

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

PATRICIA MARIA ESCOBAR DE KEGLER

**Influência do remanescente de medicação intracanal na
resistência de união e na formação da interface adesiva de
cimentos obturadores à base de resina epóxica e de compostos
biocerâmicos**

**Ribeirão Preto
2021**

PATRICIA MARIA ESCOBAR DE KEGLER

**Influência do remanescente de medicação intracanal na
resistência de união e na formação da interface adesiva de
cimentos obturadores à base de resina epóxica e de compostos
biocerâmicos**

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

Orientador: Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto

Ribeirão Preto

2021

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

Assinatura do autor: _____ Data: ____/____/2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Kegler, Patricia Maria Escobar de

Influência do remanescente de medicação intracanal na resistência de união e na formação da interface adesiva de cimentos obturadores à base de resina epóxica e de compostos biocerâmicos. Ribeirão Preto, 2021.

93p.: il.;30cm

Tese de doutorado, apresentada na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP-USP), área de concentração: Odontologia Restauradora – área Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto

1. Medicação intracanal.
2. Resistência de união.
3. Cimentos obturadores.
4. Biocerâmicos.
5. Hidróxido de cálcio.

FOLHA DE APROVAÇÃO

KEGLER, PME. **Influência do remanescente de medicação intracanal na resistência de união e na formação da interface adesiva de cimentos obturadores à base de resina epóxica e de compostos biocerâmicos.** 2021. 93p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____



Este trabalho de pesquisa foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Endodontia do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Dedicatória



A **Deus**, todo poderoso, que ilumina o meu caminho, dá luz à minha vida e me abençoa diariamente!

À minha Família, **Eugenio, Stefanie e Gabriel**. Vocês são tudo para mim. Muito obrigado pelo amor, carinho, compreensão durante minhas ausências, apoio incondicional e por sempre estarem presentes em cada momento da minha vida. A vocês, eu dedico hoje, tudo o que conquistei.

A meus pais, **Julio e Itha** meus grandes exemplos, por todo amor, carinho e dedicação que me deram. Por sempre apoiar e incentivar meus estudos, se orgulhando das minhas conquistas.

A meus irmãos, **Rossana e Brad** e família, **Joule e Claudia**, por todo apoio, amor, companheirismo e confiança. Pelas melhores palavras de alento e sorrisos, pela compreensão, incentivo e apoio nos momentos difíceis.

À minha família **Kegler Pangrazio, Emilio, Nilse, Karen e família, Marcelo e Família, Vania e Ariel, Kristel e família**, por me receberem como membro da família e me ensinarem sobre a vida e seus diferentes prismas. Por sempre estar ao meu lado, me direcionando e dando todo o suporte necessário para concluir esta caminhada!

Minha eterna gratidão!

Agradecimentos



Ao meu orientador, **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto**, pela confiança, oportunidade de aprendizado e por todas as orientações, fundamentais para a conclusão dessa etapa. Por me inspirar e pelos ensinamentos e críticas sendo fundamental para minha formação e crescimento pessoal e profissional. Minha eterna gratidão!

Ao **Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora**, exemplo de pesquisador inventivo e perspicaz. Admiração por seu trabalho, sabedoria e cultura.

Ao **Prof. Dr. Jardel Francisco Mazzi Chaves**, pela disposição, solicitude e colaboração em todas as fases de elaboração desse trabalho. Obrigado!

Aos amigos **Alice Silva Sousa, Fabiane Carneiro Lopes, Igor Petean e Rafael Camargo**, por todo auxílio nas diferentes etapas desse trabalho, pelo apoio e incentivo, sem os quais a conclusão dessa tarefa não seria possível.

Aos professores do Departamento de Odontologia Restauradora, **Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva, Prof. Dr. Antonio Miranda da Cruz Filho, Prof. Dr. Ricardo Novak Savioli, Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan, Prof^a. Dr^a. Regina Guenka Palma Dibb e Prof^a. Dr^a. Aline Evangelista de Souza Gabriel**, pelo convívio agradável e experiências compartilhadas.

À **Prof^a. Dr^a. Yara Teresinha Corrêa Silva Sousa**, coordenadora do programa de pós-graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, pelos conhecimentos compartilhados, pela disponibilidade e por sempre me receber com muito carinho. E, em especial, juntamente com o **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto** e a **Alice Corrêa Silva Sousa**, pelo carinho e convívio social agradáveis, com o qual sempre me receberam em sua casa.

Aos amigos da minha **Equipe ENDOEFA Vicente, Carlos e Tania**, pela colaboração, auxílio e estímulo constante. Muito obrigado!

Aos amigos da pós-graduação **Vicente Reinaldo Fretes Paulo André Yamin, Rodrigo Dantas Pereira, Caroline Borges, Fabiane Carneiro Lopes,**

Fillipe Mendes, Rafael Assis, Thais Oliveira, Bruno Monguilhott Crozeta, Isadora Mello Vilarinho Soares, Caroline Cristina Borges, Bárbara Braga Jobim, Amanda Buosi de Biagi, Fillipe Mendes Silva, Gabriela Gabilan Hadid e Vitor Luís Ribeiro, pela convivência agradável e pelas trocas de experiências sempre com espírito colaborativo.

A minhas amigas, **Pamela, Lore, Ana, Silvia, Ceci, Leila, Regi, Giova y Vero**, obrigado por estar sempre presente, mesmo que de longe, em todos os momentos da minha. Pelo constante estímulo nessa etapa e pelas décadas de convívio e sólida amizade, sou eternamente grato à nossa amizade.

Aos funcionários, **Reginaldo Santana, Débora Fernandes Costa Guedes, Luiza Godoi Pitol, Rosângela Angelini, Juliana Jendiroba Faraoni Romano, Patrícia Marchi, Frederico Augusto Farias, Maria Amália Viesti de Oliveira, Paulo Marcos Fazzio, Luciano Luiz Finco, Juliano Pratti Mercantil, Rafael Angelo Lascala Femineli, Maria Isabel Miguel, Isabel Cristina Sola e Mary Possani Carmessano**, pelo auxílio, e por sempre serem muito solícitos, atenciosos e disponíveis. Em especial ao funcionário **Carlos Feitosa dos Santos**, obrigado pela competência, presteza e amizade com os quais sempre me tratou no decorrer destes anos.

Ao funcionário **Reginaldo Santana**, sempre solícito e diligente, por toda ajuda nas fases experimentais desse trabalho.

À secretária da pós-graduação **Mary Possani Carmessano**, obrigado pela competência e prestação de serviços!

À secretária da seção técnica de apoio ao visitante estrangeiro, **Fernanda Helena Bartolomeu**, obrigado pela competência e prestação de serviços!

A todos os meus **familiares e amigos**, que sempre me ajudaram e apoiaram, ajudando a vencer mais essa etapa da minha vida. Gratidão!

À **CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior**, pelo apoio financeiro.

À **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto**, que têm permitido o meu desenvolvimento crítico, científico, bem como meu crescimento pessoal e profissional.

“Science makes people reach selflessly for truth and objectivity; it teaches people to accept reality, with wonder and admiration, not to mention the deep awe and joy that the natural order of things brings to the true scientist.”

Lise Meitner

Resumo



RESUMO

ESCOBAR, PM. **Influência do remanescente de medicação intracanal na resistência de união e na formação da interface adesiva de cimentos obturadores à base de resina epóxica e de compostos biocerâmicos.** 2021. 93p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

Este estudo avaliou a influência do remanescente de medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos (Bio-C Temp) e à base de hidróxido de cálcio (Ultracal XS) na resistência de união e na formação da interface adesiva de cimentos obturadores à base de compostos biocerâmicos e resinosos em canais radiculares achatados de raízes distais de molares inferiores. Os canais distais foram preparados com instrumentos Wave One Gold Small 20.07 e Large 45.05 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e irrigação com NaOCl 2,5%. Após o preparo biomecânico, os espécimes foram distribuídos em dois grupos, de acordo com a medicação intracanal utilizada (n=26): Bio-C Temp e Ultracal XS. Em seguida, as raízes foram escaneadas em microCT (SkyScan 1174, 50 kV e 800 mA), e após 7 dias, a medicação foi removida e um novo escaneamento foi realizado, para avaliação do volume de medicação remanescente. Posteriormente, dos 52 espécimes, quarenta canais distais foram obturados pela técnica de cone único para avaliação da resistência de união por meio do teste de push-out, e da interface adesiva por meio de microscopia confocal de fluorescência a laser (CLSM) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os espécimes foram redistribuídos em 2 subgrupos A e B (n=10), de acordo com o cimento obturador utilizado: AH Plus (à base de resina epóxica; Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e Bio-C Sealer (à base de compostos biocerâmicos; Angelus, Londrina, Paraná, Brasil). Em seguida, os espécimes foram cortados, e os dois *slices* mais cervical de cada terço foi submetido ao *push-out* e padrão de falha (n=10), e o *slice* mais apical submetido à análise da interface adesiva em MEV e CLSM (n=5). Os dados de volume de remanescente de medicação intracanal foram à análise estatística pelo teste t, os dados de RU foram submetidos à análise estatística pelos testes de ANOVA e Tukey. Já a adaptação da interface adesiva foi submetida aos testes de Kruskal-Wallis e Duns, e o teste qui-quadrado foi utilizado para avaliar o tipo de falha (p<0,05). O teste t evidenciou menor quantidade de remanescente de medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos (1,77 ± 0,86) comparado à medicação à base de hidróxido de cálcio (10,47 ± 5,78), independente do terço radicular avaliado. Os dados de RU mostraram que os dentes que receberam medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos e obturados com cimento biocerâmico apresentaram maior resistência de união (3,70 ± 1,22) quando comparado aos dentes que receberam medicação à base de compostos biocerâmicos e obturados com cimento resinoso (2,15 ± 1,07), medicação à base hidróxido de cálcio e obturados com cimento biocerâmico (3,18 ± 1,09) ou com cimento resinoso (2,11 ± 1,02) (p<0,001). O terço cervical apresentou maior RU quando comparado ao terço médio (P<0,001), que por sua vez foi maior que no terço apical (P<0,001). O padrão de falhas mostrou ocorrência de falhas adesivas à dentina para os espécimes que receberam medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos, independente do cimento obturador utilizado (p<0,05). Já a análise da interface adesiva em MEV e CLSM mostrou maior adaptação da interface adesiva nos dentes que receberam medicação à base de compostos biocerâmicos e obturados com cimento biocerâmico, com ausência de *gaps* em toda a circunferência do canal radicular. Conclui-se que a medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos resultou em menor volume de remanescente no interior dos canais radiculares, e que a associação entre medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos e cimento obturador biocerâmico, resultou em maiores valores de resistência de união com maior número de falhas adesivas à dentina. Ainda, houve interação química com o cimento obturador biocerâmico formando uma camada biomineralizadora, com ausência ou menor formação de *gaps*.

Palavras-chave: Medicação intracanal, Resistência de união, Cimentos obturadores, Biocerâmicos, Hidróxido de cálcio.

Abstract



ABSTRACT

ESCOBAR, PM. **Influence of intracanal medication remnant on the bond strength and adhesive interface formation of epoxy resin-based and bioceramic-based root canal sealers.** 2021. 86p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

This study evaluated the influence of the remaining intracanal medication based on bioceramic compounds (Bio-C Temp) and on the basis of calcium hydroxide (Ultracal XS) on the bond strength and on the formation of the adhesive interface of filling cements based on bioceramic compounds and resinous in flat root canals of distal roots of mandibular molars. The distal canals were prepared with Wave One Gold Small 20.07 and Large 45.05 instruments (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) and irrigation with 2.5% NaOCl. After biomechanical preparation, specimens were distributed into two groups, according to the intracanal medication used (n=26): Bio-C Temp and Ultracal XS. Afterwards, the roots were scanned in microCT (SkyScan 1174, 50 kV and 800 mA), and after 7 days, the medication was removed and a new scan was performed to evaluate the volume of medication remaining. Subsequently, of the 52 specimens, forty distal canals were obturated using the single-cone technique to assess the bond strength through the push-out test, and the adhesive interface through confocal laser fluorescence microscopy (CLSM) and scanning electron microscopy (SEM). The specimens were redistributed into 2 subgroups A and B (n=10), according to the filling cement used: AH Plus (based on epoxy resin; Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) and Bio-C Sealer (based on compounds bioceramics; Angelus, Londrina, Paraná, Brazil). Then, the specimens were cut, and the two most cervical slices of each third were submitted to push-out and failure pattern (n=10), and the most apical slice was submitted to analysis of the adhesive interface in SEM and CLSM (n=5). The volume data of intracanal medication remnant were statistically analyzed using the t test, the RU data were submitted to statistical analysis using the ANOVA and Tukey tests. The adaptation of the adhesive interface was submitted to the Kruskal-Wallis and Duns tests, and the chi-square test was used to assess the type of failure ($p < 0.05$). The t test showed a smaller amount of remaining intracanal medication based on bioceramic compounds (1.77 ± 0.86) compared to medication based on calcium hydroxide (10.47 ± 5.78), regardless of the root third evaluated. The RU data showed that teeth that received intracanal medication based on bioceramic compounds and filled with bioceramic cement had greater bond strength (3.70 ± 1.22) when compared to teeth that received medication based on bioceramic compounds and filled with resin cement (2.15 ± 1.07), calcium hydroxide-based medication and filled with bioceramic cement (3.18 ± 1.09) or with resin cement (2.11 ± 1.02) ($p < 0.001$). The cervical third had higher RU when compared to the middle third ($P < 0.001$), which in turn was greater than the apical third ($P < 0.001$). The pattern of failures showed the occurrence of adhesive failures to the dentin for specimens that received intracanal medication based on bioceramic compounds, regardless of the filling cement used ($p < 0.05$). The analysis of the adhesive interface in SEM and CLSM showed greater adaptation of the adhesive interface in teeth that received medication based on bioceramic compounds and filled with bioceramic cement, with no gaps in the entire circumference of the root canal. It is concluded that the intracanal medication based on bioceramic compounds resulted in a smaller volume of remnant inside the root canals, and that the association between intracanal medication based on bioceramic compounds and bioceramic filling cement resulted in higher values of bond strength with greater number of adhesive failures to dentin. Furthermore, there was a chemical interaction with the bioceramic filling cement forming a biomineralizing layer, with no or lesser gap formation.

Keywords: Intracanal medication, Bond strength, Root canal sealers, Bioceramics. Calcium hydroxide

Sumário



SUMÁRIO

1. Introdução	21
2. Proposição	26
3. Materiais e Métodos	28
3.1. Seleção e preparo das amostras.....	29
3.2. Exame microtomográfico preliminar	29
3.3. Preparo biomecânico dos canais radiculares	31
3.4. Medicação intracanal	32
3.5. Análise microtomográfica antes da remoção da medicação intracanal.....	33
3.5.1. Remoção da medicação intracanal.....	34
3.6. Análise microtomográfica após remoção da medicação intracanal	34
3.7. Teste de resistência de união – <i>Push-out</i>	36
3.8. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	39
3.9. Microscopia confocal de varredura a laser com fluorescência (CLSM).....	40
3.10. Análise estatística	41
4. Resultados	43
4.1. Avaliação do remanescente de medicação intracanal por meio de microtomografia computadorizada	44
4.2. Avaliação da resistência de união e da interface adesiva formada entre dentina radicular / material obturador	47
4.3. Análise do padrão de falha.....	48
4.4. Avaliação qualitativa da interface adesiva em MEV	49
5. Discussão	63
6. Conclusões	72
Referências	74
Anexo	90

1. Introdução



1. INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico visa à prevenção e/ou controle das infecções pulpares e perirradiculares (Lopes & Siqueira, 1999, Al-Subait et al., 2020), que depende da eliminação da infecção intracanal antes da obturação ou, pelo menos, da redução do contingente bacteriano a níveis não detectáveis pelas técnicas de cultura contemporâneas (Siqueira et al., 2007, Al-Subait et al., 2020), o que é obtido por meio de diferentes protocolos de preparo biomecânico associada ao uso da medicação intracanal.

O preparo biomecânico visa a completa remoção de tecido pulpar remanescente, eliminação ou redução dos microrganismos e dentina infectada, além da modelagem do sistema de canais radiculares (SCR), por meio da ação mecânica dos instrumentos endodônticos e da ação química e física de soluções auxiliares, propiciando condições adequadas para o selamento da cavidade pulpar e reparo dos tecidos periapicais (Byström & Sundqvist, 1981, Vertucci, 2005; Metzger et al., 2010; Leoni et al., 2014; Guimarães et al., 2017; Pereira et al., 2017, Al-Subait et al., 2020).

A literatura evidencia que cerca de 40 a 60% dos canais radiculares ainda respondem de forma positiva às culturas bacterianas após a instrumentação e irrigação com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio, independente do sistema e/ou técnica utilizada (Byström et al., 1985; Shuping et al., 2000; Mc Gurkin-Smith et al., 2005; Hülsmann et al., 2005; Siqueira et al., 2007; Al-Subait et al., 2020).

Assim, o uso da medicação intracanal entre sessões com diferentes composições, têm sido indicado como auxiliar do processo de desinfecção do SCR após o preparo biomecânico (Sjögren et al., 1991; Shuping et al., 2000; Estrela et al., 2004, Nair 2006, Ackay et al., 2014, Alsubait et al., 2020, Kumar et al., 2020), sendo o hidróxido de cálcio com diferentes veículos, a medicação intracanal mais utilizada nas últimas duas décadas.

O uso do hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) apresenta propriedades antimicrobianas (Bystrom & Sundqvist, 1985; Nasser et al., 2019, Kumar et al., 2020) e capacidade de indução de reparação tecidual, bem como neofomação óssea (Grecca et al., 2001; Tanomaru-filho et al., 2002, Nair et al., 2005; Siqueira & Lopes, 1999; Athanassiadis et al., 2007; Nasser et al., 2019), sendo indicada entre

sessões, considerando os sinais e sintomas e/ou a regressão da lesão periapical (Lee et al., 2009, Mohammadi & Dummer, 2011; Guiotti et al., 2014; Valera et al., 2015; Chaudhary et al., 2018; Alsubait et al., 2020, Kumar et al., 2020). Além de reduzir a dor pós-operatória e as reações adversas (De Moor & de Witte, 2002).

Recentemente, com a incorporação dos compostos biocerâmicos (Zordan-Bronzel et al., 2019; Alves Silva et al., 2020; Barbosa et al., 2020; Okamura et al., 2020; Torres et al., 2020; Antunes et al., 2021; Sanz et al., 2021; Tavares et al., 2021), foi desenvolvido a medicação intracanal Bio-C Temp® (Angelus, Londrina, Brasil), que apresenta na sua composição silicato tricálcio, silicato dicálcico, aluminato tricálcico e óxido de cálcio, que promove ação antimicrobiana além da capacidade de bioatividade (Villa et al., 2020; Guerreiro et al., 2021).

O Bio-C Temp® apresenta baixa solubilidade permitindo que a medicação fique em contato com as paredes do canal por um longo período de tempo, além de permitir alta liberação dos íons hidroxila (OH⁻) e Ca²⁺ de forma contínua e gradual, aumentando o pH do meio, tornando o ambiente impróprio para o crescimento bacteriano e favorecendo a reparação tecidual (Villa et al., 2020; Guerreiro et al., 2021).

Entretanto, previamente a obturação dos canais radiculares, se faz necessário a remoção da medicação intracanal. A literatura evidencia que nenhuma técnica se mostra eficaz para remoção completa do remanescente de medicação intracanal do interior do sistema de canais radiculares (Hamdan, Michetti, Pinchon, Diemer, & Georgelin-Gurgel, 2017; Keskin, Sariyalmaz, & Sariymaz, 2017; Wigler, Dvir, Weisman, Matalon, & Kfir, 2017; Kfir, Blau-Venezia, Goldberger, Abramovitz, & Wigler, 2018; Marques-da-Silva et al., 2019; Tavella et al., 2020), podendo interferir na penetrabilidade dos cimentos obturadores nos túbulos dentinários (Calt & Serper, 1999; Hosoya, Kurayama, Iino, & Arai, 2004) e na resistência da união à dentina (Tavella et al., 2020), além de resultar em potencial formação de espaços entre o material obturador e a dentina radicular, o que pode favorecer a penetração de microrganismos (Calt & Serper, 1999; Goldberg, Artaza, & De Silvio, 2002; Keles, Ahmetoglu, & Uzun, 2014; Uzunoglu-Özyürek, Erdoğan, Aktemur Türker, 2018; Marques-da-Silva et al., 2019), comprometendo assim a qualidade da obturação.

Os estudos sobre as diferentes estratégias para remoção da medicação intracanal destacam o grupo dental utilizado, havendo uma tendência de seleção de dentes com canais radiculares que apresentam forma circular (Hamdan, Michetti,

Pinchon, Diemer, & Georgelin-Gurgel, 2017; Tavella et al., 2020), entretanto, a literatura evidencia diferentes formas de seção transversal, classificadas em circular, oval, muito oval ou achatado (Wu & Wesselink, 2001; Wu, Van der Sluis, & Wesselink, 2003; Rechenberg & Paque, 2013; Pereira, Brito-Júnior, Leoni, Estrela, & de Sousa-Neto, 2017), o que pode contribuir para a permanência destes materiais no interior dos canais radiculares com o aumento do achatamento, bem como nas áreas polares, que segundo Escobar et al., 2021, influencia na formação de *gaps*, além de reagir quimicamente com cimento obturador à base de resina epóxica (AH Plus) e interferir em suas propriedades físico químicas, diminuindo o escoamento, o tempo de trabalho, a espessura do filme (Hosoya, Kurayama, Iino, & Arai, 2004), e a penetração do cimento nos túbulos dentinários (Uzunoglu-Özyürek, Erdoğan, Aktemur Türker, 2018). Ainda, Escobar et al., 2021 evidenciam por meio de imagens de microscopia confocal que não há penetração de cimento resinoso em todo o perímetro da interface adesiva, uma vez que o remanescente de hidróxido de cálcio leva à formação de uma barreira física entre o material obturador e a superfície dentinária (Hasnaa et al., 2019, Gupta et al., 2020; Escobar et al., 2021).

Conseqüentemente, o remanescente de hidróxido de cálcio interfere na capacidade de selamento dos cimentos endodônticos (Kim & Kim 2002; Hosoya, Kurayama, Iino, & Arai, 2004) e diminui a resistência de união (Erdemir, Ari, Gungunes, & Belli, 2004; Tavella et al., 2020; Escobar et al., 2021). Além disso, Escobar et al., 2021, chama atenção para a busca por técnicas e instrumentos que aumentem a capacidade de remoção da medicação intracanal do sistema de canais radiculares, ou ainda no desenvolvimento de medicação intracanal que não interfira na formação da interface adesiva entre os cimentos endodônticos e a dentina radicular (Escobar et al., 2021).

Previamente, à medicação a bases de compostos biocerâmicos, foi desenvolvido o cimento Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil), à base também de compostos biocerâmicos, que apresenta baixo tempo de endurecimento (Alves Silva et al., 2020; Barbosa et al., 2020), capacidade de alcalinização, escoamento e radiopacidade adequados (Torres et al., 2020; Antunes et al., 2021; Sanz et al., 2021), além de baixa alteração volumétrica e maior solubilidade do que as taxas exigidas pela norma ISO 6876 (Zordan-Bronzel et al., 2019; Alves Silva et al., 2020; Barbosa et al., 2020; Okamura et al., 2020; Torres et al., 2020; Antunes et al., 2021; Sanz et al., 2021; Tavares et al., 2021). Destaca-se que estes cimentos

apresentam em sua composição silicatos, óxidos e aluminatos de cálcio, que podem reagir quimicamente com os compostos da medicação intracanal remanescente.

