

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 27/03/2026.



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



Pedro Henrique Fiorin de Souza

**Análise da interface material/dentina após diferentes tratamentos e da
interação com cimentos biocerâmicos endodônticos e reparadores**

Araraquara

2024



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



Pedro Henrique Fiorin de Souza

Análise da interface material/dentina após diferentes tratamentos e da interação com cimentos biocerâmicos endodônticos e reparadores

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Odontologia, Área de Endodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista para título de Mestre em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho

Araraquara

2024

S729a Souza, Pedro Henrique Fiorin de
Análise da interface material/dentina após diferentes tratamentos e da interação com cimentos biocerâmicos endodônticos e reparadores / Pedro Henrique Fiorin de Souza.
-- Araraquara, 2024
62 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara
Orientador: Mario Tanomaru Filho

1. Calcareia Silicata. 2. Biomineralização. 3. Materiais Dentários. 4. Testes Mecânicos. 5. Endodontia. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

Pedro Henrique Fiorin de Souza

Análise da interface material/dentina após diferentes tratamentos e da interação com cimentos biocerâmicos endodônticos e reparadores

Comissão julgadora

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Odontologia

Presidente e orientador: Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho

2º Examinador: Prof. Dr. José Maurício dos Santos Nunes Reis

3º Examinador: Profa. Dra. Jessie Reyes Carmona

Araraquara, 27 de março de 2024.

DADOS CURRICULARES

Pedro Henrique Fiorin de Souza

NASCIMENTO: 20 de fevereiro de 1998 – Ribeirão-Preto – SP

FILIAÇÃO: Anésio José de Souza

Isabel Silvana Fiorin de Souza

2016 - 2021 - Graduação em Odontologia pela Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

2021 - Curso de Extensão de Formação em Cirurgia Bucal pela Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia – FAEPO

2022 - 2024 - Mestrado em Odontologia, área de Endodontia, pela Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

Dedico esse trabalho aos meus pais Anésio e Isabel, por terem sido minha base, fonte de amor e muita fé. Sem vocês, nada disso teria sido possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus** por ter me dado forças, discernimento, saúde e determinação na busca de meus objetivos, além de nunca ter soltado a minha mão durante toda essa trajetória.

Aos meus pais **Anésio** e **Isabel** por todo suporte, incentivo, apoio incondicional, amor e esforço que fizeram para que esse sonho fosse realizado, e que muitas vezes deixaram de lado suas vontades e desejos para ver a realização de seus filhos. A vocês todo meu amor e eterna gratidão.

Aos meus avós **Luís** e **Verônica**, por sempre serem fonte de muito amor e carinho.

Ao meu irmão **Lucas**, por ser meu grande companheiro desde sempre. Obrigado por sempre ser essa pessoa que irradia felicidades e sonhos.

A minha namorada e eterna dupla de faculdade, **Maria Letícia**, por toda paciência e apoio, além da compreensão de minha ausência quando se fez necessária. Obrigado pela parceria na vida e todo o amor que compartilhamos a cada dia, sem você eu não seria nem metade do que sou.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho**, por sua generosidade ao me proporcionar valiosas oportunidades, pela paciência durante meu aprendizado, orientação, ensinamentos, os quais levarei para o resto da vida, valores de vida e de profissão, além do encorajamento ao longo da minha jornada. Agradeço também pelo exemplo inspirador de profissional que o senhor é.

À **Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru**, por todo profissionalismo, disponibilidade para realização dos testes, ensinamentos e pelo carinho.

Ao **Prof. Dr. José Mauricio dos Santos Nunes Reis**, por todos os ensinamentos, pela sua disponibilidade, suporte para adequada realização dos

testes mecânicos e por ter aceitado participar de minha banca, fornecendo-nos pontuações valiosíssimas.

À **Profa. Dra. Jessie Reyes Carmona**, por ter feito parte de minha banca, e por ter compartilhado um pouco de sua vasta experiência no assunto que foi estudado resultando em excelentes pontuações visando a publicação dos futuros artigos.

Aos amigos do departamento de Endodontia, em especial a **Marcela de Come Ramos, Pedro Luís Busto Rosim e Catarina Pereira** pela amizade, risadas, momentos compartilhados e por não medirem esforços para me ajudar sempre que foi preciso. Vocês são inspiração! Sou muito grato a Deus por ter encontrado vocês no meu caminho, e tenho plena convicção de que sem vocês não teria graça. A todos vocês minha eterna gratidão! Como também a outros colegas que compartilhei memórias nessa jornada: **Karina, Airton, Jéssica, Hernán, David, Maria Laura, Lídia, Giovanna, José Leandro e Larissa**.

À **Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP**, e a todos os professores e professoras, funcionários com quem convivi durante esses anos de mestrado, obrigado por cada momento compartilhado. Tenho orgulho de ser parte dessa família.

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo nº 88887.676674/2022-00) pelo apoio financeiro essencial para realização dessa pesquisa.

