



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



João Victor Pereira Machado

**Longevidade da resistência de união e extensão de formação de *tags* de
cimentos resinosos autoadesivos na dentina radicular**

Araraquara

2022



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



João Victor Pereira Machado

Longevidade da resistência de união e extensão de formação de *tags* de cimentos resinosos autoadesivos na dentina radicular

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.

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Abi Rached Dantas

Araraquara

2022

M149l Machado, João Victor Pereira
Longevidade da resistência de união e extensão de formação de tags de cimentos resinosos autoadesivos na dentina radicular / João Victor Pereira Machado. -- Araraquara, 2022
34 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara
Orientador: Andréa Abi Rached Dantas

1. Cimentos de Resina. 2. Pinos Dentários. 3. Cimentos Dentários.
I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Odontologia, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

João Victor Pereira Machado

Longevidade da resistência de união e extensão de formação de *tags* de cimentos resinosos autoadesivos na dentina radicular

Comissão julgadora

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Dentística Restauradora

Presidente e orientadora: Andréa Abi Rached Dantas

2º Examinador: Milton Carlos Kuga

3º João Felipe Besegato

Araraquara, 03 de Dezembro de 2022

DADOS CURRICULARES

João Victor Pereira Machado

NASCIMENTO: 10 de Janeiro de 1992 – Cachoeiro de Itapemirim – Espírito Santo

FILIAÇÃO: Wilza Carla Pereira Machado e Marlon Antônio Machado

2010 – 2016

Graduação em Odontologia.

Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, Brasil.

Título: Prevalência de mineralizações da cartilagem laríngea e placas ateromatosas em radiografias panorâmicas digitais e convencionais.

Orientação: Sergio Lins De-Azevedo-Vaz

2015 – 2016

Graduação Sanduíche em Odontologia. Estágio em Prótese Dentária.

Università Degli Studi di Milano, UNIMI, Milão, Itália.

2017 – 2017

Aperfeiçoamento em cirurgias plásticas periodontais, peri-implantares e manutenção em implantes.

Instituto de Odontologia de Vitória, INOVI, Vitória, Espírito Santo, Brasil.

2017 – 2019

Especialização em Prótese Dentária.

Universidade de São Paulo, USP, Faculdade de Odontologia de Bauru, FOB, Brasil.

Título: Estomatite protética: Métodos de prevenção através de materiais modificadores de superfície de resinas acrílicas de próteses removíveis.

Orientação: Vinícius Carvalho Porto

2018 – 2018

Aperfeiçoamento em endodontia

Instituto de Odontologia de Vitória, INOVI, Vitória, Espírito Santo, Brasil.

2019 – 2019

Aperfeiçoamento de cirurgia Bucomaxilofacial

Associação Brasileira de Odontologia do Espírito Santo, ABO/ES, Vitória Brasil.

2020 – 2022

Mestrado em Ciências Odontológicas – Dentística Restauradora

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

Título: Longevidade da resistência de união e extensão de formação de tags de cimentos resinosos autoadesivos na dentina radicular.

Orientação: Andréa Abi Rached Dantas

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Wilza Carla Pereira Machado, por ser um exemplo de pessoa para mim,

Ao meu pai, Marlon Antônio Machado, por me fazer ter orgulho de ser seu filho e por estar sempre presente em minha memória,

Ao meu amor, Carolinne Regonini Carvalho, por ser parte fundamental para que todo esse sonho tenha se tornado realidade,

À minha família, por todo apoio e também por sempre torcerem por mim,

À Andréa Abi Rached Dantas, minha orientadora, por toda sua paciência e profissionalismo,

Ao Milton Carlos Kuga, por sua sabedoria e inteligência,

Aos professores, que marcaram brilhantemente essa trajetória,

À Universidade Estadual Paulista, FOAr, por me proporcionar adquirir todo conhecimento e por me fazer ter orgulho de ser parte dessa história.

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.

Machado JVP. Longevidade da resistência de união e extensão de formação de *tags* de cimentos resinosos autoadesivos na dentina radicular [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2022.

RESUMO

Os cimentos resinosos autoadesivos surgiram como uma alternativa para a cimentação de pinos de fibra de vidro. Testes avaliando a resistência de união desses cimentos, demonstraram certa eficácia a curto prazo. No entanto, a estabilidade a longo prazo da ligação criada por esses cimentos permanece desconhecida. O objetivo do estudo foi avaliar a longevidade da resistência de união, em 24 horas e após 12 meses, a extensão de *tags* resinosos dos cimentos autoadesivos Maxcem Elite, RelyX U200, Set PP e Megalink, em comparação ao cimento resinoso convencional RelyX ARC, nos terços cervical, médio e apical. Os dentes foram seccionados transversalmente no comprimento de 17 mm. Os pinos de fibra de vidro foram cimentados com os quatro tipos de cimentos autoadesivos ($N = 20$, cada) e com cimento resinoso convencional ($N = 20$). Os espécimes de cada um dos protocolos de cimentação foram subdivididos em 2 subgrupos ($N = 10$, cada), de acordo com o período de avaliação. Após serem submetidos ao teste de *push-out*, os dados obtidos foram submetidos aos testes de ANOVA one way e Tukey, e sendo considerado nível de significância de 5%. A resistência de união diminuiu em todos os sistemas de cimentação, mas não há diferença entre os cimentos resinosos autoadesivos, após 12 meses. Entretanto, o sistema com cimento resinoso convencional e adesivo *total-etching*, de 3 passos (ARC), demonstrou maior resistência de união do que o sistemas de cimentação autoadesivos, independentemente do período de análise.

Palavras – chave: Cimentos de resina. Pinos dentários. Cimentos dentários.

Machado JVP. Longevity of bond strength and extent of tag formation of self-adhesive resin cements on root dentin [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2022.

ABSTRACT

Self-adhesive resin cements have emerged as an alternative for luting fiberglass pins. Tests evaluating the bond strength of these cements have shown some efficacy in the short term. However, the long-term stability of the bond created by these cements remains unknown. The aim of this study was to evaluate the longevity of the bond strength, at 24 hours and after 12 months, and the resin tag extension of the self-etching cements Maxcem Elite, RelyX U200, Set PP and Megalink, compared to the conventional resin cement RelyX ARC, in the cervical, middle and apical thirds. Teeth were cross-sectioned at a length of 17 mm. The glass fiber pins were cemented with the four types of self-adhesive cements (N = 20 each) and the conventional resin cement (N = 20). The specimens from each of the cementation protocols were subdivided into 2 subgroups (N = 10 each) according to the evaluation period. After being submitted to the push-out test, the data obtained were subjected to one-way ANOVA and Tukey's tests, with a 5% significance level being considered. The bond strength decreased in all cementation systems, but there is no difference between the self-adhesive resin cements after 12 months. However, the system with conventional resin cement and 3-step total-etching adhesive (ARC) showed higher bond strength than the self-etching cementation system, regardless of the analysis period.

Keywords: Resin cements. Dental Pins. Dental cements.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 PROPOSIÇÃO	12
3 REVISÃO DA LITERATURA	13
4 MATERIAL E MÉTODO	17
4.1 Preparo dos Espécimes	17
4.2 Protocolo de Cimentação	17
4.3 Resistencia de União	19
4.4 Análise do Padrão de Fratura	20
4.5 Formação de <i>Tags</i>	20
4.6 Análise Estatística	20
5 RESULTADO	21
5.1 Resistencia de União	21
5.1.1 Entre sistemas de cimentação	21
5.1.2 Entre os terços dos sistemas de cimentação	22
5.2 Padrão de Fratura	22
5.3 Formação de <i>Tags</i>	23
6 DISCUSSÃO	25
7 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

O tratamento restaurador de dentes tratados endodonticamente e com grande perda de estrutura coronária deve ser realizado por meio de procedimentos que os protejam de cargas mastigatórias, devolvendo-lhes a função e a estética¹. Tais procedimentos levam, geralmente, à necessidade da utilização de pinos intrarradiculares e de núcleos de preenchimento para reter a restauração final^{2,3}.

Ao longo dos anos, a composição dos materiais utilizados nos pinos intrarradiculares mudou de materiais de alto módulo de elasticidade como o pino metálico para materiais que possuem características mecânicas mais semelhantes à dentina como a resina composta, fibra de carbono⁴⁻⁶ e, principalmente, fibra de vidro.

Os pinos de fibra de vidro são pinos pré-fabricados mais estéticos, com propriedades mecânicas que se assemelham à dentina, possuindo módulo de elasticidade semelhante⁷⁻⁹. Devido às características de rigidez semelhantes à dentina, esse material absorve as tensões geradas pelas forças mastigatórias e protege o remanescente dentário^{5,6,10}.

