U200 (3M ESPE) ou Megalink Auto (Odontomega Import) com fotoativação imediata e tardia. Os espécimes foram seccionados e submetidos aos testes de push-out/estereomicroscopia (resistência de união) e microscopia confocal a laser (penetrabilidade dentinária). Não foram observadas diferenças entre o desempenho do novo cimento resinoso avaliado e o RelyX™ U200. O momento de fotoativação não teve impacto na resistência da união, entretanto, influenciou negativamente a penetrabilidade dentinária quando realizado de forma tardia, independentemente do cimento utilizado.

Palavras-chave: Cimentos de resina. Adaptação marginal dentária. Autocura de resinas dentárias. Adesivos dentinários.

Silva JKA. Effects of different endodontic sealers, cementation systems and photoactivation time point in fiberglass posts restorations. [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2020.

ABSTRACT

Understanding the gaps that still exist about the factors that can influence correct adhesion, the objective of study 1 was to evaluate the effects of endodontic sealers on the adhesive interface of different fiberglass posts and root dentin cementation systems. Sixty roots of bovine incisors were endodontically treated and randomly allocated to 6 groups (n = 10), according to the endodontic sealer (Bioceramic - Sealer Plus BC and containing epoxy resin - AH-Plus) and adhesive cementation protocol used (Single Bond Universal and RelyXTM Ultimate; Optibond UniversalTM and NX3 NexusTM Dual-Cure; Ambar Universal and AllCem Core). The push-out, stereomicroscopy and confocal fluorescence microscopy analyzes were performed in order to determine the bond strength and dentin penetrability. It was observed that in bioceramic cement there were more type 2 and 3 adhesive failures. There was no statistical difference between the groups regarding dentin penetrability. It was concluded that the bioceramic endodontic sealer used does not negatively affect the adhesive interface generated in the restoration with fiberglass posts. The objective of study 2 was to analyze the adhesive interface of restorations with fiberglass posts cemented with a new self-adhesive resin cement (Megalink Auto, Odontomega Import) using immediate or late photoactivation. Forty roots of endodontically treated human canines were allocated into four groups according to cement and photoactivation time used (n = 10): RelyXTM U200 (3M ESPE) or Megalink Auto (Odontomega Import) with immediate and late photoactivation. The specimens were sectioned and submitted to tests of push-out / stereomicroscopy (bond strength) and confocal laser microscopy (dentin penetrability). No differences were observed between the performance of the new resin cement evaluated and the RelyXTM U200. The photoactivation moment had no impact on the bond strength, however, it negatively influenced dentin penetrability when performed late, regardless of the cement used.

Keywords: Resin cements. Dental marginal adaptation. Self-curing of dental resins. Dentin-bonding agents.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 PROPOSIÇÃO	16
3 PUBLICAÇÕES	17
3.1 Publicação 1	18
3.2 Publicação 2	34
4 CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

A OMI (Odontologia Minimamente Invasiva) é uma filosofia ou conceito que tenta garantir que os dentes sejam mantidos funcionais por toda a vida. No início dos anos 90, as pesquisas demonstraram que o manejo de lesões de cárie dentária poderia ser melhor alcançado afastando-se de abordagens cirúrgicas/interceptativas em favor de abordagens de caráter preventivo.¹ A partir daí, em termos de materiais e técnicas, muito têm sido estudado e desenvolvido, de modo a proporcionar cada vez mais para Odontologia, novos protocolos com visão atualizada e em compasso com a OMI.

Embora a OMI seja bastante difundida atualmente, ainda há necessidade de abordagens interceptativas, como o tratamento endodôntico. Um dos objetivos do tratamento endodôntico moderno é conseguir a manutenção de um dente funcional, pelo máximo de tempo possível. A retenção a longo prazo do dente tratado endodonticamente está intimamente ligada com a quantidade do remanescente dentário e a qualidade da restauração após obturação. Com frequência, vemos a necessidade do uso de retentores intrarradiculares. Dentre eles, os pinos de fibra de vidro são largamente utilizados devido a suas inúmeras vantagens. Nos últimos anos, houve um progresso no que tange o desenvolvimento na área endodôntica, como instrumentais, materiais e protocolos, tornando os procedimentos mais seguros, mais precisos e mais eficientes.²

Rotineiramente, vemos a necessidade clínica de indicação de restaurações com pinos de fibra. Existem muitas vantagens no uso destes pinos de fibra de vidro em comparação com pinos de metal, especialmente a menor concentração de tensões na raiz e por possuírem módulo de elasticidade semelhante à dentina, o que reduz o risco de fratura radicular.^{3 4,5} No entanto, a perda de adesão é uma falha comum relatada em pinos de fibra de vidro, e geralmente ocorre ao longo da interface adesiva entre a dentina radicular e o cimento resinoso.^{6,7}

A adesão à dentina radicular é dificultada por inúmeros fatores, como pouca visibilidade, características anatômicas desfavoráveis, alto fator de configuração da cavidade, dentre outros. Já a retenção destes pinos é influenciada por fatores como o tipo e o formato do pino, a estratégia cimentante utilizada,

presença de contaminação com outros produtos químicos, técnicas de instrumentação e soluções irrigadoras, espessura do cimento resinoso, persistência de óleo, agentes hemostáticos, material de preenchimento temporário, ou resíduos de cimentos obturadores, estresse gerado pela contração da polimerização.^{3,8,9} Antes da cimentação dos pinos de fibra, o espaço para pino deve ser preparado de modo a remover parte da obturação endodôntica ¹⁰ e receber o conjunto pino/sistema de cimentação.

No mercado odontológico atual, dispomos de inúmeras opções para a obturação do canal radicular, como cimentos endodônticos com bases diferentes, como por exemplo, os à base de resinas, como éter bisfenol ou metilsalicilato, ^{11,12} à base de ionômero de vidro, silicato de cálcio. Com variedade equivalente, os cimentos resinosos apresentam-se com mecanismos de polimerização química, fotoativada ou de dupla fotoativação, são comumente utilizados como estratégia de cimentação de pinos de fibra.^{13,14} Os cimentos de dupla fotoativação permitem um melhor manuseio clínico, favorecendo a polimerização em áreas críticas em incidência de luz, como a região apical, situação que é inerente deste procedimento restaurador.

Faz-se necessário a exploração destes materiais, com o intuito de encontrarmos um melhor protocolo sob medida para situação clínica enfrentada, identificando possíveis falhas do material ou da técnica, explorando as características químicas e desempenho mediante o tipo e tempo da luz incidida, assim como todas as possibilidades de questionamento que um material possa receber e que a ciência possa esclarecer.

2 PROPOSIÇÃO

Frente a dificuldades ainda encontradas nos procedimentos adesivos e limitações dos materiais utilizados em restaurações com pinos intrarradiculares, temos como objetivo geral destes trabalhos, avaliar a interface adesiva gerada pelo uso de novos materiais e protocolos adesivos.

3 PUBLICAÇÕES

Esta defesa de mestrado gerou dois capítulos em português que corresponderão à versão em inglês que será submetida a periódicos internacionais de impacto.

3.1 Publicação 1

Efeitos do cimento endodôntico biocerâmico e à base de resina epóxi sobre a interface adesiva de diferentes sistemas de cimentação de pino de fibra e dentina radicular.

Título curto: Efeitos de diferentes cimentos endodônticos na dentina radicular.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de cimentos endodônticos (Biocerâmico – Sealer Plus BC e contendo resina epóxi - AH-Plus) sobre a interface adesiva de diferentes sistemas de cimentação de pino de fibra de vidro e dentina radicular. Sessenta raízes de incisivos bovinos foram endodonticamente tratadas e alocadas aleatoriamente em 6 grupos (n=10), de acordo com o cimento endodôntico e protocolo de cimentação adesiva utilizado. Sendo BC-1, Sealer Plus BC, Single Bond Universal e RelyX™ Ultimate; BC-2, Sealer Plus BC, OptiBond™ Universal e NX3 Nexus™ Dual-Cure; BC-3, Sealer Plus BC, AllCem Core e Ambar Universal; AH-1, AH-Plus, Single Bond Universal e RelyX™ Ultimate; AH-2, AH-Plus, OptiBond™ Universal e NX3 Nexus™ Dual-Cure; AH-3, AH-Plus, AllCem Core e Ambar Universal. Os espécimes foram mantidos em estufa imersos água destilada com troca programada, por 3 meses. As análises de push-out, estereomicroscopia e microscopia de fluorescência confocal foram realizadas. Foram aplicados os testes de Kruskal Wallis com pós-teste de Dunn para as variáveis resistência de união e penetrabilidade dentinária. O nível de significância foi estabelecido em $\alpha=5\%$. Para a variável padrão de fratura, um gráfico com as frequências observadas foi plotado. Houve uma diferença em relação aos dados da resistência de união, sendo o grupo AH-2 o que obteve piores resultados ($p<0,05$). Nos grupos que foram obturados com cimento endodôntico biocerâmico, ocorreram mais falhas adesivas do tipo 2 e 3. Não houve diferença estatística entre os grupos com relação a penetrabilidade dentinária ($p>0,05$). O cimento endodôntico biocerâmico deixa resíduos que não afetam negativamente a interface adesiva gerada na restauração com pinos de fibra de vidro.

Palavras-chave: Cimento endodôntico biocerâmico. Adesivos universais. Pino intrarradiculares.

* Este artigo segue as normas do periódico *Operative Dentistry*.

INTRODUÇÃO

A limpeza, modelação, vedação e o preenchimento completo do sistema de canais radiculares são etapas importantes que podem afetar o sucesso a longo prazo do tratamento realizado. Devido à complexidade deste sistema, os cimentos endodônticos precisam ser utilizados para preencher as irregularidades e penetrar nos túbulos dentinários, obtendo uma vedação hermética. Ainda necessitam fornecer aderência entre a guta-percha e as paredes dentinárias, evitando a ocorrência de fendas.¹⁻⁴

Os cimentos endodônticos são frequentemente revisados em estudos, coletivamente ou com base em sua composição, podendo conter óxido de zinco e eugenol, hidróxido de cálcio, ionômero de vidro e resina epóxi. No entanto, nenhum estudo extensivo acerca dos cimentos biocerâmicos foi realizado. Atualmente dispomos de inúmeras estratégias obturadoras para canais radiculares. Os cimentos endodônticos contendo silicato de cálcio, também conhecidos como biocerâmicos, têm apresentado resultados positivos⁵ e possuem um pH alcalino, estabilidade química em ambiente biológico, ausência de contração, biocompatibilidade, baixa citotoxicidade aos tecidos e bioatividade, ou seja, capacidade de formar hidroxiapatita durante a reação de presa, exercendo influência na ligação entre a dentina e o material obturador.⁶⁻⁸

A ascensão do uso desta tecnologia biocerâmica nas áreas de medicina e odontologia, deve-se ao fato de sua composição com a adição de alumina, zircônia, vidro bioativo, cerâmica de vidro, hidroxiapatita e fosfato de cálcio. A classificação de materiais biocerâmicos em materiais bioativos ou bioinertes existe em função de sua interação com o tecido vivo.⁹

É inerente dos preparos restauradores para pino de fibra de vidro em dentes tratados endodonticamente a persistência dos resíduos de cimento endodôntico. Estes resíduos podem causar redução da resistência adesiva do sistema adesivo à dentina e comprometer o tratamento endodôntico, uma vez que sua desintegração favorece a infiltração microbiana na interface adesiva.¹⁰

A proposta deste estudo foi avaliar os efeitos de cimentos endodônticos (Biocerâmico – Sealer Plus BC e contendo resina epóxi - AH-Plus) sobre a interface adesiva de diferentes sistemas de cimentação de pino de fibra de vidro e dentina

radicular, através da avaliação da resistência de união, análise da incidência do padrão de fratura e análise da penetrabilidade dentinária.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no uso de Animais, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista - “Júlio Mesquita Filho” (Proc. CEUA nº 37/2018). Sessenta incisivos bovinos extraídos e com anatomia radicular semelhante foram selecionados para o estudo.