Assim, torna-se importante avaliar a influência do remanescente de medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos e à base de hidróxido de cálcio, na obturação com cimentos resinosos e biocerâmicos, na qualidade da interface adesiva e presença de *gaps* por microscopia eletrônica de varredura, na penetração do cimento obturador por microscopia confocal a laser com fluorescência, bem como o impacto do remanescente da medicação intracanal na resistência de união por meio do teste de *push-out*, em canais radiculares muito ovais.

2. Proposição



2. PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar, quantitativa e qualitativamente, a influência do volume de remanescente de medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos (Bio-C Temp) e à base de hidróxido de cálcio (Ultracal XS) na obturação de canais radiculares achatados de raízes distais de molares inferiores com cimento biocerâmico (Bio-C Sealer) e resinoso (AH Plus) em relação:

- Ao volume de remanescente de medicação intracanal antes e após 14 dias por meio de microtomografia computadorizada;
- À resistência de união ao cisalhamento por extrusão (*push-out*) de material obturador à dentina radicular;
- Ao padrão de falha ocorrido após o teste de *push-out* por meio de estereomicroscópio;
- À interface adesiva formada entre dentina radicular / cimento obturador / medicação intracanal por meio de microscopia eletrônica de varredura e microscopia confocal de varredura a laser com fluorescência.

3. Materiais e Métodos



3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Seleção e preparo das amostras

Após aprovação do projeto de pesquisa do presente estudo pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo (FORP-USP), processo nº 43163321.7.0000.5419 (Anexo 1), foram obtidos, junto ao Biobanco de Dentes da FORP-USP, 80 primeiros molares inferiores recém extraídos por razões periodontais, mantidos em solução de timol a 0,1%.

Os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas e, em seguida, tiveram sua superfície radicular externa limpa por meio de raspagem com ultrassom (Profi II Ceramic, Dabi Atlante Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil). Os molares foram examinados macroscopicamente e radiografados (Spectro 70X Eletronic, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo) nos sentidos orto e mesiorradial utilizando sensor digital (Fona CDRelite, Schick, DMM, Bandeirantes, PR, Brasil) com o objetivo de pré-selecionar dentes com raízes completamente formadas e canais sem calcificações, reabsorções ou trincas, e sem tratamento endodôntico prévio.

3.2. Exame microtomográfico preliminar

Os espécimes foram escaneados utilizando-se o microtomógrafo SkyScan modelo 1174 (SkyScan, Kontich, Bélgica) do Laboratório de Pesquisa em Endodontia do Departamento de Odontologia Restauradora da FORP-USP. Para isso, uma porção de cera (Cera 7, Lyzanda, São Paulo, SP, Brasil), de aproximadamente 1 cm de altura, foi colocada sobre o posicionador metálico fixado à mesa giratória no interior da câmara do microtomógrafo. Cada espécime foi então individualmente fixado no centro da cera, estabelecendo seu posicionamento de forma perpendicular à fonte de radiação durante o escaneamento, reduzindo-se, assim, a possibilidade de distorção da imagem (Figura 1). A seguir, o escaneamento foi realizado utilizando a potência de 50 kV e 800 mA, resolução isotrópica de 26,7 µm, 180° de rotação em torno do eixo vertical e passo de rotação de 0,7°. O feixe de raios-X foi filtrado utilizando-se filtro de alumínio de 0,5 mm de espessura. As projeções bidimensionais das imagens geradas foram arquivadas no formato *Tagged Image File* (TIFF).



Figura 1. (A) Microtomógrafo SkyScan modelo 1174 (SkyScan, Kontich, Bélgica). **(B)** Posicionamento do espécime no interior da câmara do microtomógrafo.

A etapa seguinte consistiu na reconstrução das secções axiais a partir das imagens das projeções angulares, por meio do algoritmo de reconstrução de feixe cônico de Feldkamp modificado, usando o programa NRecon v.1.7.4.2 (Bruker-microCT). Foram aplicados algoritmos para redução de artefatos em forma de anel (*ring artifact*) no valor de 5 (escala de 0-20), de endurecimento de feixe (*beam hardening*) no percentual de 15% (escala de 0 a 100%), de suavização (*smoothing*) no valor de 4 (escala de 0 a 10) e histograma de contraste variando de 0,003 (valor mínimo) a 0,15 (valor máximo). As secções axiais reconstruídas foram salvas em formato *Bitmap* (BMP). Os parâmetros de escaneamento e reconstrução foram obtidos em estudos prévios realizados no próprio laboratório.

Após reconstrução das imagens utilizando o programa DataViewer v.1.5.4.0 - 64bit (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica), foram selecionados 70 molares inferiores que apresentaram raízes livres de nódulos pulpares, de reabsorção interna e com canais radiculares independentes e curvatura leve (≤ 5) (ESTRELA et al., 2008).

Posteriormente, no programa CTAn v.1.18 (Bruker-microCT) foi realizada a segmentação da imagem por meio da binarização (*threshold*) determinando o objeto ou volume de interesse. Por meio da ferramenta *Individual Object Analysis (2D space)* foram obtidos dados morfométricos bidimensionais (área, perímetro, circularidade, diâmetro maior e diâmetro menor) a cada milímetro dos canais radiculares, nos 10 mm apicais da raiz. Em seguida, usando a ferramenta *3D Analysis*, foram calculados os parâmetros tridimensionais de volume (em mm^3), área de superfície (em mm^2) e geometria 3D (*Structure Model Index*; SMI) dos canais radiculares, da junção esmalte-cimento até o forame apical (WU et al., 2000; VERSIANI et al., 2013; PEREIRA et al., 2017; VERSIANI et al., 2018; PEREIRA et al., 2021). O formato do canal foi estabelecido pelo cálculo da média da razão entre

os diâmetros maior e menor do canal (*mean aspect ratio*) a cada milímetro dos 10 mm apicais (VERSIANI et al. 2018; PEREIRA et al., 2021). Dessa forma, foram selecionados cinquenta e duas raízes distais com canal achatado com razão média entre os diâmetros maior e menor igual ou maior que 4 (JOU et al. 2004; PEREIRA et al., 2017).

Os dentes selecionados tiveram suas coroas seccionadas perpendicularmente ao seu longo eixo, sob refrigeração constante, com velocidade de 350 rpm e peso de 75 g, em máquina de corte de precisão Isomet 1000 (Buehler, Lake Bluff, Illinois, EUA). Os espécimes foram identificados numericamente e armazenados individualmente em recipientes de plástico contendo 3 mL de soro fisiológico, em estufa (37°C, 100% de umidade relativa) durante todos os intervalos experimentais, visando sua reidratação.

3.3. Preparo biomecânico dos canais radiculares

Após a seleção da amostra, os canais radiculares foram irrigados com 2 mL de hipoclorito de sódio (NaOCl) 2,5% (Fisher Scientific Company, Ottawa, Ontário) com seringa plástica descartável (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) e agulha NaviTip de diâmetro 0,30 mm (Ultradent). Os canais radiculares foram explorados com limas tipo K #10 e #15 de aço inoxidável (Dentsply Sirona Endodontics, Ballaigues, Suíça) de forma passiva, até que a ponta coincidissem com o forame apical, alcançando o comprimento real dos dentes. Desta medida subtraiu-se 0,5 mm para o estabelecimento do comprimento de trabalho (CT).

O preparo biomecânico dos canais distais foi realizado pela técnica de instrumentação por movimento recíprocante com os instrumentos Wave One Gold Glider (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) para *glide path*, e em seguida, os canais foram preparados utilizando os instrumentos Wave One Gold Small 20.07 e Large 45.05 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) acionados no sistema Wave One Gold acoplado ao contra ângulo redutor X-Smart Plus 6:1 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) que, por sua vez, estava conectado ao motor elétrico X-Smart Plus (Dentsply Maillefer). Os canais foram preparados seguindo as recomendações do fabricante, e o instrumento foi usado de forma passiva, com movimentos de bicada e, a cada 3 avanços, foi retirado do canal e limpo com gaze, até atingir o CT. A cada retirada do instrumento, foi realizada irrigação com NaOCl 2,5%, aspiração e inundação dos canais com seringa plástica descartável e agulha NaviTip.

Uma vez finalizado o preparo, os canais foram irrigados com 5 mL de hipoclorito de sódio a 2,5% e em seguida, preenchidos com 5 mL de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) a 17% durante 3 minutos para remoção da camada de *smear*. Posteriormente, os canais foram irrigados com 10 mL de água destilada para neutralizar os efeitos residuais do NaOCl e do EDTA (NAGAS et al., 2009). Foi realizada a secagem com pontas de papel absorvente (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça)

3.4. Medicação intracanal

Após o preparo biomecânico, os espécimes foram distribuídos de forma homogênea e balanceada em dois grupos experimentais, de acordo com a medicação intracanal utilizada, levando em consideração os parâmetros tridimensionais de volume e área de superfície obtidos no escaneamento inicial em microtomografia computadorizada.

Grupo I (n=26): Os espécimes foram preenchidos com medicação à base de compostos biocerâmicos - Bio-C Temp® (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil) (Figura 2A) utilizando seringa e ponta descartável, até que fosse observado o extravasamento do material pelo forame apical.

Grupo II (n=26): Os espécimes foram preenchidos com medicação à base de pasta de hidróxido de cálcio - Ultracal XS (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) (Figura 2B) utilizando seringa e ponta navitip (Ultradent), até que fosse observado o extravasamento do material pelo forame apical.

A composição química das medicações intracanaís utilizadas estão descritas na Tabela I.

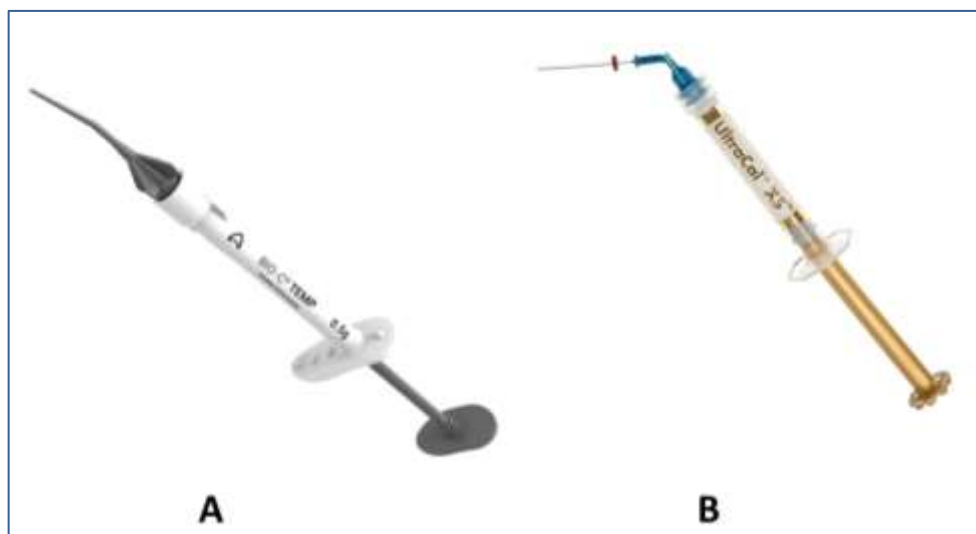


Figura 2. Medicções intracanaís utilizadas no estudo. **(A)** Medicção à base de compostos biocerâmicos - Bio-C Temp® (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil) utilizando seringa e ponta descartável. **(B)** Medicção à base de pasta de hidróxido de cálcio - Ultracal XS (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) utilizando seringa e ponta navitip (Ultradent).

Tabela I. Composição química das medicções intracanaís à base de compostos biocerâmicos (Bio-C Temp) e à base de hidróxido de cálcio (Ultracal XS).

Bio-C Temp	Ultracal XS
Silicato Tricálcico (C3S); Silicato Dicálcico (C2S); Aluminato Tricálcico; Óxido de Cálcio; Resina Base; Tungstato de Cálcio; Polietilenoglicol; Óxido de Titânio.	Hidróxido de cálcio; metilcelulose; sulfato de bário; propilenoglicol.

Em seguida, o ápice de cada raiz foi selado com verniz e esmalte de unha, e escaneados em microCT, seguindo os parâmetros descritos anteriormente. As raízes foram armazenadas em estufa a 95% de umidade relativa e 37°C, por 7 dias.

3.5. Análise microtomográfica antes da remoção da medicção intracanal

Após os 7 dias, foi realizado novo escaneamento, antes da remoção da medicção intracanal, seguindo os parâmetros descritos inicialmente. As imagens foram processadas, reconstruídas e analisadas em computador. Nesta etapa foi analisado o volume inicial da medicção intracanal, antes da remoção, seguindo os parâmetros de análise tridimensional descritos para escaneamento inicial.

3.5.1. Remoção da medicação intracanal

Para remoção da medicação, foi introduzido o instrumento final utilizado no preparo biomecânico (Wave One Large – 45./05), no comprimento de trabalho associado à irrigação convencional com seringa e agulha, com 5 mL de NaOCl a 2,5%. Em seguida, foi realizada a irrigação, aspiração e inundação com 3 mL de EDTA a 17%, por 3 minutos, a 2 milímetros do comprimento de trabalho.

3.6. Análise microtomográfica após remoção da medicação intracanal

Após a remoção da medicação intracanal, foi realizado o quarto escaneamento microtomográfico. As imagens foram processadas, reconstruídas e analisadas seguindo os parâmetros do escaneamento anteriormente descrito. Em seguida, a partir das projeções bidimensionais obtidas após o escaneamento, deu-se início às reconstruções axiais por meio do algoritmo de reconstrução de feixe cônico de Feldkamp modificado, usando o programa NRecon v 1.6.6.0 (Bruker - microCT), aplicando uma redução de artefatos em forma de anel (*Ring Artifact*) no valor de 5 (escala de 0-20), de endurecimento de feixe (*Beam Hardening*) no percentual de 50% (escala de 0-100%), de suavização (*Smoothing*) no valor de 4 (escala de 0-10). O histograma das imagens apresentou escala de contraste variando de 0,004 (valor mínimo) a 0,07 (valor máximo). As secções axiais reconstruídas foram salvas em formato Bitmap (.bmp).

No programa CTAn (Bruker-microCT) por meio da ferramenta *3D analysis* foi avaliada a localização e o volume de remanescente das medicações intracanaís. A análise qualitativa dos modelos tridimensionais foi realizada pelo programa CTVol (Bruker-microCT).

Em seguida, dos 52 espécimes, quarenta canais distais foram obturados pela técnica de cone único para avaliação da resistência de união por meio do teste de *push-out*, e da interface adesiva por meio de microscopia confocal de fluorescência a laser e microscopia eletrônica de varredura.

Os espécimes foram redistribuídos em 2 subgrupos A e B (n=10), de acordo com o cimento obturador utilizado: cimento AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) à base de resina epóxica (Figura 3A) e cimento Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil) à base de compostos biocerâmicos (Figura 3B): GIA (n=10): UltraCal XS + AH Plus; GIB (n=10): Bio-C Temp + AH Plus; GIIA (n=10): UltraCal XS + AH Plus; GIIB (n=10): Bio-C Temp + Bio-C Sealer.



Figura 3. Cimentos obturadores utilizados no estudo. **(A)** Cimento obturador à base de compostos biocerâmicos pronto para uso - Bio-C Sealer® (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil) utilizando seringa e ponta descartável. **(B)** Pasta A e Pasta B para manipulação do cimento obturador à base de resina epóxica – AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça).

A composição química dos cimentos obturadores está descrita na Tabela II.

Tabela II. Composição química dos cimentos obturadores dos canais radiculares à base de compostos biocerâmicos (Bio-C Sealer) e à base de resina epóxica (AH Plus).

Bio-C Sealer	AH Plus
Silicato Tricálcico (C3S); Silicato Dicálcico (C2S); Aluminato Tricálcico; Óxido de Cálcio; Óxido de zircônio; Óxido de Silicene; Polietilenoglicol; Óxido de Ferro.	Pasta A: Resina diepóxica; Tungstato de cálcio; Óxido de zircônio; Aerosil; Pigmento. Pasta B: 1-adamantano amina; N, N'-dibenzil-5-oxanonandiamina-1,9; TCD-Diamina; Tungstato de cálcio; Óxido de zircônio; Aerosil; Óleo de silicone.

Em seguida, para obturação dos canais radiculares, cones de guta percha 45./05 (Dentsply De Trey, Konstanz, Alemanha) foram inseridos nos canais radiculares e sua adaptação no comprimento de trabalho foi verificada por meio de radiografias digitais obtidas nos sentidos orto e mesiorradial para a realização da obturação pela técnica do cone único.

O cimento obturador AH Plus (Dentsply De Trey, Konstanz, Alemanha) foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante e inserido no canal radicular com auxílio de lima tipo K #30 (Dentsply Sirona Endodontics), com movimentos de rotação no sentido anti-horário (SCHÄFER; KÖSTER; BÜRKLEIN, 2013) e o cone principal foi untado com cimento e introduzido com movimento circular e gradativo até o comprimento de trabalho. Já o cimento Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil), pronto para uso, foi introduzido nos canais radiculares com auxílio de ponta seringa e ponta plástica conforme recomendada pelo fabricante.

Em seguida, foi realizada a condensação vertical com auxílio de condensador de Paiva Nº2 (Duflex, S.S. White 100, Rio de Janeiro, Brasil) a frio, com pressão leve e firme em direção apical por 5 segundos. A limpeza final da entrada do canal radicular foi realizada com esponja umedecida em álcool 96° GL, e os espécimes foram selados com cimento obturador provisório Coltosol (Coltène/Whaledent S.A.R.L.). Em seguida, os espécimes foram armazenados individualmente em tubos eppendorf numerados, a 37°C e 100% de umidade, permanecendo nestas condições pelo período de três vezes o tempo de endurecimento do cimento fornecido pelo fabricante.

3.7. Teste de resistência de união – *Push-out*

Os espécimes (n=40) foram fixados em placas de resina acrílica com cola quente (Asfer Ind. Química, São Caetano do Sul, SP, Brasil), com seu longo eixo paralelo à superfície planificada dos mesmos. As placas de resina com os espécimes fixados foram individualmente acopladas à máquina de corte de precisão (Isomet 1000, Buehler, Lake Forest, IL, EUA) (Figura 4A). Foi utilizado um disco diamantado de 0,5 mm de espessura (South Bay Technology, San Clement, CA, EUA), sob refrigeração, para realizar cortes no sentido méso-distal, perpendicularmente ao longo eixo da raiz, à velocidade de 350 rpm (Figura 4B). Em cada terço radicular foram obtidas três *slices* de dentina com 1,0 mm ($\pm 0,1$ mm) de espessura. Para o teste de *push-out* foram selecionados os dois primeiros *slices* de cada terço (Figura 4C), sendo o terceiro *slice* de cada terço destinado para análise em microscopia eletrônica de varredura.

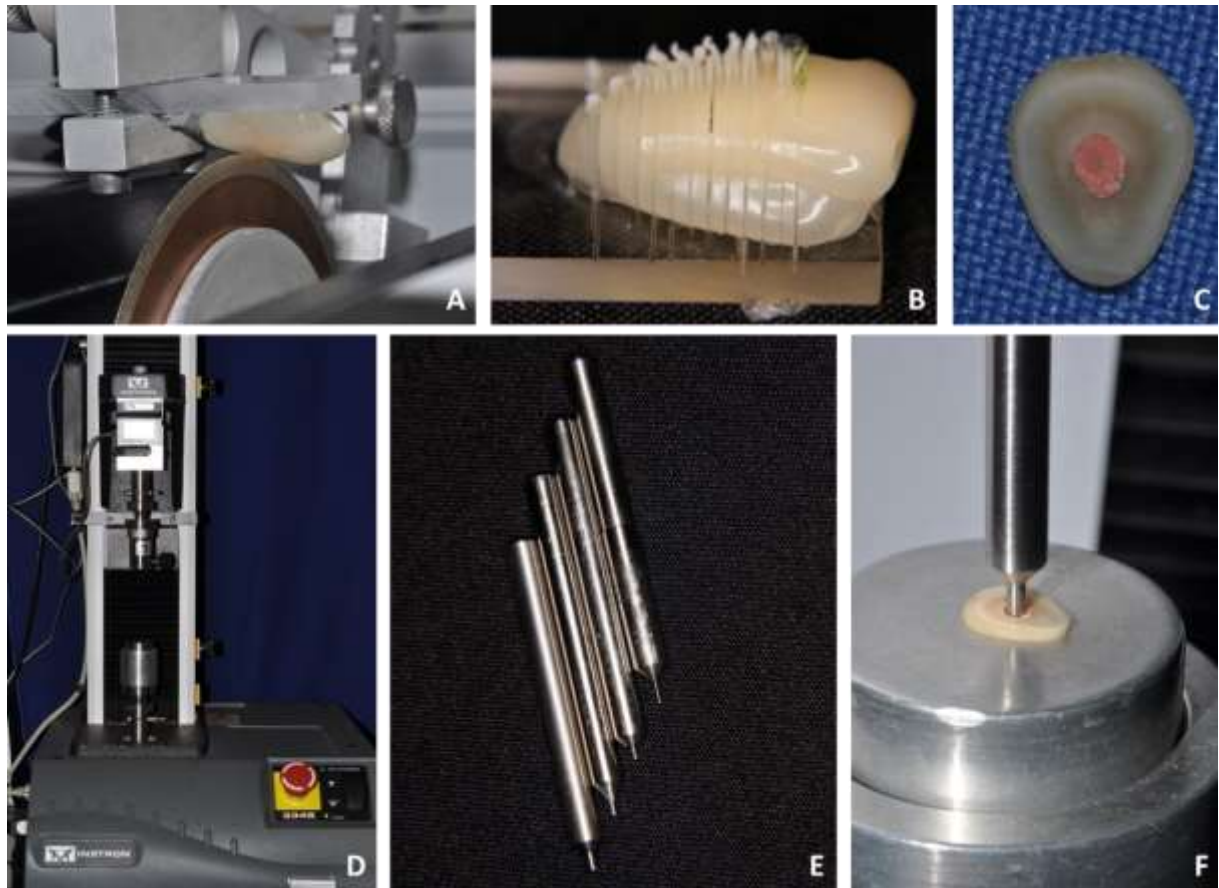


Figura 4. Sequência experimental para realização do teste de resistência de união por meio do teste de *push-out*. **(A)** Posicionamento do espécime em máquina de corte de precisão (Isomet 1000, Buehler, Lake Forest, IL, EUA), sob refrigeração constante e velocidade de 350 rpm, após fixação do espécime com cola quente em placa de resina acrílica; com longo eixo paralelo à superfície plana da placa de acrílico. **(B)** Obtenção dos cortes do dente na máquina de corte de precisão. **(C)** Corpo de prova com a base apical voltada para cima. **(D)** Máquina Universal de Ensaio (Instron - Modelo 2519-106) do Laboratório de Pesquisa em Endodontia da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, em que se observa a porção superior em que serão acopladas as hastes metálicas com ponta ativa e porção inferior em que será acoplada a base metálica de aço inoxidável para posicionamento do *slice*. **(E)** Hastes metálicas com ponta ativa de diâmetro compatível com o diâmetro do material obturador a ser testado em cada terço radicular. **(F)** Realização do teste de *push out* – aplicação de força no cimento obturador no interior do corpo de prova, através da haste metálica até o deslocamento do material obturador.