Para a obtenção de sucesso na fixação dos pinos, a seleção do agente cimentante é fundamental. Segundo os fabricantes, a cimentação dos pinos de fibra de vidro deve ser adesiva^{2,4,11}. Entretanto, apesar das vantagens da cimentação adesiva, muitos fatores podem interferir na formação da camada híbrida ao longo das paredes do canal radicular, o que pode determinar o insucesso do tratamento restaurador pela soltura do pino por falta de retenção⁴.

Os cimentos resinosos convencionais são cimentos que requerem um preparo prévio do substrato, por meio de condicionamento ácido e aplicação de adesivo com o intuito de formar uma camada híbrida e *tags* resinosos que promoverão a adesão à superfície dentinária. Uma boa resistência adesiva é conseguida quando essa camada híbrida contendo os *tags* densos e regulares é obtida, promovendo uma ótima adesão entre a dentina e a superfície do pino de fibra de vidro. A rede de *tags* resinosos é possível de ser alcançada pela manobra de condicionamento ácido dentinário e pela umidade da superfície, evitando a secagem em excesso da mesma^{12,13}.

O procedimento de cimentação requer vários passos sequenciais, sendo complexo e bastante sensível, podendo ser influenciado por diversos fatores que, potencialmente, resultarão em falha da união¹⁴. Outros trabalhos sugerem que um condicionamento excessivo da superfície pode acabar desmineralizando a dentina em

níveis que o adesivo não consegue penetrar, comprometendo, desta forma, a adesão¹⁵.

Uma boa retenção dos pinos de fibra de vidro parece ser dependente do grau de conversão do cimento resinoso, o que irá influenciar nas suas propriedades mecânicas e na sua interação com o sistema adesivo utilizado.

Nos últimos anos, têm surgido novas formulações de cimentos resinosos com capacidade autoadesiva. Os cimentos resinosos autoadesivos surgiram como uma alternativa para a cimentação de pinos de fibra de vidro. São cimentos que foram desenvolvidos para aprimorar as propriedades dos cimentos antigos, oferecendo maior retenção, menor solubilidade e biocompatibilidade. Por serem uma opção que não necessita de tratamento prévio das estruturas dentárias, como condicionamento ácido e uso de um sistema, reduzem a complexidade e a sensibilidade da técnica, diminuindo o risco de erro^{14,16-19}.

Essa simplificação da técnica torna esse tipo de cimento uma alternativa vantajosa para utilização clínica, além de reduzir a microinfiltração¹⁴. Porém, a literatura ainda é questionável com relação à resistência adesiva dos cimentos autoadesivos no processo de cimentação de pinos intrarradiculares. Estudos mostram que seu desempenho tem sido semelhante quando comparado com cimentos resinosos convencionais²⁰, mas que sua característica autoadesiva confere ao material a incorporação de vários elementos químicos distintos em um único recipiente, o que requer uso de ácidos em concentração menor, o que pode causar uma limitada desmineralização dentinária e, conseqüentemente, uma camada híbrida deficiente²¹.

Os cimentos resinosos autoadesivos, por apresentarem ácidos fracos em sua composição, acabam não sendo efetivos em dissolver completamente a camada de lama dentinária (*smear layer*) nas paredes do canal como os ácidos fosfóricos usados convencionalmente em cimentos resinosos duais, tendo como consequência menor resistência adesiva^{10,11}.

Testes avaliando a resistência de união dos cimentos resinosos e avaliações morfológicas das interfaces pino de fibra de vidro/cimento e cimento/dentina radicular²²⁻²⁴ demonstraram certa eficácia a curto prazo desses materiais. No entanto, a estabilidade a longo prazo da ligação criada pelos cimentos autoadesivos permanece desconhecida¹⁷. Com isso, são necessários mais estudos científicos

comprovando sua eficácia diante dos vários fatores que podem influenciar a qualidade da cimentação e, conseqüentemente, sua durabilidade^{25,26}.

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a longevidade da resistência de união, em 24 horas e, após 12 meses e, a extensão de formação de *tags* dos cimentos resinosos autoadesivos (Maxcem Elite, RelyX U200, Set PP e Megalink), em comparação ao sistema de cimentação com o adesivo *total-etching* de três passos (Adper Scotchbond Multipurpose) e cimento resinoso convencional (RelyX ARC), nos terços cervical, médio e apical do espaço para pinos, na cimentação de pinos de fibra de vidro. A inexistência de diferença entre os valores de resistência de união dos sistemas de cimentação, avaliados por meio do teste de *push-out*, nos terços do espaço para pino, foi considerada como a hipótese nula 1 (H_01). A inexistência de diferença entre a extensão de *tags* formados, avaliados por meio de microscopia confocal a laser, foi considerada como a hipótese nula 2 (H_02).

3 REVISÃO DA LITERATURA

Os cimentos resinosos podem aderir e interagir com o substrato dentinário radicular de diferentes formas, dependendo do tipo de protocolo de adesão utilizado (convencional, autocondicionante e autoadesivo) e do tipo de tratamento prévio, ou não, realizado com as substâncias químicas auxiliares.

Goracci et al.⁵ avaliaram a resistência de união e a morfologia da interface criada na superfície do esmalte e da dentina, de alguns cimentos resinosos, duais e autoadesivos. Quarenta e oito coroas à base de resina (overlays) foram cimentadas em molares extraídos, com fotoativação final no tempo de 20s. Foi mensurada a resistência de união para avaliar a interação entre o cimento resinoso e o procedimento de cimentação. Foi constatado que o tipo de cimento e o procedimento de cimentação influenciaram na resistência de união, com bons resultados para os cimentos autoadesivos e duais.

Uma revisão de literatura realizada por Radovic et al.¹⁹ analisou as propriedades dos cimentos resinosos autoadesivos (Maxcem e Unicem). Informações sobre adaptação marginal, microinfiltração, biocompatibilidade, adesão química, a adesão desses cimentos no esmalte, na dentina, na dentina intrarradicular, em cerâmicas e em retentores intrarradiculares, foram avaliadas. A fotoativação se mostrou um fator de relevante, que elevava os valores de resistência de união desses cimentos, além disso a adesão em esmalte se mostrava com os menores valores. Em conclusão, a adesão de cimentos resinosos autoadesivos é satisfatória em dentina e em vários tipos de materiais, comparável aos cimentos duais resinosos de múltiplos passos, porém é necessário avaliar outras marcas comerciais.

Amaral et al.²⁷ realizaram estudo para avaliar o efeito de diferentes estratégias de cimentação de pinos sobre a resistência de união de pinos de fibra de vidro no canal radicular. Para este estudo, os canais radiculares de 70 dentes bovinos foram preparados a 9 mm de profundidade utilizando a broca de um sistema de pinos de fibra de vidro de dupla conicidade (White Post DC, FGM). Cada espécime foi incorporado em um cilindro de plástico utilizando resina acrílica até 3 mm da porção mais coronal do espécime e alocado em um dos sete grupos (n = 10) baseado nas estratégias de cimentação: Gr1- ScotchBond Multi Purpose plus (SBMP) + Relyx ARC; Gr2-Single Bond + Relyx ARC; Gr3- ED Primer + Panavia F; Gr4- SBMP + AllCem; Gr5- Relyx ARC; Gr6- Relyx Unicem; Gr7- Relyx Luting 2 cimentos de ionômero de

vidro. Após a cimentação, os espécimes foram armazenados por sete dias (em ambiente úmido, a 22 37 ° C) e submetidos ao ensaio de resistência de união *pull-out*. Os espécimes testados foram analisados ao microscópio e SEM para análise de fratura. O Gr6 (Relyx Unicem); Gr1 (ScotchBond Multi Purpose plus (SBMP) + Relyx ARC); Gr4 (SBMP + AllCem) apresentaram as maiores forças de união *pull-out*. Gr2 (Single Bond + Relyx ARC); Gr3 (ED Primer + Panavia F) e Gr7 (Relyx Luting 2 cimentos de ionômero de vidro) apresentaram as mais baixas forças de adesão. A partir destes resultados foi possível concluir que o uso de um sistema adesivo de condicionamento total de três passos parece ser eficaz. A aplicação de outros sistemas adesivos (sistemas de condicionamento total de frasco único e sistemas autocondicionantes) não apresentou altos valores de resistência de união *pull-out*. O cimento resinoso autoadesivo apresentou bom desempenho de retenção, porém os autores alertam para que estudos adicionais ainda devem ser conduzidos.