Preparação intrarradicular dos espécimes

Após a limpeza, a coroa dos dentes foi removida através de um corte abaixo da junção cimento-esmalte realizado perpendicularmente ao seu eixo longitudinal, mantendo uma padronização de 17mm e utilizando disco de diamante resfriado com água acoplado em uma máquina de corte de tecidos duros (Isomet 110; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA). A preparação química e mecânica foi realizada conforme descrito por Aranda-Garcia et al.¹¹ e o preenchimento do canal radicular seguiu as recomendações fornecidas por cada fabricante. Após o preenchimento do canal radicular, o acesso ao terço cervical foi vedado com cimento provisório (Coltosol; Coltene, Rio de Janeiro, RJ, BR) e as raízes foram mantidas em estufa com 100% de umidade relativa a 37° C, por 7 dias. O preparo do espaço intrarradicular para pino de fibra foi realizado com auxílio de brocas largo #4 e #5, seguida de broca nº 3 (Sistema White Post DC; FGM, Joinville, SC, Brasil), com 11 mm de comprimento. O espaço recém preparado foi irrigado com 10ml de água destilada, aspirado, seco com cones de papel absorvente e a prova do pino de fibra foi realizado.

Grupos avaliados

Os dentes foram aleatoriamente divididos em seis grupos (n=10) de acordo com o cimento endodôntico e sistema de cimentação de pino de fibra, como mostra o Quadro 1, juntamente com a fabricação dos materiais utilizados.

Quadro 1 – Disposição dos grupos e fabricação dos materiais utilizados.

Grupo	Materiais utilizados	
	Cimento Endodôntico	Sistema de Cimentação
BC-1	Sealer Plus BC (MKLIFE, Porto Alegre, RS, BR)	Single Bond Universal (3M ESPE, St Louis, MN, EUA) e RelyX™ Ultimate (3M ESPE, St Louis, MN, EUA).
BC-2	Sealer Plus BC (MKLIFE, Porto Alegre, RS, BR)	OptiBond™ Universal (Kerr Corporation, Orange, CA, EUA) e NX3 Nexus™ Dual-Cure (Kerr Corporation, Orange, CA, EUA)
BC-3	Sealer Plus BC (MKLIFE, Porto Alegre, RS, BR)	Ambar Universal (FGM, Joinville, SC, Brasil) e AllCem Core (FGM, Joinville, SC, Brasil).
AH-1	AH-Plus (DENTSPLY De-Trey, Konstanz, Alemanha)	Single Bond Universal (3M ESPE, St Louis, MN, EUA) e RelyX™ Ultimate (3M ESPE, St Louis, MN, EUA).
AH-2	AH-Plus (DENTSPLY De-Trey, Konstanz, Alemanha)	OptiBond™ Universal (Kerr Corporation, Orange, CA, EUA) e NX3 Nexus™ Dual-Cure (Kerr Corporation, Orange, CA, EUA)
AH-3	AH-Plus (DENTSPLY De-Trey, Konstanz, Alemanha)	Ambar Universal (FGM, Joinville, SC, Brasil) e AllCem Core (FGM, Joinville, SC, Brasil).

Fonte: Elaboração própria.

Todos os materiais dos sistemas de cimentação dos pinos de fibra vidro foram manuseados de acordo com as recomendações do fabricante. Os cimentos foram inseridos no espaço para pino, com auxílio de uma sonda exploradora 5 (Duflex, Rio de Janeiro, RJ, BR) e também aplicado sobre a superfície do pino de fibra. Este conjunto foi imediatamente inserido no canal radicular e fotoativado, por 40", com um dispositivo LED (Bluephase; Ivoclar Vivadent, Barueri, SP, Brasil) emitindo uma irradiação de 1.200 mW/cm². Em todos os grupos, após a inserção do cimento resinoso, o pino de fibra de nº 3 (Sistema White Post DC; FGM, Joinville,

SC, Brasil) foi inserido no espaço intrarradicular para pino com um único movimento e pressão apical discreta.

Envelhecimento e seccionamento dos espécimes

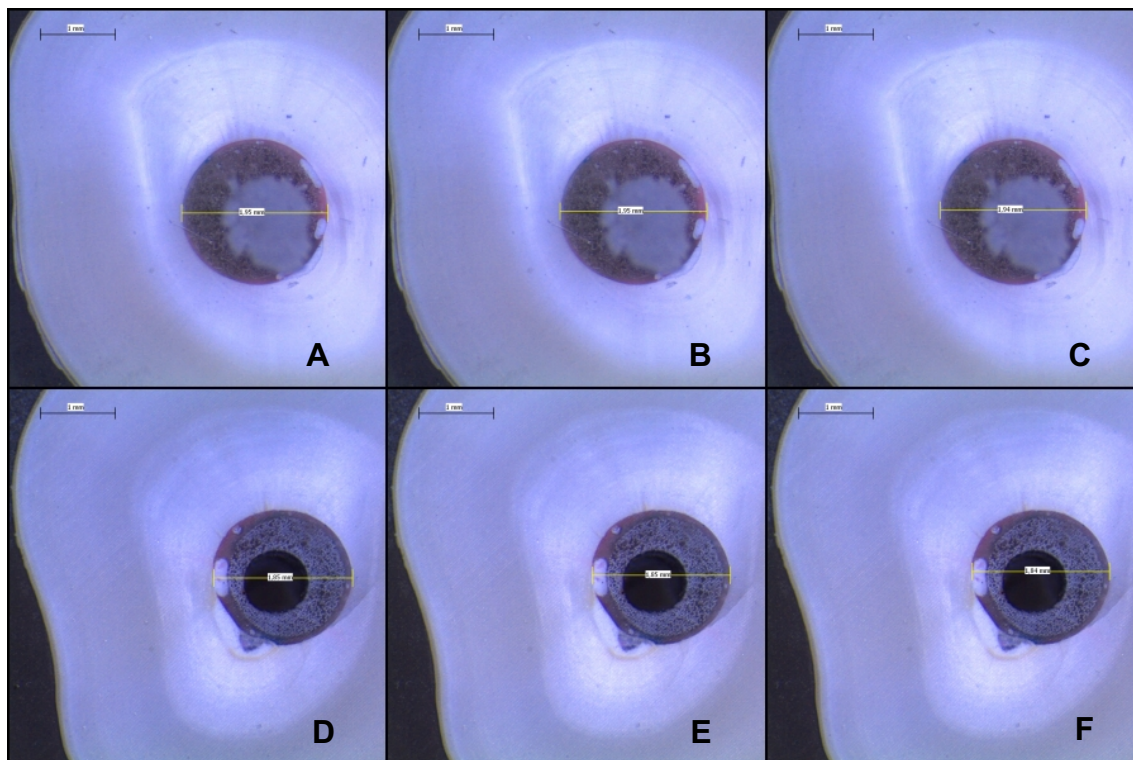
Imediatamente após a cimentação dos pinos de fibra de vidro, os espécimes foram envelhecidos em água destilada por três meses com troca programada e acondicionados em estufa com 100% de umidade relativa a 37° C. Após o período determinado para envelhecimento, os espécimes foram incluídos verticalmente em matrizes de PVC fincadas em lâmina de cera utilidade e preenchidos com resina de poliéster (Maxi Rubber, Diadema, SP, Brasil), mantendo 1,0 mm do segmento cervical da raiz fora da inclusão. Após 24 horas, as amostras foram seccionadas perpendicularmente ao seu eixo longo, com auxílio de um disco de diamante acoplado em máquina de corte de tecidos duros (Isomet; Buehler Ltd, Lake Buff, IL). Três slices de 2,0 mm de espessura foram obtidos correspondendo aos terços cervical, médio e apical, conforme descrito por Ramos et al.¹² e as irregularidades foram removidas com auxílio de lixa d'água para polimento nº 1500 (3M, Sumaré, SP, Brasil).

Análise da resistência de união através do teste de push-out

Os espécimes de cada terço foram submetidos ao teste de push-out em uma máquina de ensaios universais (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil), a uma velocidade de 0,5 mm/min e carga de 5 kN e até que o aparelho registrasse a força máxima para o deslocamento do pino. O valor obtido em N (Newton) foi usado para calcular a resistência de união (MPa) usando a fórmula para cálculo da área do tronco de cone de base paralela: $\sigma = F / A$, onde F é a carga para quebrar a amostra (N) e A é a área de união (mm²). O teste foi realizado de acordo com Magro et al.¹³

Registrados os valores do teste de push-out (em N), os espécimes foram levados ao estereomicroscópio, Leica M80 (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany) para realização das medições dos diâmetros cervical e apical de cada terço dos espécimes, dados posteriormente inseridos na fórmula para cálculo da resistência de união (Figura 1).

Figura 1 - Medições em estereomicroscópio dos diâmetros cervical e apical.



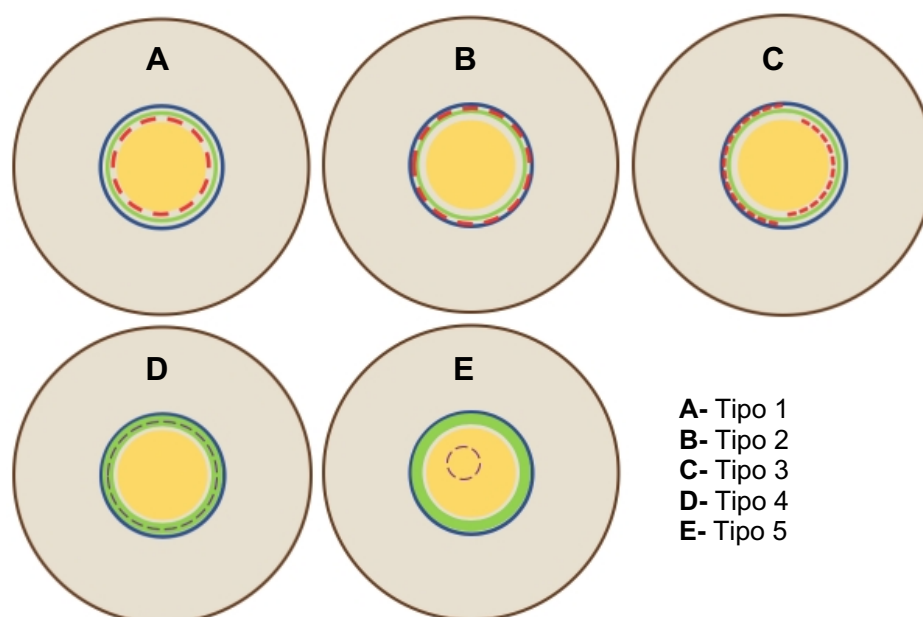
Foram realizadas três medições do diâmetro do canal radicular em cada face de cada slice analisado. (A, B, C) Medidas de nº 1, 2 e 3 do slice cervical, face cervical. (D, E, F) Medidas de nº 1, 2 e 3 do slice cervical, face apical.