Os espécimes foram posicionados, individualmente, em base metálica de aço inoxidável acoplada à porção inferior da máquina universal de ensaios (Instron Modelo 3344, Instron, Canton, MA, EUA) (Figura 4D), contendo um orifício de 2,5 mm de diâmetro em sua porção central. Os espécimes foram posicionados na mesma direção do orifício da base metálica com a face cervical voltada para baixo.

Esse método garantiu o alinhamento do espécime de forma reprodutível, evitando o contato do eixo com a dentina durante o teste (SOUSA-NETO et al., 2002). Foram utilizadas hastes metálicas com ponta ativa de 0,6 mm, 0,4 mm e 0,25

mm de diâmetro, compatíveis com o diâmetro do canal radicular nos terços cervical, médio e apical, respectivamente (Figura 4E). Essas hastes foram fixadas na porção superior da máquina de ensaio e posicionadas sobre o material obturador.

A máquina Instron foi acionada com velocidade de 0,5 mm/min⁻¹ até o deslocamento do material obturador (Figura 4F). A força necessária para o deslocamento do material obturador foi aferida em QuiloNewtons (KN). Para calcular a resistência de união, a força resultante foi transformada em Newtons (N) e convertida em MegaPascal (MPa), pela divisão da área lateral do material obturador. Para o cálculo exato da área lateral aderida, o aspecto geométrico do material obturador foi considerado de acordo com o nível do corte realizado para obtenção das fatias de dentina. Para esse fim, a altura de cada fatia foi mensurada com o auxílio de paquímetro digital (Mitutoyo, Tóquio, Japão) e a área de adesão (em mm²) foi calculada pela fórmula da área lateral do tronco de cone (SL):

$$SL=\pi(R+r)h$$

Nesta fórmula, “R” é a medida do raio do material obturador em sua porção coronal, “r” é medida do raio do material obturador em sua porção apical e “h” é a altura/espessura da fatia de dentina. A partir destes dados, foi calculada a resistência de união (RU), em MPa, dividindo-se a força necessária para o deslocamento do material obturador pela sua área lateral (RU=F/SL).

Para a análise do padrão de falha, todos os *slíces* foram avaliados em aumento de 25x em estereomicroscópio óptico (Leica M165C, Leica Mikrosysteme Vertrieb GmbH, Wetzlar, Alemanha). As falhas foram determinadas em percentuais e classificadas em um dos seguintes subtipos: a) adesiva à dentina: se o material obturador se deslocou da dentina; b) adesiva ao material obturador: se a guta-percha se deslocou do cimento obturador; c) mista: quando a guta-percha deslocou-se tanto da dentina quanto do cimento obturador; d) coesiva na dentina: quando ocorreu fratura na dentina; e) coesiva no cimento obturador: quando ocorreu fratura no cimento obturador.

3.8. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Para a análise por meio de MEV, utilizou-se o terceiro *slice* de dentina de cada terço radicular (cervical, médio e apical) que não foi submetido ao teste de *push-out*. O preparo para MEV foi realizado a partir do polimento dos espécimes de dentina com lixas d'água de granulação decrescente até a gramatura 1200. Em seguida, os espécimes foram enxaguados em água destilada e superficialmente descalcificados em ácido clorídrico (HCl) 6M por 30 segundos e desproteinizados em NaOCl 2% durante 10 minutos.

Posteriormente, os espécimes foram enxaguados com água deionizada e fixados com glutaraldeído 3% tamponado ao pH de 7,4 (Farmácia Minas Brasil, manipulação, Montes Claros, MG, Brasil) com 0,1 M de cacodilato de sódio, por 12 horas a 4°C. Após a fixação, os *slices* de dentina foram imersos em cacodilato de sódio 0,1 M (pH 7,4) por 1 hora, com 3 trocas sucessivas, e enxágue com água destilada por 1 minuto. Após esse procedimento, foram desidratados em bateria alcoólica em crescentes concentrações (25°, 50°, 60°, 70°, 80°, 96°GL) por 20 minutos cada, e em concentração de 100°GL por 1 hora, seguido de sua imersão em hexametildisilizano por 10 minutos.

Uma vez desidratados, os espécimes foram fixados em estruturas cilíndricas de alumínio (10x10mm) utilizando fita adesiva de dupla face. Após metalização a vácuo, os espécimes foram analisados em microscópio eletrônico de varredura (JSM 5410, JEOL Ltda., Tóquio, Japão) operando a 20 KV. Foram obtidas eletromicrografias em aumentos de 22, 40 e 120 vezes. Com aumentos de 120X foram realizadas doze mensurações, em pontos equidistantes, na interface obturação-dentina para identificar e quantificar a presença de espaços vazios (lacunas ou *gaps*).

Para avaliação da adaptação do material obturador na parede do canal radicular, após o uso da medicação intracanal, foram atribuídos os seguintes escores: 0 (a maioria das seções não mostrou lacunas entre o cimento e a dentina); 1 (a maioria das seções mostrou algumas pequenas falhas, <1 µm entre o cimento e a dentina); 2 (a maioria das seções mostrou muitas lacunas, de 1 µm a 10 µm, entre o cimento e a dentina) e 3 (a maioria das seções não mostrou adaptação entre o cimento e a dentina, com lacunas >10 µm). As mensurações foram realizadas por único examinador calibrado, conforme metodologia descrita em estudo prévio (BALGUERIE et al., 2011; ARAÚJO et al., 2016) (Figura 5).

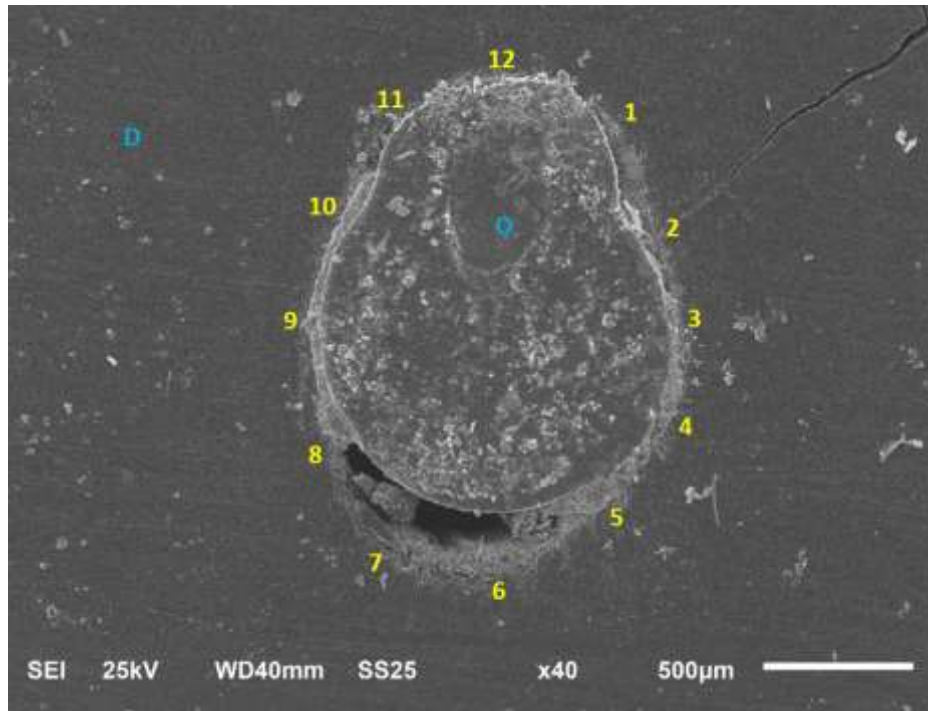


Figura 5. Ilustração da metodologia de mensuração de lacunas em 12 pontos na interface entre dentina (D) e obturação (O).

3.9. Microscopia confocal de varredura a laser com fluorescência (CLSM)

Para a análise de microscopia confocal de varredura a laser com fluorescência foram utilizados os respectivos corantes: Fluo-3-AM (Thermo Fisher Scientific, Waltham, USA) para as diferentes medicações intracanal (Bio-C Temp e Ultracal XS), Calceína-AM (Sigma-Aldrich, Merck KGaA, Darmstadt, Alemanha) para o cimento à base de compostos biocerâmicos (Bio-C Temp) e Rodamina B (Sigma-Aldrich, Merck KGaA, Darmstadt, Alemanha) para o cimento resinoso (AH Plus). As 12 amostras restantes foram utilizadas e distribuídas de acordo com o protocolo de medicação e obturação:

Grupo 1 (n=6): Medicação intracanal à base de pasta de hidróxido de cálcio – Ultracal XS (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) com adição de corante Fluo-3. Destas 6 amostras, 3 foram obturadas com cimento obturador AH Plus associado ao corante Rodamina B 0,1% (G1A), e 3 amostras foram obturadas com cimento Bio-C Sealer associado ao corante Calceína (G1B).

Grupo 2 (n=6): Medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos - Bio-C Temp® (Angelus, Brasil) associado ao corante Fluo-3. Destas 6 amostras, 3 foram obturadas com cimento obturador AH Plus associado ao corante Rodamina B

0,1% (G2A), e 3 amostras foram obturadas com cimento Bio-C Sealer associado ao corante Calceína (G2B).

Posteriormente, as amostras foram seccionadas em *slices* de 1 mm de espessura, e avaliadas qualitativamente por meio de microscopia de varredura confocal a laser com fluorescência invertido Leica TCS-SPS (Leica, Mannheim, Alemanha). As imagens das áreas obturadas foram adquiridas utilizando o modo de epifluorescência com comprimentos de onda de absorção e emissão para a Rodamina B de 553/568 nm, para Fluo-3 de 506/526 nm e para Calceína de 360/449 nm, respectivamente, por meio do software *Leica Application Suite-Advanced Fluorescence* (Leica Systems).

As amostras foram analisadas 10 μm abaixo da superfície amostral utilizando lente objetiva com aumentos de 10x, 20x, 50x e 100x, em campo de visão de 5x5mm, com resolução de 512x512 pixels. Foi realizada análise qualitativa dos *slices* para cada grupo, subgrupo e terços em que foi observada a penetração do cimento e a densidade de *tags* formados.

3.10. Análise estatística

Os dados de porcentagem de volume de remanescente de medicação intracanal foram submetidos ao teste t. Os dados de resistência de união foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) de duas vias para avaliar o efeito dos fatores “medicação intracanal” (Hidróxido de Calcio e Bio C Temp) e “cimento obturador” (AH Plus, e Bio C Sealer).

Para avaliar o efeito da sub-parcela “terço radicular” na resistência de união, os dados foram submetidos ao teste ANOVA de medidas repetidas. Foi realizada uma análise para o fator “medicação intracanal” e outra para “cimento obturador”. Os dados, por não apresentarem normalidade (Shapiro-Wil, $p < 0,05$), foram transformados em postos ou em \log_{10} , para “medicação intracanal” e para “cimento obturador”, respectivamente, alcançando normalidade e homogeneidade de variância. O teste de Tukey foi utilizado para as comparações múltiplas ($\alpha = 0,05$).

Foi avaliado também o efeito dos fatores “medicação intracanal” e “cimento obturador”, e da sub-parcela “terço radicular” no padrão de falha no teste de *push-out*. Para isso foi utilizado o teste de proporções Qui-quadrado ($\alpha = 0,05$).

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis complementado pelo teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,05$) foram utilizados para análise dos dados referentes à adaptação do material obturador às paredes dentinárias. Todos os testes foram realizados com o programa estatístico SigmaStat (Systat Software Inc., Chicago, IL, EUA).

4. Resultados



4. RESULTADOS

4.1. Avaliação do remanescente de medicação intracanal por meio de microtomografia computadorizada

Os valores de média e desvio padrão relativos à porcentagem de volume de remanescente dos diferentes tipos de medicações intracanaís no interior dos canais radiculares após 7 dias de medicação nos diferentes terços radiculares, estão apresentados na Tabela III e Figura 6.

Tabela III. Média \pm desvio-padrão e valor mínimo e máximo da porcentagem (%) de volume remanescente de medicação intracanal (Bio-C Temp e Ultracal XS) após utilização do último instrumento, irrigação convencional com seringa e agulha com hipoclorito de sódio a 2,5% e aplicação de EDTA à 17% por 3 minutos.

	Bio-C Temp	Ultracal XS
% remanescente	1,77 \pm 0,86 A (0,17-2,96)	10,47 \pm 5,78 B (3,68-23,91)

Letras maiúsculas significam diferença estatística entre colunas (teste t; $p < 0,0001$).

O teste t evidenciou diferença estatisticamente significativa em relação a porcentagem de volume remanescente de medicação intracanal ($p < 0,0001$) (Tabela III; Figura 6), com menor quantidade de remanescente de medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos (Bio-C Temp) ($1,77 \pm 0,86$) comparado à medicação à base de hidróxido de cálcio (Ultracal XS) ($10,47 \pm 5,78$), independente do terço radicular avaliado.

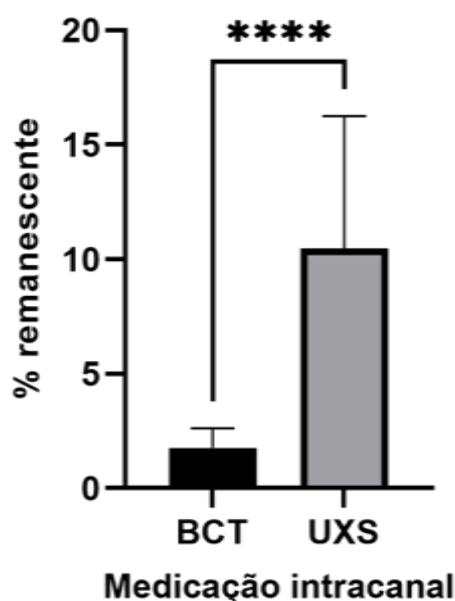


Figura 6. Porcentagem de volume remanescente de medicação intracanal após utilização do último instrumento, irrigação convencional com seringa e agulha com hipoclorito de sódio a 2,5% e aplicação de EDTA à 17% por 3 minutos, em imagens de microtomografia computadorizada.

A análise qualitativa dos modelos tridimensionais e das secções axiais da raiz distal antes e após a remoção das medicações intracanal, evidenciaram remanescente de medicação no canal radicular, independente da composição da medicação (Figuras 7 e 8).

Quando comparado o remanescente de medicação intracanal em relação à composição química, pode-se observar que a medicação à base de compostos biocerâmicos (Bio-C Temp) se manteve de forma homogênea e regular, principalmente no terço apical (Figura 7).

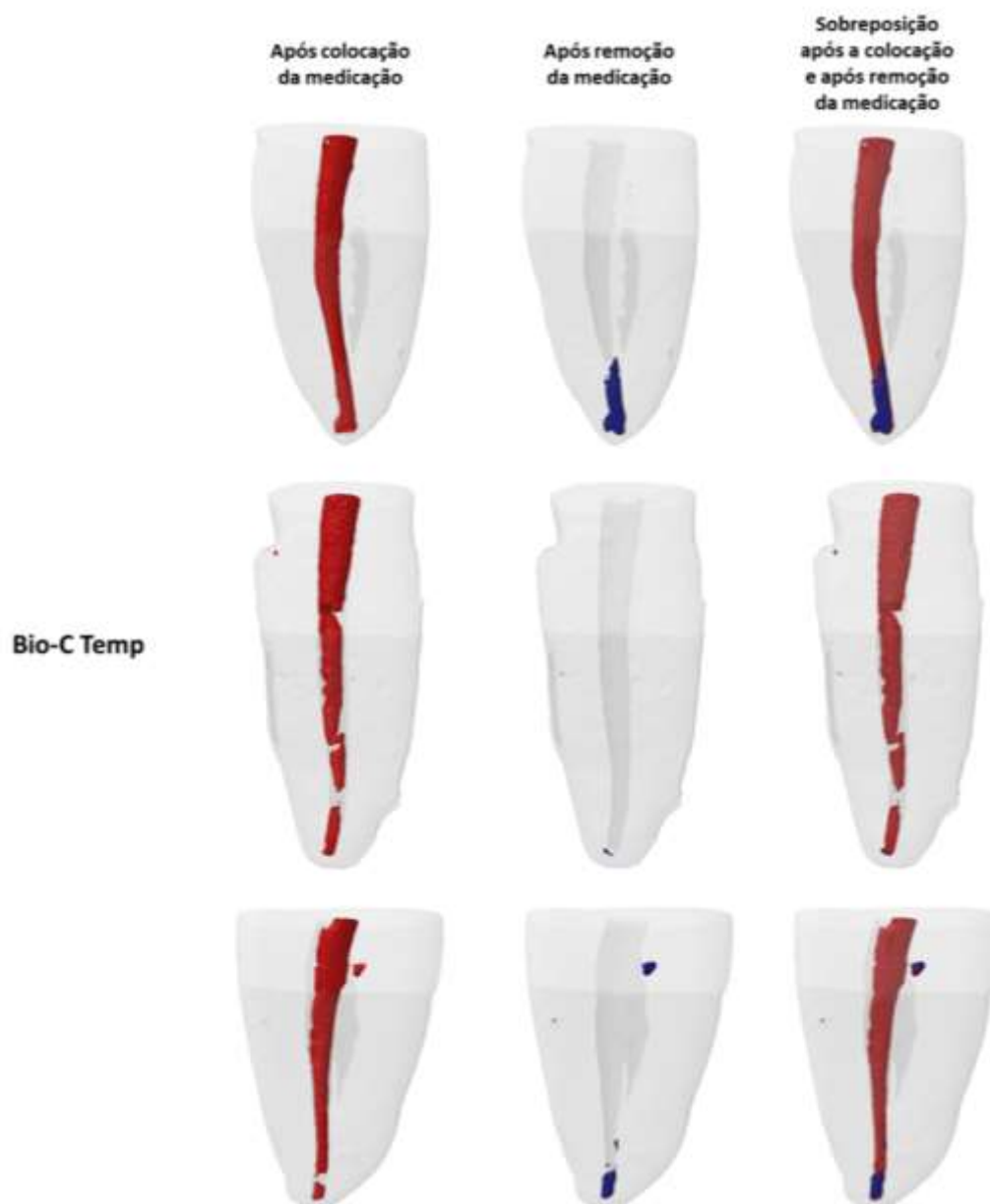


Figura 7. Modelos tridimensionais em microtomografia computadorizada antes e após a remoção da medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos – Bio-C Temp (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil). Em vermelho: preenchimento do canal radicular com medicação intracanal. Em azul: remanescente de medicação intracanal após remoção com instrumento final e irrigação convencional com hipoclorito de sódio.

Por outro lado, a medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio (Ultracal XS) apresentou-se mais quebradiça e disposta de forma irregular ao longo de todo o canal radicular, principalmente nos terços médio e cervical e nas áreas polares (Figura 8).

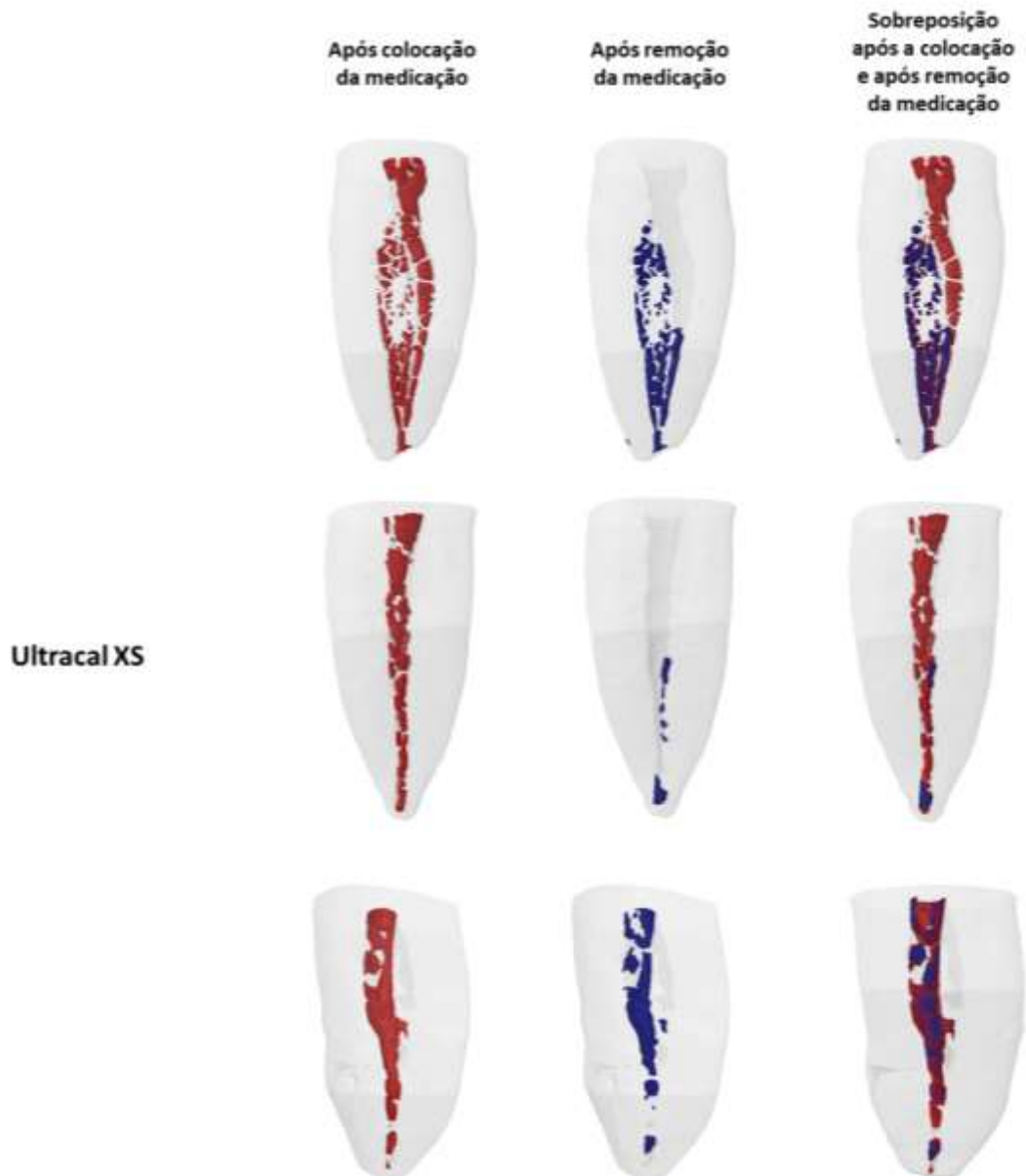


Figura 8. Modelos tridimensionais em microtomografia computadorizada antes e após a remoção da medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio – Ultracal XS (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA). Em vermelho: preenchimento do canal radicular com medicação intracanal. Em azul: remanescente de medicação intracanal após remoção com instrumento final e irrigação convencional com hipoclorito de sódio.

4.2. Avaliação da resistência de união e da interface adesiva formada entre dentina radicular / material obturador

A análise de variância dois fatores evidenciou diferença estatisticamente significativa para os fatores medicação intracanal e terço radicular, e para a interação dos fatores medicação intracanal x terço radicular ($p < 0,0001$) (Tabela IV).

Tabela IV. Resultados da análise de variância para a comparação entre medicação intracanal e terço radicular, em relação aos dados de resistência de união ao teste de *push-out*.