Gomes et al.²⁸ avaliaram a influência do sistema de cimentação na resistência de união e no padrão de fratura de pinos de fibra na dentina radicular. As raízes de 48 incisivos humanos extraídos foram preparadas e divididas em 3 grupos (n = 16), de acordo com o sistema de cimentação: AdperScotchbond Multi-Purpose + cimento resinoso RelyX ARC (SBMP + ARC); Adper SingleBond 2 + RelyX ARC (SB + ARC) e; Cimento resinoso autoadesivo RelyX U100 (U100). Após 1 semana, as raízes foram seccionadas transversalmente em 6 discos. Foram obtidos dois discos dos terços cervical, médio e apical e realizado o teste *push-out*. O padrão de fratura foi examinado em todos os espécimes. Os dados foram analisados por meio de duas medidas repetidas ANOVA e teste de Tukey. Quando U100 foi utilizado, não houve diferença estatisticamente significativa ($P > 0,05$) entre as diferentes regiões radiculares. Valores de força de ligação *push-out* estatisticamente mais elevados foram detectados no terço cervical para SBMP + ARC e SB + ARC ($p < 0,05$). O U100 apresentou significativamente mais falhas mistas do que SBMP + ARC no terço apical ($p < 0,05$).

Goracci e Ferrari²⁹ realizaram uma revisão de literatura que resumiu evidências sobre os sistemas de cimentação de pinos. A preservação do tecido dentário, a presença de um efeito de férula e a adesão são consideradas as condições mais eficazes para o sucesso a longo prazo das restaurações em dentes com grande perda de estrutura dentária que foram tratados endodonticamente. Restaurações reforçadas com pinos de fibra de vidro demonstraram taxas satisfatórias por um período

relativamente grande. A eficácia clínica de tais restaurações tem sido atribuída, principalmente, ao comportamento mais biocompatível que reduz o risco de fraturas. Vários fatores relacionados ao tratamento endodôntico podem influenciar o resultado do procedimento de cimentação, sendo que, na maioria, são obtidos resultados confiáveis na pós-cimentação da fibra por adesivos de *etch-and-rinse* em combinação com cimentos resinosos duais. Foi também proposto o uso de cimentos resinosos autoadesivos. A simplificação é uma vantagem óbvia destes materiais. No entanto, a durabilidade de sua adesão ainda precisa ser verificada com estudos clínicos de longo prazo. Várias técnicas para o pré-tratamento da superfície do pino têm sido testadas com o objetivo de melhorar a resistência de ligação na interface cimento-pino. A silanização parece ser, atualmente, o modo mais eficaz e conveniente para este fim. Em conclusão, indica-se a utilização de pinos de fibra como alternativa ao Metal e, de preferência, a outros pinos dentais, tais como de zircônia, na restauração de dentes tratados endodonticamente. Espera-se que os ensaios clínicos a longo prazo reforcem ainda mais esta evidência.

Calixto et al.³⁰ avaliaram a resistência adesiva de cimentos resinosos para cimentação de pinos de fibra de vidro à dentina do canal radicular. A hipótese testada foi a de que não existem diferenças na resistência de união de pinos de fibra de vidro com diferentes tipos de cimentos resinosos. Quarenta incisivos bovinos foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos de cimento resinoso ($n = 8$). Após o tratamento endodôntico e remoção da coroa, os pinos de fibra de vidro translúcidos foram cimentados ao canal radicular utilizando cinco diferentes protocolos de cimentação Gr1 (cimento de polimerização química e sistema de adesivo *etch-and-rinse*); Gr2 (cimento duplamente ativado e sistema de adesivo *etch-and-rinse*); Gr3 (cimento de polimerização química e sistema adesivo autocondicionante); Gr4 (cimento duplamente ativado e sistema autocondicionante) e Gr5 (cimento autoadesivo). A resistência de união foi avaliada em três diferentes níveis radiculares: cervical, médio e apical. A interface entre o cimento resinoso e o pino foi observada usando um microscópio estereoscópico. A análise de variância mostrou diferença estatisticamente significativa entre os cimentos ($p, 0,05$) e os terços dos canais radiculares ($p, 0,05$). O cimento resinoso autoadesivo apresentou menores valores de retenção.

Sarkis-Onofre et al.³¹ realizaram revisão de literatura sobre cimentos resinosos autoadesivos. As buscas dos diversos artigos relacionados à resistência de união com

pinos de fibra de vidro foram realizadas no PubMed e Scopus. Essa revisão foi conduzida para determinar se há diferença de resistência de união em dentina entre cimentos resinosos duais e autoadesivos. Uma comparação global foi realizada entre cimentos resinosos duais e autoadesivos e mais dois subgrupos foram analisados: 1) Autoadesivos x Cimento resinoso dual + sistema adesivo; 2) Autoadesivos x Cimento resinoso dual + sistema adesivo autocondicionante. Os resultados mostraram heterogeneidade em todas as comparações e maiores valores de resistência de união à dentina dos autoadesivos. Entretanto, os artigos incluídos nessa meta-análise apresentaram alta heterogeneidade e alto risco de vieses. A literatura *in vitro* parece sugerir que o uso de cimentos resinosos autoadesivos poderia melhorar a retenção de pinos de fibra de vidro no interior de canais radiculares.

4 MATERIAL E MÉTODO

Abaixo, segue toda a metodologia utilizada no presente estudo, desde a preparação dos espécimes estudados até a análise estatística.

4.1 Preparo dos Espécimes

Cem (100) dentes bovinos foram seccionados transversalmente, sob refrigeração constante com água destilada, utilizando disco diamantado (Buehler, Lake Bluff, IL, USA) adaptado em máquina de corte específica (Isomet 2000; Buehler Ltd., Lake Buff, IL, USA). As raízes foram padronizadas com o comprimento de 17mm, a partir do ápice radicular. Os canais radiculares foram submetidos ao preparo químico-mecânico e obturados com guta percha e cimento à base de resina epóxi (AH Plus; Dentsply De Trey, Konstanz, Germany), conforme descrito por Aranda-Garcia³² Imediatamente após a condensação vertical da obturação endodôntica, o acesso cervical radicular foi selado com cimento de ionômero de vidro (Maxxion R; FGM, Joinville, SC, BR). Os espécimes foram mantidos em 100% de umidade, a 37°C, por 7 dias.

O espaço para pino foi preparado com broca de Largo #1 (Detsply Maillefer; Pirassununga, SP, BR) e finalizado com a broca #1 (White Post DC; FGM, Joinville, SC, BR), na extensão de 11mm, a partir da face cervical da raiz. Em seguida, o espaço para pino foi irrigado com 2.5% NaOCl e seco com ponta de papel absorvente. Nas raízes em que foi utilizado o sistema adesivo *total-etching*, o espaço para pino foi irrigado apenas com água destilada.

As superfícies dos pinos de fibra DC#1 (White Post; FGM, Joinville, SC, Brazil) foram limpas com 95% ethanol (labSynth, Diadema, SP, Brazil). Os pinos de fibra foram condicionados com ácido fosfórico a 37% (condac; FGM, Joinville, SC, Brazil), por 60 segundos, lavados com água destilada e secos com jatos de ar. Em seguida, duas camadas de silano (Prosil; FGM, Joinville, SC, Brazil) foram aplicadas sobre toda a superfície.

4.2 Protocolo de Cimentação

Os pinos de fibra foram cimentados com quatro tipos de cimentos autoadesivos (MC, MaxCem Elite; RU2, Relyx U200; SPP, Set PP e MGL, Megalink) (N = 20, cada) e um sistema de cimentação com adesivo *total-etching*, de três passos, e cimento

resinoso convencional (AR; Relyx ARC) (N = 20). A procedência composição química e protocolo de manipulação e inserção dos cimentos estão descritos na Quadro 1.

Quadro 1 - Cimento resinoso autoadesivo, fabricante, composição, e modo de aplicação

Cimento	Composição	Modo de aplicação
Maxcem Elite (KERR Corp, Orange, CA, USA)	Hidroxietilmetacrilato (HEMA), metoxifenol (MEHQ), hidroperóxido de comeno (CHPO), monômeros acrílicos não polimerizados, dióxido de titânio (TiO ₂) e pigmentos.	1. Misturar proporções iguais de pasta base e catalizadora com espátula de metal durante 20 s; 2. Inserir a mistura no canal radicular; 3. Polimerização rápida de 20 s.
Megalink (ODONTOMEGA, Ribeirão Preto, Brasil)	Vidro de bário numa matriz à base de Bis-GMA. Pigmentos, aditivos e catalisadores. Conteúdo de enchimento: 69% p/p -51 vol.% A gama de partículas de enchimento inorgânicas está entre 0,02 e 3µm.	1. Misturar proporções iguais de pasta base e catalizadora com espátula de metal durante 1 minuto; 2. Inserir a mistura no canal radicular; 3. Polimerização rápida durante 20 s.
Relyx U200 (3M/ESPE, St.Paul, MN, USA)	<u>Pasta base:</u> Pó de vidro tratado com silano, ácido 2-propenóico, 2-metil,1,10-[1-(hidroximetil)-1,2-etanodiil] éster, dimetacrilato de trietilenoglicol TEGDMA), sílica tratada com silano, fibra de vidro, persulfato de sódio e peroxi-3,5,5-trimetilhexanoato de terc-butilo. <u>Pasta catalizadora:</u> Pó de vidro tratado com silano, substituto do dimetacrilato, sílica tratada com silano, p-toluenossulfonato de sódio, ácido 1-Benzil-5-fenilbarbitúrico, sais de cálcio, dimetacrilato de 1,12-Dodecanediol, hidróxido de cálcio, e dióxido de titânio.	1. Proporções iguais de pastas de base e catalisador serão misturadas com uma espátula metálica durante 20 s; 2. A mistura será inserida no canal radicular; 3. Polimerização rápida de 20 s.
Set PP (SDI, Bayswater, Australia)	Vidro fluor-aluminosilicato, dimetacrilato de uretano, canforoquinona, monômero ácido	1. Dispensar proporções iguais de pastas base e catalizadora e misturar com uma espátula metálica durante 30 s; 2. Inserir a mistura no canal radicular; 3. Polimerização rápida durante 20 s.