Fonte: Elaboração própria.

Avaliação do padrão de fratura

Posteriormente ao teste de push-out, cada amostra foi analisada por meio de método microscópico (estereomicroscópio 4,0x) e ampliado (Keplerian Loupe System 4,0x, Ymarda Optical, Nanjin, China) para determinar o tipo de padrão de fratura que ocorreu em cada amostra. O padrão de fratura, adaptado de Elnaghy¹⁴, foi categorizado em cinco tipos (Figura 2): Tipo 1 (Adesiva), entre o cimento resinoso e o pino de fibra; Tipo 2 (Adesiva), entre o cimento e a dentina radicular; Tipo 3 (Mista), pino/ cimento/ dentina, combinação de 2 ou mais padrões de fratura; Tipo 4 (Coesiva), apenas no cimento resinoso; Tipo 5 (Coesiva), apenas no pino de fibra.

Figura 2 - Imagens ilustrativas dos tipos de padrão de fratura encontrados.



Fonte: Elaboração própria.

Penetrabilidade dentinária

Para facilitar a análise sob microscopia confocal a laser, foi adicionado o fluoróforo isotiocianato de rodamina B¹⁵ (laser 561 nm, excitação em 561 nm e emissão em 549-629 nm, até aproximadamente a concentração de 0,01%) ao sistema adesivo e malaquita¹⁶ (laser 640 nm, excitação em 640 nm e emissão em 646-700 nm, até aproximadamente a concentração de 0,01%) ao cimento resinoso.

As secções foram analisadas sob microscópio de fluorescência confocal (Carl Zeiss LSM 800 Airyscan, Jena, Germany) com aumento de 5x, para melhor visualização do diâmetro dos canais radiculares bovinos que costumam ser amplos e para determinação da adaptação e penetração dos sistemas de cimentação aos túbulos dentinários. As imagens foram avaliadas pelo software Image J versão 1.52, com calibração executada através de escala salva no momento da captura da imagem. Dez mensurações de cada quadrante foram obtidas e, a média aritmética delas foi a representativa do espécime em análise.

Análise estatística

Os dados foram inseridos no programa estatístico IBM® SPSS Statistics® versão 25.0 para Windows.

Resistência de união

A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade pelo teste f (teste de Levene). O teste de Kruskal Wallis foi aplicado e demonstrou diferença estatística. Dessa forma o *post hoc* de Dunn foi escolhido para que fosse possível observar onde se encontrava essa interação. O nível de significância foi estabelecido em $\alpha = 5\%$.

Padrão de Fratura

Com os dados da análise qualitativa realizada, foi possível plotar um gráfico com as frequências observadas.

Penetrabilidade Dentinária

A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade pelo teste f (teste de Levene). O teste de Kruskal Wallis foi aplicado e não houve necessidade de realização de comparações múltiplas pois o teste inteiro não apresentou diferenças significativas entre as amostras.

RESULTADOS

Resistência de união

A Tabela 2 mostra a mediana, valor mínimo/máximo e quartis dos dados relacionados à resistência de união (MPa) em função dos diferentes sistemas de cimentação de pino de fibra e terços dos espécimes. Encontramos diferentes achados estatísticos em função do terço avaliado. No terço cervical, houveram diferenças estatísticas entre os grupos onde foi utilizado o cimento endodôntico à base de resina epóxi, AH-2 e AH-1 ($p=0,006$), AH-2 e AH-3 ($p=0,005$), sendo o de menor valor de resistência de união o grupo AH-2, enquanto nos grupos onde o cimento endodôntico biocerâmico foi utilizado, o grupo BC-2 apresentou diferenças com outros grupos, BC-2 e AH-1 ($p=0,016$), BC-2 e AH-3 ($p=0,015$) e obteve menores valores de resistência ($p<0,05$). No terço médio, o grupo AH-2 apresentou menor valor de resistência de união em comparação aos demais grupos avaliados ($p<0,05$) e houve diferença estatística entre os grupos AH-2 e AH-3 ($p=0,000$), AH-2 e AH-1 ($p=0,000$), BC-1 e AH-3 ($p=0,022$), BC-1 e AH-1 ($p=0,017$), BC-3 e AH-3

($p=0,035$), BC-3 e AH-1 ($p=0,027$). No terço apical, encontramos valores semelhantes independente do grupo avaliado ($p>0,05$).

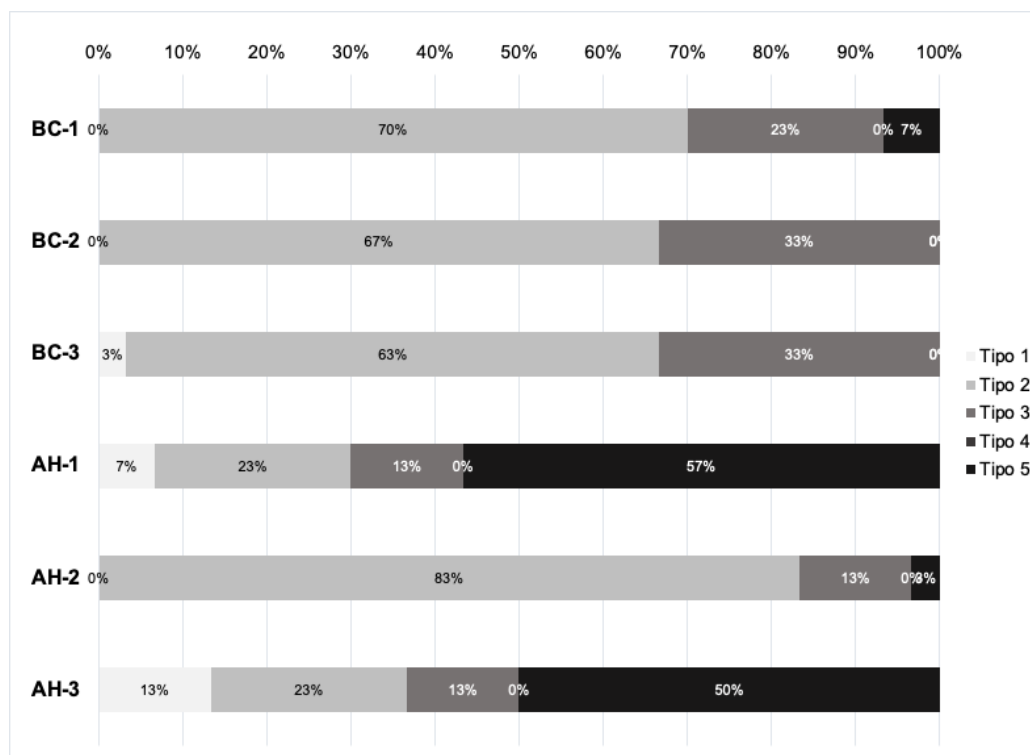
Tabela 2.	Mediana, valores mínimo e máximo, primeiro e terceiro quartis da resistência de união (MPa) em função do sistema de cimentação e dos terços cervical, médio e apical.		
	Mediana	Mínimo e Máximo	1Q-3Q
Grupos		Cervical	
BC-1	7,35 ^{bc}	2,34 - 15,76	6,22 - 9,37
BC-2	6,05 ^b	0,17 - 7,89	1,97 - 6,79
BC-3	6,14 ^{bc}	2,94 - 14,01	5,05 - 7,6
AH-1	11,87 ^{ac}	3,04 - 14,99	9,32 - 13,07
AH-2	3,69 ^b	1,55 - 9,34	2,07 - 4,72
AH-3	11,21 ^{ac}	4,81 - 16,97	9,32 - 12,15
		Médio	
BC-1	4,91 ^a	1,07 - 11,11	3,21 - 6,81
BC-2	7,17 ^{ab}	0,17 - 8,54	5,48 - 7,93
BC-3	5,45 ^a	0,99 - 11,26	4,13 - 6,58
AH-1	8,95 ^b	6,84 - 15,12	8,41 - 12,41
AH-2	3,11 ^a	0,83 - 6,27	2,30 - 3,54
AH-3	9,72 ^b	7,34 - 11,65	8,70 - 11,04
		Apical	
BC-1	3,07 ^a	0,19 - 9,22	1,04 - 4,43
BC-2	5,43 ^a	4,32 - 9,24	4,58 - 6,83
BC-3	5,42 ^a	0,64 - 8,62	4,03 - 6,09
AH-1	3,78 ^a	1,87 - 17,08	3,30 - 5,11
AH-2	2,43 ^a	1,06 - 5,03	2,18 - 3,28
AH-3	6,34 ^a	0,01 - 11,19	3,22 - 7,93
Nota. ^{a,b} Letras diferentes apresentam diferença estatística ($p<0,05$).			

Fonte: Elaboração própria.

Padrão de Fratura

No Gráfico 1 é possível visualizar a distribuição do padrão de fratura em função do protocolo de cimentação. Nos grupos onde o cimento obturador biocerâmico foi utilizado temos uma maior incidência dos padrões de fratura do tipo 2 e 3. Nos grupos onde o cimento obturador à base de resina epóxi foi utilizado, em especial o AH-1 e AH-3 possuem um registro misto dos padrões encontrados, sendo maioria os do tipo 1 e 5. O grupo AH-2 obteve mais falhas do tipo 1 e 2.

Gráfico 1 - Frequência da incidência dos padrões de fratura encontrados em função dos grupos avaliados.

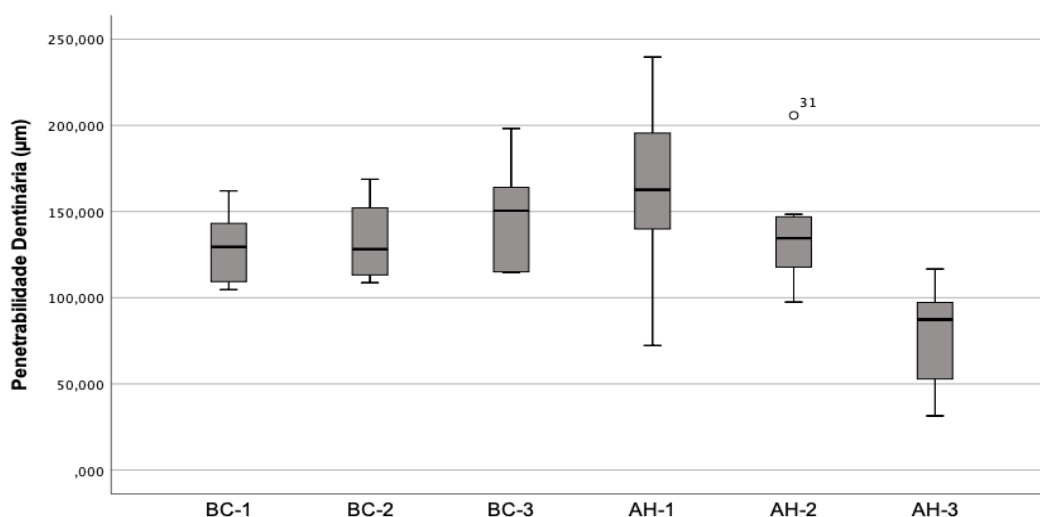


Fonte: Elaboração própria.