Fonte de Variação	Tipo III Soma dos quadrados	gl	Quadrado médio	F	p
Modelo corrigido	133,136 ^a	11	12,103	28,869	0,000
Intercepto	784,298	1	784,298	1870,724	0,000
Terço radicular	61,766	2	30,883	73,662	0,000
Medicação intracanal	59,778	3	19,926	47,528	0,000
Terço * Medicação intracanal	11,592	6	1,932	4,608	0,000
Erro	35,217	84	0,419		
Total	952,651	96			
Total corrigido	168,353	95			

Em relação à medicação intracanal, observa-se que os dentes que receberam medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos (Bio-C Temp) e obturados com cimento biocerâmico (Bio-C Sealer) apresentaram maior resistência de união ($3,70 \pm 1,22$) quando comparado aos dentes que receberam medicação à base de compostos biocerâmicos e obturados com cimento resinoso (AH Plus) ($2,15 \pm 1,07$), medicação à base hidróxido de cálcio (Ultracal XS) e obturados com cimento biocerâmico ($3,18 \pm 1,09$) ou com cimento resinoso (AH Plus) ($2,11 \pm 1,02$) ($p < 0,001$) (Tabela V).

Tabela V. Média e desvio-padrão dos valores (Mpa) de resistência de união ao teste de *push-out* por grupos de acordo com a medicação intracanal (Bio-C Temp ou Ultracal XS) e cimento obturador (AH Plus e Bio-C Sealer).

Grupos	MPa
Bio-C Temp + AH Plus	$2,15 \pm 1,07_A$
Ultracal XS + AH Plus	$2,11 \pm 1,02_A$
Bio-C Temp + Bio-C Sealer	$3,70 \pm 1,22_C$
Ultracal XS + Bio-C Sealer	$3,18 \pm 1,09_B$

Letras maiúsculas significam diferença estatística entre linhas ($p < 0,0001$).

Em relação aos terços radiculares, independente da medicação intracanal e do cimento obturador, o terço cervical apresentou maior resistência de união quando comparado ao terço médio ($p < 0,001$), sendo os valores de resistência de união do terço médio superiores ao terço apical ($p < 0,001$) (Tabela VI).

Tabela VI. Média e desvio-padrão dos valores (Mpa) de resistência de união ao teste de *push-out* terços radiculares (cervical, médio e apical) de acordo com a medicação intracanal (Bio-C Temp ou Ultracal XS) e cimento obturador (AH Plus e Bio-C Sealer).

Grupos	Coronal	Médio	Apical
Bio-C Temp + AH Plus	3,35 ± 1,02 Aa	2,28 ± 0,85 Ab	1,60 ± 1,16 Ac
Ultracal XS + AH Plus	3,19 ± 0,69 Aa	2,33 ± 0,52 Ab	1,26 ± 0,24 Ac
Bio-C Temp + Bio-C Sealer	5,00 ± 0,37 Ba	3,98 ± 0,44 Bb	2,26 ± 0,39 Ac
Ultracal XS + Bio-C Sealer	4,69 ± 0,54 Ba	3,58 ± 0,39 Bb	2,28 ± 0,32 Ac

Letras maiúsculas significam diferença estatística entre linhas, e letras minúsculas significam diferença estatística entre colunas ($p < 0,0001$).

A análise de variância com parcela subdividida evidenciou que os valores de resistência de união foram influenciados pelo fator medicação intracanal e subparcela terço radicular ($p < 0,001$) (Tabela VI).

4.3. Análise do padrão de falha

Os dados de padrão de falha são apresentados na Tabela VII. O teste qui-quadrado evidenciou o maior percentual de falhas adesivas à dentina para os dentes que receberam medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos, independente do cimento obturador utilizado ($p < 0,05$).

Tabela VII. Valores percentuais dos tipos de falhas após teste de *push-out* por grupos de acordo com a medicação intracanal (Bio-C Temp ou Ultracal XS), cimento obturador (Bio-C Sealer e Ah Plus) e terços radiculares (cervical, médio e apical).

Grupos	Tipo de falha	Terços		
		C	M	A
Bio-C Temp + AH Plus	Ad	80	10	10
	Ao	20	70	10
	M	0	20	20
	Cd	0	0	0
	Co	0	0	0
Ultracal XS + AH Plus	Ad	50	25	15
	Ao	60	25	25
	M	40	30	30
	Cd	0	0	0
	Co	0	0	0
Bio-C Temp + Bio-C Sealer	Ad	20	40	20
	Ao	0	0	30
	M	20	20	20
	Cd	0	0	0
	Co	0	0	0
Ultracal XS + Bio-C Sealer	Ad	20	10	40
	Ao	80	40	30
	M	20	20	20
	Cd	0	0	0
	Co	0	0	0

Ad=Adesiva à dentina; Ao=Adesiva ao material obturador; M=mista; Cd=Coesiva da dentina; Co=Coesiva do material obturador; C=cervical; M=médio; A=apical.

Já para os dentes que receberam medicação à base de hidróxido de cálcio observou-se maior percentual de falhas adesivas ao material obturador seguidas de falhas mistas, independente do cimento obturador utilizado ($p < 0,05$). Falhas coesivas não foram observadas em nenhum dos grupos avaliados.

4.4. Avaliação qualitativa da interface adesiva em MEV

Considerando a análise a partir das eletromicrografias (MEV) dos *slices*, observou-se que a adaptação apresentou padrão uniforme em todos os terços radiculares independentemente do tipo de medicação e/ou cimento obturador avaliado. Assim, os dados foram analisados levando-se em consideração os fatores medicação intracanal e cimento obturador, conforme demonstrado na Tabela VIII e na Figura 9.

Tabela VIII. Distribuição percentual dos tipos de adaptação do material restaurador à dentina radicular após a utilização de diferentes medicações intracanais (Bio-C Temp e Ultracal XS).

Grupos	Adaptação (%)			
	Boa	Razoável	Ruim	Sem adaptação
Ultracal XS + AH Plus	10 C	10 A	80 D	0 A
Ultracal XS + Bio-C Sealer	30 B	0 C	60 C	10 B
Bio-C Temp + AH Plus	30 B	40 B	30 B	0 A
Bio-C Temp + Bio-C Sealer	70 A	10 A	20 A	0 A

Critério de adaptação: Boa (seções sem lacunas); Razoável (seções com falhas <1µm); Ruim (seções com muitas lacunas, entre 1µm e 10µm); Sem adaptação (seções com lacunas >10µm).

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis evidenciou diferenças na adaptação para as diferentes medicações e cimentos obturadores ($p=0,01$). Em relação à medicação intracanal, a medicação à base de compostos biocerâmicos apresentou melhor adaptação comparada ao grupo que recebeu medicação à base de hidróxido de cálcio ($P<0,001$), independente do cimento obturador utilizado. Destaca-se que quando associado a medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio com cimento obturador biocerâmico observou-se desadaptação da interface material obturador-dentina radicular.

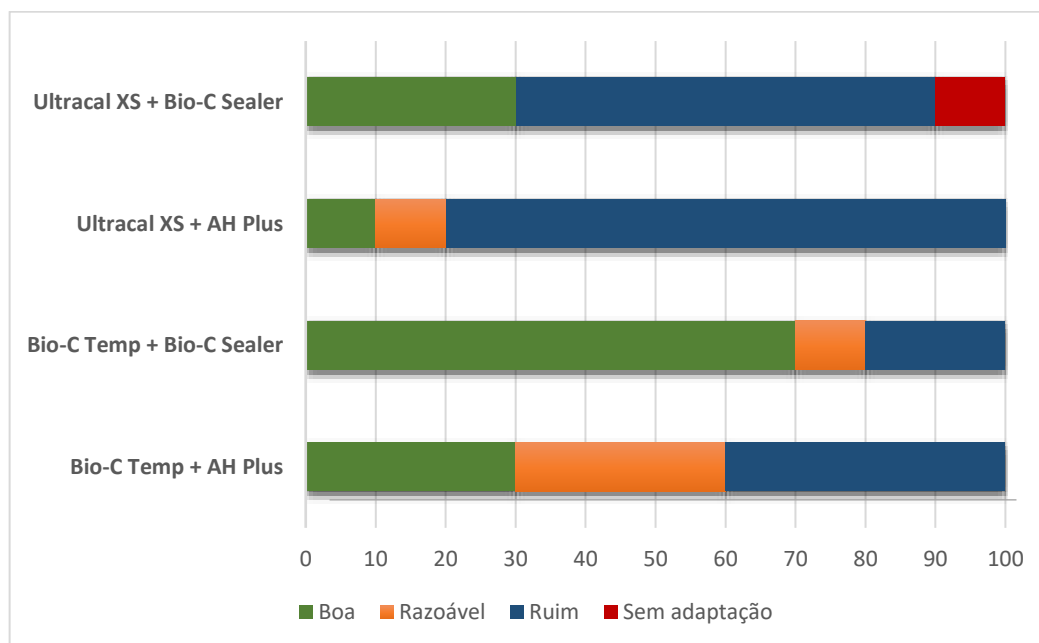


Figura 9. Distribuição percentual dos escores atribuídos para a adaptação das obturações após a utilização de diferentes medicações intracanais (Bio-C Temp e Ultracal XS). Critério de adaptação: Boa (seções sem lacunas); Razoável (seções com falhas <1µm); Ruim (seções com muitas lacunas, entre 1µm e 10µm); Sem adaptação (lacunas >10µm).

Fotomicrografias de áreas representativas da interação cimento/dentina foram realizadas a fim de ilustrar os resultados obtidos em cada grupo. A análise qualitativa evidenciou que, nos espécimes em que se utilizou a medicação à base de compostos biocerâmicos (Bio-C Temp) e cimento obturador resinoso (AH Plus), ocorreram *gaps* em praticamente todos os espécimes, não apenas nas áreas polares dos canais achatados. Ainda, observaram-se *gaps* na interface com a dentina e também falhas entre cimento/cone (Figura 10).

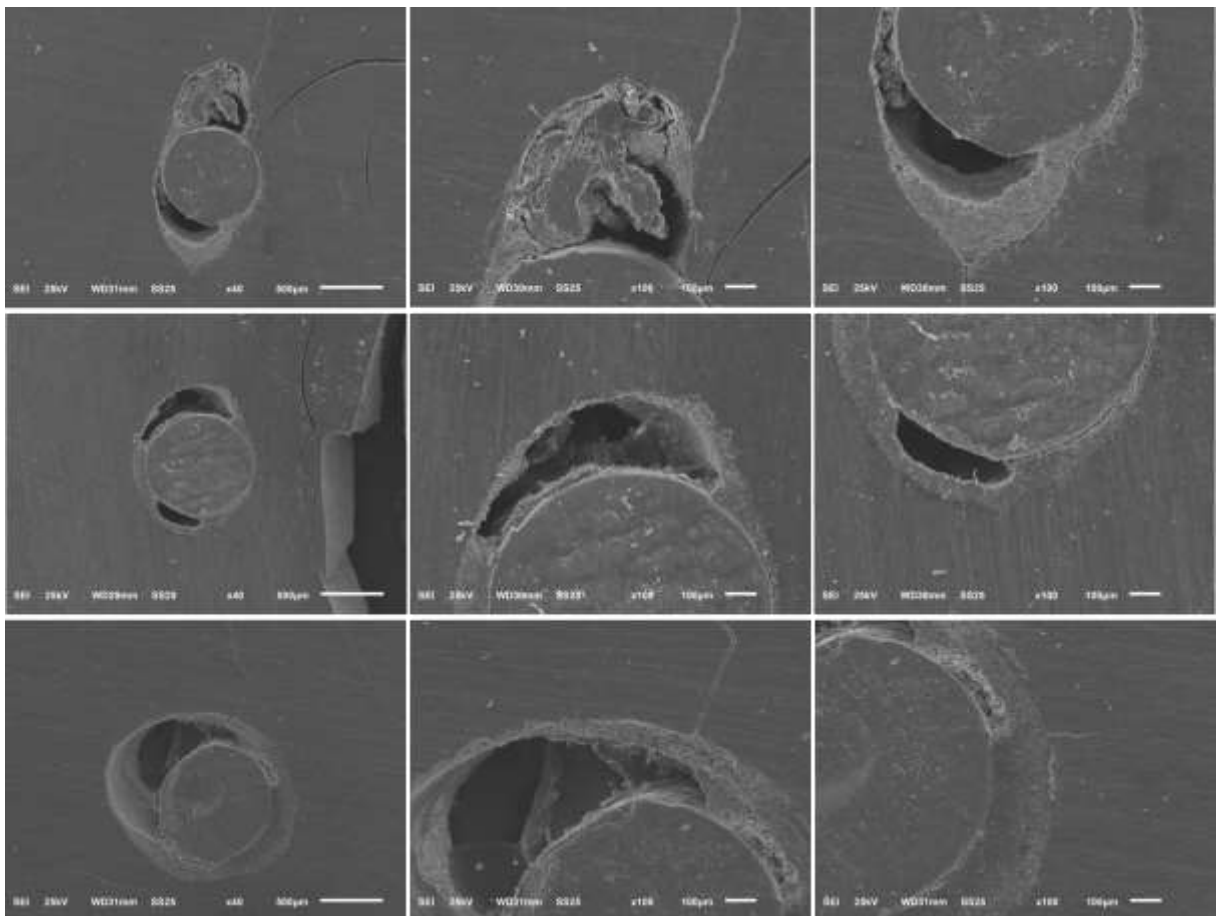


Figura 10. Fotomicrografias da interface adesiva de dentes em que foi utilizada medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos (Bio-C Temp) e cimento obturador resinoso (AH Plus) e que se observa a formação de *gaps* em todo a circunferência dos espécimes, inclusive nas áreas polares e de achatamento. Nota-se a presença de lacunas menores que $1\mu\text{m}$ na interface com a dentina e também falhas entre cimento/cone de guta-percha, evidenciando adaptação razoável entre o material obturador e superfície dentinária.

Nos espécimes em que se utilizou medicação intracanal (Bio-C Temp) e cimento obturador (Bio-C Sealer) à base de compostos biocerâmicos observou-se melhor adaptação do material obturador à dentina radicular, inclusive em áreas polares (Figura 11), áreas com justaposição da interface adesiva e menor número de

falhas interfaciais entre cimento/dentina e, quando ocorreram, os *gaps* foram menores que nos demais grupos.

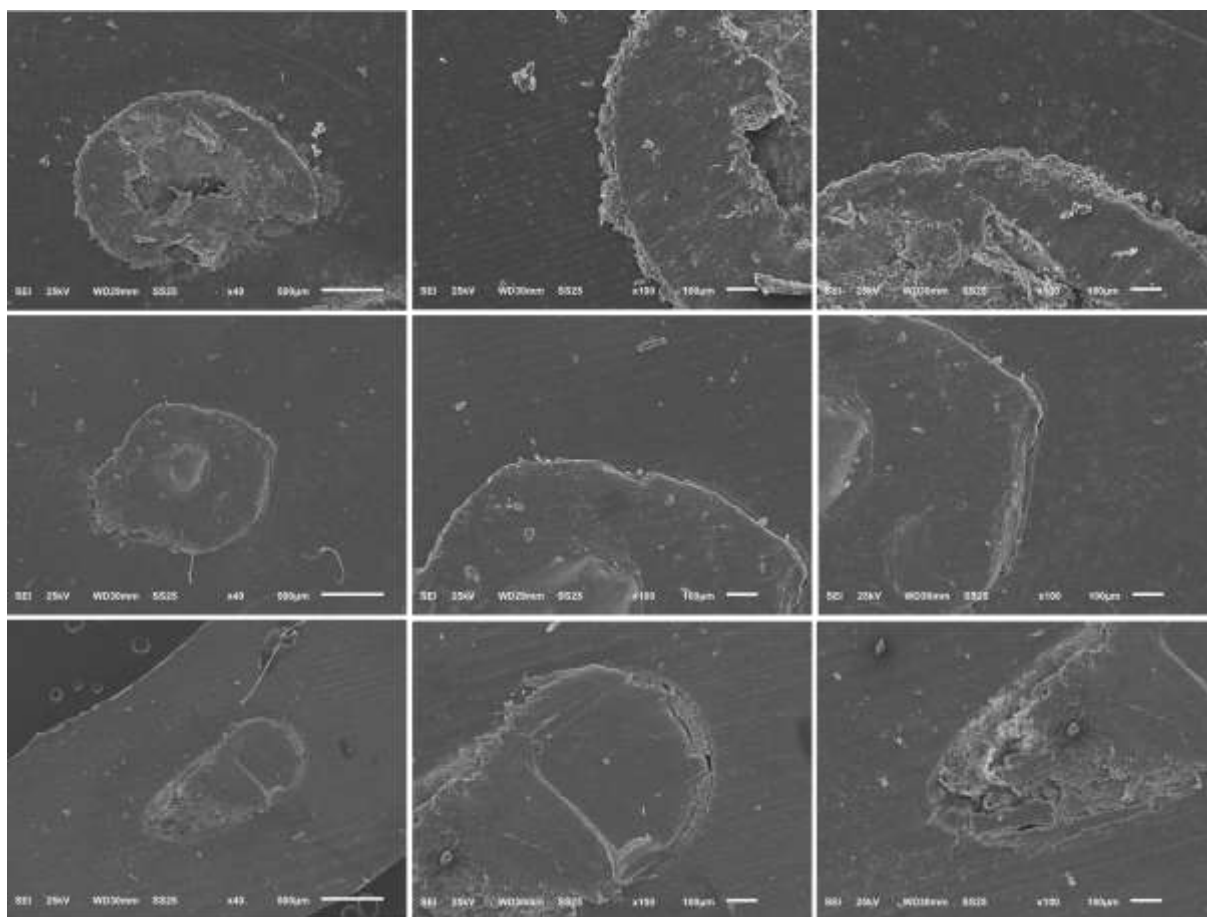


Figura 11. Fotomicrografias da interface adesiva de dentes em que foi utilizado medicação intracanal (Bio-C Temp) e cimento obturador (Bio-C Sealer) à base de compostos biocerâmicos em que pode observar melhor adaptação do material obturador à dentina radicular, inclusive nas áreas polares e de achatamento. Nota-se ainda a presença de áreas com justaposição da interface adesiva nas áreas polares e menor número de falhas interfaciais entre cimento/dentina. Ainda, pode-se evidenciar menor número de *gaps*, com melhor adaptação da interface entre material obturador e superfície dentinária.

Por outro lado, nos espécimes em que se utilizou medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio (Utracal XS) e cimento obturador resinoso (AH Plus), observou-se formação de *gaps* em praticamente todos os espécimes, principalmente nas áreas polares dos canais achatados, embora também tenham sido possível observar áreas de interface entre cimento/dentina com boa adaptação (Figura 12).

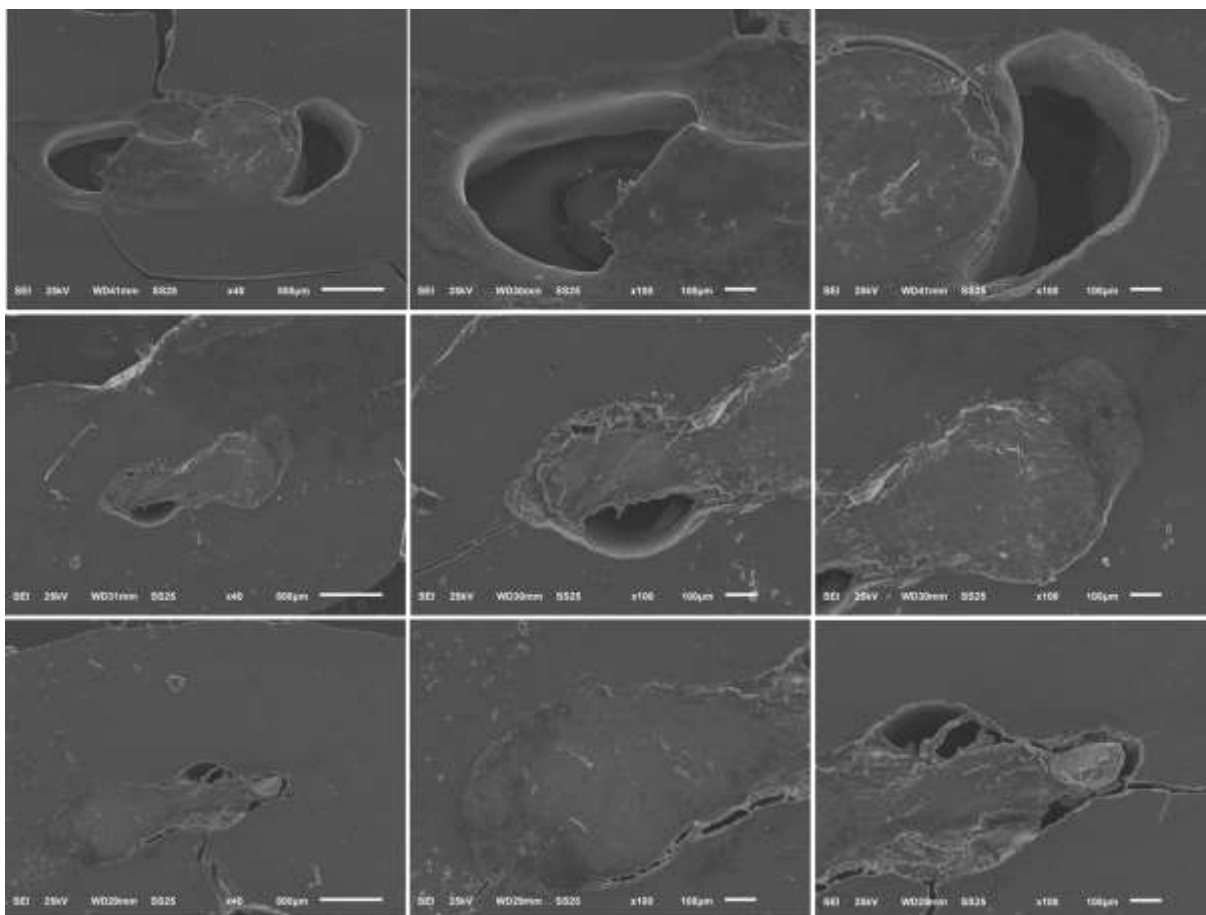


Figura 12. Fotomicrografias da interface adesiva de dentes em que foi utilizado medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio (Ultracal XS) e cimento obturador resinoso (AH Plus). Pode-se notar a formação de *gaps* em praticamente todos os espécimes, principalmente nas áreas polares e de achatamentos. Entretanto, apesar de se observar áreas de adaptação razoável na interface entre material obturador e superfície dentinária, pode-se evidenciar a presença de lacunas maiores que 1 μ m, confirmando adaptação ruim da interface adesiva.

Nos espécimes em que se utilizou medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio (Ultracal XS) e cimento obturador biocerâmico (Bio-C Sealer), observou-se falta de adaptação do material à dentina, com formação de *gaps*, em praticamente todos os espécimes, não apenas nas áreas polares dos canais achatados (Figura 13).