Fonte: Elaboração própria.

Após a cimentação do pino de fibra, o espécime foi submetido à fotoativação com um dispositivo LED (Valo; Ultradent, South Jordan, UT, USA), posicionado a 1mm de distância da superfície do pino, na potência de 1000 mW/cm², por 40 s, em cada face do espécime.

A rodamina B (Synth, São Paulo, SP, Brazil) foi incorporada ao cimento resinoso autoadesivo e no adesivo *total-etching*, para posterior análise da extensão de formação de *tags* na dentina do espaço para pino, na proporção de 0.1% (mg/ml), conforme recomendações de Bim Júnior et al³³ onde demonstrou que os menores valores aceitáveis de rodamina B está entre 0.1 – 0.02 mg/ml necessários para gerar uma imagem na interface dentina/adesivo.

4.3 Resistência de União

Os espécimes de cada um dos protocolos de cimentação foram subdivididos em 2 subgrupos (N = 10, cada), de acordo com o período de avaliação de 24 horas e 12 meses. Nos subgrupos de 12 meses, as raízes permaneceram imersas em óleo mineral (Nujol; Mantecorp, Rio de Janeiro, RJ, Brazil), trocados mensalmente, em 37°C.

Após cada um dos períodos descritos, as raízes foram verticalmente centralizadas em uma matriz de PVC (21.3 diameter x 20.0mm length), que foram preenchidas com resina poliéster (Maxi Rubber, Diadema, SP, Brazil), mantendo 1.0mm do terço cervical sem inclusão. Os espécimes foram mantidos em repouso por 24 horas. Na sequência, os espécimes foram removidos das matrizes e seccionados perpendicularmente ao longo eixo radicular com disco diamantado adaptado em máquina de corte de tecidos duros (IsoMet 1000, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA), sob refrigeração, sendo obtida uma secção (2.0mm + 0.1 mm de espessura) dos terços cervical, médio e apical do espaço para pino, respectivamente a 1.0mm, 5.0mm e 8.0mm da superfície cervical da raiz. As espessuras das secções foram conferidas com um paquímetro digital (Mitutoyo, Suzano, SP, Brazil) e eventuais irregularidades foram removidas com lixas de carbetto de silício #1,200 (Norton, São Paulo, SP, Brazil).

As secções foram cuidadosamente lavadas, secas e submetidas ao teste de *push-out* com máquina de ensaio universal (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brazil), na velocidade de 0.5mm/min, adaptada com célula de carga 5kN. Para o deslocamento do conjunto pino de fibra e sistema de cimentação foram utilizados

crosshead com diâmetros de 1.2mm, 0.9mm, e 0.5 mm, respectivamente, para os terços cervical, médio e apical do espaço para pino. A força requerida foi obtida em N (Newton) e transformada em resistência de união (MPa), considerando a superfície de adesão, conforme descrito por Magro et al.³⁴

4.4 Análise do Padrão de Fratura

Após o teste de *push-out*, as faces cervicais de cada secção, obtidas nos períodos de 24 horas e 12 meses, foram analisadas em estereomicroscópio, (M125; Leica Microsystems, São Paulo, SP, Brazil), com magnificação de 20x, para avaliar a incidência do padrão de fratura, conforme descrito por Ramos et al.³⁵: tipo 1 (adesiva 1): quando ocorre entre o pino e o cimento; tipo 2 (adesiva 2): entre dentina e cimento; tipo 3 (coesiva): dentro do cimento, e tipo 4 (misto): quando ocorrem falhas adesivas e coesivas juntas.

4.5 Formação de Tags

Uma imagem de cada secção foi obtida em microscopia confocal a laser (LSM 800 Airyscan; Carl Zeiss, Oberkochen, GER), com magnificação de 10x. Os comprimentos de onda de absorção e emissão para a Rodamina B foram de 540nm e 494nm, respectivamente. Quarenta mensurações (em μm) da maior extensão de formação de *tags* na dentina do perímetro do espaço para pino foram obtidas por meio do *software* Image J (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA), e a média aritmética destas mensurações foi definida como a extensão de formação de *tags* para o *slice* em análise.

4.6 Análise Estatística

Os dados obtidos na avaliação da resistência de união e extensão de formação de *tags* foram, inicialmente, submetidos ao teste de Shapiro-Wilk, para averiguar a homocedasticidade dos dados. Em seguida, foram submetidos aos testes de ANOVA *one way* e Tukey ($P = 0.05$). A análise do padrão de fratura foi apresentada sob a forma de frequência.

5 RESULTADO

Após a análise dos dados, os resultados para a resistência de união, padrão de fratura e formação de *tags* serão descritos.

5.1 Resistência de União

A resistência de união foi avaliada entre os sistemas de cimentação utilizados e entre os terços dos sistemas de cimentação.

5.1.1 Entre sistemas de cimentação

No período de 24 horas, os terços cervical e médio do espaço para pino, ARC demonstraram maiores valores de resistência de união ($P < 0.05$). MCE, RU2, SPP e MGL demonstraram similares valores de resistência entre si ($P > 0.05$). Por outro lado, no terço apical, ARC apresentou o maior valor de resistência de união ($P < 0.05$), mas apenas SPP e MGL demonstraram os menores valores de resistência de união ($P < 0.05$), que foram iguais entre si ($p > 0.05$).

No período de 12 meses, independentemente do terço avaliado, ARC demonstrou o maior valor de resistência de união em relação aos demais sistemas de cimentação ($P < 0.05$). MCE, RU2, SPP e MGL foram similares entre si ($P > 0.05$). A Tabela 1 demonstra a média e desvio padrão dos valores de resistência de união (em MPa) dos sistemas de cimentação, nos terços do espaço para pino de fibra, em função dos períodos de análise.

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos valores de resistência de união (em MPa) dos sistemas de cimentação, nos terços do espaço para pino de fibra, em função dos períodos de avaliação

		MCE	RU2	SPP	MGL	ARC
24h	Cervical	13.96 $\pm$ 0.98 ^b	14.57 $\pm$ 1.23 ^b	13.43 $\pm$ 1.01 ^b	13.49 $\pm$ 0.541 ^b	16.47 $\pm$ 0.88 ^a
	Médio	13.81 $\pm$ 0.58 ^b	14.08 $\pm$ 0.58 ^b	13.48 $\pm$ 0.63 ^b	13.38 $\pm$ 0.69 ^b	15.20 $\pm$ 0.71 ^a
	Apical	13.54 $\pm$ 0.43 ^b	13.81 $\pm$ 0.56 ^b	12.49 $\pm$ 0.94 ^c	12.58 $\pm$ 0.78 ^c	14.90 $\pm$ 0.76 ^a
12m	Cervical	11.91 $\pm$ 0.63 ^b	11.97 $\pm$ 0.82 ^b	11.59 $\pm$ 0.62 ^b	11.75 $\pm$ 0.62 ^b	13.03 $\pm$ 0.98 ^a
	Médio	11.64 $\pm$ 0.82 ^b	11.86 $\pm$ 0.62 ^b	11.54 $\pm$ 0.60 ^b	11.63 $\pm$ 0.53 ^b	12.97 $\pm$ 0.62 ^a
	Apical	11.33 $\pm$ 0.50 ^b	11.42 $\pm$ 0.63 ^b	11.32 $\pm$ 0.71 ^b	11.38 $\pm$ 0.59 ^b	12.23 $\pm$ 0.52 ^a

^{abc} Diferentes letras na mesma linha demonstram diferenças significantes ($P < 0.05$). MCE, MaxCem Elite; RU, Relyx U200; SPP, Set PP; MGL, Megalink; ARC, Relyx ARC.

