

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 01/03/2026.



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



Adirson Jorge Júnior

**Interrelação de cimentos a base de silicato de cálcio com os procedimentos
em dentística restauradora**

Araraquara

2024



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



Adirson Jorge Júnior

**Interrelação de cimentos a base de silicato de cálcio com os procedimentos
em dentística restauradora**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas, na Área de Dentística Restauradora

Orientador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

Araraquara

2024

J82i

Jorge Júnior, Adirson

Interrelação de cimentos a base de silicato de cálcio com os procedimentos em dentística restauradora / Adirson Jorge Júnior. -- Araraquara, 2024

59 p. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara

Orientador: Milton Carlos Kuga

1. Adesivos dentinários. 2. Dentina. 3. Endodontia. 4. Cimento de silicato. 5. Obturação retrógrada. 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.

Adirson Jorge Júnior

**Interrelação de cimentos a base de silicato de cálcio com os procedimentos
em dentística restauradora**

Comissão julgadora

Tese para obtenção do grau de Doutor em Ciências Odontológicas

Presidente e orientador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

2º Examinador: Profa. Dra. Andréa Abi Rached Dantas

3º Examinador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

4º Examinador: Profa. Dra. Eliane Cristina Gulin de Oliveira

5º Examinador: Prof. Dr. Joatan Lucas de Sousa Gomes Costa

Araraquara, 29 de fevereiro de 2024.

DADOS CURRICULARES

Adirson Jorge Júnior

NASCIMENTO: 16 de março de 1975- Além Paraíba/MG

FILIAÇÃO: Adirson Jorge e Maria Célia Siqueira Jorge

1995-1999: Graduação em Odontologia

Centro Universitário Fluminense - UNIFLU

2001-2002: Especialização em Endodontia

Associação Paulista dos Cirurgiões Dentistas - APCD

Título: Materiais Obturadores em Endodontia

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Yamashita

2006-2009: Especialização em Ortodontia

Faculdade Redentor - FACREDENTOR

Título: Reabsorção Radicular em Dentes Tratados Endodonticamente Submetidos a Movimentação Ortodôntico

Orientador: Prof. Alexandre Luiz Queiroz Ponce.

2009-2010: Mestrado Profissional em Endodontia

Universidade Estácio de Sá - UNISA

Título: Análise por Micro-CT da Obturação de Canais Curvos preparados pelos sistemas de instrumento único Reciproc e SAF

Orientador: Profa. Dra. Mônica Aparecida Schultz Neves

2020-2024: Doutorado em Ciências Odontológicas

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP/ FOAr

Título: Interrelação de cimentos a base de silicato de cálcio com os procedimentos em dentística restauradora

Orientador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

À minha esposa Tani Linzmeyer, que me acompanhou nessa jornada com paciência e dedicação, o meu eterno reconhecimento e amor. À minha filha, Júlia Linzmeyer, que me trouxe alegria e esperança, o meu sincero carinho. Vocês foram a minha motivação e mesmo nos momentos de ausência, sempre me apoiaram em mais essa importante etapa de minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

À Deus,

Por me guiar em minha jornada de crescimento espiritual e por me conceder a força e a sabedoria necessárias para concluir este trabalho. Eu sou grato por todos os momentos de aprendizado e pelas lições que aprendi ao longo do caminho.

"Pois o Senhor é quem dá sabedoria; de sua boca procedem o conhecimento e o discernimento." Provérbios 2:6

Aos meus pais Adirson Jorge e Maria Célia Siqueira Jorge,

Que me deram a vida e o amor pela sabedoria, me propiciaram todas as oportunidades educacionais na busca dos meus sonhos. Vocês foram os meus primeiros mestres e os meus maiores exemplos. Obrigado por tudo.

Ao Prof. Dr. Milton Carlos Kuga,

Por ser o grande influenciador na minha carreira na Odontologia sendo mais que um professor e orientador, um grande amigo. Tantos anos de convivência, tantos quilômetros juntos, me ensinado dia a dia, com seu infinito conhecimento. Obrigado pela oportunidade de ser seu orientado, sempre me estimulando e mostrando que barreiras são para serem vencidas. Muito Obrigado!