À

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo nº 2022/11710-8 e 2021/11496-3) pelo apoio financeiro essencial para realização dessa pesquisa.

Souza PHF. Análise da interface material/dentina após diferentes tratamentos e da interação com cimentos biocerâmicos endodônticos e reparadores [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

RESUMO

O presente estudo avaliou o efeito do tratamento da dentina com soluções de Biosilicato (BS) previamente ao uso de biocerâmicos endodônticos e reparadores.

Publicação 1: Foi avaliado o efeito do tratamento da dentina com soluções de BS na superfície dentinária e na resistência de união com cimentos endodônticos.

Metodologia: Canais radiculares de dentes humanos (n=20) foram preparados e analisados quanto a obliteração dos túbulos dentinários de acordo com os tratamentos de dentina por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Raízes de dentes bovinos foram utilizadas para confecção de discos circulares de 20mm x 2mm (diâmetro x altura), distribuídos de acordo com o tratamento da dentina: água destilada (AD), solução salina tamponada com fosfato (PBS), solução de BS 2,5%, BS 5% e BS 10% e subdivididos de acordo com os cimentos obturadores: Bio-C Sealer (BCS, Angelus, Brasil) (n=24) ou BioRoot RCS (BR, Septodont, França) (n=24). Testes mecânicos de *push-out* e tração foram realizados em máquina de ensaios mecânicos (EMIC DL 2000). O tipo de falha foi avaliado por estereomicroscópio. Os resultados foram submetidos à ANOVA e teste de Tukey, em nível de significância de 5%.

Resultados: MEV revelou que o tratamento com BS resultou em maior deposição com cobertura de material bioativo na dentina para BS a 5% e 10%. BS 2,5%, BS 5% e BS 10% promoveram maior resistência de união pelo teste de *push-out* para BCS ($p < 0.05$) enquanto para BR não houve diferença significativa ($p > 0.05$). Teste de tração revelou maior resistência de união após os tratamentos com BS para ambos os materiais ($p < 0.05$). Predominância de falha mista foi observada.

Conclusão: Soluções de Biosilicato 5% e 10% demonstram potencial bioativo e maior resistência de união com os cimentos biocerâmicos BCS e BR.

Publicação 2: Foi avaliado o efeito do tratamento da dentina com soluções de BS na RU de materiais reparadores por meio de testes *push-out* e tração.

Materiais e Métodos: Raízes de dentes bovinos foram utilizadas para confecção de discos circulares de 20mm x 2mm (diâmetro x altura). Os espécimes foram distribuídos de acordo com tratamento final da dentina (n=48): água destilada (AD), soro fisiológico (SF) e BS 5%, e subdivididos de acordo com os materiais: Bio-C Repair (BCR) (Angelus) (n=24) ou Biodentine (BD) (Septodont) (n=24). Ensaio mecânicos de *push-out* e tração foram realizados em máquina de ensaios mecânicos (EMIC DL 2000). O tipo de falha foi avaliado por estereomicroscópio. Os dados foram submetidos à análise estatística por meio de ANOVA e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Resultados: Maior RU foi observada após emprego de BS 5% para ambos os materiais ($p < 0.05$). Não houve diferença estatística significativa entre os AD e SF. BD apresentou maior RU em comparação ao BCR ($p < 0.05$). Predominância de falha mista foi observada para BD, enquanto para BCR apresentou mais falha adesiva.

Conclusão: Tratamento da dentina com solução de Biosilicato 5% aumenta a resistência de união entre dentina e biocerâmicos reparadores.

Significância clínica: O tratamento da dentina com Biosilicato 5% previamente ao uso de biocerâmicos reparadores influencia positivamente a resistência de união desses materiais.

Palavras-chave: Calcarea Silicata. Biomineralização. Materiais Dentários. Testes Mecânicos. Endodontia.

Souza PHF. Analysis of the material/dentin interface after different treatments and the interaction with bioceramic endodontic sealers and reparative materials [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

ABSTRACT:

This study evaluated the effect of treating dentin with Biosilicate (BS) solutions prior to the use of endodontic and reparative bioceramics materials. **Publication 1:** The effect of dentin treatment with BS solutions on dentin surface and bond strength with endodontic cements was evaluated. **Methodology:** Root canals of human teeth (n=20) were prepared and analyzed for dentinal tubule obliteration according to dentin treatment using Scanning Electron Microscopy (SEM). Bovine tooth roots were used to make circular discs measuring 20mm x 2mm (diameter x height), distributed according to dentin treatment: distilled water (DA), phosphate buffered saline (PBS), BS 2.5%, BS 5% and BS 10% and subdivided according to filling cements: Bio-C Sealer (BCS, Angelus, Brazil) (n=24) or BioRoot RCS (BR, Septodont, France) (n=24). Mechanical push-out and tensile tests were carried out on a mechanical testing machine (EMIC DL 2000). The type of failure was assessed using a stereomicroscope. The results were subjected to ANOVA and Tukey's test at a 5% significance level. **Results:** SEM revealed that treatment with BS resulted in greater deposition with coverage of bioactive material in dentin for BS at 5% and 10%. BS 2.5%, BS 5% and BS 10% promoted greater bond strength by the push-out test for BCS ($p < 0.05$) while for BR there was no significant difference ($p > 0.05$). The tensile test revealed greater bond strength after treatment with BS for both materials ($p < 0.05$). A predominance of mixed failure was observed. **Conclusion:** 5% and 10% Biosilicate solutions demonstrate bioactive potential and greater bond strength with BCS and BR bioceramic sealers. **Publication 2:** The effect of dentin treatment with BS solutions on the RU of restorative materials was evaluated using push-out and tensile tests. **Materials and Methods:** Bovine tooth roots were used to make circular disks measuring 20mm x 2mm (diameter x height). The specimens were distributed according to the final dentin treatment (n=48): distilled water (AD), saline solution (SF) and BS 5%, and subdivided according to the materials: Bio-C Repair (BCR) (Angelus) (n=24) or Biodentine (BD) (Septodont) (n=24). Mechanical push-out and tensile tests were carried out on a mechanical testing machine (EMIC DL 2000). The type of failure was assessed using a stereomicroscope. The data was subjected to statistical analysis using ANOVA and Tukey's test ($\alpha = 0.05$). **Results:** Greater RU was observed after using 5% BS for both materials ($p < 0.05$). There was no statistically significant difference between AD and SF. BD showed greater RU compared to BCR ($p < 0.05$). A predominance of mixed failure was observed for BD, while BCR showed more adhesive failure. **Conclusion:** Treatment of dentin with 5% biosilicate solution increases the bond strength between dentin and restorative bioceramics. **Clinical significance:** Treatment of dentin with 5% Biosilicate prior to the use of restorative bioceramics positively influences the bond strength of these materials.

Keywords: Calcearea Silicata. Biomineralization. Dental Materials. Mechanical Tests. Endodontics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 PROPOSIÇÃO	15
3 PUBLICAÇÕES.....	16
3.1 Publicação 1	16
3.2 Publicação 2	32
4 DISCUSSÃO	43
5 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46
APÊNDICE A.....	52
ANEXO A.....	59

1 INTRODUÇÃO

A obturação do sistema de canais radiculares deve proporcionar selamento adequado evitando reinfecções e contribuir para o sucesso do tratamento¹. Dessa forma, cimentos endodônticos desempenham importante papel no sucesso do tratamento e devem apresentar propriedades físico-químicas e mecânicas adequadas^{2,3}, além de promover apropriada interface com a dentina⁴. Ocorrência de falhas de interface e *gaps* são frequentes na obturação de canais radiculares⁵, sendo difícil a obtenção de adaptação contínua e homogênea entre cimento e dentina radicular⁶. Vazios de interface representam impacto no selamento por possibilitar microinfiltração, viabilizar a reinfecção e persistência de lesões periapicais⁷.

Na busca de materiais que promovam melhor união entre cimento e a dentina radicular, cimentos biocerâmicos se destacam devido sua bioatividade^{8,9}. A interação de materiais bioativos com os tecidos duros promove respostas biológicas específicas na interface com a formação de uma camada de hidroxiapatita carbonatada (HCA)¹⁰. Este tipo de interface é formada naturalmente no processo de reparo tecidual, apresentando estrutura semelhante a fase óssea mineral¹¹.

Vidros bioativos foram desenvolvidos visando proporcionar capacidade osteoindutora aos materiais cerâmicos¹¹. Modificações na microestrutura desses materiais foram propostas, fortalecendo as propriedades mecânicas, desenvolvendo cerâmicas vítreas bioativas, que são produzidas por meio de cristalização controlada de certos vidros¹¹. Nesse contexto, Biosilicato® (BS) (Lamav, UFSCar, São Carlos, Brasil), uma composição específica de um grupo de cerâmicas vítreas totalmente cristalizadas obtidas por meio de tratamento térmico controlado, foi desenvolvido para aplicações médicas e odontológicas^{12,13}. Biosilicato® foi proposto para tratamento da hipersensibilidade dentinária por meio da deposição de hidroxiapatita carbonatada (HCA) nos túbulos dentinários abertos¹². Tirapelli et al.¹⁴ avaliaram os efeitos do Biosilicato na oclusão de túbulos dentinários e observaram que as suas partículas induziram deposição de HCA nos túbulos expostos, sugerindo seu uso no tratamento da hipersensibilidade dentinária. Além disso, Martins et al.¹⁵ avaliaram o efeito antimicrobiano desse material frente a microrganismos anaeróbios, microaerofílicos e anaeróbios facultativos, e relataram amplo espectro bacteriano

abrangendo até mesmo espécies anaeróbias, além de efetividade contra *E. faecalis*^{15,16}.