Fonte: Elaboração própria.

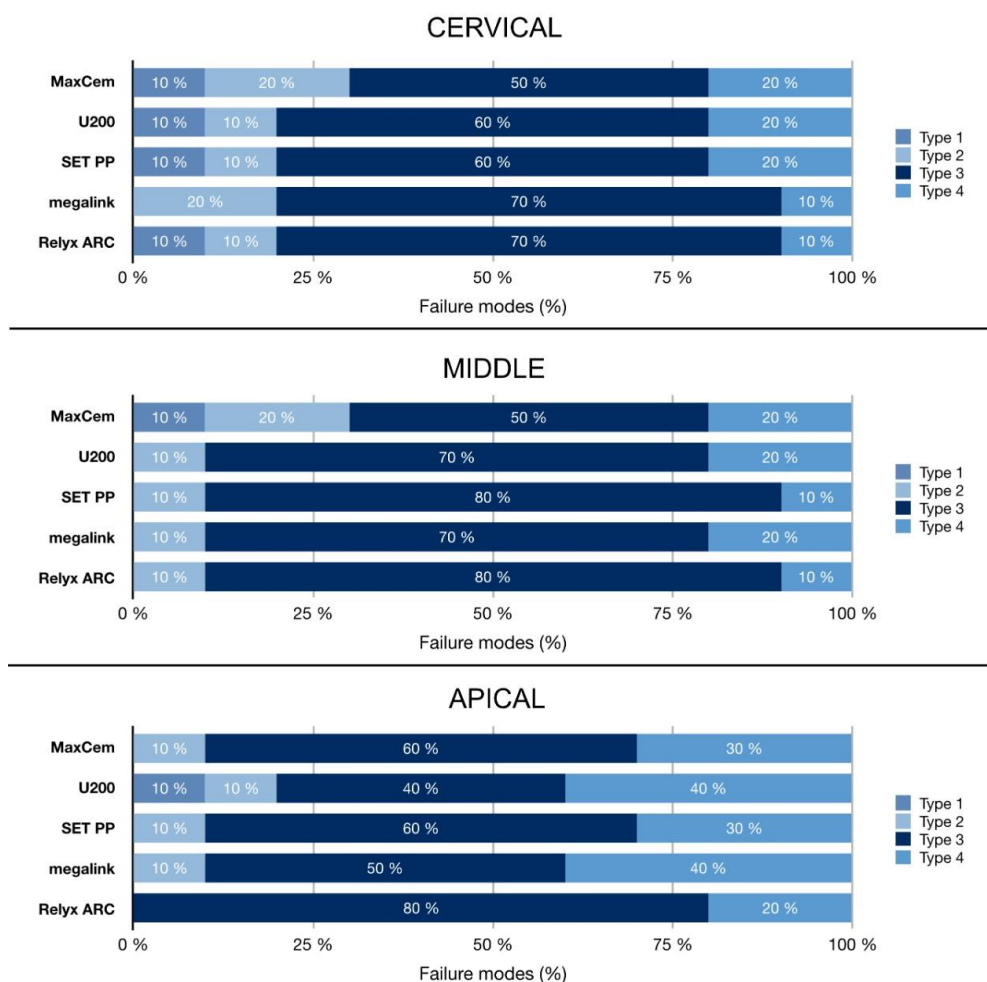
5.1.2 Entre os terços dos sistemas de cimentação

Em todos os sistemas de cimentação, houve redução da resistência de união em todos os terços do espaço para pino, após 12 meses ($P < 0.05$).

5.2 Padrão de Fratura

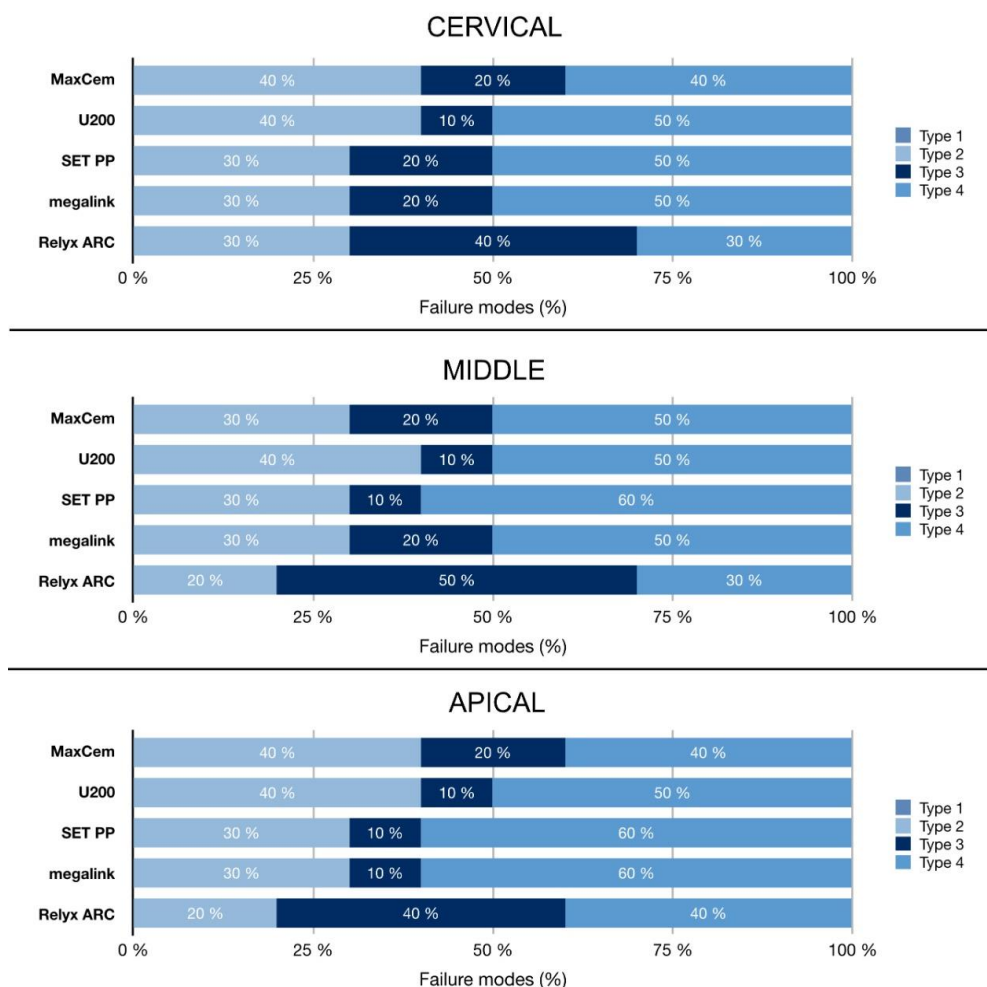
No período de 24 horas, o padrão de fratura coesiva foi a de maior incidência, independentemente do sistema de cimentação e terço do espaço para pino. Entretanto, no período de 12 meses, a fratura mista foi a de maior incidência entre os sistemas de cimentação, com exceção no ARC, em que a fratura coesiva foi a de maior incidência em todos os terços. As figuras 1 e 2 demonstram esses dados.

Figura 1 – Padrão de fratura no período de 24 horas



Fonte: Elaboração própria.

Figura 2 – Padrão de fratura no período de 12 meses

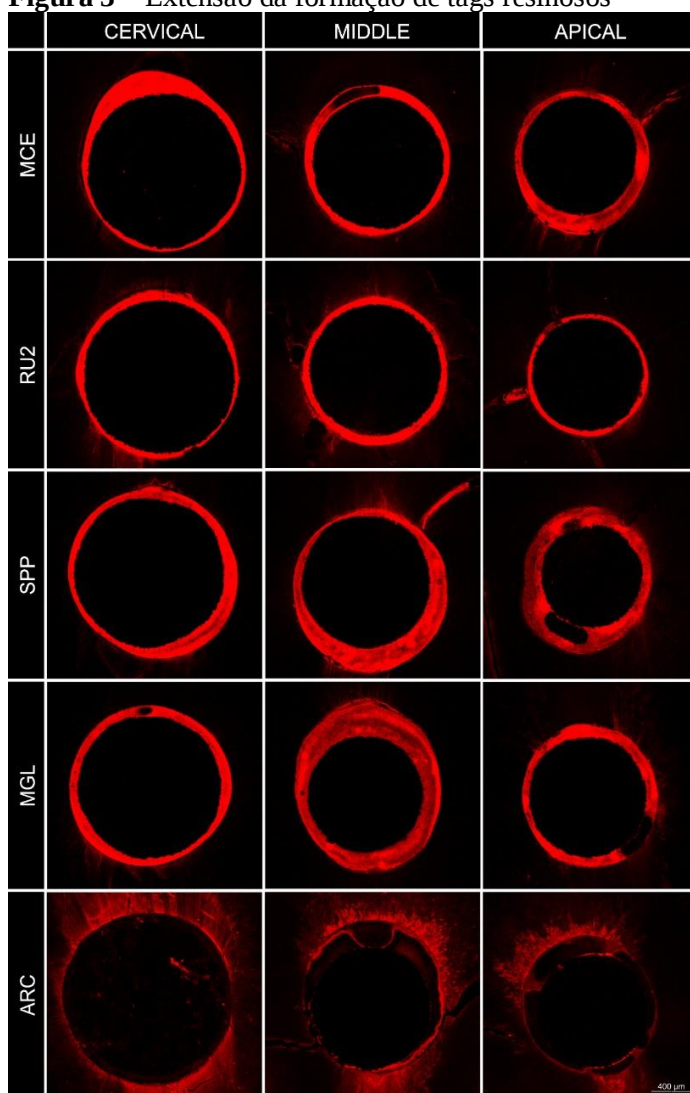


Fonte: Elaboração própria.