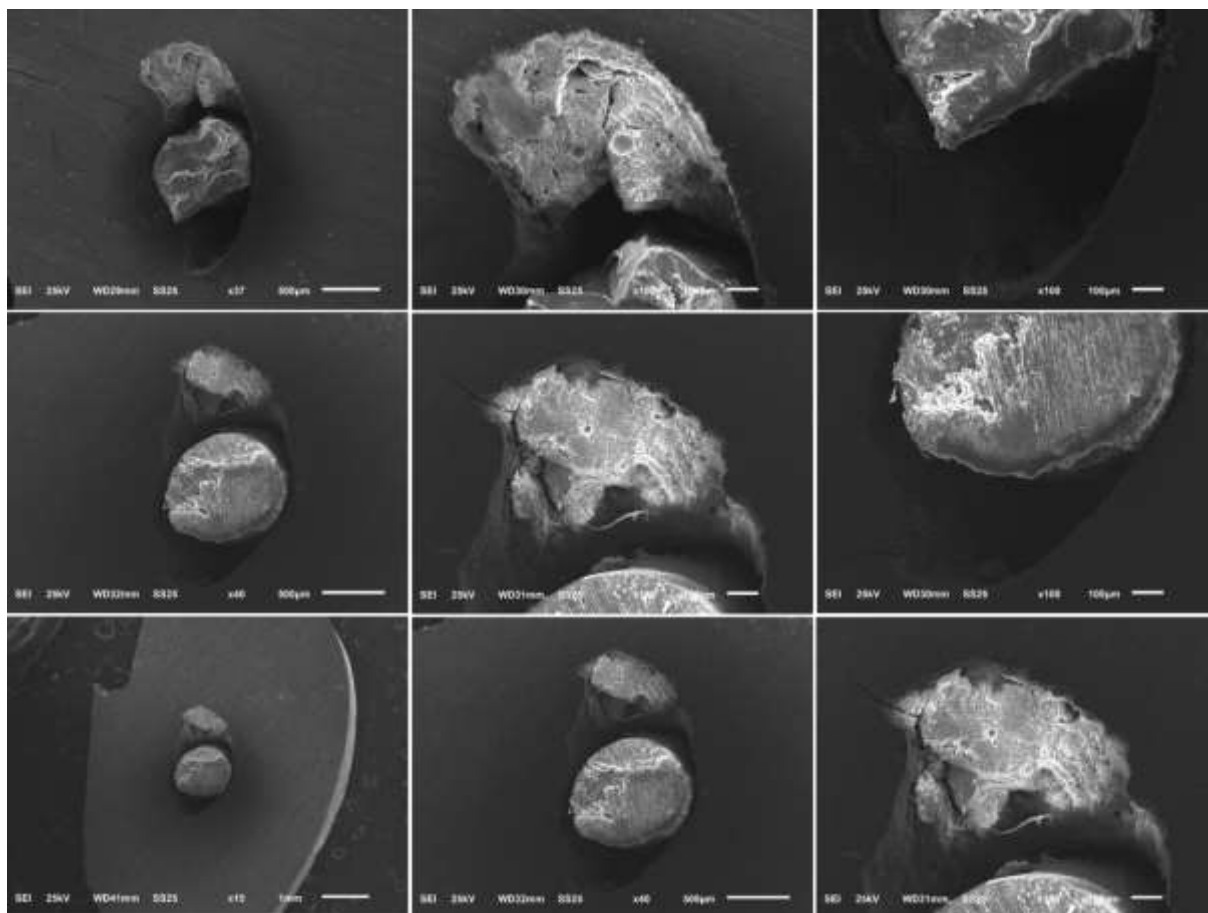


Figura 13. Fotomicrografias da interface adesiva de dentes em que foi utilizado medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio (Ultracal XS) e cimento obturador biocerâmico (Bio-C Sealer). Observa-se falta de adaptação do material à dentina, com formação de *gaps*, em toda a circunferência da interface adesiva, não apenas nas áreas polares e de achatamento. Nota-se a presença de lacunas maiores que 1 μ m, confirmando adaptação ruim da interface adesiva.

Ressalta-se que, não foi possível diferenciar a medicação e o cimento obturador nas imagens em MEV em nenhum dos grupos estudados.

4.5. Avaliação qualitativa da interface adesiva em microscopia confocal de varredura a laser com fluorescência (CLSM)

A análise das imagens em CLSM permite observar que para o grupo que recebeu medicação à base de compostos biocerâmicos e obturação com cimento biocerâmico houve maior penetração de medicação intracanal (em verde fluorescente) e cimento obturador (em azul fluorescente) no interior dos túbulos dentinários, de forma regular e homogênea, com a formação de *tags* mais longos (Figura 14).

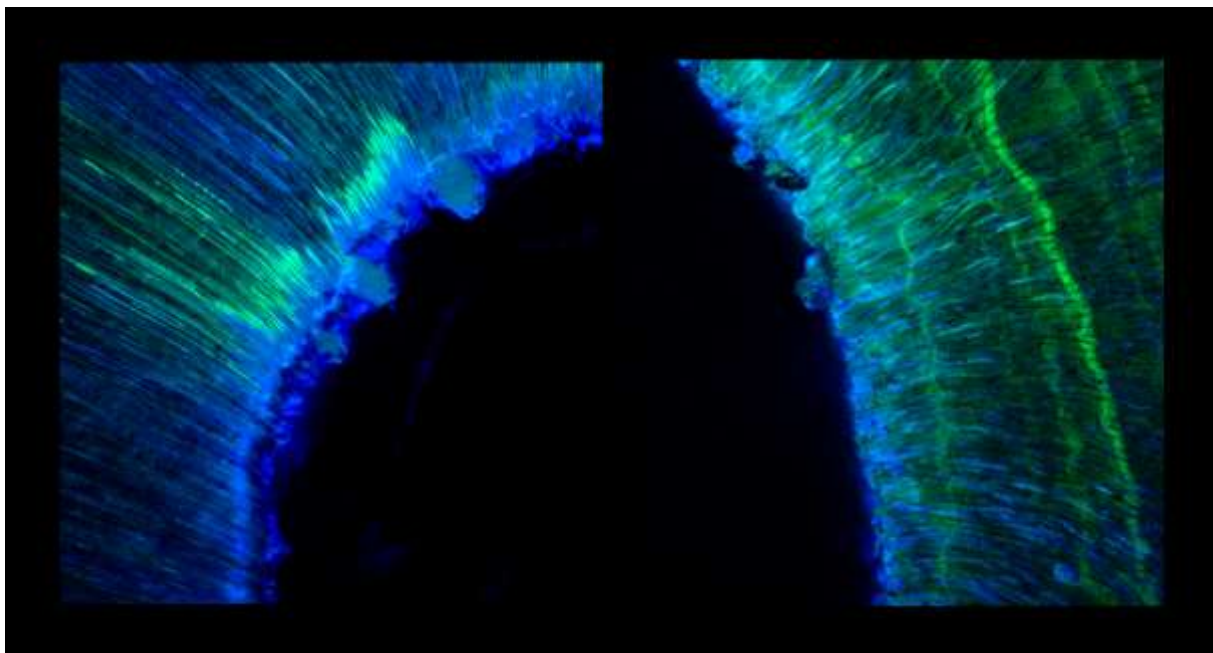


Figura 14. Imagens em microscopia confocal de varredura a laser com fluorescência após a utilização de medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos (Bio-C Temp) e obturação com cimento biocerâmico (Bio-C Sealer). Em verde fluorescente é possível observar a presença de remanescente de medicação intracanal no interior dos túbulos dentinários. Em azul fluorescente observa-se a penetração de cimento obturador no interior dos túbulos dentinários com formação de *tags* mais longos e uniformes. Observa-se em azul claro fluorescente a formação de *tags* com produto resultante da interação medicação intracanal e cimento obturador.

Já na análise da superfície dentinária, observa-se a formação de uma camada uniforme e espessa, bem como a presença de *tags* mais curtos com produto resultante da interação medicação intracanal/cimento obturador (em azul claro) (Figura 15).

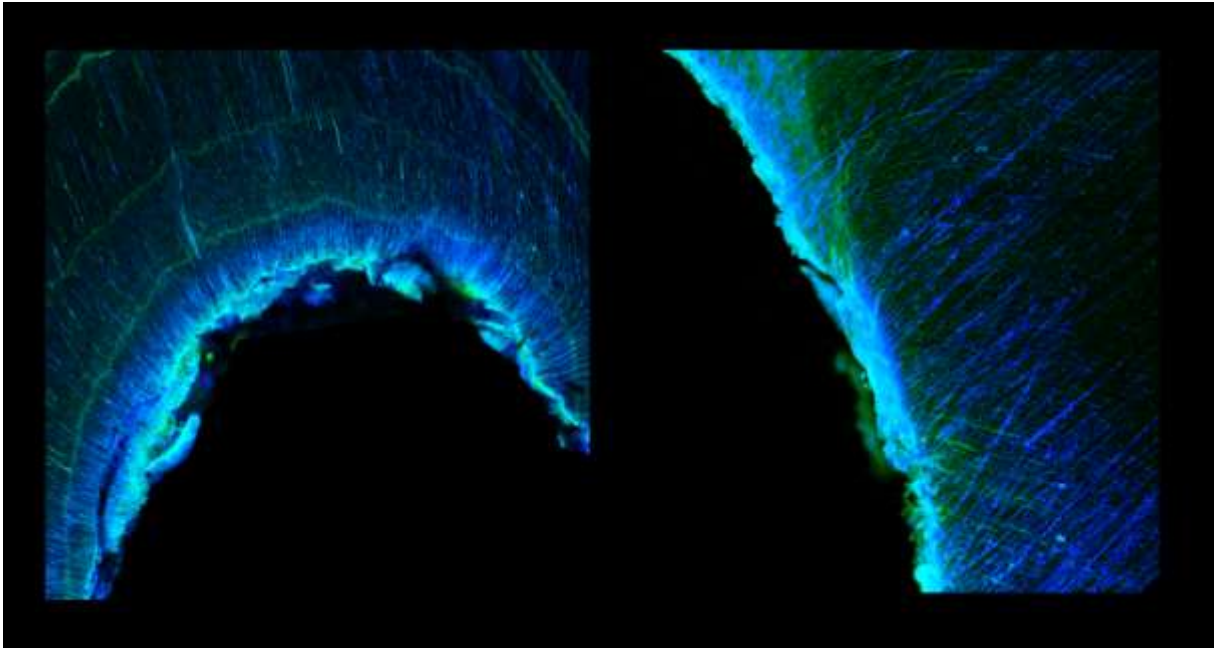


Figura 15. Imagens em microscopia confocal de varredura a laser com fluorescência após a utilização de medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos (Bio-C Temp) e obturação com cimento biocerâmico (Bio-C Sealer). Em azul claro fluorescente observa-se a formação de camada uniforme e espessa correspondente ao produto resultante da interação entre medicação intracanal e cimento obturador em toda a extensão da superfície dentinária.

Para o grupo que recebeu medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos e obturados com cimento resinoso, observa-se penetração do cimento obturador (em vermelho fluorescente) nos túbulos dentinários de forma irregular, com formação de *tags* mais curtos e sem continuidade (Figura 16).

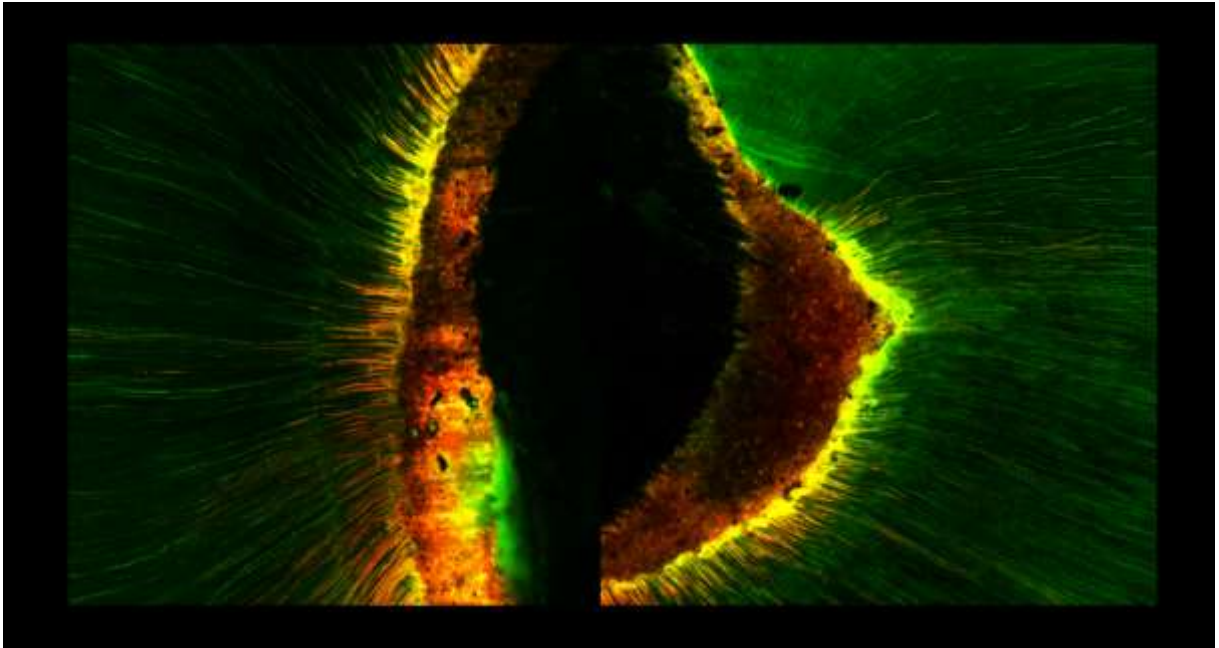


Figura 16. Imagens em microscopia confocal de varredura a laser com fluorescência após a utilização de medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos (Bio-C Temp) e obturação com cimento resinoso (AH Plus). Em verde fluorescente é possível observar a presença de remanescente de medicação intracanal no interior dos túbulos dentinários. Em vermelho fluorescente observa-se a penetração de cimento obturador no interior dos túbulos dentinários com formação de *tags* curtos e sem continuidade. Observa-se em alaranjado fluorescente a formação de *tags* com produto resultante da interação medicação intracanal e cimento obturador.

Na superfície dentinária, é possível observar em partes uma fina camada representando a interação (em alaranjado) da medicação intracanal (em verde fluorescente) e do cimento obturador (em vermelho fluorescente) (Figura 16). Ainda, nas áreas polares, é possível notar que a medicação intracanal (em verde fluorescente) atua como barreira física entre o cimento obturador e a parede dentinária, não havendo interação química entre eles (Figura 17).

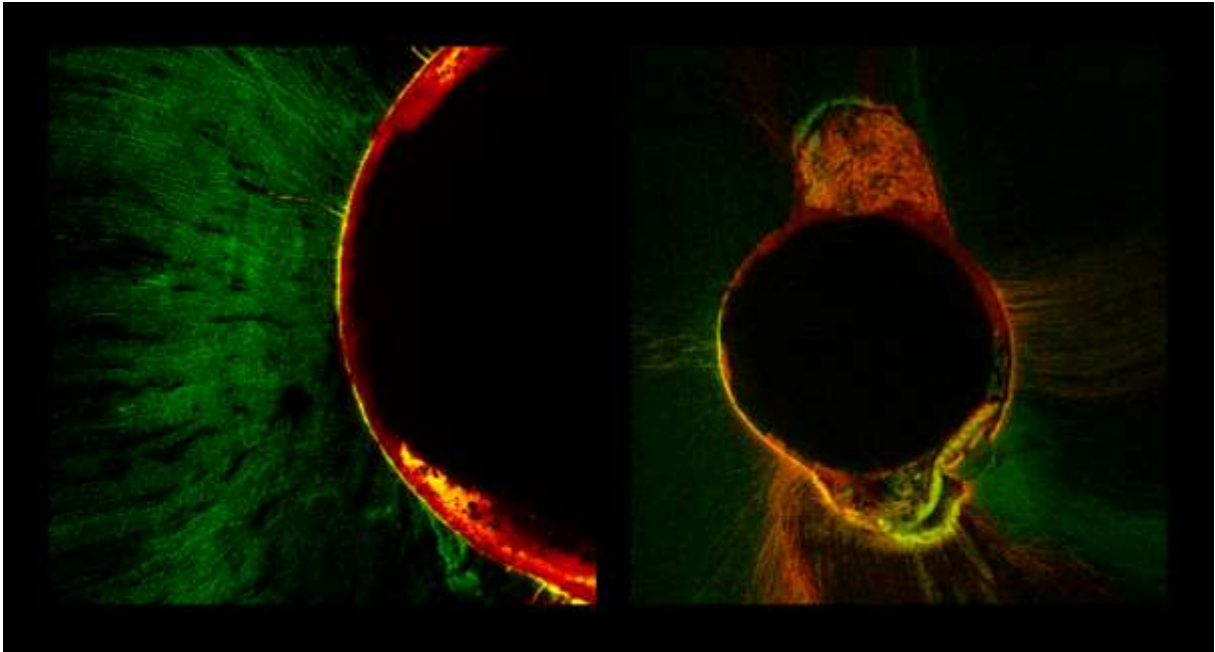


Figura 17. Imagens em microscopia confocal de varredura a laser com fluorescência após a utilização de medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos (Bio-C Temp) e obturação com cimento resinoso (AH Plus). Na superfície dentinária, é possível observar uma fina camada representando a interação (em alaranjado) da medicação intracanal (em verde fluorescente) e do cimento obturador (em vermelho fluorescente). Nas áreas polares, é possível notar que a medicação intracanal (em verde fluorescente) atua como barreira física entre o cimento obturador e a parede dentinária.

Os dentes que receberam medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio (Ultracal XS) e cimento biocerâmico (Bio-C Sealer) evidenciaram menor penetração de medicação (em verde fluorescente) e cimento obturador (em azul fluorescente) nos túbulos dentinários (Figura 18).

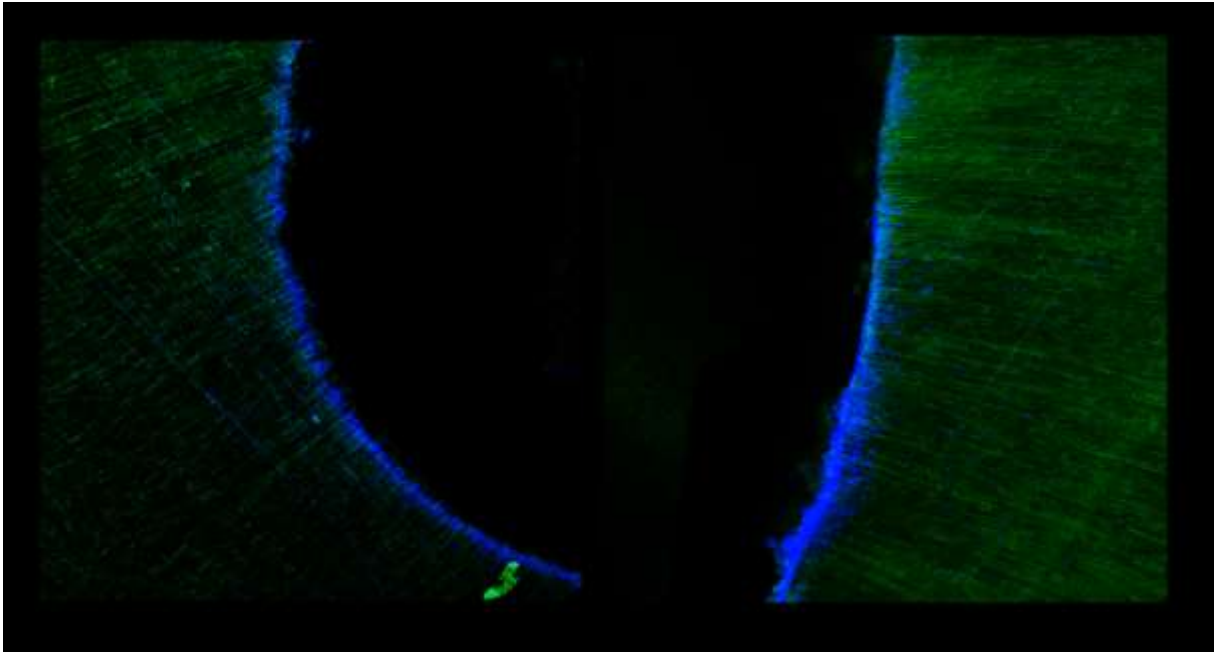


Figura 18. Imagens em microscopia confocal de varredura a laser com fluorescência após a utilização de medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio (Ultracal XS) e obturação com cimento biocerâmico (Bio-C Sealer). Em azul fluorescente observa-se menor penetração de cimento obturador, de forma não homogênea, no interior dos túbulos dentinários. Destaca-se que a penetração de medicação intracanal (em verde fluorescente) não é evidente.

Na superfície dentinária, observa-se predominância de cimento obturador com presença de *tags* curtos, irregulares e disformes, com ausência da formação da camada de interação entre medicação intracanal e cimento obturador (Figura 19).

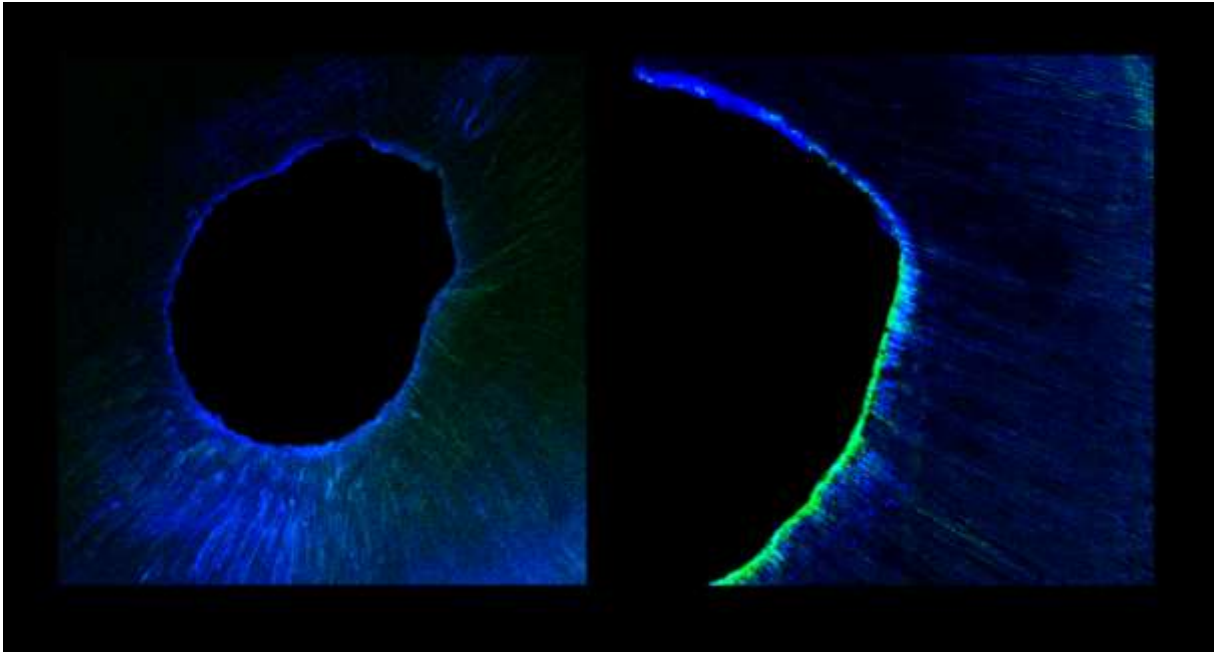


Figura 19. Imagens em microscopia confocal de varredura a laser com fluorescência após a utilização de medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio (Ultracal XS) e obturação com cimento biocerâmico (Bio-C Sealer). Na superfície dentinária, observa-se predominância de cimento obturador com presença de tags curtos, irregulares e disformes. Ainda, é possível observar que a medicação intracanal (em verde fluorescente) não interage com o cimento obturador (em azul fluorescente), formando uma barreira física, impedindo a penetração do cimento no interior dos túbulos dentinários.