Ao Prof. Jardel Camilo do Carmo Monteiro

Minha gratidão a meu grande amigo, irmão de vida e companheiro de jornada na Endodontia, que em mais essa etapa, o doutorado, enfrentamos juntos. Sua amizade e apoio foram inestimáveis durante todo o processo. Eu sou grato por todos os momentos de aprendizado e pelas lições que aprendi e aprendo ao longo do caminho.

A Profa. Mariana Bena Gelio

Querida Mariana, não existem palavras que possam expressar minha gratidão por sua colaboração neste trabalho. Você foi a extensão dos meus sentidos ao longo destes anos de trabalho. Muito obrigado por toda sua disposição, paciência e doação. Você é uma pessoa sensacional e tenho certeza de que terá um futuro brilhante. Saiba que pode sempre contar comigo!

À Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista e ao Departamento de Odontologia Restauradora pela oportunidade do curso de Doutorado.

A todos vocês, agradeço por este trabalho, fruto de muitos esforços e aprendizados. Vocês foram a minha força e o meu apoio.

Jorge Júnior A. Interrelação de cimentos a base de silicato de cálcio com os procedimentos em dentística restauradora [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

RESUMO

Objetivo: Avaliar os efeitos da aplicação do adesivo universal com escova manual (MB) ou escova rotatória (RB) em dentina impregnada com o cimento biocerâmico, e avaliar o pH e a liberação de íons de cálcio de cimentos a base de silicato de cálcio.

Materiais e Métodos: 88 coroas de incisivos bovinos foram selecionadas e metade foi impregnada com cimento biocerâmico, enquanto a outra, não. Foram divididas em quatro grupos (n=22): WB-MB, WB-RB, NB-MB, NB-RB. Em seguida, os espécimes foram restaurados. Quarenta espécimes foram submetidos à avaliação da espessura adesivo em microscópio confocal, 24 espécimes destinados a avaliação em 24h e outros 24, a avaliação de 1 ano de resistência de união avaliada por microtração, enquanto o padrão de falha em estereomicroscópio. Os dados foram analisados pelos testes de ANOVA one-way e Tukey ($\alpha=0,05$). 50 dentes acrílicos com retrocavidades preenchidas com os materiais avaliados (n=10) foram imersos em água ultrapura para medir o pH e liberação de íons cálcio, após 7 e 30 dias. No teste de solubilidade, os espécimes foram escaneados por Micro-CT. O MTA cinza e branco e o MTA Fillapex foram manipulados e inseridos em tubos de polietileno e imersos em água destilada. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, com nível de significância de 5%. **Resultados:** NB-MB apresentou menores valores de resistência de união em 24h e 1 ano. Após 1 ano, todos os grupos apresentaram redução da resistência de união. BD e BA apresentaram os maiores valores alcalinos na avaliação após 7 dias. Já aos 30 dias, MTAF 10-CH apresentou valores alcalinos. MTA apresentou a maior liberação de íons de cálcio nos dois períodos avaliados. BA e MTA apresentaram valores de solubilidade mais baixos. em 24 h os materiais apresentaram comportamentos semelhantes entre si. **Conclusão:** A presença de resíduos de biocerâmicos pode aumentar a resistência de união quando utiliza adesivos universais na estratégia autocondicionante. O MTA Fillapex com 10% e 20% de hidróxido de cálcio apresentou alta solubilidade, baixa resistência de união e menor liberação do íon cálcio.

Palavras-chave: Adesivos dentinários. Dentina. Endodontia. Cimento de silicato. Obturação retrógrada.

Jorge Júnior A. Interrelationship of calcium silicate-based cements with restorative dentistry procedures [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effects of applying universal adhesive with a manual brush (MB) or rotating brush (RB) on dentin impregnated with bioceramic cement, and to evaluate the pH and release of calcium ions from calcium silicate-based cements.