Penetrabilidade Dentinária

Nota-se no Gráfico 2 que em relação aos dados da penetrabilidade dentinária, não houve diferença estatística entre os grupos avaliados ($p > 0,05$).

Gráfico 2 - Penetrabilidade dentinária em função dos grupos avaliados.



Fonte: Elaboração própria.

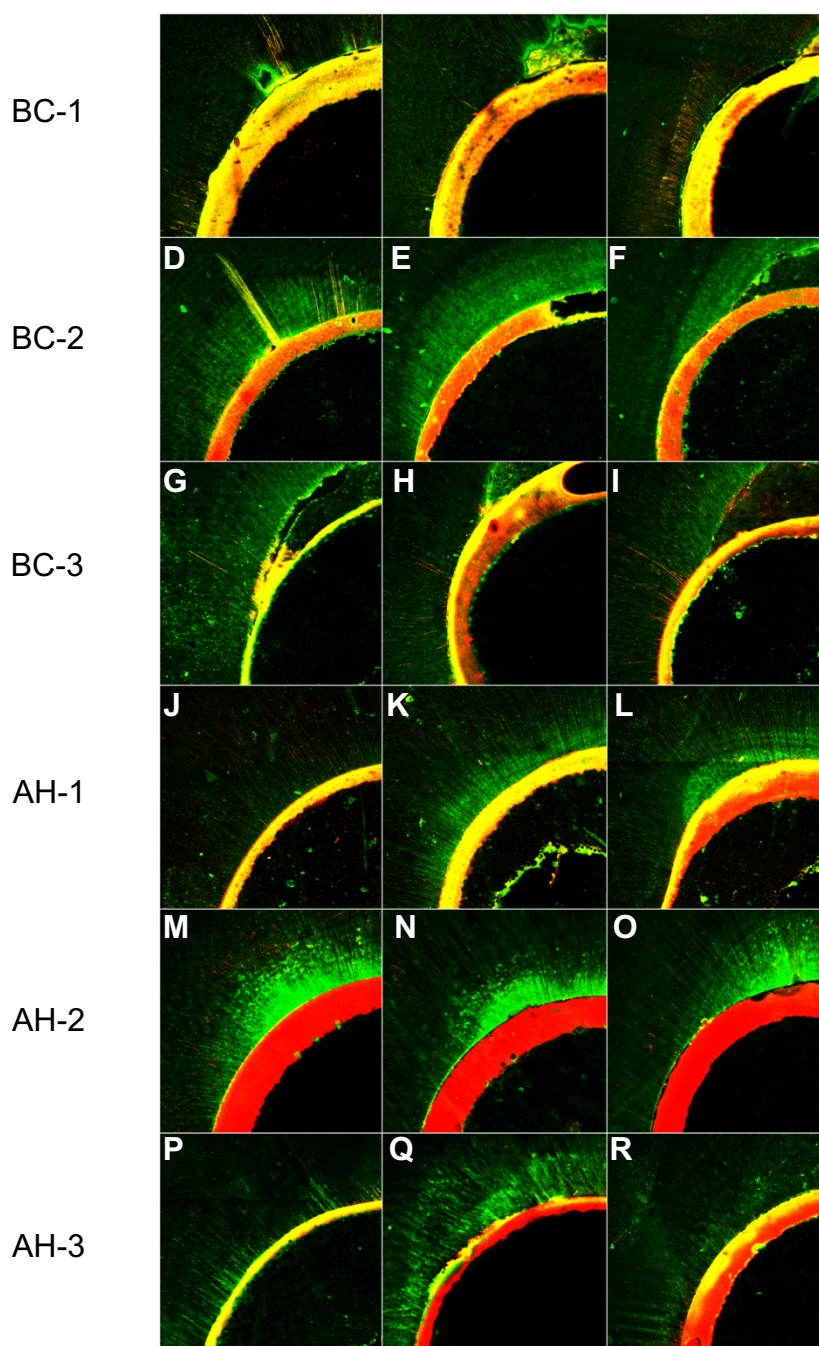


Figura 3 - Imagem representativa da penetrabilidade dentinária (μm) em função do cimento endodôntico, sistema de cimentação e terços avaliados. (A, B, C) BC-1 – Sealer Plus BC, Single Bond Universal, RelyX Ultimate; (D, E, F) BC-2 – Sealer Plus BC, OptiBond Universal e NX3 Nexus; (G, H, I) BC-3 - Sealer Plus BC, Âmbar Universal, Allcem Core; (J, K, L) AH-1 – AH Plus, Single Bond Universal, RelyX Ultimate; (M, N, O) AH-2 - AH Plus, OptiBond Universal e NX3 Nexus; (P, Q, R) AH-3 - AH Plus, Âmbar Universal, Allcem Core, respectivamente. Magnificação: 10x. Escala: 100 μm .

DISCUSSÃO

Muito tem sido pesquisado acerca da persistência de resíduos de cimento endodôntico e a forma como esses resíduos podem interferir na adesão de futuras restaurações adesivas. A força de união dos adesivos dentinários é afetada quando a superfície da dentina é impregnada por materiais oleosos, agentes hemostáticos, obturadores temporários ou resíduos de cimentos endodônticos.^{17, 18} Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito dos resíduos de cimento endodôntico biocerâmico sobre a interface adesiva de diferentes sistemas de cimentação de pino de fibra de vidro.

Neste estudo, os resultados da resistência de união apresentaram algumas diferenças entre os dentes que possuíam resíduos de cimento endodôntico biocerâmico, (Sealer Plus BC) e de cimento endodôntico à base de resina epóxi (AH Plus), tendo como menor desempenho no terço cervical e médio um grupo onde haviam resíduos de cimento à base de resina epóxi. Esses resultados sugerem que a interface adesiva gerada em contato com resíduos de cimento endodôntico biocerâmico conferem melhor desempenho.

Como não houve um protocolo de limpeza do canal radicular, tal fato pode justificar a alta incidência dos padrões de fratura do tipo 2 e 3 nos grupos onde o cimento endodôntico biocerâmico foi utilizado, e do tipo 2 nos grupos onde o cimento endodôntico foi utilizado.¹⁹⁻²¹ Neste estudo, as soluções de irrigação não foram utilizadas com o objetivo de evitar possíveis interferências destas na interface adesiva. A irrigação foi realizada apenas com água destilada para simular uma condição extrema para o protocolo de adesão.

A qualidade da interação desses resíduos deve ser avaliada. Na composição dos cimentos biocerâmicos há hidróxido de cálcio, que promove uma liberação de íons cálcio que interagem com a hidroxiapatita da estrutura e quando do uso de adesivos universais, como no caso deste estudo, pode ter gerado uma ligação dos monômeros acídicos com a hidroxiapatita da estrutura, formando um grande elo de ligação e criação de uma melhor qualidade em comparação aos cimentos à base de resina epóxi.²²

Em relação a penetrabilidade dentinária, houve semelhança entre os grupos avaliados. Os monômeros acídicos presentes nos adesivos universais e aplicados de acordo com esta metodologia, podem ter promovido uma ligação

adequada com a hidroxiapatita do substrato e pode ter sido o motivo para esse equilíbrio nos dados.

A extrapolação de resultados de estudos *in vitro* para uma condição clínica devem ser interpretados de forma cuidadosa. Além disso, mais pesquisas laboratoriais são incentivadas como objetivo de comparar diferentes preparações do substrato nesta mesma situação estudada para que possamos obter outras nuances e mais respostas.

CONCLUSÃO

Considerando as limitações deste estudo *in vitro*, o cimento endodôntico biocerâmico utilizado não afetam negativamente a interface adesiva gerada na restauração com pinos de fibra de vidro. Não houve influência do cimento endodôntico na penetrabilidade dentinária. Um dos grupos onde foi utilizado o cimento endodôntico à base de resina epóxi obteve mais falhas adesivas do Tipo 1 e 2. Em termos de resistência de união, grupos onde o cimento endodôntico à base de resina epóxi foi utilizado tiveram pior desempenho.

REFERÊNCIAS

1. Wang Z, Shen Y, & Haapasalo M (2018) Dental materials with antibiofilm properties *Dent Mater* **30(2)** e1–e16, <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.12.001>.
2. Craveiro MA, Fontana CE, De Martin AS, & Bueno CEDS (2015) Influence of coronal restoration and root canal filling quality on periapical status: Clinical and radiographic evaluation *J Endod* **41(6)** 836–840, <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.02.017>.
3. Song M, Kim HC, Lee W, & Kim E (2011) Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery *J Endod* **37(11)** 1516–1519, <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.06.032>.
4. De-Deus G, Reis C, Di Giorgi K, Brandão MC, Audi C, & Fidel RAS (2011) Interfacial adaptation of the Epiphany self-adhesive sealer to root dentin *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* **111(3)** 381–386, <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2010.08.020>.
5. Zhou H, Du T, & Shen Y (2015) In Vitro Cytotoxicity of Calcium Silicate – containing Endodontic Sealers *J Endod* **41(1)** 56–61, <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.09.012>.
6. Zhou L, & Wang Q (2018) Comparison of Fracture Resistance between Cast Posts and Fiber Posts : A Meta-analysis of Literature *J Endod* **39(1)** 11–15, <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.09.026>.
7. Candeiro GTM, Moura-Netto C, D’Almeida-Couto RS, Azambuja-Júnior N, Marques MM, Cai S, & Gavini G (2016) Cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a bioceramic endodontic sealer *Int Endod J* **49(9)** 858–864, <https://doi.org/10.1111/iej.12523>.
8. Yap WY, Che Ab Aziz ZA, Azami NH, Al-Haddad AY, & Khan AA (2017) An in vitro Comparison of Bond Strength of Different Sealers/Obturation Systems to Root Dentin Using the Push-Out Test at 2 Weeks and 3 Months after Obturation *Med Princ Pract* **26(5)** 464–469, <https://doi.org/10.1159/000481623>.
9. AL-Haddad A, & Che Ab Aziz ZA (2016) Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review *Int J Biomater* **2016** 1–10, <https://doi.org/10.1155/2016/9753210>.

10. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, & Somma F (2008) Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures *J Endod* **34(4)** 394–407, <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.12.020>.
11. Aranda-Garcia AJ, Kuga MC, Vitorino KR, Chávez-Andrade GM, Hungaro Duarte MA, Bonetti-Filho I, Faria G, & Reis Só MV (2013) Effect of the root canal final rinse protocols on the debris and smear layer removal and on the push-out strength of an epoxy-based sealer *Microsc Res Tech* **76(5)** 533–537, <https://doi.org/10.1002/jemt.22196>.
12. Ramos ATPR, Garcia Belizário L, Venção AC, Fagundes Jordão-Basso KC, de Souza Rastelli AN, de Andrade MF, & Kuga MC (2018) Effects of Photodynamic Therapy on the Adhesive Interface of Fiber Posts Cementation Protocols *J Endod* **44(1)** 173–178, <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.08.035>.
13. Magro MG, Kuga MC, Aranda-Garcia AJ, Victorino KR, Chávez-Andrade GM, Faria G, Keine KC, & Só MVR (2015) Effectiveness of several solutions to prevent the formation of precipitate due to the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine and its effect on bond strength of an epoxy-based sealer *Int Endod J* **48(5)** 478–483, <https://doi.org/10.1111/iej.12337>.
14. Elnaghy AM (2014) Effect of QMix irrigant on bond strength of glass fibre posts to root dentine *Int Endod J* **47(3)** 280–289, <https://doi.org/10.1111/iej.12145>.
15. Ferreira de Freitas BRIANEZZI L, Massunari MAENOSONO R, Bim Júnior O, Speranza ZABEU G, Guenka PALMA-DIBB R, Kiyoshi ISHIKIRIAMA S, & Kiyoshi Ishikiriama Alameda Octávio Pinheiro S (2017) (No Title) *J Appl Oral Sci* **25(4)** 381–387, <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2016-0461>.
16. Pereira KDF, Vencao AC, Macro MG, Belizario LG, Porto TS, De Andrade MF, Duarte MAH, & Kuga MC (2019) Effect of endodontic retreatment on the bond strength of resin cements to root canal dentin *Am J Dent* **32(3)** 147–151.
17. Kuga MC, Faria G, Rossi MA, Do Carmo Monteiro JC, Bonetti-Filho I, Berbert FLCV, Keine KC, & Sô MVR (2013) Persistence of epoxy-based sealer residues in dentin treated with different chemical removal protocols *Scanning* **35(1)** 17–21, <https://doi.org/10.1002/sca.21030>.
18. Roberts S, Kim JR, Gu L sha, Kim YK, Mitchell QM, Pashley DH, & Tay FR (2009) The Efficacy of Different Sealer Removal Protocols on Bonding of Self-etching Adhesives to AH Plus-contaminated Dentin *J Endod* **35(4)** 563–567, <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.01.001>.

19. Belizário LG, Kuga MC, Hungaro Duarte MA, Só MVR, Keine KC, & Pereira JR (2019) Effect of fiber post space irrigation with different peracetic acid formulations on the bond strength and penetration into the dentinal tubules of self-etching resin cement *J Prosthet Dent* **122(1)** 46.e1-46.e7, <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.03.020>.
20. Goncalves Galoza MOG, Fagundes Jordão-Basso KC, Escalante-Otárola WG, Victorino KR, Rached Dantas AA, & Kuga MC (2018) Effect of cleaning protocols on bond strength of etch-and-rinse adhesive system to dentin *J Conserv Dent* **21(6)** 602–606, https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_112_18.
21. Bandeca MC, Kuga MC, Diniz ACS, Jordão-Basso KCF, & Tonetto MR (2016) Effects of the residues from the endodontic sealers on the longevity of esthetic restorations *J Contemp Dent Pract* **17(8)** 615–617, <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1899>.
22. Duarte MAH, Marciano MA, Vivan RR, Tanomaru Filho M, Tanomaru JMG CJ (2018) CritiCal review Endodontic Therapy Tricalcium silicate-based cements: properties and modifications *Braz Oral Res* **32** 111–118, <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0070>.

3.2 Publicação 2

Análise da interface adesiva de restaurações com pino de fibra de vidro utilizando cimentos resinosos autoadesivos duais nas estratégias de fotoativação imediata e tardia.

Título curto: Análise do comportamento de um novo cimento resinoso autoadesivo.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a interface adesiva de restaurações com pino de fibra de vidro cimentados com um novo cimento resinoso autoadesivo (Megalink Auto, Odontomega Import) utilizando fotoativação imediata ou tardia. Quarenta raízes de caninos humanos foram tratadas endodonticamente e preparadas para recebimento dos pinos de fibra de vidro. Os espécimes foram escolhidos aleatoriamente e alocados em quatro grupos, com base no cimento e momento de fotoativação utilizado (n=10): RU-I - RelyX U200 (3M ESPE), cimento resinoso autoadesivo com fotoativação imediatamente após a cimentação do pino de fibra de vidro; MG-I - Megalink Auto (Importação Odontomega), cimento resinoso autoadesivo com fotoativação imediatamente após a cimentação do pino de fibra de vidro; RU-5 - RelyX U200 (3M ESPE), cimento resinoso autoadesivo com fotoativação atrasada em cinco minutos e MG-5 - Megalink Auto (Odontomega Import), cimento resinoso autoadesivo com fotoativação atrasada em cinco minutos. Os espécimes foram seccionados (um *slice* para cada terço - cervical, médio e apical) e submetidos aos testes de push-out/estereomicroscopia (resistência de união) e microscopia confocal a laser (penetrabilidade dentinária). Os testes de Kruskal-Wallis seguidos do pós-teste de Dunn foram utilizados para analisar os dados ($\alpha = 0,05$). Não houve diferença estatística na resistência de união entre os grupos ($p < 0,05$), independentemente do terço analisado. O padrão de fratura mais acometido foi o do tipo 2. Houve diferença estatística na penetrabilidade dentinária entre os grupos RU-I e MG-5, nos terços cervical e médio ($p < 0,05$). Não houve diferença entre o desempenho do novo cimento resinoso estudado e o RelyX U200. O momento de fotoativação não teve impacto na resistência da união. No entanto, mostrou influência na penetrabilidade dentinária nos grupos onde a fotoativação foi realizada imediatamente após a cimentação dos pinos de fibra de vidro.

Palavras-chave: Cimento resinoso, Cimento resinoso autoadesivo, Interface adesiva, Fotopolimerização.

* Este artigo segue as normas do periódico *Journal of Dentistry*.

INTRODUÇÃO

Um grau adequado de conversão do cimento resinoso é um fator importante no sucesso clínico da cimentação de pinos de fibra de vidro.[1,2] Além disso, a qualidade do tratamento endodôntico, o método de aplicação do cimento e a preparação do espaço para pino são fatores que podem afetar a retenção destes. No entanto, os cimentos resinosos autoadesivos são menos sensíveis à técnica de cimentação em comparação aos cimentos convencionais.[3]

O cimento resinoso autoadesivo RelyX U200 (3M ESPE; St. Paul, MN, EUA) é hidrofílico e possui um caráter ácido, principalmente após a mistura dos componentes.[4] Esse material se torna mais hidrofóbico após o uso devido ao seu mecanismo químico de ação.[5] Isso pode ser explicado pela reação dos monômeros ácidos do cimento com os íons cálcio (Ca^+) presentes na dentina, aumentando o pH da área.[6] O efeito tamponante do pH tem um impacto positivo na fotopolimerização do material e, consequentemente, nas propriedades mecânicas.[7,8] Devido à importância do pH tampão para a polimerização, um atraso na polimerização do cimento resinoso adesivo pode favorecer sua adesão à dentina.[9]

Um novo cimento resinoso autoadesivo Megalink Auto (Odontomega; Ribeirão Preto, SP, Brasil) foi recentemente introduzido comercialmente. Este material tem uma composição química diferente da RelyX U200, tanto na pasta de base quanto na pasta catalítica. O cimento resinoso autoadesivo RelyX U200 é considerado o padrão ouro na literatura devido ao seu bom desempenho clínico. No entanto, até o momento, nenhum estudo anterior investigou o impacto do tempo de fotopolimerização comparando o Megalink Auto ao RelyX U200.

Diferentes técnicas e aparelhos fotopolimerizadores foram investigados avaliando cimentos resinosos e cimentação de pino de fibra de vidro.[10,11] Um estudo anterior de Pereira et al.[5] mostrou que um atraso de 5 minutos no tempo de fotoativação aumentava a resistência adesiva dos cimentos resinosos avaliados. No entanto, outro estudo de Faria-e-Silva et al.[11] mostrou que o momento da fotoativação do cimento resinoso afeta a retenção intraradicular de pinos de fibra, dependendo do cimento resinoso utilizado na cimentação. Alguns estudos foram realizados até o momento para esclarecer o impacto do momento de fotoativação na cimentação de pinos de fibra de vidro.

O objetivo deste estudo foi, portanto, avaliar os efeitos do momento de fotoativação (Imediato e Tardia = 5 minutos após a inserção do cimento resinoso com o pino no conduto) de cimentos resinosos autoadesivos (RelyXTM U200, 3M ESPE, St Louis, MN, EUA e Megalink Auto, Odontomega, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) sobre a interface adesiva da dentina radicular. Diante do exposto, destacamos nossas hipóteses. Nula (H0): O momento de fotoativação de cimentos resinosos autoadesivos não promove efeitos positivos à interface adesiva, e alternativa (H1): O momento de fotoativação de cimentos resinosos autoadesivos promove efeitos positivos à interface adesiva.

MATERIAIS E MÉTODOS

Preparação das amostras

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa em seres humanos da Faculdade de Odontologia de Araraquara - FOAr. Quarenta caninos uniradiculares humanos extraídos e com anatomia radicular semelhante foram selecionados para o estudo. Para obtenção da porção radicular, foi realizada a segmentação com auxílio de máquina de corte de tecidos duros (Isomet 110; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) sob refrigeração de água constante e alcançando um comprimento de raiz de 17 mm.

A preparação química e mecânica e o preenchimento do canal radicular foram realizados conforme descrito por Aranda-Garcia et al.[12]. Após a condensação vertical da obturação endodôntica e vedamento da abertura cervical dos canais radiculares com cimento provisório (Coltosol; Coltene, Rio de Janeiro, RJ, BR), as raízes foram mantidas em estufa, com umidade relativa a 100%, a 37°C, por 7 dias. O preparo do espaço para a colocação do pino de fibra foi confeccionado com brocas largo de número #3 e #4 na extensão de cervical para apical. O espaço recém preparado foi irrigado com 10 ml de água destilada, aspirado, seco com cones de papel absorvente e a prova do pino de fibra foi realizada.

Grupos avaliados

Os dentes foram aleatoriamente divididos em 4 grupos (n=10), de acordo com o cimento resinoso autoadesivo utilizado (RelyX™ U200 e Megalink Auto) e momento de cimentação do pino de fibra (Imediato e tardia - 5 minutos após a

inserção no conduto). Sendo RUI, Cimento resinoso RelyX™ U200 com fotoativação imediata; MGI, Cimento resinoso Megalink Auto com fotoativação imediata; RU5, Cimento resinoso RelyX™ U200 com fotoativação tardia – 5 minutos após a inserção no conduto e MG5, Cimento resinoso Megalink Auto com fotoativação tardia – 5 minutos após a inserção no conduto (Tabela 1).

Preparação intrarradicular dos espécimes

A limpeza dos pinos de fibra (Power Post - BM4; Brasil Materiais e Instrumentais Ltda, Maringá, Paraná, Brasil) foi realizada utilizando etanol a 95% e secos com jatos de ar por cinco segundos. Na sequência, foi aplicado duas camadas de silano (Prosil; FGM, Joinville, SC, BR), com um minuto de espera após cada aplicação e leves jatos de ar por cinco segundos sobre a

Tabela 1. Fabricante e composição química dos materiais utilizados para na cimentação dos pinos de fibra de vidro deste estudo.