Para o grupo que recebeu medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio (Ultracal XS) e obturação com cimento resinoso (AH Plus), pode-se observar que na maioria dos espécimes o cimento obturador não teve penetração nos túbulos dentinários ao longo de toda a circunferência do canal, com ausência de formação de *tags*. Ainda, é possível notar que não há a formação de uma camada resultante da interação entre medicação intracanal e cimento obturador (Figura 20).

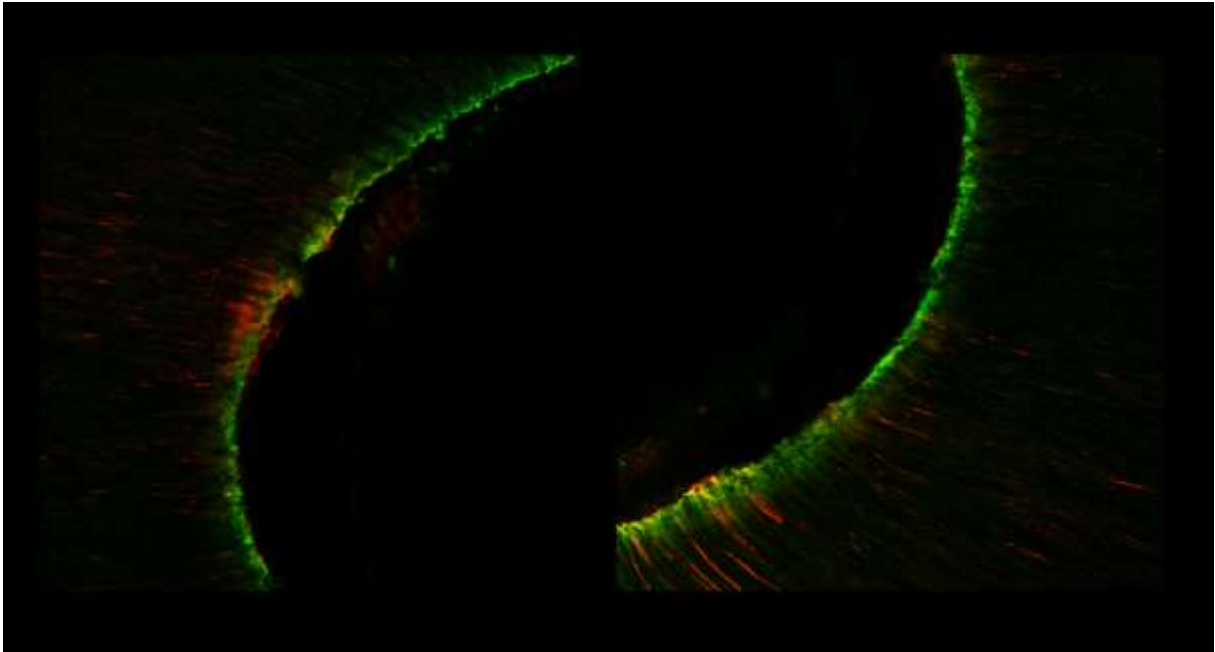


Figura 20. Imagens em microscopia confocal de varredura a laser com fluorescência após a utilização de medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio (Ultracal XS) e obturação com cimento resinoso (AH Plus). Em verde fluorescente é possível observar a presença de remanescente de medicação intracanal de forma homogênea ao longo de toda a circunferência do canal, bem como a ausência de penetração de cimento obturador. Em vermelho fluorescente, nota-se escassa formação de *tags*, disformes e sem continuidade. Ainda, é possível afirmar que não há a formação de uma camada resultante da interação medicação intracanal e cimento obturador.

Já na análise da superfície dentinária, nota-se que a medicação intracanal permaneceu de forma homogênea em toda a extensão da superfície, sem interação com o cimento obturador, impedindo a sua penetração. Ainda, observa-se que o cimento obturador encontra-se limitado a luz do canal radicular (Figura 21).

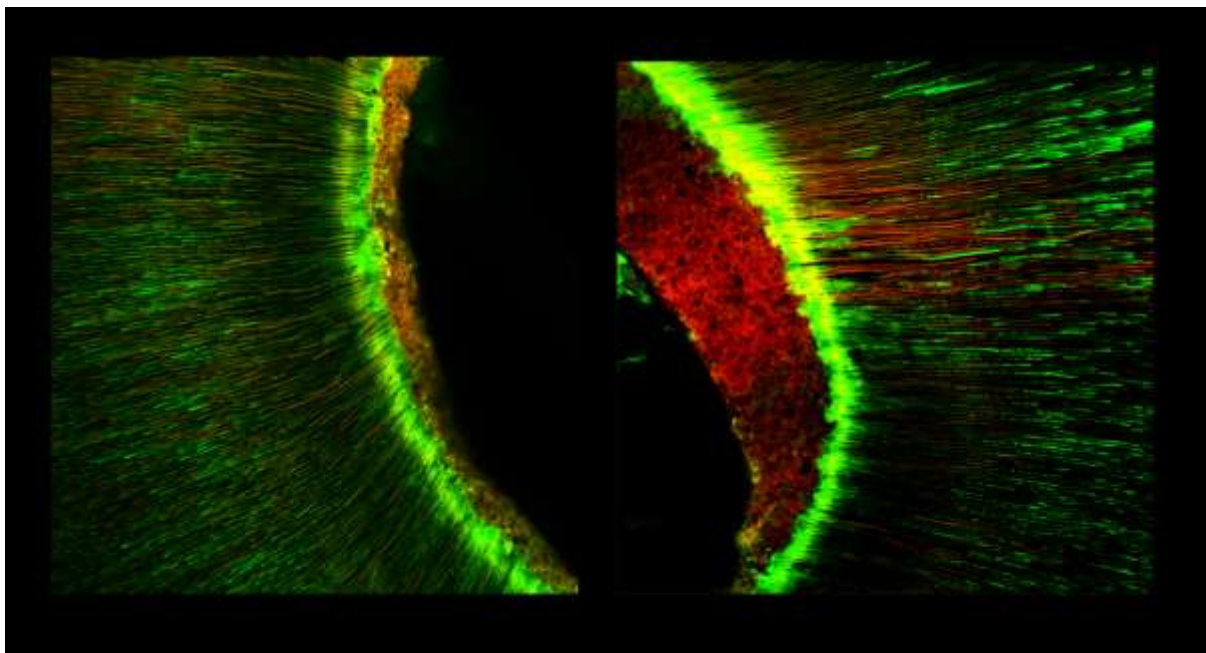


Figura 21. Imagens em microscopia confocal de varredura a laser com fluorescência após a utilização de medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio (Ultracal XS) e obturação com cimento resinoso (AH Plus). Em verde fluorescente, observa-se que a medicação intracanal permaneceu de forma homogênea em toda a extensão da superfície, sem interação com o cimento obturador, impedindo a sua penetração. Em vermelho fluorescente, nota-se que o cimento obturador encontra-se apenas na luz do canal, com escassa formação de *tags*, disformes e sem continuidade. Ainda, é possível afirmar que não há a formação de uma camada resultante da interação medicação intracanal e cimento obturador.

5. *Discussão*



5. DISCUSSÃO

O uso da medicação intracanal, após a realização do preparo biomecânico, auxilia na descontaminação do sistema de canais radiculares, visa à prevenção e controle das infecções pulpares e perirradiculares, a reparação dos tecidos periapicais e a indução da formação do tecido dentinário (Siqueira & Lopes, 1999; Rossi, Silva, Leonardo, & Rossi, 2005; Kim & Kim, 2014; Ibrahim; Zakhary; Amin, 2020; Guerreiro et al., 2021), sendo o hidróxido de cálcio, associado a diferentes veículos, a medicação intracanal mais comumente utilizada, devido às suas propriedades antibacterianas e de reparo de tecidos periapicais (Farhad & Mohammadi, 2005; Mohammadi & Dummer, 2011; Bedran et al., 2020; Ibrahim; Zakhary; Amin, 2020; Guerreiro et al., 2021), e mais recentemente, com o desenvolvimento dos compostos biocerâmicos, tem sido indicada uma medicação intracanal à base de silicatos e óxidos de cálcio (Bio-C Temp[®], Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A, Londrina, PR, Brasil), que além da maior biocompatibilidade, apresenta potencial bioativo (Villa et al., 2020; Guerreiro et al., 2021).

Entretanto, a literatura tem demonstrado, por meio do uso de diferentes soluções e técnicas de irrigação, que não ocorre a completa remoção da medicação intracanal do interior do sistema de canais radiculares previamente a obturação, principalmente em áreas polares e de achatamento (Wiseman et al., 2011; Van Ser Sluis & Wesselink 2007, De Oliveira et al., 2019; Donnenmeyer et al., 2019; Escobar et al., 2021), e que o remanescente presente no interior dos túbulos dentinários e na superfície do canal radicular, pode afetar a adaptação bem como a resistência de união do material obturador à dentina (Kim & Kim, 2002; Ghabraei et al., 2017; Moinzadeh et al., 2018, Parikh et al., 2020).

Dessa forma, se faz necessário o desenvolvimento de protocolos que, por meio de técnicas e instrumentos, aumentem a capacidade de remoção da medicação intracanal do sistema de canais radiculares, ou ainda no desenvolvimento de medicação intracanal, que por afinidade química, não interfira na formação da interface adesiva entre os cimentos endodônticos e a dentina radicular (Escobar et al., 2021). Assim, o presente estudo avaliou a influência do remanescente de medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos e à base de hidróxido de cálcio, na obturação com cimentos resinosos e biocerâmicos, na

qualidade da interface adesiva e presença de *gaps*, bem como o impacto do remanescente da medicação intracanal na resistência de união em canais radiculares muito ovais.

Em relação à metodologia empregada no presente estudo, alguns aspectos merecem ser destacados. Inicialmente, as amostras, foram selecionadas de forma criteriosa por meio de microtomografia computadorizada (microCT), para obtenção raízes distais de molares inferiores e canais radiculares achatados com razão ≥ 4 (Wu et al., 2001, Wu et al., 2003, Rechenberg & Paque, 2013, Pereira et al., 2017; Pereira et al., 2021), com a determinação de parâmetros tridimensionais de volume e área de superfície homogêneos, possibilitando a padronização das amostras e formação de grupos experimentais anatomicamente equilibrados, reduzindo assim o risco de viés (De-Deus et al., 2020, Pereira et al., 2021; Uzunoglu-Özyürek; Küçükkaya-Eren; Karahan, 2021). A microCT também permitiu verificar por meio de parâmetros e modelos tridimensionais, de forma quali-quantitativa, o volume e a localização do remanescente de medicação intracanal, antes e depois da sua remoção (Versiani, Pécora & Sousa-Neto, 2011; Versiani et al., 2013, Versiani et al., 2018; Sousa-Neto et al. 2018; Pereira et al., 2021), uma vez que esta metodologia, não invasiva e não destrutiva, fornece imagens de alta resolução (Sousa-Neto et al., 2018; De-Deus et al., 2020, Mazzi-Chaves et al., 2020; Pereira et al., 2021; Uzunoglu-Özyürek; Küçükkaya-Eren; Karahan, 2021).

Para a avaliação da resistência de união foi utilizado o teste de *push-out*, que tem sido considerado o método mais adequado para avaliação da resistência de união de materiais obturadores à dentina radicular, por permitir que a força seja aplicada paralelamente à interface adesiva (Fisher; Berzins; Bahcall, 2007; Teixeira et al., 2009; Costa et al., 2010; Shokouhinejad et al., 2011; Carneiro et al., 2012; Pereira et al., 2017), além de determinar a resistência de união nos diferentes terços do canal radicular (Castellan et al., 2010; Manicardi et al., 2011). Para isso, bases e hastes metálicas com ponta ativa e orifícios de diâmetros compatíveis para cada terço foram utilizadas no intuito de favorecer a aplicação da força e distribuição das tensões de cisalhamento o mais próximo possível da interface adesiva formada entre material obturador e dentina radicular (Sousa-Neto et al., 2002; Zanatta et al., 2015; Pereira et al., 2017). Posteriormente ao teste de *push-out* foi realizado a análise dos espécimes em estereomicroscopia para determinação do tipo de padrão de falhas predominantes, o que contribuiu para a interpretação dos dados de

resistência de união obtidos (Sousa-Neto et al., 2002; Zanatta et al., 2015; Pereira et al., 2017; Yamin et al., 2018; Lopes et al., 2019; Assis et al., 2020).

Para a avaliação da adaptação do material obturador à dentina radicular foi realizada por meio de imagens obtidas em microscopia eletrônica de varredura (MEV), permitindo a aquisição de imagens de alta resolução em diferentes aumentos (Moradi; Ghoddusi; Forghani, 2009; Haragushiku et al., 2012; Souza et al., 2012b; Viapiana et al., 2014), que possibilitaram a mensuração dos *gaps* em doze pontos equidistantes pré-determinados em toda a circunferência do canal radicular, nos quatro quadrantes da interface adesiva, seguido da classificação e análise estatística por meio de escores (Balguerie et al., 2011; Brito-Júnior et al., 2015; Araújo et al., 2016; Yamin et al., 2018). Esta análise contribui para melhor entendimento da integridade e homogeneidade da interface dentina/material obturador (Carneiro et al., 2012; Araújo et al., 2017; Pereira et al., 2017; Yamin et al., 2018; Lopes et al., 2019; Assis et al., 2020).

Ainda, de forma complementar, para avaliação qualitativa da adaptação da interface adesiva, utilizou-se a microscopia confocal por varredura a laser com fluorescência (CLSM), uma vez que com o uso de diferentes marcadores fluoróforos, esta metodologia não requer tratamentos específicos, e com isso não compromete a integridade do espécime, evidenciando a presença de diferentes materiais e sua interação, e ainda, permite sua análise em profundidade, bem como fornece informações sobre a capacidade que os materiais possam apresentar em relação à adaptação às paredes do canal ou de penetração no interior dos túbulos dentinários (White et al., 1987; Pioch et al., 1997; Watson et al., 2000; Sauro et al., 2008; Rached-Jr et al., 2014; Escobar et al., 2021).

No presente estudo, para a medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio ou à base de compostos biocerâmicos, utilizou-se o Fluo-3 (506/526 nm), que é um marcador fluorescente seletivo para íons cálcio (Paredes et al., 2008, Villa et al., 2011), e que tem sido indicado para o uso em materiais à base de silicatos e óxidos de cálcio (Jeong et al., 2017). Dessa forma, o cálcio presente na medicação intracanal se liga ao Fluo 3 e a sua fluorescência, em tom de verde observada nas imagens de confocal, aumenta de acordo com a estabilidade das ligações formadas. Já para o cimento à base de compostos biocerâmicos, afim de evitar fator de confusão na análise qualitativa, utilizou-se a calceína (360/449 nm), que também é um marcador fluorescente seletivo para íons cálcio, e que emite fluorescência

crescente em tons de azul, de acordo com a estabilidade e força das ligações covalentes (Gomes-Filho et al., 2011). Destaca-se tanto o Fluo-3 quanto a Calceína, são marcadores apropriados para este tipo de material, uma vez que apresenta fluorescência em pH elevado, é estável como padrão fluorescente e não possui fluorescência residual, uma vez queo mecanismo de troca de ligações com os íons Ca^{2+} , sem grande variação de pH, torna este método desprovido de reações químicas secundárias (Escarilla, 1966; Gomes-Filho et al., 2011; Accardo; Himel; Lallier, 2014).

Por outro lado, a Rodamina B, marcador fluorescente vermelho, foi usada para o cimento obturador à base de resina epóxica (AH Plus), uma vez que pelo fenômeno de lixiviação, este marcador apresenta alta afinidade pela umidade, com menor afinidade pelo cálcio, o que poderia levar a marcação residual e emitir fluorescência independente do material e apresentar penetração mais profunda nos túbulos dentinários, gerando resultados inconclusivos (Rached-Jr et al., 2014; Jeong et al., 2017). Destaca-se que diante da interação físico-química entre os marcadores fluoróforos, há emissão de fluorescência em azul turquesa entre Fluo-3 x Calceína, e em tons alaranjados para Fluo-3 x Rodamina B.

Em relação aos resultados, a análise em microCT, mostrou menor volume remanescente da medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos, principalmente no terço apical, uma vez que sua formulação, possui alta concentração de CaO livre, baixa concentração de C_3S e C_2S e um polímero de cadeia longa. A baixa concentração de C_3S e C_2S faz com que os cristais formados pela reação de hidratação fiquem separados devido a quantidade de material presente e pela interferência do polímero, dificultando o entrelaçamento destes cristais e conseqüentemente o endurecimento do produto (Villa et al., 2020; Guerreiro et al., 2021), o que facilita a sua remoção, principalmente em áreas de achatamento (Amin; Seyam; El-Samman, 2012; Viapiana et al., 2014; Eltair et al., 2018; Sousa-Neto et al., 2018; Uzunoglu-Özyürek; Erdoğan; Aktemur Türker, 2018; Al-Haddad et al., 2020; Escobar et al., 2021).

Por outro lado, a medicação à base de hidróxido de cálcio, em solução aquosa, se dissocia em íons de cálcio e hidroxila; reduzindo sua solubilidade e facilitando sua penetração nos túbulos dentinários e áreas polares (Kim & Kim, 2002, Amin; Seyam; El-Samman, 2012; Viapiana et al., 2014; Ghabraei et al., 2017; Eltair et al., 2018; Uzunoglu-Özyürek; Erdoğan; Aktemur Türker, 2018; Al-Haddad et al., 2020), o que

pode explicar o maior volume remanescente, se aderindo às paredes dos canais radiculares atuando como barreira mecânica (Ferreira; Simões; Carrilho, 2014; Bastos & Baldasso, 2019; Escobar et al., 2021). Ainda, a análise qualitativa dos modelos tridimensionais, permitiu observar um aspecto quebradiço do remanescente de medicação à base de hidróxido, em relação ao biocerâmico que apresentou aspecto mais homogêneo e uniforme.

Os resultados do teste de *push-out* evidenciaram que os dentes que receberam medicação à base de compostos biocerâmicos e foram obturados com cimento biocerâmico, apresentaram maiores valores de resistência de união e a análise em CLSM permite observar que provavelmente houve uma interação química entre os compostos biocerâmicos da medicação intracanal e do cimento obturador, que por afinidade química entre si, interligam-se gerando um subproduto da reação de biomineralização entre a parede da dentina e os íons cálcio e hidroxila liberados durante o período de ação da medicação. Diferentes subprodutos derivados de cálcio e/ou fósforo podem ser formados no processo de biomineralização como fosfato de cálcio, carbonato de cálcio, hidroxiapatita e apatita carbonatada. Esta interação, no canal radicular, permite a formação de uma camada biomineralizada mais espessa, com morfologia regular e estável, favorecendo uma possível ancoragem micromecânica do cimento obturador biocerâmico após a presa (Khalil et al., 2016; Jeong et al., 2017; Villa et al., 2020; Guerreiro et al., 2021), como observado pelas imagens de CLSM, que demonstraram maior interação química entre a medicação intracanal (verde fluorescente) e cimento obturador (azul fluorescente), sugerindo maior penetração do produto gerado pela interação (azul turquesa fluorescente) no interior dos túbulos dentinários, de forma regular e homogênea, com a formação de *tags* mais longos (Figuras 14 e 15), independente do terço radicular, principalmente nas áreas polares e de achatamento, acarretando nos maiores valores de resistência de união.

Já a análise em MEV evidenciou maior adaptação da interface adesiva, principalmente nas áreas de achatamento, uma vez que a maioria das secções não mostrou lacunas entre o material obturador e a dentina, bem como áreas com justaposição da interface adesiva e menor número de falhas interfaciais entre cimento/dentina (Figura 11), corroborando com o maior número de falhas adesivas à dentina, observados após o teste de *push-out*.

Por outro lado, os menores valores de resistência de união foram observados para dentes que receberam medicação à base de hidróxido de cálcio, independente do cimento obturador utilizado, uma vez que cimentos endodônticos a base de resina epóxi à dentina radicular depende da formação de ligação covalente com os grupos amino expostos do colágeno dentinário e da anatomia dos túbulos dentinários (Amin; Seyam; El-Samman, 2012; Guiotti et al., 2014; Viapiana et al., 2014; Eltair et al., 2018; Uzunoglu-Özyürek; Erdoğan; Aktemur Türker, 2018; Al-Haddad et al., 2020), sugere-se que após a irrigação convencional maior quantidade de remanescente de hidróxido de cálcio permaneceu nas paredes dos canais radiculares, resultando em uma barreira física entre a dentina radicular e o cimento endodôntico (Kontakiotis; Wu; Wesselink, 1997, Calt & Serper, 1999; Faria-Júnior et al., 2012; Guiotti et al., 2014), podendo também reagir quimicamente com cimento obturador e interferir em suas propriedades físico químicas, diminuindo o escoamento, o tempo de trabalho e a espessura do filme (Hosoya et al., 2004), bem como a penetração do cimento nos túbulos dentinários (Uzunoglu-Özyürek et al., 2018) e conseqüentemente a capacidade de selamento apical (Kim & Kim, 2002; Hosoya et al., 2004), diminuindo assim a resistência de união (Erdemir et., 2004; Tavella et al., 2020). Ainda foi possível observar a formação de *gaps* em toda a circunferência do canal radicular, não apenas nas áreas polares dos canais achatados, bem como áreas de desadaptação entre cimento obturador e cone de guta-percha, confirmando o maior número de falhas adesivas ao material obturador.

As imagens de CLSM evidenciam que, na maioria dos espécimes, a medicação intracanal remanescente (verde fluorescente) atua como barreira física entre o cimento obturador (fluorescência vermelha ou azul) e a parede dentinária, principalmente nas áreas polares, não havendo interação química entre eles. Quando esta interação ocorre, observa-se uma fina camada representando a interação (alaranjado) da medicação intracanal (verde fluorescente) e do cimento obturador (vermelho fluorescente), além da penetração do cimento obturador nos túbulos dentinários de forma irregular e formação de *tags* mais curtos e sem continuidade (Figuras 16, 17, 20, 21).

Vale ressaltar que o cimento resinoso utilizado no presente estudo, é composto por resinas epóxicas, que iniciam o processo de polimerização através da reação química com compostos endurecedores como as diaminas ou os ácidos dicarboxílicos. Dessa forma, quando o cimento é inserido no canal radicular, inicia-

se a reação de polimerização entre as resinas epóxicas e as aminas (pasta A e pasta B, respectivamente), sendo que esta reação irá polimerizar toda a resina. O composto formado, corresponde a um polímero com baixa afinidade aos silicatos e óxidos remanescentes da medicação, que por sua vez estão reticulados (Figura 22), uma vez que já reagiram com a água no período em que ficaram em contato com a superfície da dentina (Calcagno et al., 2007; Santos et al., 2017). Esta baixa afinidade, atua como fator de repulsão histórica entre os cimentos e os remanescentes de medicação, favorecendo a desadaptação do material à superfície dentinária e influenciando na redução da resistência de união (Calcagno et al., 2007; Amin; Seyam; El-Samman, 2012; Viapiana et al., 2014; Santos et al., 2017; Eltair et al., 2018; Uzunoglu-Özyürek; Erdoğan; Aktemur Türker, 2018; Al-Haddad et al., 2020).



Figura 22. Esquema ilustrativo do processo de polimerização de cimentos resinosos na presença de materiais à base de silicatos e óxidos de cálcio.