Materials and Methods: 88 bovine incisor crowns were selected and half were impregnated with bioceramic cement, while the other was not. They were divided into four groups (n=22): WB-MB, WB-RB, NB-MB, NB-RB. Then the specimens were restored. Forty specimens were subjected to assessment of adhesive thickness under a confocal microscope, 24 specimens were intended for assessment in 24 hours and another 24, the assessment of 1 year of bond strength assessed by microtensile, while the failure pattern under stereomicroscope. Data were analyzed using one-way ANOVA and Tukey tests ($\alpha=0.05$). 50 acrylic teeth with back cavities filled with the evaluated materials (n=10) were immersed in ultrapure water to measure pH and release of calcium ions, after 7 and 30 days. In the solubility test, the specimens were scanned by Micro-CT. The gray and white MTA and Fillapex MTA were manipulated and inserted into polyethylene tubes and immersed in distilled water. The results obtained were subjected to analysis of variance, with a significance level of 5%.

Results: NB-MB showed lower bond strength values at 24h and 1 year. After 1 year, all groups showed a reduction in bond strength. BD and BA showed the highest alkaline values in the evaluation after 7 days. Already at 30 days, MTAF 10-CH showed alkaline values. MTA showed the highest release of calcium ions in the two periods evaluated. BA and MTA showed lower solubility values. within 24 hours the materials showed similar behavior to each other. **Conclusion:** The presence of bioceramic residues can increase bond strength when using universal adhesives in the self-etching strategy. MTA Fillapex with 10% and 20% calcium hydroxide showed high solubility, low bond strength and less calcium ion release.

Keywords: Dentin-bonding agents. Dentin. Endodontics. Silicate cement. Retrograde obturation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 PROPOSIÇÃO	11
2.1 Publicação 1	11
2.2 Publicação 2	11
2.3 Publicação 3	11
3 PUBLICAÇÕES	12
3.1 Publicação 1	12
3.2 Publicação 2	29
3.3 Publicação 3.....	47
4 CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

Diferentes materiais obturadores podem ser indicados para obturação de canais radiculares. Dependendo de cada caso, uma composição química diferente poderá trazer mais benefícios e sucesso ao tratamento endodôntico^{1,2}. Isso se torna mais crítico quando esses materiais obturadores entram em contato com fluidos teciduais, podendo exercer influência sobre os tecidos periapicais que circundam o elemento dentário¹.

O objetivo principal de uma obturação endodôntica, além de promover selamento radicular adequado, é induzir o reparo tecidual em tecidos perirradiculares². Existem algumas propriedades que podem ser consideradas importantes a fim de classificar o material obturador como reparador tecidual ou não, como por exemplo o pH e a liberação de cálcio que possui¹⁻³.

Quando se trata de retrobturação, o prognóstico fica ainda mais questionável, pois a adesão entre a dentina apical e o material obturador utilizado ainda é questionável, pois depende de diversos fatores, como por exemplo a umidade do local^{1,4}. Dentre os requisitos do material obturador, evitar a proliferação microbiana e adesão ao tecido subjacente são considerados essenciais para o sucesso do tratamento obturador¹.

Atualmente, tem sido sugerido cimentos a base de silicato de cálcio para obturação de canais com perfuração ou retrobturações, pois esses materiais possuem capacidade de dissociar-se íons cálcio e hidroxila, o que favorece a reparação tecidual, pela formação da hidroxiapatita⁴⁻⁶. No mercado, existem várias marcas comerciais disponíveis e com diferentes composições químicas e apresentações do produto, o que pode influenciar na sua capacidade de adesão ao tecido dentinário, bem como na indução da reparação tecidual^{4,5}.

Apesar da disponibilidade comercial de diferentes formas, os cimentos a base de silicato de cálcio possuem alguns problemas que dificultam o seu uso e, consequentemente, podem interferir sobre seus efeitos sobre o tecido adjacente. Um exemplo é a consistência granulosa, que interfere na manipulação e manuseio. Além disso, o longo tempo de presa, poderá acarretar deslocamento do local onde foi inserido⁷⁻¹⁰, inviabilizando seu uso em alguns casos de difícil acesso e visualização.

Sabe-se que esses materiais, em especial o MTA, possui capacidade de liberar íons cálcio após a manipulação e inserção no local¹¹⁻¹³, mas existem dúvidas sobre a

capacidade de manter a dissociação destes íons, o que seria desejável, a fim de proporcionar uma rápida reparação tecidual.