Biosilicato apresenta importantes efeitos no metabolismo ósseo, como potencialização de reparo e consolidação de fraturas¹⁷, bioatividade, osteocondução e osteoindução¹⁶. Moura et al.¹⁸ demonstraram que esse material apresentou capacidade de fortalecer a formação de tecido semelhante a osso *in vitro*, sugerindo possibilidade de aplicações em engenharia de tecido ósseo. Biosilicato foi avaliado no reparo ósseo de defeitos na tíbia de ratos^{19,20}, demonstrando que após aplicação do biomaterial, a região do defeito ósseo apresentou propriedades biomecânicas melhoradas e reparo ósseo significativo comparado aos grupos controle e biovidro 45S5.

Queiroz et al.¹⁶ relataram ausência de efeitos citotóxicos e genotóxicos, capacidade de alcalinização, além de redução do tempo de presa, melhor radiopacidade e solubilidade adequada para associações de cimento reparador biocerâmico com Biosilicato em diferentes concentrações. No entanto, não foram encontrados relatos do uso de Biosilicato no tratamento da dentina previamente a utilização de cimento biocerâmicos.

A reatividade química de Biosilicato é atribuída aos íons silicato e cálcio, que promovem diversas interações com diferentes substâncias²¹. Estudo anterior destaca a ligação entre as partículas de biovidro e a dentina²², evidenciando a migração de íons do vidro para a dentina e a presença de apatita na interface dentinária, sugerindo uma possível afinidade do colágeno dentinário pelo vidro^{22,23}. Quando em contato com fluidos corporais, as partículas de biovidro passam por um processo de cinco etapas de reações^{21,24}, levando à formação de uma camada de HCA em sua superfície¹⁴.

Cimentos à base de silicatos de cálcio se destacam por apresentar capacidade de presa e selamento em ambientes úmidos e contaminados por sangue, baixa citotoxicidade, biocompatibilidade, propriedades mecânicas adequadas e expansão volumétrica após presa, que pode contribuir para a capacidade de selamento²⁵. Além disso, apresentam propriedades biológicas como capacidade de induzir diferenciação celular e bioatividade^{26,27}, estimulando o reparo periapical²⁸.

Torres et al.²⁹ avaliaram o efeito da imersão em água destilada e PBS na alteração volumétrica, solubilidade e presença de vazios de Bio-C Sealer, Sealer

Plus BC e TotaFill BC em comparação a AH Plus (AHP) (Dentsply, DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha), e relataram menor alteração volumétrica para AHP, dados que corroboram outro estudo³⁰. Ainda que os cimentos de silicato de cálcio apresentaram valores superiores a AHP, são valores considerados como baixa alteração volumétrica²⁹. O uso de fluidos corporais simulados oferece grande semelhança com as situações clínicas³¹, além de fornecer melhor compreensão dos componentes que serão liberados pelos cimentos endodônticos. A imersão de cimentos endodônticos biocerâmicos em solução salina tamponada com fosfato (PBS) levou à formação de precipitados de hidroxiapatita^{31,32}. Os íons cálcio, principais íons liberados por esses materiais, interagem com o fosfato presente no PBS para formar hidroxiapatita³². A liberação de íons e formação desses precipitados são resultados de sua biocompatibilidade e bioatividade^{31,32}. O acompanhamento da interação dos cimentos com os fluidos corporais simulados é relevante para melhor compreensão do comportamento dos cimentos ao longo do tempo²⁹.

O Mineral Trióxido Agregado (MTA) é um cimento biocerâmico reparador considerado padrão ouro para vários procedimentos clínicos³³. Inicialmente, foi desenvolvido para selamento de comunicações entre a cavidade pulpar e a superfície externa dentária³³, mas suas indicações vão de capeamento pulpar direto, obturação retrógrada, apicigênese e apicificação, até tratamento de reabsorções internas e externas³⁴. Sua vasta indicação está relacionada à sua biocompatibilidade, potencial antibacteriano, capacidade seladora e bioatividade^{28,35-37}, sendo essa última atribuída à capacidade de formar precipitados de apatita carbonada na presença de PBS³⁸⁻⁴⁰. O radiopacificador presente em sua composição, o óxido de bismuto, pode prejudicar propriedades físico-químicas e biológicas do material⁴¹, como prejudicar sua resistência mecânica e influenciar na porosidade relativa do material⁴². Além disso, dificuldade de trabalho, manipulação e alto custo são relatados para esse material⁴³. Para eliminar os efeitos da manipulação na reação de presa e simplificar o uso clínico, cimentos reparadores prontos para uso são desenvolvidos como uma possibilidade frente aos convencionais pó-líquido⁴⁴. Bio-C Repair (Angelus, Londrina, PR, Brasil) e Biodentine (Septodont, França) são cimentos reparadores biocerâmicos, pronto para uso e pó líquido, respectivamente.