Destaca-se que a utilização do cimento resinoso posteriormente à utilização da medicação intracanal, gera uma interação de baixa afinidade, entre os produtos da biomineralização que apresentam grupos funcionais hidrofílicos fortemente polarizados, com os grupos funcionais hidrofóbicos ou fracamente polarizados do cimento resinoso. Essa interação eletrostática fraca pode levar ao deslocamento do produto na superfície da parede da dentina biomineralizada, levando a formação de *gaps*, antes e depois da presa do produto, como observado nas imagens de CLSM e MEV (Figuras 10, 12, 13, 16, 17, 20, 21).

Em relação aos terços, maiores valores de resistência de união foram observados no terço cervical, quando comparado ao médio, que por sua vez foi maior que no apical, independente da medicação intracanal e do cimento obturador utilizado (Le Bell et al., 2004; Wang et al., 2008; Radovic et al., 2008; Radovic et al., 2009; Zaitter et al., 2011; Carneiro et al., 2012; Araújo et al., 2016; Pereira et al., 2017). Um dos fatores que pode explicar a diferença de adesão entre os terços, é a estrutura morfológica da dentina ao longo do canal radicular, que apresenta maior número e diâmetro dos túbulos dentinários nas regiões cervical e média, favorecendo a união dos cimentos obturadores às paredes dentinárias (Carneiro et

al., 2012; Neelakantan et al., 2012; Topçuoğlu et al., 2014). No entanto, a análise por meio de MEV e CSLM, no presente estudo, mostrou que as áreas de adaptação ou desadaptação do material obturador à dentina radicular foi uniforme em todos os terços. Assim, a maior força de adesão observada nos terços cervical e médio, pode ser explicada pelo menor volume de remanescente de medicação intracanal nesses terços, que propiciou maior interação entre material obturador e dentina.

Tendo em vista que os resultados do presente estudo demonstraram que o remanescente de medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos evidenciou interação físico-química com o cimento obturador biocerâmico, possibilitando a formação de novos subprodutos, o que propiciou o aumento da resistência de união e a formação de interface adesiva entre medicação intracanal e cimento obturador. Desta forma, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos laboratoriais e clínicos para verificar a composição química deste subproduto gerado, bem como o comportamento biológico e mecânico desta interação a longo prazo, visando estabelecer protocolos para reduzir a interferência do remanescente de medicação intracanal na obturação do sistema de canais radiculares.

6. *Conclusões*



6. CONCLUSÕES

Baseado na metodologia utilizada e nos resultados obtidos neste estudo, é possível concluir que:

- A medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos resultou em menor volume de remanescente no interior dos canais radiculares, principalmente no terço apical;
- A associação entre medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos e cimento obturador biocerâmico, apresentaram os maiores valores de resistência de união, independente do terço radicular avaliado, com maior número de falhas adesivas à dentina;
- O remanescente de medicação intracanal à base de compostos biocerâmicos interagiu quimicamente com o cimento obturador biocerâmico na formação de uma camada biomineralizadora, o que permitiu a formação de interface adesiva entre os materiais, com ausência ou menor formação de *gaps*.

Referências



1. ACCARDO C, HIMEL VT, LALLIER TE. A novel GuttaFlow sealer supports cell survival and attachment. **J Endod**, v.40, n. 2, p. 231-4,2014.
2. AKCAY M, ARSLAN H, YASA B, KAVRIK F, YASA E. Spectrophotometric analysis of crown discoloration induced by various antibiotic pastes used in revascularization. **J Endod**, v.40, n.6,p.845-8, 2014.
3. ALFREDO, E., SILVA, S.R.C., OZÓRIO, J.E.V., SOUSA-NETO, M.D., BRUGNERA-JÚNIOR, A. AND SILVA-SOUSA, Y.T.C. Bond strength of AH Plus and Epiphany sealers on root dentine irradiated with 980 nm diode laser. **International Endodontic Journal**, v.41, n.9, p.733-740,2008.
4. ALSUBAIT S, ALSAAD N, ALAHMARI S, ALFARAJ F, ALFAWAZ H, ALQEDAIRI A. The effect of intracanal medicaments used in Endodontics on the dislocation resistance of two calcium silicate-based filling materials. **BMC Oral Health**,v .20,n.1,p.57, 2020.
5. AL-HADDAD AY, KACHARAJU KR, HAW LY, YEE TC, RAJANTHERAN K, MUN CS, ISMAIL MF. Effect of Intracanal Medicaments on the Bond Strength of Bioceramic Root Filling Materials to Oval Canals. **J Contemp Dent Pract**, v. 21, n. 11, p. 1218-21, 2020.
6. AMIN SA, SEYAM RS, EL-SAMMAN MA. The effect of prior calcium hydroxide intracanal placement on the bond strength of two calcium silicate-based and an epoxy resin-based endodontic sealer. **J Endod**, v.38, n.5,p.696-9, 2012.
7. AMOROSO-SILVA, P.A., GUIMARÃES, B.M., MARCIANO, M.A., DUARTE, M.A.H., CAVENAGO, B.C., ORDINOLA-ZAPATA, R., DE ALMEIDA, M.M. AND DE MORAES, I.G. Microscopic analysis of the quality of obturation and physical properties of MTA Fillapex. **Microsc Res Tech**, v.77,n.12, p.1031-1036,2014.
8. ANDREASEN JO, FARIK B, MUNKSGAARD EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. **Dent Traumatol**, v.18, n.3,p.134-7, 2002.
9. ARAÚJO CC, BRITO-JÚNIOR M, FARIA-E-SILVA AL, PEREIRA RD, SILVA-SOUSA YT, CRUZ-FILHO AM, SOUSA-NETO MD. Root filling bond strength using reciprocating file-matched single-cones with different sealers. **Braz Oral Res**, v. 30, n. 1, p. S1806-83242016000100251, 2016.
10. ASSIS RS, LOPES FC, ROPERTO R, SILVA SOUSA YTC, BRAZÃO EH, SPAZZIN AO, PEREIRA GKR, ALVES DM, SAQUY PC, SOUSA-NETO MD. Bond strength and quality of bond interface of multifilament fiberglass posts luted onto flat-oval root canals without additional dentin wear after biomechanical preparation. **J Prosthet Dent**, v.124, n. 6, p. 738.e1-738.e8, 2020.

11. ATHANASSIADIS B, ABBOTT PV, WALSH LJ. The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. **Aust Dent J**, v.52, n.1, p.64-82,2007.
12. BALGUERIE E, VAN DER SLUIS L, VALLAEYS K, GURGEL-GEORGELIN M, DIEMER F. Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: a scanning electron microscopic study. **J Endod**, v.37, n. 11, p.1576-9, 2011.
13. BASTOS MA, BALDASSO FEZ. Analysis of the calcium hydroxide removal of bovine root canals with different techniques by scanning electron microscopy. **Journal of Oral Investigations**, v.8, n. 2, p. 19-29, 2019.
14. BELLI S, ERASLAN O, ESKITASCIOGLU G, KARBHARI V. Monoblocks in root canals: a finite elemental stress analysis study. **Int Endod J**, v.44, n. 9, p.817-26, 2011.
15. BEDRAN NR, NADELMAN P, MAGNO MB, DE ALMEIDA NEVES A, FERREIRA DM, BRAGA PINTOR AV, MAIA LC, PRIMO LG. Does Calcium Hydroxide Reduce Endotoxins in Infected Root Canals? Systematic Review and Meta-analysis. **J Endod**, v.11, n. 20,p. 30582-3, 2020.
16. BRITO-JÚNIOR M, LEONI GB, PEREIRA RD, FARIA-E-SILVA AL, GOMES EA, SILVA-SOUSA YT, SOUSA-NETO MD. A Novel Dentin Push-out Bond Strength Model That Uses Micro-Computed Tomography. **J Endod**, v.41,n.12,p.2058-63, 2015.
17. BRITO-JÚNIOR M, PEREIRA RD, VERÍSSIMO C, SOARES CJ, FARIA-E-SILVA AL, CAMILO CC, SOUSA-NETO MD. Fracture resistance and stress distribution of simulated immature teeth after apexification with mineral trioxide aggregate. **Int Endod J**, v.47, n. 10, p.958-66, 2014.
18. BOARO LC, FRÓES-SALGADO NR, GAJEWSKI VE, BICALHO AA, VALDIVIA AD, SOARES CJ, MIRANDA JÚNIOR WG, BRAGA RR. Correlation between polymerization stress and interfacial integrity of composites restorations assessed by different in vitro tests. **Dent Mater**, v.30, n. 9, p.984-92, 2014.
19. BYSTRÖM A, SUNDQVIST G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. **Scand J Dent Res**, v.89, n.4, p.321-8,1981.
20. BYSTRÖM A, SUNDQVIST G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. **Int Endod J**, v.18, n.1, p.35-40,1985.
21. CALT, S., & SERPER, A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. **JOE**, v.25, n.6, p.431–433, 1999.

22. CALCAGNO CIW, MARIANI CM, TEIXEIRA SR ET AL. The effect of organic modifier of the clay on morphology and crystallization properties of PET nanocomposites. **Polymer**, v.48, p. 966–974, 2007.
23. CARNEIRO SM, SOUSA-NETO MD, RACHED FA JR, MIRANDA CE, SILVA SR, SILVA-SOUSA YT. Push-out strength of root fillings with or without thermomechanical compaction. **Int Endod J**, v.45, n. 9, p.821-8, 2012.
24. CASTELLAN CS, PEREIRA PN, GRANDE RH, BEDRAN-RUSSO AK. Mechanical characterization of proanthocyanidin-dentin matrix interaction. **Dent Mater**, v.26, n. 10, p. 968-73, 2010.
25. CARVALHO CN., ET AL. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on bond strength of two endodontic resin-based sealers assessed by micropush-out test. **Dental Traumatology**, v. 29, p.73-76, 2013.
26. CHAUDHARY NR, SINGH DJ, SOMANI R, JAIDKA S. Comparative Evaluation of Efficiency of Different File Systems in Terms of Remaining Dentin Thickness Using Cone-Beam Computed Tomography: An *In vitro* Study. **Contemp Clin Dent**, v.9, n.3,p.3367-371,2018.
27. CAVENAGO BC, DUARTE MA, ORDINOLA-ZAPATA R, MARCIANO MA, CARPIO-PEROCHENA AE, BRAMANTE CM. Interfacial adaptation of an epoxy-resin sealer and a self-etch sealer to root canal dentin using the System B or the single cone technique. **Braz Dent J**, v. 23, n. 3, p. 205-211, 2012.
28. CASTELLAN CS, SANTOS-FILHO PC, SOARES PV, SOARES CJ, CARDOSO PE. Measuring bond strength between fiber post and root dentin: a comparison of different tests. **J Adhes Dent**, v.12, n. 6, p.477-85, 2010.
29. CHEN WP, CHEN YY, HUANG SH, LIN CP. Limitations of push-out test in bond strength measurement. **J Endod**, v.39, n. 2, p.283-7, 2013.
30. CELIKTEN B, JACOBS R, DE FARIA VASCONCELOS K, HUANG Y, SHAHEEN E, NICOLIELO LFP, ORHAN K. Comparative evaluation of cone beam CT and micro-CT on blooming artifacts in human teeth filled with bioceramic sealers. **Clin Oral Investig**,v.23,n.8,p.3267-3273 ,2019.
31. COSTA JA, RACHED-JÚNIOR FA, SOUZA-GABRIEL AE, SILVA-SOUSA YT, SOUSA-NETO MD. Push-out strength of methacrylate resin-based sealers to root canal walls. **Int Endod J**, v. 43, n. 8, p. 698-706. 2010.
32. DE MOOR, R.J.G. AND DE WITTE, A.M.J.C. Periapical lesions accidentally filled with calcium hydroxide. **Int Endod J**, v35, n.11, p. 946-958,2002.

33. DIAS KC, SOARES CJ, STEIER L, VERSIANI MA, RACHED-JÚNIOR FJ, PÉCORÁ JD, SILVA-SOUSA YT, DE SOUSA-NETO MD. Influence of drying protocol with isopropyl alcohol on the bond strength of resin-based sealers to the root dentin. **J Endod**, v.40, n. 9, p.1454-8, 2014.
34. DE-DEUS G, CANABARRO A, ALVES GG, MARINS JR, LINHARES AB, GRANJEIRO JM. Cytocompatibility of the ready-to-use bioceramic putty repair cement iRoot BP Plus with primary human osteoblasts. **Int Endod J**, v.45, n. 6, p. 508-13, 2012.
35. DE-DEUS G, SIMÕES-CARVALHO M, BELLADONNA FG, VERSIANI MA, SILVA EJNL, CAVALCANTE DM, SOUZA EM, JOHNSEN GF, HAUGEN HJ, PACIORNIK S. Creation of well-balanced experimental groups for comparative endodontic laboratory studies: a new proposal based on micro-CT and in silico methods. **Int Endod J**, v.53, n.7, p.974-985, 2020.
36. DE OLIVEIRA RL, GUERISOLI DMZ, DUQUE JA, ALCALDE MP, ONODA HK, DOMINGUES FHF, VIVAN RR, DUARTE MAH. Computed microtomography evaluation of calcium hydroxide-based root canal dressing removal from oval root canals by different methods of irrigation. **Microsc Res Tech**, v. 82, n. 3, p. 232-237, 2019.
37. DONNERMEYER D, WYRSCH H, BÜRKLEIN S, SCHÄFER E. Removal of Calcium Hydroxide from Artificial Grooves in Straight Root Canals: Sonic Activation Using EDDY Versus Passive Ultrasonic Irrigation and XPendo Finisher. **J Endod**. 45,322-326, 2019.
38. ELTAIR M, PITCHIKA V, HICKEL R, KÜHNISCH J, DIEGRITZ C. Evaluation of the interface between gutta-percha and two types of sealers using scanning electron microscopy (SEM). **Clin Oral Investig**, v. 22, n. 4, p. 1631-39, 2018.
39. ERDEMIR, A., ARI, H., GUNGUNES, H., & BELLI, S. Effect of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin. **J Endod**, v.30, n.2, p.113–116, 2004.
40. ESCARILLA AM. Fluorometric titration of calcium, magnesium and iron using calcein blue as indicator. **Talanta**, v.13, n. 3, p.363-70, 1966.
41. ESCOBAR PM, LOPES FC, CARVALHO KKT, FRETES V, HADID GG, MAZZI-CHAVES JF, SOUSA-NETO MD. Influence of different calcium hydroxide removal protocols on the bond strength of epoxy resin-based sealer in long oval root canals. **Submitted to Microscopy Research Technique**, 2021.
42. ESTRELA C, HOLLAND R, BERNABÉ PF, DE SOUZA V, ESTRELA CR. Antimicrobial potential of medicaments used in healing process in dogs' teeth with apical periodontitis. **Braz Dent J**, v.15, n.3, p.181-5, 2004.

43. FARHAD A, MOHAMMADI Z. Calcium hydroxide: a review. **Int Dent J**, v.55, n. 5, p.293-301, 2005.
44. FARIA-JÚNIOR, N. B., KEINE, K. C., SÓ, M. V. R., WECKWERTH, P. H., GUERREIRO-TANOMARU, J. M., & KUGA, M. C. Residues of calcium hydroxide-based intracanal medication associated with different vehicles: a scanning electron microscopy evaluation. **Microscopy Research Technique**, v.75, n.7, p. 898-902, 2012.
45. FISHER MA, BERZINS DW, BAHCALL JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. **J Endod**, v.33, n.7, p. 856-8. 2007.
46. FERREIRA M, SIMÕES R, CARRILHO E. Remoção de hidróxido de cálcio dos canais radiculares: irrigação convencional vs sónica. **Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac**, v.55, n. 2, p. 97-101, 2014.
47. FLORES DS, RACHED FJ JR, VERSIANI MA, GUEDES DF, SOUSA-NETO MD, PÉCORA JD. Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. **Int Endod J**, v.44, n.2, p.126-35, 2011.
48. FONSECA DA, PAULA AB, MARTO CM, COELHO A, PAULO S, MARTINHO JP, CARRILHO E, FERREIRA MM. Biocompatibility of Root Canal Sealers: A Systematic Review of In Vitro and In Vivo Studies. **Materials**, v.12, n.24,p.4113 ,2019.
49. GESI A, RAFFAELLI O, GORACCI C, PASHLEY DH, TAY FR, FERRARI M. Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. **J Endod**, v. 31, n. 11, p.809-13, 2005.
50. GIACOMINO CM, WEALLEANS JA, KUHN N, DIOGENES A. Comparative Biocompatibility and Osteogenic Potential of Two Bioceramic Sealers. **J Endod**, v. 45, n. 1, p. 51-56,2019.
51. GHABRAEI S, BOLHARI B, YAGHOOBNEJAD F, MERAJI N. Effect of Intra-Canal Calcium Hydroxide Remnants on the Push-Out Bond Strength of Two Endodontic Sealers. **Iran Endod J**, v.12, n. 2, p.168-172, 2017.
52. GUIMARÃES LS, GOMES CC, MARCELIANO-ALVES MF, CUNHA RS, PROVENZANO JC, SIQUEIRA JF JR. Preparation of Oval-shaped Canals with TRUShape and Reciproc Systems: A Micro-Computed Tomography Study Using Contralateral Premolars. **J Endod**, v.43, n.6,p.1018-1022, 2017.
53. GUIOTTI, FLÁVIA ANGÉLICA, KUGA, MILTON CARLOS, DUARTE, MARCO ANTONIO HUNGARO, SANT'ANNA JÚNIOR, ARNALDO, & FARIA, GISELE.

- Effect of calcium hydroxide dressing on push-out bond strength of endodontic sealers to root canal dentin. **Braz Oral Res**, v.28, p.1-6,2014.
54. GRECCA FS, LEONARDO MR, DA SILVA LA, TANOMARU FILHO M, BORGES MA. Radiographic evaluation of periradicular repair after endodontic treatment of dog's teeth with induced periradicular periodontitis. **J Endod**, v. 27, n. 10, p. 610-612, 2001.
 55. GOMES-FILHO JE, DE MORAES COSTA MM, CINTRA LT, DUARTE PC, TAKAMIYA AS, LODI CS, BERNABÉ PF. Evaluation of rat alveolar bone response to Angelus MTA or experimental light-cured mineral trioxide aggregate using fluorochromes. **J Endod**, v.37, n.2, p. 250-4, 2011.
 56. GUERREIRO, J. C. M., OCHOA-RODRÍGEZ, V. M., RODRIGUES, E. M., CHAVEZ-ANDRADE, G. M., TANOMARU-FILHO, M., GUERREIRO-TANOMARU, J. M., & FARIA, G. Antibacterial activity, cytocompatibility and effect of Bio-C Temp bioceramic intracanal medicament on osteoblast biology. **Int Endod J**, v.27, 2021.
 57. GUIOTTI, F. A., KUGA, M. C., DUARTE, M. A., SANT'ANNA, JÚNIOR, A., & FARIA, G. Effect of calcium hydroxide dressing on push-out bond strength of endodontic sealers to root canal dentin. **Braz Oral Res**, v.28, p.1-6, 2014.
 58. GUPTA A, KUMAR M, TANEJA S. Effect of intracanal calcium hydroxide dressing on the push put bond strenght of AH plus, MTA Fillapex, and Endosequence BC sealer. **Endodontology**, v.32, p,33-7, 2020.
 59. HARAGUSHIKU, G.A., TEIXEIRA, C.S., FURUSE, A.Y., SOUSA, Y.T.S., DE SOUSA NETO, M.D. AND SILVA, R.G. Analysis of the interface and bond strength of resin-based endodontic cements to root dentin. **Microsc. Res. Tech**, v.75,n.5, p. 655-661,2012.
 60. HASNAA SAID ABD EL HAMID TAIE., ET AL. "Assessment of the Effect of Calcium Hydroxide and Double Antibiotic Paste as Root Canal Medications on the Bond Strength of AH Plus Root Canal Sealer: An *in Vitro* Study". **Acta Scientific Dental Sciences**, v.3, n.12, p.144-150,2019.
 61. HIRAI, VINICIO HIDEMITSU GOTO ET AL. Percentage of Gutta-Percha-, Sealer-, and Void-Filled Areas in Oval-Shaped Root Canals Obturated with Different Filling Techniques: A Confocal Laser Scanning Microscopy Study. **European journal of dentistry**, v.14, n.1, p.8-12, 2020.
 62. HOSOYA, N., KURAYAMA, H., IINO, F. & ARAI, T. Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. **Int Endod J**, v.37, n.3, p.178-184, 2004.

63. HUANG Y, ORHAN K, CELIKTEN B, ORHAN AI, TUFENKCI P, SEVIMAY S. Evaluation of the sealing ability of different root canal sealers: a combined SEM and micro-CT study. **J Appl Oral Sci**, v. 15, n.26, 2018.
64. HÜLSMANN, M., PETERS, O.A. AND DUMMER, P.M. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. **Endodontic Topics**, v.10, p.30-76,2005.
65. IBRAHIM AM, ZAKHARY SY, AMIN SAW. Calcium hydroxide intracanal medication effects on pain and flare-up: a systematic review and meta-analysis. **Restor Dent Endod**,v.45,n. 3,p.26,2020.
66. JAINAEN A, PALAMARA JE, MESSER HH. Push-out bond strengths of the dentine-sealer interface with and without a main cone. **Int Endod J**, v.40,n.11,p.882-90,2007.
67. JEONG JW, DEGRAFT-JOHNSON A, DORN SO, DI FIORE PM. Dentinal Tubule Penetration of a Calcium Silicate-based Root Canal Sealer with Different Obturation Methods. **J Endod**, v.43, n.4, p.633-637,2017.
68. KHALIL I, NAAMAN A, CAMILLERI J. Properties of Tricalcium Silicate Sealers. **J Endod**, v.42, n.10, p. 1529-35, 2016.
69. KIM SK, KIM YO. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. **Int Endod J**, v.35, n.7, p.623-8, 2002.
70. KIM D, KIM E. Antimicrobial effect of calcium hydroxide as an intracanal medicament in root canal treatment: a literature review - Part I. In vitro studies. **Restor Dent Endod**, v.39,n. 4,p.241-52, 2014.
71. KONTAKIOTIS, E. G., WU, M. K., & WESSELINK, P. R. Effect of calcium hydroxide dressing on seal of permanent root filling. **Endodontics & Dental Traumatology**, v.13, n.6, p.281-284, 1997.
72. KUMAR, ASHOK, TAMANNA, SADAF, IFTEKHAR, HUMA. Intracanal medicaments their use in modern endodontics: A narrative review. **Journal of Oral Research and Review**,v.11,n.2,p.94-99, 2019.
73. LE BELL AM, TANNER J, LASSILA LV, KANGASNIEMI I, VALLITTU P. Bonding of composite resin luting cement to fiber-reinforced composite root canal posts. **J Adhes Dent**, v.6, p.319-25, 2004.
74. LEE M, WINKLER J, HARTWELL G, STEWART J, CAINE R. Current trends in endodontic practice: emergency treatments and technological armamentarium. **J Endod**, v.35, n. 1, p.35-9,2009.