5.3 Formação de Tags

Independentemente do terço do espaço para pino avaliado, o sistema de cimentação ARC proporcionou a maior extensão de formação de *tags* na dentina do espaço para pino ($P < 0.05$). MCE, SET PP e MGL demonstraram a menor extensão de formação de *tags* ($P < 0.05$), porém similares entre si ($P > 0.05$).

A extensão de *tags* formados no terço apical foi menor que nos terços cervical e médio do espaço para pino, independentemente do sistema de cimentação ($P < 0.05$). Não houve diferença na extensão de *tags* formados entre os terços cervical e médio do espaço para pino ($P > 0.05$). A figura 3 demonstra esses dados.

Figura 3 – Extensão da formação de tags resinosos

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 2 demonstra a média e desvio padrão dos valores da extensão de tags formados (em μm) entre os sistemas de cimentação e os terços do espaço para pino, na dentina radicular no período de 24 horas.

Tabela 2 - Média e desvio padrão dos valores da extensão de tags formados (em μm) entre os sistemas de cimentação e os terços do espaço para pino, na dentina radicular no período de 24 horas.

	MCE	RU2	SPP	MGL	ARC
Cervical	30.12 ± 2.70^{cA}	47.56 ± 6.18^{bA}	23.06 ± 3.18^{cA}	25.66 ± 5.20^{cA}	217.90 ± 20.44^{aA}
Médio	29.69 ± 2.72^{cA}	43.18 ± 3.33^{bA}	22.21 ± 1.29^{cA}	25.07 ± 2.44^{cA}	206.18 ± 14.25^{aA}
Apical	22.54 ± 3.12^{cB}	33.39 ± 3.66^{bB}	18.60 ± 0.93^{cB}	19.35 ± 1.26^{cB}	182.20 ± 0.65^{aB}

^{abc} Diferentes letras minúsculas na mesma linha e ^{AB} diferentes letras maiúsculas na mesma coluna indicam diferenças significativa ($P < 0.05$). MCE, MaxCem Elite; RU2, Relyx U200; SPP, Set PP; MGL, Megalink; ARC, Relyx ARC.

Fonte: Elaboração própria.

6 DISCUSSÃO

O sistema de cimentação convencional RelyX ARC para pinos de fibra de vidro apresentou os maiores valores de resistência adesiva, nos períodos de 24 horas e 12 meses e, maior extensão dos *tags* de resina na dentina do perímetro do espaço para pinos, quando comparado com os cimentos resinosos autoadesivos MaxCem Elite, Relyx U200, Set PP e Megalink testados no presente estudo. Dessa maneira, as hipóteses nulas 1 e 2 testadas foram rejeitadas (H_01 e H_02).

Para verificar a força de adesão de pinos de fibra vidro cimentados o teste *push-out* é um ensaio mecânico muito utilizado^{13,36} o que permite a avaliação da resistência ao longo dos terços do canal radicular, simplificando o cálculo da área adesiva. Em um comparativo com o teste de microtração, o *push-out* apresentou melhor eficiência para avaliação da resistência de união entre o pino e as paredes do canal radicular³⁷ justificando a escolha por este teste neste trabalho. Os cimentos autoadesivos são formados por monômero mono-, di- e/ou multi-metacrilatos, assim como os cimentos convencionais. Para promover a desmineralização, os cimentos autoadesivos utilizam monômeros ácidos-funcionais que reagem com o substrato promovendo um seletivo condicionamento da dentina³⁸. À medida que essa desmineralização progride, seu baixo pH inicial é gradualmente neutralizado pelo encontro desses monômeros ácidos com a hidroxiapatita da estrutura dental³⁹⁻⁴³. Contudo, apesar desse baixo pH, uma limitada desmineralização da dentina subjacente foi relatada para os cimentos autoadesivos, não sendo suficiente para promover resistência adesiva similar a de um cimento resinoso convencional^{5,11,19,21,44-49}.

O uso de sistemas adesivos condiciona-e-lava previamente aos cimentos resinosos convencionais, favorece na resistência adesiva dos mesmos e na maior extensão dos *tags* de resina no substrato dentinário. O condicionamento com ácido fosfórico, necessário na técnica, é capaz de remover a *smear layer* e desmineralizar a dentina subjacente, permitindo a infiltração do adesivo na rede de colágeno e então a formação de uma cada híbrida mais integrada e regular, o que auxilia a retenção micromecânica⁵⁰.

No presente estudo, o cimento resinoso convencional RelyX ARC apresentou os maiores valores de resistência de união. Esses resultados estão de acordo com os estudos anteriores que relataram maior capacidade de adesão à dentina para o RelyX ARC em comparação com diferentes cimentos autoadesivos^{45,46,48,51}. Entretanto, um

estudo que comparou a resistência de união de um cimento resinoso dual (RelyX ARC) com dois cimentos resinosos autoadesivos (RelyX Unicem e Maxcem), na cimentação de pinos de fibra de vidro⁵², demonstrou resultados conflitantes, uma vez que o valor da resistência de união do RelyX Unicem foi estatisticamente maior quando comparado ao cimento resinoso RelyX ARC. Porém, ao analisar os resultados do cimento autoadesivo Maxcem (versão anterior ao Maxcem elite, utilizado no presente estudo), foi associado a um menor valor de resistência de união. No entanto, esse estudo foi realizado em dentes bovinos que não foram submetidos a nenhum processo de envelhecimento, apenas sendo armazenados em água destilada a 37° C, por 7 dias, antes dos testes. Revisões sistemáticas demonstram existir superioridade da resistência de união dos cimentos autoadesivos³¹ ou a equivalência dos resultados⁵³ quando comparados aos cimentos convencionais. Porém, os resultados das revisões sistemáticas realizadas devem ser interpretados com cautela por possuírem artigos com alto grau de heterogeneidade e risco de viés, como relatam os autores Skupien et al.⁵³ E Sarkis-Onofre et al.³¹ Além disso, houve predomínio de um cimento resinoso autoadesivo (RelyX Unicem - 3M ESPE, Seefeld, Germany) nos estudos incluídos e, isso deve ser levado em consideração ao comparar o cimento resinoso convencional com os outros cimentos autoadesivos devido à variedade de cimentos existentes no mercado.

Embora o envelhecimento por 12 meses em óleo mineral à 37°C, com trocas mensais, tenha causado diminuição nos valores de resistência de união para todos os cimentos estudados, RelyX ARC continuou demonstrando o maior valor de resistência de união em relação aos demais sistemas de cimentação ($P < 0.05$) sendo MCE, RU2, SPP e MGL similares entre si ($P > 0.05$) independente do terço avaliado. Resultados semelhante foram encontrados em estudos que realizaram envelhecimento térmico, em que há tendência à diminuição da resistência adesiva dos cimentos resinosos, principalmente os autoadesivos⁵⁴.

Ao analisar as extensões dos *tags* resinosos dos cimentos resinosos autoadesivos em comparação ao sistema convencional, os valores para o RelyX ARC foram significativamente maiores ($P < 0,05$) em comparação aos cimentos autoadesivos MCE, SPP e MGL, que demonstraram a menor extensão de formação de *tags* ($P < 0.05$), porém similares entre si ($P > 0.05$). Já o cimento RU2, apresentou um valor intermediário, diferente dos demais. Esses achados podem ser justificados por estudos anteriores que demonstraram que a interação entre a superfície dental e

o cimento autoadesivo é superficial e irregular, incapaz de formar camada híbrida consistente, gerando *tags* resinosos menores quando comparados ao sistema de cimentação convencional cimento⁴⁴. Os valores das extensões dos *tags* resinosos encontrados no terço apical foram menores que nos terços cervical e médio, independentemente do sistema de cimentação ($P < 0.05$).