Biodentine (Septodont, França) é composto de silicato tricálcico, óxido de zircônio, carbonato de cálcio, cloreto de cálcio e polímero hidrossolúvel⁴⁵⁻⁴⁷, e merece destaque por suas propriedades físico-químicas e biológicas^{46,47}. Biodentine apresenta adequada capacidade de selamento, alta resistência a compressão, baixa absorção e sorção de fluídos e apropriada resistência ao deslocamento⁴⁸. Além disso mostrou propriedades biológicas como: biocompatibilidade e capacidade de estimular reparo por meio de tecido mineralizado^{46,47}.

Bio-C Repair é composto de silicatos de cálcio, aluminato de cálcio, óxido de cálcio, óxido de zircônio, óxido de ferro, dióxido de silício e agente dispersante. Estudos prévios mostraram que Bio-C Repair apresentou indução de biomineralização, alta viabilidade celular, adesão e migração celular^{49,50}. Além disso em estudo que avaliou propriedades físico-químicas desse cimento por meio de micro-CT⁵¹, Bio-C Repair apresentou melhor capacidade de preenchimento e baixa alteração volumétrica comparado a MTA HP (Angelus, Londrina, PR, Brasil). Rodrigues et al⁵² relataram menor resistência de união ao *push-out* para BCR em relação à BD.

Adesão dos cimentos endodônticos é necessária para obter selamento tridimensional e assim melhorar o sucesso do tratamento endodôntico a longo prazo⁵³. Portanto, aprimorar e otimizar as propriedades adesivas desses cimentos é de extrema importância para assegurar um selamento apropriado do canal radicular⁵⁴⁻⁵⁷. A resistência ao deslocamento, também conhecida como força de adesão, representa um parâmetro crucial e amplamente empregado na avaliação da qualidade da adesão interfacial entre os materiais endodônticos e a dentina intrarradicular⁵⁸⁻⁶⁰, e pode ser avaliada por meio do teste de *push-out*. É um teste confiável, prático, eficiente e válido para avaliar a integridade do material que está no canal radicular⁶¹, além de ser utilizado para estudar a relação entre cimentos e dentina por meio da análise da resistência de união existente nessa interface^{62,63}. Além disso, é de grande representatividade da situação pós-tratamento, visto que com o dente em função um deslocamento da obturação poderia acontecer⁶¹. Sendo assim, adequada força de união entre cimento e dentina é essencial para manter a integridade da interface cimento-dentina durante o preparo para pinos e a flexão do dente^{64,65}.

Cimentos à base de silicato de cálcio desencadeiam um processo de biomineralização que melhora a interface entre o cimento e a dentina por meio da

deposição de minerais^{63,66,67}. Esse processo resulta na criação de uma camada interfacial que apresenta estruturas tipo *tag* na dentina intrarradicular o que sugere a capacidade de minimizar a infiltração⁴⁰ e exercer um impacto positivo na resistência ao deslocamento dos cimentos biocerâmicos^{66,68}. Vários estudos^{58,59,69} relataram a resistência de união desses cimentos ser inferior ao do cimento à base de resinas epóxi, AH Plus.

O entendimento de como novos biomateriais se comportam em relação às propriedades físicas é indispensável pensando nas aplicações clínicas e melhor entendimento sobre seu uso. Além disso, a solução formada pelas partículas de vidros bioativos em água destilada mostrou ser efetiva na oclusão de túbulos dentinários por meio de partículas minerais⁶³, fato que pode sugerir que a elaboração de protocolos de tratamento prévio da dentina com biovidro pode ampliar a interação de cimentos reparadores com a dentina intrarradicular, contribuindo para melhor resistência de união e selamento.

5 CONCLUSÃO

Com base na metodologia utilizada e nos achados deste estudo, pode-se concluir:

- Soluções de Biosilicato 5% e 10% demonstraram grande potencial bioativo na superfície dentinária.
- O uso da solução de Biosilicato no tratamento da dentina influenciou positivamente a resistência de união dos cimentos biocerâmicos Bio-C Sealer e BioRoot RCS.
- Tratamento da dentina com solução de Biosilicato 5% aumenta a resistência de união entre dentina e biocerâmicos reparadores.