75. LEONI GB, VERSIANI MA, PÉCORA JD, DAMIÃO DE SOUSA-NETO M. Micro-computed tomographic analysis of the root canal morphology of mandibular incisors. **J Endod**, v.40, n.5, p.710-6,2014.
76. LOPES FC, ZANGIROLAMI C, MAZZI-CHAVES JF, SILVA-SOUSA AC, CROZETA BM, SILVA-SOUSA YTC, SOUSA-NETO MD. Effect of sonic and ultrasonic activation on physicochemical properties of root canal sealers. **J Appl Oral Sci**, v.9, n.27, p. 20180556, 2019.
77. MANICARDI CA, VERSIANI MA, SAGUY PC, PECORA JD, DE SOUSA-NETO MD. Influence of filling materials on the bonding interface of thin-walled roots reinforced with resin and quartz fiber post. **J. Endod**, v.37, n.4, p. 531-537, 2011.
78. MAZZI-CHAVES JF, SILVA-SOUSA YTC, LEONI GB, SILVA-SOUSA AC, ESTRELA L, ESTRELA C, JACOBS R, SOUSA-NETO MD. Micro-computed tomographic assessment of the variability and morphological features of root canal system and their ramifications. **J Appl Oral Sci**, v. 7, n.28, p. 20190393, 2020.
79. METZGER Z, ZARY R, COHEN R, TEPEROVICH E, PAQUÉ F. The quality of root canal preparation and root canal obturation in canals treated with rotary versus self-adjusting files: a three-dimensional micro-computed tomographic study. **J Endod**, v.36, n.9, p.1569-73,2010.
80. MOHAMMADI Z, DUMMER PM. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. **Int Endod J**, v.44, n.8, p.697-730, 2011.
81. MOINZADEH AT, DE MOOR RJG, DE BRUYNE MAA. Influence of a calcium hydroxide-based intracanal dressing on the quality of the root canal filling assessed by capillary flow porometry. **Clin Oral Investig**, v.22,n.4, p.1733-9,2018.
82. MCGURKIN-SMITH R, TROPE M, CAPLAN D, SIGURDSSON A. Reduction of intracanal bacteria using GT rotary instrumentation, 5.25% NaOCl, EDTA, and Ca(OH)₂. **J Endod**, v.31, n.5, p.359-63, 2005.
83. NAGAS E, UYANIK MO, EYMIRLI A, CEHRELI ZC, VALLITTU PK, LASSILA LV, DURMAZ V. Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. **J Endod**, v. 38, n. 2, p.240-4. 2012.
84. NAIR PN, HENRY S, CANO V, VERA J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.99, n.2, p.231-52, 2005.

85. NAIR, P.N.R., On the causes of persistent apical periodontitis: a review. **Int Endod J**, 39, 249-281,2006.
86. NEELAKANTAN P, SUBBARAO C, SUBBARAO CV, DE-DEUS G, ZEHN- DER M .The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. **Int Endod J**, v.44, p.491–8, 2011.
87. NASERI M, EFTEKHAR L, GHOLAMI F, ATAI M, DIANAT O. The Effect of Calcium Hydroxide and Nano-calcium Hydroxide on Microhardness and Superficial Chemical Structure of Root Canal Dentin: An Ex Vivo Study. **J Endod**, v.45, n. 9, p.1148-1154. 2019
88. PANE ES, PALAMARA JE, MESSER HH. Critical evaluation of the push-out test for root canal filling materials. **J Endod**, v. 39, n. 5,p.669-73, 2013.
89. PAREDES RM, ETZLER JC, WATTS LT, ZHENG W, LECHLEITER JD. Chemical calcium indicators. **Methods**, v.46, n.3, p.143-51, 2008.
90. PARIROKH M, TORABINEJAD M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. **J Endod**, v.36, n.1,p.16-27, 2010.
91. PARIKH MARGI, KISHAN KARKALA VENKAPPA, PARIKH MAITRY. Comparative evaluation of effect of chloroquick irrigating solution on push-out bond strength of endoseal mineral trioxide aggregate and endosequence root repair material when used as furcal perforation repair material: An *in vitro* study. **J of Cons Dentistry**, v.23, n.3, p. 259-264, 2020.
92. PEREIRA, R. D., BRITO-JÚNIOR, M., LEONI, G. B., ESTRELA, C., DE SOUSA-NETO, M. D. Evaluation of bond strength in single-cone fillings of canals with different cross-sections. **Int Endod J**, v.50, n.2, p.177–183, 2017.
93. PEREIRA RD, LEONI GB, SILVA-SOUSA YT, GOMES EA, DIAS TR, BRITO-JÚNIOR M, SOUSA-NETO MD. Impact of Conservative Endodontic Cavities on Root Canal Preparation and Biomechanical Behavior of Upper Premolars Restored with Different Materials. **J Endod**, v.47, n.6, p.989-999, 2021.
94. PETERS, L.B., VAN WINKELHOFF, A.-J., BUIJS, J.F. AND WESSELINK, P.R. Effects of instrumentation, irrigation and dressing with calcium hydroxide on infection in pulpless teeth with periapical bone lesions. **Int Endod J**, v.35, n.1, p. 13-21,2002.
95. PIOCH T, STOTZ S, STAEHLE HJ, DUSCHNER H. Applications of confocal laser scanning microscopy to dental bonding. **Adv Dent Res** v.11, n.4, p.453-61,1997.

96. PORTENIER I, HAAPASALO H, RYE A, WALTIMO T, ØRSTAVIK D, HAAPASALO M. Inactivation of root canal medicaments by dentine, hydroxyapatite and bovine serum albumin. **Int Endod J**, v.34, n.3, p.184-8, 2001.
97. PRATI C, GANDOLFI MG. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. **Dent Mater**, v.31, n.4, p.351-70,2015.
98. RADOVIC I, MONTICELLI F, GORACCI C, VULICEVIC ZR, FERRARI M. Self-adhesive resin cements: a literature review. **J Adhes Dent**, v.10, n. 4, p.251-8, 2008.
99. RACHED-JÚNIOR FA, SOUSA-NETO MD, BRUNIERA JF, DUARTE MA, SILVA-SOUSA YT. Confocal microscopy assessment of filling material remaining on root canal walls after retreatment. **Int Endod J**, v.47, n.3, p.264-70, 2014.
100. RECHENBERG DK, PAQUÉ F. Impact of cross-sectional root canal shape on filled canal volume and remaining root filling material after retreatment. **Int Endod J**, v.46, n.6, p.547-55,2013.
101. SANTOS DO. Durabilidade de pastas de cimento contendo a rede polimérica Epoxy-Etilenodiamina em ambientes aquosos quimicamente agressivos. **Tese de Doutorado**, 2017.
102. SAURO S, PASHLEY DH, MANNOCCI F, TAY FR, PILECKI P, SHERRIFF M, ET AL. Micropermeability of current self-etching and etch-and-rinse adhesives bonded to deep dentine: a comparison study using double-staining/confocal microscopy technique. **Eur J Oral Sci**, v.116, p.184-193, 2008.
103. SAHEBI S, MOAZAMI F, ABBOTT P. The effects of short-term calcium hydroxide application on the strength of dentine. **Dent Traumatol**, v.26, n. 1,p. 43-6, 2010
104. SCELZA MZ, COIL J, ALVES GG. Effect of time of extraction on the biocompatibility of endodontic sealers with primary human fibroblasts. **Braz Oral Res**, v. 26,n.5,p.424-30, 2012.
105. SIQUEIRA JF JR, ARAÚJO MC, GARCIA PF, FRAGA RC, DANTAS CJ. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. **J Endod**. 23,499-502,1997.
106. SIQUEIRA JF JR, LOPES HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. **Int Endod J**, v.32, n.5, p.361-9,1999.

107. SIQUEIRA JF JR, GUIMARÃES-PINTO T, RÔÇAS IN. Effects of chemomechanical preparation with 2.5% sodium hypochlorite and intracanal medication with calcium hydroxide on cultivable bacteria in infected root canals. **J Endod**, v.33, n.7, p.800-5, 2007.
108. SJÖGREN U, HAGGLUND B, SUNDQVIST G, WING K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. **J Endod**. 16,498-504,1990.
109. SJÖGREN U, FIGDOR D, SPÅNGBERG L, SUNDQVIST G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. **Int Endod J**, v. 24, n.3, p.119-25,1991.
110. SHOKOUHINEJAD N, SABETI M, GORJESTANI H, SAGHIRI MA, LOTFI M, HOSEINI A. Penetration of Epiphany, Epiphany self-etch, and AH Plus into dentinal tubules: a scanning electron microscopy study. **J Endod**, v.37,n. 9,p.1316-9, 2011.
111. SHUPING GB, ORSTAVIK D, SIGURDSSON A, TROPE M. Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. **J Endod**, v.26, n.12,p. 751-5, 2000.
112. SOARES, J., SANTOS, S., CÉSAR, C., SILVA, P., SÁ, M., SILVEIRA, F. AND NUNES, E. Calcium hydroxide induced apexification with apical root development: a clinical case report. **Int Endod J**, v.41, n.8,p. 710-719, 2008.
113. SOUZA SDE F, FRANCCI C, BOMBANA AC, KENSHIMA S, BARROSO LP, D'AGOSTINO LZ, LOGUERCIO AD. Qualitative SEM/EDS analysis of microleakage and apical gap formation of adhesive root-filling materials. **J Appl Oral Sci**, v. 20, n. 3, p. 329-334, 2012.
114. SOUSA-NETO MD, PASSARINHO-NETO JG, CARVALHO-JÚNIOR JR, CRUZ-FILHO AM, PÉCORA JD, SAQUY PC. Evaluation of the effect of EDTA, EGTA and CDTA on dentin adhesiveness and microleakage with different root canal sealers. **Braz Dent J**,v.13, n.2, p.123-8. 2002.
115. SOUSA-NETO MD, SILVA-SOUSA YC, MAZZI-CHAVES JF, CARVALHO KKT, BARBOSA AFS, VERSIANI MA, JACOBS R, LEONI GB. Root canal preparation using micro-computed tomography analysis: a literature review. **Braz Oral Res**, v.18, n.32, p.66,2018.
116. STEFANELI MARQUES JH, SILVA-SOUSA YTC, RACHED-JÚNIOR FJA, MACEDO LMD, MAZZI-CHAVES JF, CAMILLERI J, SOUSA-NETO MD. Push-out bond strength of different tricalcium silicate-based filling materials to root dentin. **Braz Oral Res**, v.8, n.32, 2018.

117. TANOMARU FILHO, M., LEONARDO, M.R., SILVA, L.A.B., ANÍBAL, F.F. AND FACCIOLI, L.H. Inflammatory response to different endodontic irrigating solutions. **Int Endod J**, v.35, n.9, p. 735-739, 2002.
118. TAVELLA, E., SILVA, N. C., GIBIN, J. T., RIVERA, I. C. M. M., RACHED-JUNIOR, F. J. A., LEONI, G. B., & RAUCCI-NETO, W. Calcium hydroxide paste removal strategies and bond strengths of epoxy- and silicate-based sealers. **Australian Endodontic Journal**, v.28, 2020.
119. TEIXEIRA CS, ALFREDO E, THOMÉ LH, GARIBA-SILVA R, SILVA-SOUSA YT, SOUSA-NETO MD. Adhesion of an endodontic sealer to dentin and gutta-percha: shear and push-out bond strength measurements and SEM analysis. **J Appl Oral Sci**,v. 17,n. 2,p.129-35, 2009.
120. TIAN Y, MU Y, SETZER FC, LU H, QU T, YU Q. Failure of fiber posts after cementation with different adhesives with or without silanization investigated by pullout tests and scanning electron microscopy. **J Endod**, v. 38, n. 9, p. 1279-82, 2012.
121. TOPÇUOĞLU HS, DEMIRBUGA S, TUNCAY Ö, ARSLAN H, KESIM B, YAŞA B. The bond strength of endodontic sealers to root dentine exposed to different gutta-percha solvents. **Int Endod J**, v.47, n.12, p.1100-6, 2014.
122. UNGOR M, ONAY EO, ORUCOGLU H. Push-out bond strengths: the Epiphany-Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. **Int Endod J**, v. 39, n. 8, p. 643-7, 2006.
123. UREYEN KAYA, B.; KECECI, A. D.; ORHAN, H.; BELLI, S. Micropush-out bond strengths of gutta-percha versus thermoplastic synthetic polymer-based systems - an ex vivo study. **Int Endod J**, v. 41, n. 3, p. 211-218, 2008.
124. UZUNOGLU-ÖZYÜREK E, ERDOĞAN Ö, AKTEMUR TÜRKER S. Effect of Calcium Hydroxide Dressing on the Dentinal Tubule Penetration of 2 Different Root Canal Sealers: A Confocal Laser Scanning Microscopic Study. **J Endod**, v. 44, n. 6, p. 1018-23, 2018.
125. UZUNOGLU-ÖZYÜREK E, KÜÇÜKKAYA EREN S, KARAHAN S. Contribution of XP-Endo files to the root canal filling removal: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. **Aust Endod J**, v.13, 2021.
126. VALERA MC, CARDOSO FG, CHUNG A, XAVIER AC, FIGUEIREDO MD, MARTINHO FC, PALO RM. Comparison of Different Irrigants in the Removal of Endotoxins and Cultivable Microorganisms from Infected Root Canals. **Scientific World Journal**,125636,2015.

127. VAN MEERBEEK B, PEUMANS M, POITEVIN A, MINE A, VAN ENDE A, NEVES A, DE MUNCK J. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. **Dent Mater**, v. 26, n. 2,p.100-21, 2010.
128. VAN DER WAAL SV, VAN DER SLUIS LW. Potential of calcium to scaffold an endodontic biofilm, thus protecting the micro-organisms from disinfection. **Med Hypotheses**, v.79,n.1,p.1-4,2012.
129. VAN DER SLUIS LW, WU MK, WESSELINK PR. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. **Int Endod J**, v.40, n.1,p.52-7. 2007.
130. VERSIANI MA, PÉCORA JD, DE SOUSA-NETO MD. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. **J Endod**, v.37, n.7, p.1002-7, 2011.
131. VERSIANI MA, LEONI GB, STEIER L, DE-DEUS G, TASSANI S, PÉCORA JD, DE SOUSA-NETO MD. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the self-adjusting file, Reciproc, WaveOne, and ProTaper universal systems. **J Endod**, v.39, n.8, p.1060-6, 2013.
132. VERSIANI MA, CARVALHO KKT, MAZZI-CHAVES JF, SOUSA-NETO MD. Micro-computed Tomographic Evaluation of the Shaping Ability of XP-endo Shaper, iRaCe, and EdgeFile Systems in Long Oval-shaped Canals. **J Endod**, v.44, n.3, p. 489-495, 2018.
133. VERTUCCI, F.J. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. **Endodontic Topics**, v.10, p.3-29,2005.
134. VILLA, N, SANTOS VVD, COSTA UMD, MENDES AT, DUARTE PHM, ROSA RAD, PEREIRA JR, SÓ MVR. A New Calcium Silicate-Based Root Canal Dressing: Physical and Chemical Properties, Cytotoxicity and Dentinal Tubule Penetration. **Brazilian Dental Journal**, v. 31, n. 6, p. 598-604, 2020.
135. VIAPIANA R, FLUMIGNAN DL, GUERREIRO-TANOMARU JM, CAMILLERI J, TANOMARU-FILHO M. Physicochemical and mechanical properties of zirconium oxide and niobium oxide modified Portland cement-based experimental endodontic sealers. **Int Endod J**, v.47, n.5, p.437-48, 2014.
136. VIAPIANA R, GUERREIRO-TANOMARU J, TANOMARU-FILHO M, CAMILLERI J. Interface of dentine to root canal sealers. **J Dent**, v. 42, n. 3, p. 336-50, 2014.

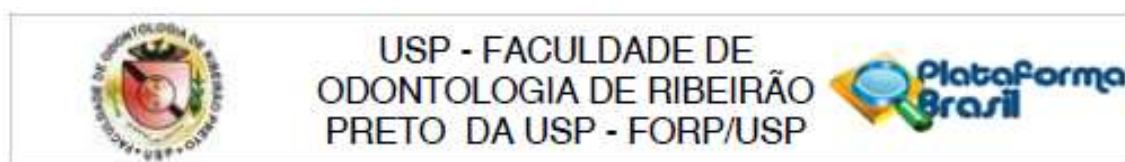
137. VIAPIANA R, BALUCI CA, TANOMARU-FILHO M, CAMILLERI J. Investigation of chemical changes in sealers during application of the warm vertical compaction technique. **Int Endod J**, v.48, n. 1, p.16-27,2015.
138. WANG VJ, CHEN YM, YIP KH, SMALES RJ, MENG QF, CHEN L. Effect of two fiber post types and two luting cement systems on regional post retention using the push-out test. **Dent Mater**, v.24, n.3, p.372-7, 2008
139. WATSON TF, AZZOPARDI A, ETMAN M, CHENG PC, SIDHU SK. Confocal and multi-photon microscopy of dental hard tissues and biomaterials. **Am J Dent**, v.13, p.19D-24D, 2000.
140. WHITE JG, AMOS WB, FORDHAM M. An evaluation of confocal versus conventional imaging of biological structures by fluorescence light microscopy. **J Cell Biol**, v.105, n.1, p.41-8, 1987.
141. WIESSE PEB, SILVA-SOUSA YT, PEREIRA RD, ESTRELA C, DOMINGUES LM, PÉCORÁ JD, SOUSA-NETO MD. Effect of ultrasonic and sonic activation of root canal sealers on the push-out bond strength and interfacial adaptation to root canal dentine. **Int Endod J**, v.51, n. 1, p. 102-111, 2018.
142. WEIS, M.V., PARASHOS, P. AND MESSER, H.H. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. **International Endodontic Journal**, v.37, p. 653-663, 2004.
143. WISEMAN A, COX TC, PARANJPE A, FLAKE NM, COHENCA N, JOHNSON JD. Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: a microtomographic study. **J Endod**,v.37, 2,p.235-8 ,2011.
144. WU MK, WESSELINK PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J*, v. 34, n.2, p.137-41, 2001.
145. WU, M. K., VAN DER SLUIS, L. W., & WESSELINK, P. R. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. **Int Endod J**, v.36, n.3, p.218-224,2003.
146. YAMIN PA, PEREIRA RD, LOPES FC, QUEIROZ AM, OLIVEIRA HF, SAQUY PC, SOUSA-NETO MD. Longevity of bond strength of resin cements to root dentine after radiation therapy. **Int Endod J**, v.51, n.11, p.1301-1312, 2018.
147. YASSEN GH, CHU TM, ECKERT G, PLATT JA. Effect of medicaments used in endodontic regeneration technique on the chemical structure of human immature radicular dentin: an in vitro study. **J Endod**, v.39,n. 2,p.269-73,2013.

-
148. ZAITTER S, SOUSA-NETO MD, ROPERTO RC, SILVA-SOUSA YT, EL-MOWAFY O. Microtensile bond strength of glass fiber posts cemented with self-adhesive and self-etching resin cements. **J Adhes Dent**, v.13, n.1, p. 55-9, 2011.
 149. ZANATTA RF, BARRETO BDE C, XAVIER TA, VERSLUIS A, SOARES CJ. Effect of punch and orifice base sizes in different push-out test setups: stress distribution analysis. **J Adhes Dent**, v.17, n.1, p.45-50, 2015.
 150. ZASLANSKY, P., FRATZL, P., RACK, A., WU, M.-K., WESSELINK, P.R. AND SHEMESH, H. Identification of root filling interfaces by microscopy and tomography methods. **International Endodontic Journal**, v.44, p. 395-401, 2011.
 151. ZORDAN-BRONZEL CL, ESTEVES TORRES FF, TANOMARU-FILHO M, CHÁVEZ-ANDRADE GM, BOSSO-MARTELO R, GUERREIRO-TANOMARU JM. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate-based Sealer, Bio-C Sealer. **J Endod**, v.45, n. 10, p.1248-1252, 2019.

Anexo



Anexo 1. Documento de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Titulo da Pesquisa: Estratégias para remoção de pasta de hidróxido de cálcio de canais radiculares muito ovais e o efeito na resistência de união de cimento obturador à base de resina epóxi

Pesquisador: JARDEL FRANCISCO MAZZI CHAVES

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 43163321.7.0000.5419

Instituição Proponente: Universidade de Sao Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.593.331

Apresentação do Projeto:

A presente pesquisa se propõem a avaliar o uso de material intracanal e seu comportamento ao longo do desenvolvimento de técnicas endodônticas.

Objetivo da Pesquisa:

Verificar o efeito de diferentes protocolos para remoção da medicação intracanal (irrigação convencional com seringa, irrigação ultrassônica passiva e XP-Endo Finisher) sobre a resistência de união de cimento obturador a base de resina epóxi à dentina radicular

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Segundo os pesquisadores não haverá riscos no desenvolvimento deste estudo. **Benefícios:** ira colaborar no melhor entendimento da remoção completa de remanescente de medicação intracanal, evitando a diminuição da resistência de união de cimentos obturadores à base de resina epóxica, bem como sua interferência na adaptação da interface adesiva.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Hipótese: Assim, considerando a complexidade anatômica do sistema de canais radiculares e a dificuldade de remoção da medicação intracanal com pasta de hidróxido de cálcio durante o uso de diferentes protocolos, existe comportamento distinto principalmente, para remoção da medicação intracanal (irrigação convencional com seringa, irrigação ultrassônica passiva e XP-

Endereço: Avenida do Café s/nº - Bloco K, sala k-10
 Bairro: Monte Alegre CEP: 14.040-904
 UF: SP Município: RIBEIRAO PRETO
 Telefone: (16)3315-0493 Fax: (16)3315-4102 E-mail: oep@forp.usp.br



USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO
PRETO DA USP - FORP/USP



Continuação do Parecer: 4.598.331

Endo Finisher)

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Cumprir com os requisitos indicados pelo CEP FORP/USP.

Recomendações:

Aprovado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto aprovado conforme deliberado na 245ª Reunião Ordinária do CEP/FORP de 08/03/2021.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1700015.pdf	12/02/2021 11:08:14		Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	12/02/2021 11:07:53	JARDEL FRANCISCO MAZZI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_DE_COMPROMISSO.pdf	09/02/2021 08:27:38	JARDEL FRANCISCO MAZZI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Patricia_Escobar.pdf	09/02/2021 08:26:30	JARDEL FRANCISCO MAZZI CHAVES	Aceito
Orçamento	ORcAMENTO.pdf	09/02/2021 08:25:51	JARDEL FRANCISCO MAZZI	Aceito
Cronograma	Cronograma_patricia.pdf	09/02/2021 08:25:23	JARDEL FRANCISCO MAZZI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	AUSENCIA_TCLE.pdf	08/02/2021 14:56:15	JARDEL FRANCISCO MAZZI CHAVES	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	declaracao_biobanco_Jardel.pdf	08/02/2021 14:44:31	JARDEL FRANCISCO MAZZI CHAVES	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	aut_infra_revisada_201802_patricia.pdf	08/02/2021 14:42:23	JARDEL FRANCISCO MAZZI CHAVES	Aceito

Endereço: Avenida do Café s/nº - Bloco K, sala k-10
Bairro: Monte Alegre CEP: 14.040-904
UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3315-0493 Fax: (16)3315-4102 E-mail: oep@forp.usp.br



USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO
PRETO DA USP - FORP/USP



Continuação do Parecer: 4.598.881

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIBEIRAO PRETO, 16 de Março de 2021

Assinado por:

Simone Cecilio Hallak Regalo
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida do Café s/nº - Bloco K e sala k-10
Bairro: Monte Alegre CEP: 14.040-904
UF: SP Município: RIBEIRAO PRETO
Telefone: (16)3315-0493 Fax: (16)3315-4102 E-mail: oep@forp.usp.br