Material	Composição	Fabricante
RelyX U200	Pasta base: pó de vidro, superfície modificada com 2-propenóico, 2 metil-.3- (trimetoxisilil) propil (2530-85-0) e feniltrimetoxi-silano (2996-92-1), ácido 2-propenóico, 2-metil-, 1,1 '- [1-(hidroximetil) -1,2-etanodiol] éster, produtos da reação com 2-hidroxi-1,3-propanodimetacrilato e óxido de fósforo, dimetacrilato de trietileno glicol (TEGDMA), sílica tratada com silano, óxidos químicos vidro, persulfato de sódio, peroxihexanoato de 3,5,5-trimetil-terc-butil, ácido acético, mono-hidrato de cobre (2+). Pasta catalisadora: pó de vidro, superfície modificada com 2-propenóico, 2-metil-.3- (trimetoxisilil) propil (2530-85-0), dimetacrilato substituído, dimetacrilato de 1,12-dodecano, 2,4,6 (1H, 3H, 5H) pirimidinetriona, sal 5-fenil-1- (fenilmetil) cálcio (2: 1), sílica tratada com silano, P-toluenossulfonato de sódio, ácido 2-propanóico, 2-metil [(3-metoxipropil) imino] di-2 Éster 1-etanodilíco, hidróxido de cálcio, 2,6-di-terc-butil-p-cresol, ácido 2-propenóico, 2-metil-, 2 - [(2-hidroxietil) (3-metoxipropil) amino] éster etílico, dióxido de titânio.	3M ESPE, St Louis, MN

Megalink Auto	Matriz resinosa: EBPADMA (dimetacrilato de etoxilado de bisfenol A), UDMA (dimetacrilato de uretano), TEDMA (dimetacrilato de trietilenoglicol), HEMA (metacrilato de hidroxietil), HEMA (metacrilato de hidroxietil), Bis-GMA (metacrilato de metacrilato de glicidil bisfenol A), MDP. Massa inorgânica: vidro de bário, sílica. Catalisadores: BPO (peróxido de benzoílo), canforoquinona. Pigmentos: pigmento de óxido de ferro preto, pigmento de óxido de ferro amarelo, pigmento de óxido de ferro vermelho, dióxido de titânio branco. Estabilizador: BHT (hidroxitolueno butilado).	Odontomega Import, St Paul
------------------	--	-------------------------------

Fonte: Elaboração própria.

superfície, para evaporação do solvente. O conduto radicular foi lavado com água destilada por vinte segundos e seco com cones de papel absorvente de calibre compatível ao seu diâmetro e mantendo a dentina ligeiramente úmida. O cimento resinoso foi manipulado e inserido no espaço para pino com o auxílio de sonda exploratória de nº 5 e também envolvido no pino de fibra. Ao ser inserido no espaço para pino, deu-se um leve giro no sentido horário. O excesso extravasado foi removido com o auxílio um aplicador microbrush de tamanho médio e em seguida foi realizada a fotoativação do cimento resinoso por 20 s, com um dispositivo LED (Bluephase; Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein, Germany) emitindo uma radiação de 1200 mW/cm² e configurado em função *High Power*. Para manuseio de cada cimento resinoso, foi utilizado protocolo que respeita a recomendação dos respectivos fabricantes, divergindo apenas no momento de fotoativação que foi realizado cinco minutos após a inserção do conjunto pino/cimento no conduto, nos grupos RU-5 e MG-5.

Resistência de União

Posteriormente, os espécimes foram incluídos em resina de poliéster (Maxi Rubber, Diadema, SP, Brasil) e seccionados em terços apical, médio e cervical com espessura de 2,0 ± 0,1 mm.[13] Os espécimes de cada terço foram submetidos ao teste de push-out em uma máquina de ensaios universais (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil), a uma velocidade de 0,5 mm/min e carga de 5 kN, até que o aparelho registrasse a força máxima para o deslocamento do pino. O

valor obtido em N (Newton) foi usado para calcular a resistência de união (MPa) usando a fórmula para cálculo da área do tronco de cone de base paralela: $\sigma = F / A$, onde F é a carga para quebrar a amostra (N) e A é a área de união (mm²). O teste foi realizado de acordo com Magro et al.[14]

Incidência do padrão de fratura

Para a análise do padrão de fratura, posteriormente ao teste de push-out cada amostra foi analisada por meio de estereomicroscópio (Leica M80, Leica Microsystems, Wetzlar, Germany) em um aumento de 4,0x, para determinar o tipo de padrão de fratura ocorrido em cada amostra. O padrão de fratura foi categorizado em quatro tipos [15]: Tipo 1 (adesiva), entre o cimento resinoso e o pino de fibra; Tipo 2 (adesiva), entre o cimento e a dentina radicular; Tipo 3 (coesiva), apenas no cimento resinoso; Tipo 4 (mista), pino/ cimento/ dentina, combinação de 2 ou mais padrões de fratura. Em adicional, foi utilizado um microscópio de medição à laser 3D (LEXT OLS4000; Olympus Corporation, Tóquio, Japão) para ilustrar cada padrão de fratura encontrado. Cada amostra foi dividida em quatro quadrantes e uma imagem, com ampliação de 50x, foi obtida de cada um desses quadrantes (Figura 1).

Penetrabilidade Dentinária

Para identificação na análise sob microscopia de fluorescência confocal, foi adicionado o fluoróforo rodamina B isotiocianato RITC (laser 488 nm, excitação em 488 nm e emissão em 491-551 nm) até aproximadamente a concentração de 0,01%)[16] aos cimentos resinosos no momento da cimentação dos pinos de fibra de vidro. As secções foram analisadas sob microscópio de fluorescência confocal (Carl Zeiss; LSM 800, Airyscan) com aumento de 5x para determinação, análise da adaptação e penetração nos túbulos dentinários. As imagens foram avaliadas pelo software Image J, com calibração executada por meio de régua adaptada sob as amostras. Dez mensurações do quadrante foram obtidas e, a média aritmética delas foi a representativa do espécime em análise. [17]

Análise estatística

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade da distribuição e a homogeneidade foi verificada através do teste de Levene (f). Os

dados não respeitaram os pressupostos, portanto o teste de Kruskal-Wallis foi aplicado aos dados da resistência de união e para penetrabilidade dentinária foi utilizado teste de Kruskal-Wallis seguido de pós-teste de Dunn a um nível de significância de 5%. Todos os cálculos foram realizados utilizando o software IBM® SPSS Statistics® (Versão 25.0., IBM Corp., Armonk, NY, EUA).

RESULTADOS

Avaliação da resistência de união

Os resultados da resistência de união estão detalhados na Tabela 2. Não houve diferença estatística entre os grupos no terço cervical ($p = 0,214$), médio ($p = 0,306$) e apical ($p = 0,165$).

Tabela 2.	Mediana, valores mínimo e máximo, primeiro e terceiro quartis da resistência de união (MPa) em função do sistema de cimentação e dos terços cervical, médio e apical.		
	Mediana	Mínimo e Máximo	1Q-3Q
Grupos		Cervical	
<i>RU-I</i>	4.77 ^a	0.02-13.23	1.59-7.22
<i>MG-I</i>	2.12 ^a	0.26-3.53	1.48-2.57
<i>RU-5</i>	4.15 ^a	1.37-9.20	2.44-7.47
<i>MG-5</i>	2.60 ^a	0.37-17.27	0.94-5.02
		Médio	
<i>RU-I</i>	4.09 ^a	0.66-10.40	2.41-6.38
<i>MG-I</i>	3.28 ^a	0.71-14.52	1.03-4.58
<i>RU-5</i>	4.39 ^a	0.59-7.27	3.28-4.85
<i>MG-5</i>	2.46 ^a	0.90-5.67	1.49-2.91
		Apical	
<i>RU-I</i>	2.61 ^a	0.07-9.04	1.04-3.28
<i>MG-I</i>	1.24 ^a	0.01-5.97	0.21-3.23
<i>RU-5</i>	3.02 ^a	1.38-7.68	2.47-3.24
<i>MG-5</i>	1.58 ^a	0.09-6.14	0.88-2.40
<i>Nota.^{a,b} Letras diferentes na mesma coluna mostram diferença estatística ($p < 0,05$). Apenas comparações intergrupo foram realizadas.</i>			

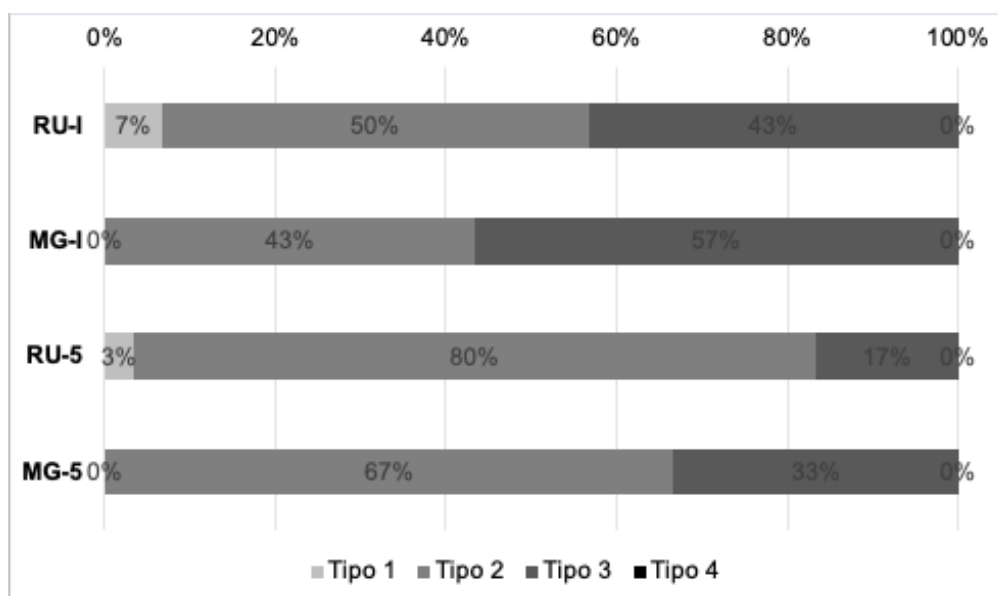
Fonte: Elaboração própria.

Avaliação do padrão de fratura

As frequências dos padrões de fratura encontradas são mostradas na Figura 1. Nos grupos RU-I e MG-I houve uma proporção equilibrada dos padrões de fratura do tipo 2 e 3. Nos grupos RU-5 e MG-5, há um declínio nos padrões do tipo 3

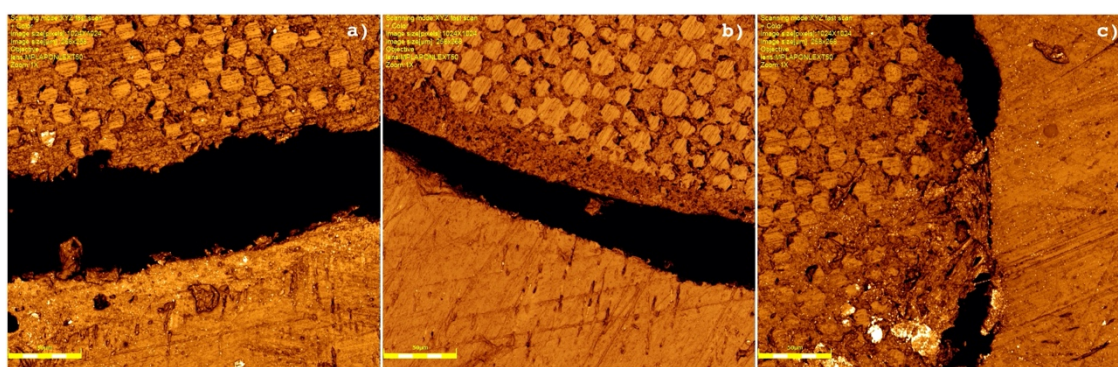
e um aumento no tipo 2. As imagens representativas do padrão de falha são mostradas na Figura 2.