REFERÊNCIAS*

1. De-Deus G, Coutinho-Filho T, Reis C, Murad C, Paciornik S. Polymicrobial leakage of four root canal sealers at two different thicknesses. *J Endod.* 2006; 32(10): 998-1001.
2. Ozkocak I, Sonat B. Evaluation of Effects on the adhesion of various root canal sealers after Er:YAG laser and irrigants are used on the dentin surface. *J Endod.* 2015; 41(8): 1331-6.
3. Guimaraes BM, Amoroso-Silva PA, Alcalde MP, Marciano MA, de Andrade FB, Duarte MA. Influence of ultrasonic activation of 4 root canal sealers on the filling quality. *J Endod.* 2014; 40(7): 964-8.
4. Rosa RA, Santini MF, Heiden K, Só BB, Kuga MC, Pereira JR, et al. SEM evaluation of the interface between filling and root-end filling materials. *Scanning.* 2014; 36(2): 252-7.
5. Gandolfi MG, Parrilli AP, Fini M, Prati C, Dummer PM. 3D micro-CT analysis of the interface voids associated with Thermafil root fillings used with AH Plus or a flowable MTA sealer. *Int Endod J.* 2013; 46(3): 253-63.
6. Tedesco M, Chain MC, Bortoluzzi EA, da Fonseca Roberti Garcia L, Alves AMH, Teixeira CS. Comparison of two observational methods, scanning electron and confocal laser scanning microscopies, in the adhesive interface analysis of endodontic sealers to root dentine. *Clin Oral Investig.* 2018; 22(6): 2353-61.
7. Ricucci D, Lin LM, Spångberg LS. Wound healing of apical tissues after root canal therapy: a long-term clinical, radiographic, and histopathologic observation study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108(4): 609-21.
8. Shashirekha G, Jena A, Mohapatra S. Nanotechnology in dentistry: clinical applications, benefits, and hazards. *Compend Contin Educ Dent.* 2017; 38(5): e1-e4.
9. Biocanin V, Antonijevic D, Postic S, Ilic D, Vukovic Z, Milic M, et al. Marginal gaps between 2 calcium silicate and glass ionomer cements and apical root dentin. *J Endod.* 2018; 44(5): 816-21.
10. Hench LL, Wilson J. Surface-active biomaterials. *Science.* 1984; 226(4675): 630-6.
11. Renno AC, Bossini PS, Crovace MC, Rodrigues AC, Zanotto ED, Parizotto NA. Characterization and in vivo biological performance of biosilicate. *Biomed Res Int.* 2013; 2013: 141427.

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

12. C. Ravagnani OP, E. D. Zanotto, E. H. G. Lara, and H. Panzeri, H. Process and compositions for preparing particulate, bioactive or resorbable biosilicates for use in the treatment of oral ailments. Brazil patent C03C10/00, INPI 03006441. 2004.
13. Souza AF, Souza MT, Damasceno JE, Ferreira PVC, Alves de Cerqueira G, Baggio Aguiar FH, et al. Effects of the incorporation of bioactive particles on physical properties, bioactivity and penetration of resin enamel infiltrant. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2023; 15: 31-43.
14. Tirapelli C, Panzeri H, Soares RG, Peitl O, Zanotto ED. A novel bioactive glass-ceramic for treating dentin hypersensitivity. *Braz Oral Res*. 2010; 24(4): 381-7.
15. Martins CH, Carvalho TC, Souza MG, Ravagnani C, Peitl O, Zanotto ED, et al. Assessment of antimicrobial effect of Biosilicate(R) against anaerobic, microaerophilic and facultative anaerobic microorganisms. *J Mater Sci Mater Med*. 2011; 22(6): 1439-46.
16. Queiroz MB, Torres FFE, Rodrigues EM, Viola KS, Bosso-Martelo R, Chavez-Andrade GM, et al. Development and evaluation of reparative tricalcium silicate-ZrO₂-Biosilicate composites. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2021; 109(4): 468-76.
17. Zimmermann G, Muller U, Wentzensen A. The value of laboratory and imaging studies in the evaluation of long-bone non-unions. *Injury*. 2007; 38 Suppl 2(S33-7).
18. Moura J, Teixeira LN, Ravagnani C, Peitl O, Zanotto ED, Beloti MM, et al. In vitro osteogenesis on a highly bioactive glass-ceramic (Biosilicate). *J Biomed Mater Res A*. 2007; 82(3): 545-57.
19. Granito RN, Renno AC, Ravagnani C, Bossini PS, Mochiuti D, Jorgetti V, et al. In vivo biological performance of a novel highly bioactive glass-ceramic (Biosilicate(R)): A biomechanical and histomorphometric study in rat tibial defects. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2011; 97(1): 139-47.
20. Granito RN, Ribeiro DA, Renno AC, Ravagnani C, Bossini PS, Peitl-Filho O, et al. Effects of biosilicate and bioglass 45S5 on tibial bone consolidation on rats: a biomechanical and a histological study. *J Mater Sci Mater Med*. 2009; 20(12): 2521-6.
21. Crovace MC, Souza MT, Chinaglia CR, Peitl O, Zanotto ED. Biosilicate®—A multipurpose, highly bioactive glass-ceramic. In vitro, in vivo and clinical trials. *Journal of Non-Crystalline Solids*. 2016; 432: 90-110.
22. Forsback AP, Areva S, Salonen JI. Mineralization of dentin induced by treatment with bioactive glass S53P4 in vitro. *Acta Odontol Scand*. 2004; 62(1): 14-20.
23. Efflandt SE, Magne P, Douglas WH, Francis LF. Interaction between bioactive glasses and human dentin. *J Mater Sci Mater Med*. 2002; 13(6): 557-65.
24. Hench LL. Biomaterials: a forecast for the future. *Biomaterials*. 1998; 19(16): 1419-23.

25. Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dent Mater.* 2015; 31(4): 351-70.
26. Camilleri J. Staining potential of Neo MTA Plus, MTA Plus, and Biodentine used for pulpotomy procedures. *J Endod.* 2015; 41(7): 1139-45.
27. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *J Endod.* 2007; 33(2): 106-9.
28. Tanomaru-Filho M, Andrade AS, Rodrigues EM, Viola KS, Faria G, Camilleri J, et al. Biocompatibility and mineralized nodule formation of Neo MTA Plus and an experimental tricalcium silicate cement containing tantalum oxide. *Int Endod J.* 2017; 50 (Suppl 2): e31-e9.
29. Torres FFE, Zordan-Bronzel CL, Guerreiro-Tanomaru JM, Chavez-Andrade GM, Pinto JC, Tanomaru-Filho M. Effect of immersion in distilled water or phosphate-buffered saline on the solubility, volumetric change and presence of voids within new calcium silicate-based root canal sealers. *Int Endod J.* 2020; 53(3): 385-91.
30. Torres FFE, Guerreiro-Tanomaru JM, Bosso-Martelo R, Espir CG, Camilleri J, Tanomaru-Filho M. Solubility, porosity, dimensional and volumetric change of endodontic sealers. *Braz Dent J.* 2019; 30(4): 368-73.
31. Grech L, Mallia B, Camilleri J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dent Mater.* 2013; 29(2): e20-8.
32. Prullage RK, Urban K, Schafer E, Dammaschke T. Material properties of a tricalcium silicate-containing, a Mineral Trioxide Aggregate-containing, and an epoxy resin-based root canal sealer. *J Endod.* 2016; 42(12): 1784-8.
33. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod.* 2010; 36(1): 16-27.
34. Anthonappa RP, King NM, Martens LC. Is there sufficient evidence to support the long-term efficacy of mineral trioxide aggregate (MTA) for endodontic therapy in primary teeth? *Int Endod J.* 2013; 46(3): 198-204.
35. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod.* 2010; 36(3): 400-13.
36. Cintra LTA, Benetti F, de Azevedo Queiroz IO, de Araujo Lopes JM, Penha de Oliveira SH, Sivieri Araujo G, et al. Cytotoxicity, biocompatibility, and biomineralization of the new high-plasticity MTA material. *J Endod.* 2017; 43(5): 774-8.
37. Hungaro Duarte MA, Minotti PG, Rodrigues CT, Zapata RO, Bramante CM, Tanomaru Filho M, et al. Effect of different radiopacifying agents on the physicochemical properties of white Portland cement and white mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2012; 38(3): 394-7.

38. Bozeman TB, Lemon RR, Eleazer PD. Elemental analysis of crystal precipitate from gray and white MTA. *J Endod.* 2006; 32(5): 425-8.
39. Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2005; 31(2): 97-100.
40. Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT. Biomineralization ability and interaction of mineral trioxide aggregate and white portland cement with dentin in a phosphate-containing fluid. *J Endod.* 2009; 35(5): 731-6.
41. Camilleri J. Hydration characteristics of calcium silicate cements with alternative radiopacifiers used as root-end filling materials. *J Endod.* 2010; 36(3): 502-8.
42. Coomaraswamy KS, Lumley PJ, Hofmann MP. Effect of bismuth oxide radioopacifier content on the material properties of an endodontic Portland cement-based (MTA-like) system. *J Endod.* 2007; 33(3): 295-8.
43. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod.* 1995; 21(7): 349-53.
44. Persson C, Engqvist H. Premixed calcium silicate cement for endodontic applications: injectability, setting time and radiopacity. *Biomater.* 2011; 1(1): 76-80.
45. Tang JJ, Shen ZS, Qin W, Lin Z. A comparison of the sealing abilities between Biodentine and MTA as root-end filling materials and their effects on bone healing in dogs after periradicular surgery. *J Appl Oral Sci.* 2019; 27: e20180693.
46. Akcay H, Arslan H, Akcay M, Mese M, Sahin NN. Evaluation of the bond strength of root-end placed mineral trioxide aggregate and Biodentine in the absence/presence of blood contamination. *Eur J Dent.* 2016; 10(3): 370-5.
47. Nabeel M, Tawfik HM, Abu-Seida AMA, Elgendy AA. Sealing ability of Biodentine versus ProRoot mineral trioxide aggregate as root-end filling materials. *Saudi Dent J.* 2019; 31(1): 16-22.
48. Lucas CP, Viapiana R, Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru JM, Camilleri J, Tanomaru-Filho M. Physicochemical properties and dentin bond strength of a tricalcium silicate-based retrograde material. *Braz Dent J.* 2017; 28(1): 51-6.
49. Alsubait SA, Al Ajlan R, Mitwalli H, Aburaisi N, Mahmood A, Muthurangan M, et al. Cytotoxicity of different concentrations of three root canal sealers on human mesenchymal stem cells. *Biomolecules.* 2018; 8(3)
50. Siboni F, Taddei P, Zamparini F, Prati C, Gandolfi MG. Properties of BioRoot RCS, a tricalcium silicate endodontic sealer modified with povidone and polycarboxylate. *Int Endod J.* 2017; 50 (Suppl 2): e120-e36.
51. Torres FFE, Pinto JC, Figueira GO, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. A micro-computed tomographic study using a novel test model to assess the filling ability and volumetric changes of bioceramic root repair materials. *Restor Dent Endod.* 2021; 46(1): e2.