Cimentos resinosos duais têm sido recomendados para cimentação de pinos de fibra de vidro devido à dificuldade de acesso da luz nas áreas mais profundas durante a fotopolimerização, não garantindo adequada conversão polimérica⁵². No entanto, é relatado que a reação química não é capaz de compensar totalmente a baixa polimerização na região apical⁵⁵. É sabido que o acesso às porções apicais apresenta maior dificuldade devido à própria conformação anatômica e características morfológicas da dentina radicular que apresenta maior número de túbulos dentinários e, conseqüentemente, menor quantidade de dentina intertubular, o que explicaria uma menor força de adesão no terço apical comparada ao terço cervical^{56-58,13} conseqüentemente, menor extensão dos *tags* de resina. Alguns autores afirmam que o aumento da resistência de união está diretamente relacionado ao aumento da densidade dos túbulos dentinários⁵⁸⁻⁶⁰. Seria de se esperar uma redução da força de união em direção ao terço apical, visto que a densidade dos túbulos dentinários é menor neste terço quando comparada aos terços médio e cervical⁶¹. No entanto, isso não foi observado em alguns estudos que relataram valores maiores no terço apical quando comparado aos outros terços^{62,39}, uma vez que a espessura do cimento interfere na resistência de união. Amiri et. al.⁶² utilizaram pinos de fibra com paredes paralelas, em canais cônicos, assim uma camada mais espessa de cimento na região cervical e média, aumentou a chance de falhas. Já o trabalho realizado por Bitter et. al.³⁹ demonstrou que o fato da região apical possuir menor quantidade de túbulos dentinários, o maior teor de umidade dentro do canal radicular levou a valores reduzidos de força de ligação na região cervical e média. Isso provavelmente se deve à maior tolerância à umidade do cimento autoadesivo, uma vez que a água é formada durante a reação de neutralização do cimento⁶³. Ao analisarmos os valores de resistência adesiva do terço apical dos cimentos testados no presente estudo, é possível observar que a diferença dos valores médios entre os terços cervical e apical, é maior para o RelyX ARC. Fato esse também é passível de ser justificado devido à dificuldade de completa polimerização/controle do sistema adesivo aplicado anteriormente^{64,65}.

Após o teste de *push-out*, as faces cervicais de cada secção, obtidas nos períodos de 24 horas e 12 meses, foram analisadas para avaliar a incidência do padrão de fratura. A microscopia confocal a laser foi empregada devido à capacidade de fornecer informações detalhadas sobre a distribuição da resina na interface dente/adesivo⁶⁶. No período de 24 horas, o padrão de fratura coesiva foi a de maior incidência, independentemente do sistema de cimentação e terço do espaço para pino. Entretanto, no período de 12 meses, a fratura mista foi a de maior incidência entre os sistemas de cimentação, com exceção no RelyX ARC, em que a fratura coesiva foi a de maior incidência em todos os terços. Assim como o resultado desse estudo, resultados encontrados na literatura relatam a predominância de falhas mistas e coesivas dos cimentos estudados^{42,67}. Assim como o trabalho realizado por Piwowarczyk et al.⁴² que demonstraram que os cimentos com maiores valores de resistência de união eram os que possuíam taxas de falha coesivas, o nosso estudo demonstrou que o cimento resinoso RelyX ARC tanto no período de 24 horas quanto no período de 12 meses, apresentou o predomínio de falhas coesivas. A alteração de fraturas coesivas, no período de 24 horas para os demais cimentos, para fratura mista no período de 24 horas, pode ter ocorrido pela associação com a diminuição da resistência de união desses cimentos.

De forma geral, utilizando qualquer tipo de cimento resinoso, é necessário não negligenciar a sensibilidade da técnica utilizada para cada tipo de cimento. O uso correto irá fazer com que a cimentação do pino e do tratamento posterior perdure por muito tempo, protegendo esse elemento de cargas mastigatórias, devolvendo a função e a estética.

Assim sendo, este trabalho demonstrou semelhança de resultados entre os cimentos autoadesivos e um valor maior para o sistema adesivo associado ao cimento convencional. As limitações deste estudo incluem o fato de que os espécimes não foram submetidos a nenhum processo de fadiga mecânica. Porém, a análise de materiais restauradores "in vitro" tem sido uma prática constante em função das dificuldades da avaliação "in vivo". Estas pesquisas são realizadas com o intuito de observar a eficiência dos materiais restauradores e, também, de antecipar a forma com a qual se comportarão clinicamente.

7 CONCLUSÃO

A resistência de união diminuiu em todos os sistemas de cimentação, mas não há diferença entre os valores no teste de *push-out* entre os cimentos resinosos autoadesivos, após 12 meses. Entretanto, o sistema com cimento resinoso convencional e adesivo *total-etching*, de 3 passos (ARC), demonstra maior resistência de união do que o sistemas de cimentação autoadesivos, independentemente do período de análise.

REFERÊNCIAS*

1. Lima LRC. Influência do sistema de cimentação adesiva e da fonte de luz fotoativadora na resistência à extrusão de pinos de fibra de vidro [dissertação mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2009.
2. Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive postendodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater.* 2002; 18(8): 596-602.
3. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent.* 1999; 27(4): 275-8.
4. Roberts HW, Leonard DL, Vandewalle KS, Cohen ME, Charlton DG. The effect of a translucent post on resin composite depth of cure. *Dent Mater.* 2004; 20(7): 617-22.
5. Goracci C, Grandini S, Bossù M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *J Dent.* 2007; 35(11): 827-35.
6. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Carvalho RM, Russell CM. Bond strength versus dentine structure: a modelling approach. *Arch Oral Biol* 1995; 40(12): 1109-18.
7. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2004; 20(10): 963-71.
8. Ferrari M, Mannocci F. A 'one-bottle' adhesive system for bonding a fiber post into a root canal: an SEM evaluation of the post-resin interface. *Int Endod J.* 2000; 33(4): 397-400.
9. Sá TCM, Akaki E, Sá JCM. Pinos estéticos: qual o melhor sistema? *Arquiv Bras Odontologia.* 2010; 6(3): 179-84.
10. Bell AM, Lassila LV, Kangasniemi I, Vallittu PK. Bonding of fiber einforced composite post to root canal dentin. *J Dent.* 2005; 33(7): 533-9.
11. Kececi AD, Ureyen Kaya B, Adanir N. Micro-push-out bond strengths of four fiber-reinforced composite post systems and 2 luting materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol OralRadiol Endont.* 2008; 105(1): 121–8.
12. Souza TR, Filho JCBL, Beatrice LCS. Cimentos auto-adesivos: eficácias e controvérsias. *Rev Dent on line.* 2011; 10(21): 20-5.
13. Pereira JR, Oliveira MT, Neto EMR, Valle AL, Ghizoni JS, Honório HM et al. Avaliação da resistência ao cisalhamento por extrusão (push-out) de pinos de fibra de vidro cimentados com diferentes cimentos resinoso em um ambiente úmido. *RFO.* 2011; 16(3): 287-93.
14. Boone KJ, Murchison DF, Schindler WG, Walker III, WA. Post retention: the effect of sequence of post-space preparation, cementation time, and different sealers. *J Endod.* 2001; 21(12): 768-771.