Figura 1. Incidência do padrão de fratura em função do sistema de cimentação e momento de fotoativação avaliado.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 2. Imagem representativa dos padrões de fratura encontrados.



a) Tipo 1 (adesiva), entre o cimento resinoso e o pino de fibra; b) Tipo 2 (adesiva), entre o cimento e a dentina radicular; c) Tipo 4 (mista), pino/ cimento/ dentina, combinação de 2 ou mais padrões de fratura. Magnificação: 50x. Escala: 50 µm.

Fonte: Elaboração própria.

Penetrabilidade dentinária

Os resultados estão detalhados na Tabela 3. No terço cervical, houve diferença estatística entre os grupos RU-I e MG-5 ($p=0,023$) e MG-I e MG-5 ($p=0,023$). O terço médio também apresentou diferença estatística entre os grupos RU-I

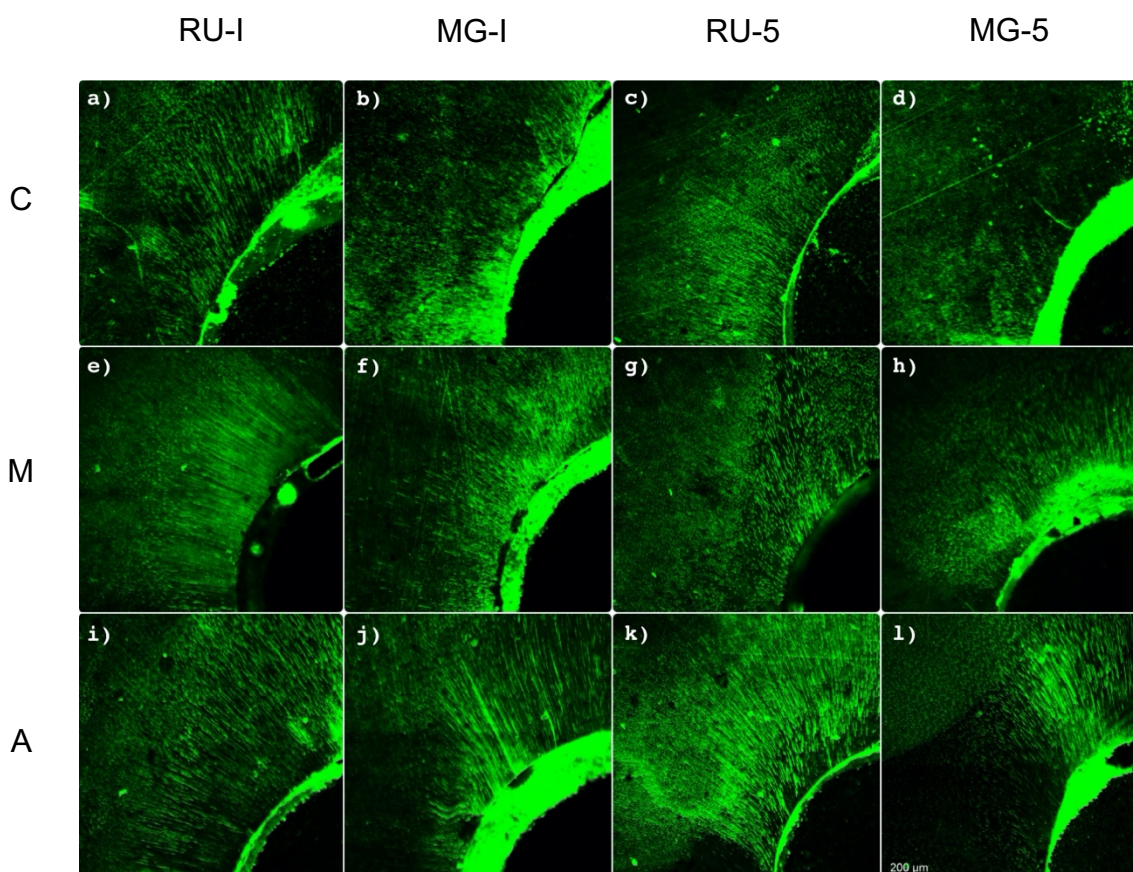
e MG-5 ($p=0,036$) e MG-I e MG-5 ($p=0,023$). Para o terço apical, foi detectada diferença estatística entre os grupos MG-I e MG-5 ($p=0,036$). A Figura 3 mostra imagens representativas da penetrabilidade dentinária nos grupos.

Tabela 3. Mediana, valores mínimo e máximo, primeiro e terceiro quartis da penetrabilidade dentinária (μm) em função do sistema de cimentação e dos terços cervical, médio e apical.			
Grupos	Mediana	Mínimo e Máximo	1Q-3Q
		Cervical	
<i>RU-I</i>	343.74 ^a	163.82-368.11	293.11-355.49
<i>MG-I</i>	263.37 ^a	165.11-415.13	179.52-360.61
<i>RU-5</i>	126.89 ^{ab}	86.59-158.19	93.72-157.80
<i>MG-5</i>	71.31 ^b	59.01-87.61	63.37-80.26
		Médio	
<i>RU-I</i>	326.06 ^a	286.06-394.43	306.93-352.27
<i>MG-I</i>	333.72 ^a	309.85-369.70	324.21-346.25
<i>RU-5</i>	89.72 ^{ab}	59.59-118.00	81.65-97.32
<i>MG-5</i>	58.97 ^b	48.97-60.40	55.55-60.24
		Apical	
<i>RU-I</i>	300.36 ^{ab}	207.08-425.99	222.44-386.37
<i>MG-I</i>	382.32 ^a	318.83-579.46	354.23-443.82
<i>RU-5</i>	67.28 ^{ab}	51.17-106.14	62.71-77.54
<i>MG-5</i>	63.32 ^b	53.18-68.19	60.73-64.58

Nota. ^{a,b} Letras diferentes na mesma coluna mostram diferença estatística ($p<0,05$). Apenas comparações intergrupo foram realizadas.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 3. Imagem representativa da penetrabilidade dentinária em função do sistema de cimentação e momento de fotoativação.



(a, e, i) Relyx U200 e fotoativação imediata; (b, f, j) Megalink Auto e fotoativação imediata; (c, g, k) Relyx U200 e fotoativação após cinco minutos and (d, h, l) Megalink Auto e fotoativação após cinco minutos, respectivamente, nos terços cervical, médio e apical. Magnificação: 10x. Escala: 200 μ m.

DISCUSSÃO

O protocolo de cimentação de pinos de fibra de vidro é um desafio para os cirurgiões-dentistas. Nos últimos anos, muitos estudos investigaram os materiais e protocolos mais adequados para esse procedimento, mas muitas questões ainda são controversas e precisam de esclarecimentos.[18–21] No presente estudo, o novo cimento resinoso autoadesivo Megalink Auto (Odontomega) apresentou desempenho semelhante ao RelyX U200 (3M ESPE), tanto na resistência de união quanto na penetrabilidade na dentina intratubular. Portanto, H01 foi aceito. Esses resultados sugerem que esse novo cimento representa uma alternativa promissora e de menor custo quando comparado ao RelyX U200.

Em geral, os cimentos resinosos autoadesivos têm um valor de custo mais alto quando comparados aos cimentos convencionais. Por esse motivo, materiais de cimentação com desempenho clínico favorável e menor custo são desejáveis para os cirurgiões-dentistas. Além disso, este estudo mostrou que a fotopolimerização imediata ou tardia não afetou a resistência de união, independentemente do sistema de cimentação utilizado. No entanto, o momento de fotopolimerização influenciou a penetrabilidade dentinária do sistema de cimentação. Portanto, o H02 foi rejeitado.

Nesta pesquisa, o momento de fotopolimerização não afetou a resistência de união. Isso pode ser explicado devido ao mecanismo de ação semelhante dos materiais de cimentação autoadesivos [22], apesar das diferentes composições químicas. Possivelmente, a fotopolimerização tardia não afetou a resistência de união devido ao efeito compensatório da polimerização química de cimentos autoadesivos de dupla polimerização. Além disso, estudos anteriores mostraram que a fotopolimerização tardia de cimentos resinosos não aumentou seu grau de conversão [6,23]. Os resultados de um estudo realizado por Pereira et al [23], mostram que o atraso na fotoativação de 5 minutos não induziu diferença significativa na extensão da polimerização dos cimentos estudados, corroborando nossos achados. No entanto, um estudo mais recente mostrou que a fotopolimerização atrasada em 5 minutos aumentou a resistência de união dos cimentos resinosos avaliados [5]. Esses dados são contraditórios devido à pequena quantidade de estudos sobre essa importante questão.

Nesta pesquisa, a alta incidência de falhas adesivas do tipo 2 em todos os grupos pode estar relacionada à ausência de um mecanismo eficaz de limpeza da dentina durante a preparação do espaço para pino. Foi demonstrado anteriormente que a limpeza da dentina intrarradicular é um fator importante no aumento da resistência adesiva entre a dentina e o sistema de cimentação autoadesivo [24]. No entanto, no presente estudo, a irrigação foi realizada apenas com água destilada para simular uma condição extrema para o protocolo de adesão. Além disso, as soluções de irrigação não foram usadas para evitar possíveis interferências delas na interface adesiva.

Quanto aos resultados de penetrabilidade, nos terços cervical e médio, foi detectada maior penetração do sistema de cimentação na dentina nos grupos com fotoativação imediata (RU-I e MG-I), independentemente do cimento utilizado. Isso

está possivelmente relacionado ao aumento de temperatura da unidade de cura no início da reação de polimerização. Um estudo realizado por Kitzmüller et al mostrou que o modo polimerização e a temperatura influenciaram a cinética e a contração dos cimentos resinosos autoadesivos [25]. No entanto, mais estudos devem ser realizados para melhor esclarecer esse processo físico-químico. Não foram encontrados estudos anteriores que avaliaram a penetrabilidade do sistema de cimentação diante da fotopolimerização tardia. No entanto, no terço apical, houve diferença apenas entre os grupos MG-I e MG-5. Em geral, a fotopolimerização é mais deficiente no terço apical, onde o acesso da luz é limitado [5]. Isso pode estar relacionado aos resultados mais homogêneos deste terço.

Os resultados dos estudos *in vitro* devem ser cuidadosamente interpretados antes de serem extrapolados para uma condição clínica. Além disso, mais pesquisas são incentivadas a comparar diferentes cimentos e protocolos de fotopolimerização associados ou não a estratégias de limpeza da dentina. A realização de estudos clínicos randomizados com baixo risco de viés é indicada para investigar o desempenho clínico a longo prazo da cimentação de pinos de fibra de vidro com fotopolimerização tardia.