52. Rodrigues MNM, Bruno KF, de Alencar AHG, Silva JDS, de Siqueira PC, Decurcio DA, et al. Comparative analysis of bond strength to root dentin and compression of bioceramic cements used in regenerative endodontic procedures. *Restor Dent Endod.* 2021; 46(4): e59.
53. Zordan-Bronzel CL, Esteves Torres FF, Tanomaru-Filho M, Chavez-Andrade GM, Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru JM. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate-based Sealer, Bio-C Sealer. *J Endod.* 2019; 45(10): 1248-52.
54. Camilleri J, Gandolfi MG, Siboni F, Prati C. Dynamic sealing ability of MTA root canal sealer. *Int Endod J.* 2011; 44(1): 9-20.
55. Asawaworarit W, Pinyosopon T, Kijssamanmith K. Comparison of apical sealing ability of bioceramic sealer and epoxy resin-based sealer using the fluid filtration technique and scanning electron microscopy. *J Dent Sci.* 2020; 15(2): 186-92.
56. Barbizam JV, Trope M, Tanomaru-Filho M, Teixeira EC, Teixeira FB. Bond strength of different endodontic sealers to dentin: push-out test. *J Appl Oral Sci.* 2011; 19(6): 644-7.
57. Asawaworarit W, Yachor P, Kijssamanmith K, Vongsavan N. Comparison of the apical sealing ability of calcium silicate-based sealer and resin-based sealer using the fluid-filtration technique. *Med Princ Pract.* 2016; 25(6): 561-5.
58. Donnermeyer D, Dornseifer P, Schafer E, Dammaschke T. The push-out bond strength of calcium silicate-based endodontic sealers. *Head Face Med.* 2018; 14(1): 13.
59. Sagsen B, Ustun Y, Demirbuga S, Pala K. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. *Int Endod J.* 2011; 44(12): 1088-91.
60. Pane ES, Palamara JE, Messer HH. Critical evaluation of the push-out test for root canal filling materials. *J Endod.* 2013; 39(5): 669-73.
61. Chen WP, Chen YY, Huang SH, Lin CP. Limitations of push-out test in bond strength measurement. *J Endod.* 2013; 39(2): 283-7.
62. Yaduka P, Kataki R, Roy D, Das L, Goswami S. Effects of radiation therapy on the dislocation resistance of root canal sealers applied to dentin and the sealer-dentin interface: a pilot study. *Restor Dent Endod.* 2021; 46(2): e22.
63. Retana-Lobo C, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, Benavides-Garcia M, Hernandez-Meza E, Reyes-Carmona J. Push-out bond strength, characterization, and ion release of premixed and powder-liquid bioceramic sealers with or without gutta-percha. *Scanning.* 2021; 2021: 6617930.
64. Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-based root canal sealers: a review. *Int J Biomater.* 2016; 2016: 9753210.

65. Ha JH, Kim HC, Kim YK, Kwon TY. An evaluation of wetting and adhesion of three bioceramic root canal sealers to intraradicular human dentin. *Materials (Basel)*. 2018; 11(8):
66. Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT. The biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement on dentin enhances the push-out strength. *J Endod*. 2010; 36(2): 286-91.
67. Portella FF, Santos PD, Lima GB, Leitune VC, Petzhold CL, Collares FM, et al. Synthesis and characterization of a glycerol salicylate resin for bioactive root canal sealers. *Int Endod J*. 2014; 47(4): 339-45.
68. Huffman BP, Mai S, Pinna L, Weller RN, Primus CM, Gutmann JL, et al. Dislocation resistance of ProRoot Endo Sealer, a calcium silicate-based root canal sealer, from radicular dentine. *Int Endod J*. 2009; 42(1): 34-46.
69. Silva E, Canabarro A, Andrade M, Cavalcante DM, Von Stetten O, Fidalgo T, et al. Dislodgment resistance of bioceramic and epoxy sealers: a systematic review and meta-analysis. *J Evid Based Dent Pract*. 2019; 19(3): 221-35.
70. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci*. 2004; 112(4): 353-61.