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

15. Ozcan E, Çapar ID, Çetin AR, Tunçdemir AR, Aydınbelg HA. The effect of calcium silicate-based sealer on the push-out bond strength of fibre posts. *Aust Dent J*. 2012; 57(2): 166–170.
16. Bergoli CD, Amaral M, Boaro LC, Braga RR, Valandro LF. Fiber post cementation strategies: effect of mechanical cycling on push-out bond strength and cement polymerization stress. *J Adhes Dent*. 2012; 14(5): 471-8.
17. Melo RM, Galhano G, Barbosa SB, Valandro LF, Pavanelli CA, Bottino MA. Effect of type of adhesive system and tooth region on the bond strength to dentin. *J Adhes Dent*. 2008; 10(2): 127-33.
18. Pereira JR, Valle AL, Ghizoni JS, Só MV, Ramos MB, Lorenzoni FC. Evaluation of push-out bond strength of four luting agents and SEM observation of the dentine/fiberglass bond interface. *Int Endod J*. 2013; 46(10): 982-92.
19. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent*. 2008; 10(4): 251-8.
20. Ferracane J. L, Stansbury, J.W. Burke, F. J. Self adhesive resin cements. Chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil*. 2011; 38(4): 295-314.
21. Monticelli F, Osorio R. et al. Limited decalcification/diffusion of self-adhesive cements into dentin. *J Dent Res*. 2008; 87(10): 974-9.
22. Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil JP, Neumann K, Kielbassa AM. Effects to luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. *Int Endod J*. 2006; 39(10): 809-818.
23. Kurtz JS, Perdigao J, Geraldini S, Hoges JS, Bowles WR. Bond strengths of tooth colored posts effect of sealer, dentin adhesive and root region. *Am J Dent*. 2003; 16(9): 31A-6A.
24. Marchesi G, Mazzoni A, Turco G, Cadenaro M, Ferrari M, Di Leonarda R, Breschi L. Aging effects the adhesive interface of post luted with self-adhesive cements: A 1-year study. *J Adhes Dent*. 2012; 15(2): 173-180.
25. Cardoso R. M. et al. Influência do cimento resinoso sobre a adesão de pinos intrarradiculares estéticos. *Rev ABO Nac*. 2011; 19(2): 101-7.
26. Sampaio P. M, Maia E. A. V, Dobranszki N. P. D. C. Cimentos resinosos autoadesivos: revisão de literatura. *Rev Odontol Planalto Central*. 2013; 3(2): 14-20.
27. Amaral, M. et al. Multi-step adhesive cementation versus one-step adhesive cementation: push-out bond strength between fiber post and root dentin before and after mechanical cycling. *Genl Dent*. 2010; 59(5): 185-91.
28. Gomes GM, Gomes OM, Reis A, Gomes JC, Loguercio AD, Calixto AL. Regional bond strengths to root canal dentin of fiber posts luted with three cementation systems. *Braz Dent J*. 2011; 22(6):460-7.
29. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J*. 2011; 56(6):77-83
30. 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.

31. Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moreas RR, Pereira-Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Oper Dent*. 2014; 39(1): 31-44.
32. Aranda-Garcia AJ, Kuga MC, Vitorino KR, Chávez-Andrade GM, Duarte MA, Bonetti-Filho I et.al. 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*. 2013; 76(5): 533-7.
33. Bim Júnior O, Cebim MA, Atta MT, Machado CM, Francisconi-Dos-Rios LF, Wang L. Determining Optimal Fluorescent Agent Concentrations in Dental Adhesive Resins for Imaging the Tooth/Restoration Interface. *Microsc Microanal*. 2017; 23(1): 122-130.
34. Magro MG, Kuga MC, Aranda-Garcia AJ, Victorino KR, Chávez-Andrade GM, Faria G, Keine KC, Só MV. 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*. 2015; 48(5): 478-83.
35. 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*. 2017; 44(1) 173–178.
36. Teixeira CS, Pasternak-Junior, Borges AH, Paulino SM, Sousa-Neto. Influence of endodontic sealers on the bond strength of carbon fiber post. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2008; 84(2):430-5.
37. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, Tat F, Ferrari M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci*, 2004; 112(4): 353-361.
38. Abo-Hamar SE, Hiller KA, Jung H, Federlin M, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of a new universal selfadhesive resin luting cement to dentin and enamel. *Clin Oral Investig*. 2005; 9(3):161–167.
39. Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil J. P, Neumann K, Kielbassa A. M, Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. *Int Endod J*. 2006; 39(10): 809–818.
40. Gerth H. U, Dammaschke T, Zuchner H, Schafer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites--a comparative study. *Dent Mater*. 2006; 22(10): 934-941.
41. Manso A.P, Silva N. R. F. A, Bonfante E. A, Pegoraro T. A, Dias R. A, Carvalho R. M. Cements and Adhesives for All-Ceramic Restorations. *Dent Clin N Am*. 2011; 55(2): 311-332.
42. Piwowarczyk A, Bender R, Ottl P, Lauer HC. Long-term bond between dual-polymerizing cementing agents and human hard dental tissue. *Dent Mater*. 2007; 23(2): 211–217.
43. Walter R, Miguez P.A, Pereira P.N. Microtensile bond strength of luting materials to coronal and root dentin. *J Esthet Restor Dent*. 2005; 17(3): 165-171.

44. Al-Assaf K, Chakmakchi M, Palaghias G, Karanika-Kouma A, Eliades G. Interfacial characteristics of adhesive luting resins and composites with dentine. *Dent Mater.* 2007; 23(7): 829–839.
45. Hiraishi N, Yiu CK, King NM, Tay FR. Effect of pulpal pressure on the microtensile bond strength of luting resin cements to human dentin. *Dent Mater.* 2009; 25(1): 58–66.
46. Hiraishi N, Yiu CK, King NM, Tay FR. Effect of 2 % chlorhexidine on dentin microtensile bond strengths and nanoleakage of luting cements. *J Dent.* 2009; 37(6): 440–448.
47. Rathke A, Haj-Omer D, Muche R, Haller B. Effectiveness of bonding fiber posts to root canals and composite core build-ups. *Eur J Oral Sci.* 2009; 117(5): 604-10.
48. 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): 306–312
49. Yang B, Ludwig K, Adelung R, Kern M. Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. *Dent Mater.* 2006; 22(1): 45–56.
50. Suzuki TY, Godas AG, Guedes AP, Catelan A, Pavan S, Briso AL, et al. Microtensile bond strength of resin cements to caries-affected dentin. *J Prosthet Dent.* 2013; 110(1): 47-55.
51. Holderegger C, Sailer I, Schuhmacher C, Schläpfer R, Hämmerle C, Fischer J. Shear bond strength of resin cements to human dentin. *Dent Mater.* 2008; 24(7): 944–950.
52. Soares C. J, Pereira J. C, Valdívila A. D. C. M, Novais V. R, Meneses M. S. Influence of resin cement and post configuration on bond strength to root dentine. *Int Endod J.* 2012; 45(2): 136–145.
53. Skupien JA., et al. A systematic review of factors associated with the retention of glass fiber post. *Res Oral Braz.* 2015; 29(6); 29.1.
54. Mazzoni A, Marchesi G, Cadenaro M, Mazzotti G, Di Lenarda R, Ferrari M, Breschi L. Push-out stress for fiber posts luted using different adhesive strategies. *Eur J Oral Sci.* 2009; 117(4): 447-453
55. Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Bonding of photo and dual-cure adhesives to root canal dentin. *Oper Dent.* 2003; 28(5): 543–51.
56. Mauricio PJ, Gonzalez-Lopez S, Aguilar-Mendoza JA, Félix S, González-Rodríguez MP. Comparison of regional bond strength in root thirds among fiberreinforced posts luted with different cements. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2007; 83(2): 364–72.
57. Onay EO, Korkmaz Y, Kiremitci A. Effect of adhesive system type and root region on the push-out bond strength of glass-fibre posts to radicular dentin. *Int End J.* 2010; 43(4): 259–68.
58. Wang VJ, Chen YM, Yip KH, Smales RJ, Meng QF, Chen L. Effect of two fiber post types and two luting cement systems on regional post retention using the push-out test. *Dent Mater.* 2008; 24(3): 372-7.

59. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha J. C, Krejci I, Meyer J. M, Pashley D. H, Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dental Materials*. 2003; 19(3): 199–205.
60. Prado N. A, Ferreira R. S, Maurício M. H. P, Paciornik S, Miranda M. S. Influence of the cement film thicknes on the push-out bond strength of glass fiber post cemented in human root canals. *Int J Dent*. 2016; 10(4): 80-7.
61. 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,” *Journal of Endodontics*. 2001; 27(5): 321–4.
62. Amiri E M, Balouch F, Atri F. Effect of self-adhesive and separate etch adhesive dual cure resin cements on the bond strength of fiber post to dentin at diferente parts of the root. *Of Dentistry, J Dent (Tehran)*. 2017; 14(3): 153-8.
63. Zicari F, Couthino E, De Munck J, Poitevin A, Scotti R, Naert I, et al. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. *Dent Mater*. 2008; 24(7): 967-77.
64. Calixto L. R, Bandéca M. C, Silva F. B, Rastelli N. S, Porto-neto S. T, Andrade M. F. Effect of light-curing units on push-out fiber post bond Strength in root canal dentin. *Laser Physics*. 2009; 19(8): 1867–71.
65. Braga RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with diferente activation modes. *J Oral Rehabil*. 2002; 29(3): 257-262.
66. Ding PGF, Wolff D, Pioch T, Staehle HJ, Dannewitz B. Relationship between microtensile bond strenght and nanoleakage at the composite-dentin interface. *Dent Mater*. 2009; 25(1): 135-41.
67. Sarr M, Mine A, De Munck J, Cardoso MV, Kane AW, Vreven J, Van Meerbeek B, Van Landuyt KL. Immediate bonding effectiveness of contemporary composite cements to dentin. *Clin Oral Invest*. 2010; 14(5): 569–577.

**Autorizo a reprodução deste trabalho
(Direitos de publicação reservado ao autor)**

Araraquara, 3 de Dezembro de 2022

João Victor Pereira Machado