CONCLUSÃO

Considerando as limitações deste estudo *in vitro*, o novo cimento resinoso Megalink Auto (Odontomega) pode ser uma alternativa promissora ao uso do RelyX U200 (3M ESPE). Não houve influência do momento de fotoativação na resistência de união entre a dentina e o sistema de cimentação. Além disso, a fotoativação imediata mostrou maior penetrabilidade do cimento resinoso autoadesivo na dentina quando comparado ao protocolo tardio.

REFERÊNCIAS

- [1] M. Cadenaro, T. Maravic, A. Comba, A. Mazzoni, L. Fanfoni, T. Hilton, J. Ferracane, L. Breschi, The role of polymerization in adhesive dentistry, *Dent. Mater.* 35 (2019) e1–e22. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.11.012>.
- [2] F.I. Rodrigues Limeira, M.F.F. de Carvalho, V.V. do Nascimento, C.C. Santa-Rosa, M. Yamauti, A.N. Moreira, C.S. Magalhães, Bond strength of resin cements fixing fiber posts to human and bovine teeth of different ages, *J. Adhes. Dent.* 21 (2019) 423–431. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a43180>.
- [3] J.A. die. Skupien, R. Sarkis-Onofre, M.S. érgi. Cenci, R.R. att. de Moraes, T. Pereira-Cenci, A systematic review of factors associated with the retention of glass fiber posts, *Braz. Oral Res.* 29 (2015) 1–8. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0074>.
- [4] L. Giachetti, S. Grandini, P. Calamai, G. Fantini, D.S. Russo, Translucent fiber post cementation using light- and dual-curing adhesive techniques and a self-adhesive material: Push-out test, *J. Dent.* 37 (2009) 638–642. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.04.007>.
- [5] R.D. Pereira, A.D.C.M. Valdívia, A.A. Bicalho, S.D. Franco, D. Tantbirojn, A. Versluis, C.J. Soares, Effect of photoactivation timing on the mechanical properties of resin cements and bond strength of fiberglass post to root dentin, *Oper. Dent.* 40 (2015) E206–E221. <https://doi.org/10.2341/14-115-L>.
- [6] F.S.A.S. Camargo, A.H.M. González, R.C.B. Alonso, V. Di Hipólito, P.H.P. D'Alpino, Effects of Polymerization Mode and Interaction with Hydroxyapatite on the Rate of pH Neutralization, Mechanical Properties, and Depth of Cure in Self-Adhesive Cements, *Eur. J. Dent.* 13 (2019) 178–186. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1696057>.
- [7] J.L. Ferracane, J.W. Stansbury, F.J.T. Burke, Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations, *J. Oral Rehabil.* 38 (2011) 295–314. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2010.02148.x>.
- [8] J. Zorzin, A. Petschelt, J. Ebert, U. Lohbauer, PH neutralization and influence on mechanical strength in self-adhesive resin luting agents, *Dent. Mater.* 28 (2012) 672–679. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.03.005>.
- [9] V.C. Macedo, N.A. Souza, A.L. Faria e Silva, C. Cotes, C. da Silva, M. Martinelli, E.T. Kimpara, Pullout bond strength of fiber posts luted to different depths and submitted to artificial aging., *Oper. Dent.* 38 (2013). <https://doi.org/10.2341/12-321-l>.
- [10] A.L. Faria-e-Silva, A.C. Peixoto, M.G. Borges, M. de S. Menezes, R.R. de Moraes, Immediate and delayed photoactivation of self-adhesive resin cements and retention of glass-fiber posts., *Braz. Oral Res.* 28 (2014). <https://doi.org/10.1590/s1806-83242014.50000005>.
- [11] A. Faria-e-Silva, L. Boaro, R. Braga, E. Piva, V. Arias, L. Martins, Effect of immediate or delayed light activation on curing kinetics and shrinkage stress of dual-cure resin cements, *Oper. Dent.* 36 (2011) 196–204. <https://doi.org/10.2341/10-153-L>.
- [12] A.J. Aranda-Garcia, M.C. Kuga, K.R. Vitorino, G.M. Chávez-Andrade, M.A. Hungaro Duarte, I. Bonetti-Filho, G. Faria, M.V. Reis Só, Effect of the root canal final rinse protocols on the debris and smear layer removal and on the push-out strength of an epoxy-based sealer, *Microsc. Res. Tech.* 76 (2013) 533–537. <https://doi.org/10.1002/jemt.22196>.
- [13] A.T.P.R. Ramos, L. Garcia Belizário, A.C. Venção, K.C. Fagundes Jordão-

- Basso, A.N. de Souza Rastelli, M.F. de Andrade, M.C. Kuga, Effects of Photodynamic Therapy on the Adhesive Interface of Fiber Posts Cementation Protocols, *J. Endod.* 44 (2018) 173–178. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.08.035>.
- [14] M.G. Magro, M.C. Kuga, A.J. Aranda-Garcia, K.R. Victorino, G.M. Chávez-Andrade, G. Faria, K.C. Keine, M.V.R. Só, Effectiveness of several solutions to prevent the formation of precipitate due to the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine and its effect on bond strength of an epoxy-based sealer, *Int. Endod. J.* 48 (2015) 478–483. <https://doi.org/10.1111/iej.12337>.
- [15] C.C. Lorenzetti, J.F. Bortolatto, A.T.P.R. Ramos, A.L. Shinohara, J.R.C. Saad, M.C. Kuga, The effectiveness of glass ionomer cement as a fiber post cementation system in endodontically treated teeth, *Microsc. Res. Tech.* 82 (2019) 1191–1197. <https://doi.org/10.1002/jemt.23268>.
- [16] L. Ferreira de Freitas BRIANEZZI, R. Massunari MAENOSONO, O. Bim Júnior, G. Speranza ZABEU, R. Guenka PALMA-DIBB, S. Kiyoshi ISHIKIRIAMA, S. Kiyoshi Ishikiriyama Alameda Octávio Pinheiro, (No Title), *J Appl Oral Sci.* 25 (2017) 381–387. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2016-0461>.
- [17] R. Ordinola-Zapata, C.M. Bramante, M.S.Z. Graeff, A. del Carpio Perochena, R.R. Vivan, E.J. Camargo, R.B. Garcia, N. Bernardineli, J.L. Gutmann, I.G. de Moraes, Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: A confocal laser scanning microscopy study, *Oral Surgery, Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endodontology.* 108 (2009) 450–457. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.04.024>.
- [18] D.A. Vilas-Boas, R. Grazziotin-Soares, D.M. Ardenghi, J. Bauer, P.O. de Souza, G.T. de Miranda Candeiro, E.M. Maia-Filho, C.N. Carvalho, Effect of different endodontic sealers and time of cementation on push-out bond strength of fiber posts, *Clin. Oral Investig.* 22 (2018) 1403–1409. <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2230-z>.
- [19] T.L. de Freitas, R.P. Vitti, M.E. Miranda, W.C. Brandt, Effect of Glass Fiber Post Adaptation on Push-Out Bond Strength to Root Dentin, *Braz. Dent. J.* 30 (2019) 350–355. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201902491>.
- [20] R.T. Jitumori, B.F. Bittencourt, A. Reis, J.C. Gomes, G.M. Gomes, Effect of root canal irrigants on fiber post bonding using self-adhesive composite cements, *J. Adhes. Dent.* 21 (2019) 537–544. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a43609>.
- [21] E.A. Caceres, C.S. Sampaio, P.J. Atria, H. Moura, M. Giannini, P.G. Coelho, R. Hirata, Void and gap evaluation using microcomputed tomography of different fiber post cementation techniques, *J. Prosthet. Dent.* 119 (2018) 103–107. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.01.015>.
- [22] F. Weiser, M. Behr, Self-Adhesive Resin Cements: A Clinical Review, *J. Prosthodont.* 24 (2015) 100–108. <https://doi.org/10.1111/jopr.12192>.
- [23] S.G. Pereira, R. Fulgêncio, T.G. Nunes, M. Toledano, R. Osorio, R.M. Carvalho, Effect of curing protocol on the polymerization of dual-cured resin cements, *Dent. Mater.* 26 (2010) 710–718. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.03.016>.
- [24] L.G. Belizário, M.C. Kuga, M.A. Hungaro Duarte, M.V.R. Só, K.C. Keine, J.R. Pereira, Effect of fiber post space irrigation with different peracetic acid formulations on the bond strength and penetration into the dentinal tubules of

- self-etching resin cement, *J. Prosthet. Dent.* 122 (2019) 46.e1-46.e7. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.03.020>.
- [25] K. Kitzmüller, A. Graf, D. Watts, A. Schedle, Setting kinetics and shrinkage of self-adhesive resin cements depend on cure-mode and temperature, *Dent. Mater.* 27 (2011) 544–551. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.02.004>.

4 CONCLUSÃO

À medida que novas técnicas e materiais surgem no mercado odontológico, torna-se nossa responsabilidade avaliar o desempenho destes. *Insights* podem surgir no desenvolvimento destes estudos nos proporcionando novas ideias que contribuam com o aprimoramento da adesão dos materiais aos tecidos dentários.

REFERÊNCIAS

1. Frencken JE. Atraumatic restorative treatment and minimal intervention dentistry. *Br Dent J.* 2017; 223(3): 183–9.
2. Bergenholtz G. Assessment of treatment failure in endodontic therapy. *J Oral Rehabil.* 2016; 43(10): 753–8.
3. Souza NC de, Marcondes ML, Breda RV, Weber JBB, Mota EG, Spohr AM. Relined fiberglass post: an ex vivo study of the resin cement thickness and dentin-resin interface. *Braz Oral Res.* 2016; 30(1): 1–8.
4. 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.
5. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int.* 2008; 39(2): 117–29.
6. Ferrari M, Cagidiaco MC, Grandini S, De Sanctis M, Goracci C. Post placement affects survival of endodontically treated premolars. *J Dent Res.* 2007; 86(8): 729–34.
7. 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): 593–7.
8. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital Tooth Bleaching: A review of the literature and clinical procedures. *J Endod.* 2008; 34(4): 394–407.
9. Kuga MC, Faria G, Rossi MA, Do Carmo Monteiro JC, Bonetti-Filho I, Berbert FLCV, et al. Persistence of epoxy-based sealer residues in dentin treated with different chemical removal protocols. *Scanning.* 2013; 35(1): 17–21.

* De acordo com o Guia e Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas de Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <https://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

10. Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores: a review. *Quintessence Int.* 2005; 36(9): 737–47.
11. Donnelly A, Sword J, Nishitani Y, Yoshiyama M, Agee K, Tay FR, et al. Water sorption and solubility of methacrylate resin-based root canal sealers. *J Endod.* 2007; 33(8): 990–4.
12. Kuga MC, Só MVR, De Faria-júnior NB, Keine KC, Faria G, Fabricio S, et al. Persistence of resinous cement residues in dentin treated with different chemical removal protocols. *Microsc Res Tech.* 2012; 75(7): 982–5.
13. Tanoue N, Koishi Y, Atsuta M, Matsumura H. Properties of dual-curable luting composites polymerized with single and dual curing modes. *J Oral Rehabil.* 2003; 30(10): 1015–21.
14. Viotti RG, Kasaz A, Pena CE, Alexandre RS, Arrais CA, Reis AF. Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. *J Prosthet Dent.* 2009; 102(5): 306–12.

Não autorizo a publicação deste trabalho pelo prazo de 24 meses

(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 30 de julho de 2020.

Jessica Katarine de Abreu Silva