Outro ponto favorável em relação ao uso destes cimentos é em relação ao pH alcalino que o mesmo proporciona, também favorecendo a reparação tecidual¹³⁻¹⁶. Mas, com o acréscimo e mudança de alguns componentes químicos, essas propriedades benéficas podem ser inibidas ou alteradas após um certo período de tempo. Assim, a literatura ainda se mostra escassa em relacionar tais propriedades à diferentes marcas comerciais de cimentos a base de silicato de cálcio.

Outro problema ainda pouco visto na literatura é a influência que tais cimentos, utilizados em alta demanda, exercem sobre a adesão dentinária^{17,18}, especialmente quando se trata de adesivos universais utilizados na abordagem autocondicionante. O uso dessa estratégia adesiva tem demonstrado bons resultados, devido ao menor número de passos clínicos e, conseqüentemente, menores chances de ocorrer erros que podem prejudicar a adesão¹⁸.

No entanto, o modo de aplicação desse adesivo se torna tão importante quanto a sua composição química e estratégia de uso. Assim, é sugerido que se faça a aplicação ativa, a fim de proporcionar maior infiltração dos monômeros no substrato dentinário e, assim, formar uma camada híbrida mais estável diante do cenário crítico que é considerado um dente tratado endodonticamente^{3,4}. Para isso, dispositivos rotatórios têm sido utilizados e sugeridos para esse fim.

Mas, existem lacunas na literatura a respeito dessa forma de aplicação dos sistemas adesivos universais, especialmente em dentinas que tiveram contato com cimentos a base de silicato de cálcio, que podem influenciar sobre a adesão de maneira ainda questionável.

Diante desse cenário da alta utilização de novos cimentos a base de silicato de cálcio, com diferentes composições químicas, tempos de presa variáveis e formas de apresentação, associado a uma odontologia adesiva, que exerce papel fundamental na longevidade do tratamento restaurador, é necessário que se entenda a relação desses novos materiais com a adesão em dentes tratados endodonticamente.

4 CONCLUSÃO

O uso de escova rotatória para aplicação do adesivo universal na estratégia autocondicionante promove maior resistência de união com o substrato dentinário impregnado com cimento biocerâmico.

O uso do Bioaggregate e o WMTA apresentaram a menor solubilidade e propriedades químicas semelhantes. O hidróxido de cálcio a 10% e 20% do MTA Fillapex apresentou alta solubilidade e baixa resistência de união.

O MTA cinza e branco e o MTA Fillapex apresentam pH alcalino e promoveram a liberação de cálcio em todos os períodos avaliados. O MTA cinza e branco promoveu maior liberação de cálcio que o MTA Fillapex.

REFERÊNCIAS*

1. Amoroso-Silva PA, Marciano MA, Guimaraes BM, Duarte MA, Sanson AF, Moraes IG. Apical adaptation, sealing ability and push-out bond strength of five root-end filling materials. *Braz Oral Res.* 2014; 28(1): 1-6.
2. Aranda-Garcia AJ, Kuga MC, Vitorino KR, Chavez-Andrade GM, Duarte MA, Bonetti-Filho I, et al. Effect of the root canal final rinse protocols on the debris and smear layer removal and on the push-out strength of an epoxy-based sealer. *Microsc Res Tech.* 2013; 76(5): 533-7.
3. Atmeh AR, Chong EZ, Richard G, Festy F, Watson TF. Dentin-cement Interfacial Interaction: Calcium Silicates and Polyalkenoates. *J Dent Res.* 2012; 91(5): 454-9.
4. Camilleri J, Grech L, Galea K, Keir D, Fenech M, Formosa L, et al. Porosity and root dentine to material interface assessment of calcium silicate-based root-end filling materials. *Clin Oral Investig.* 2014; 18(5): 1437-46.
5. Camilleri J, Sorrentino F, Damidot D. Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. *Dent Mater.* 2013; 29(5): 580-93.
6. Cavenago BC, Pereira TC, Duarte MA, Ordinola-Zapata R, Marciano MA, Bramante CM et al. Influence of powder-to-water ratio on radiopacity, setting time, pH, calcium ion release and a micro-CT volumetric solubility of white mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 2014; 47(2): 120-6.
7. Chen I, Karabucak B, Wang C, Wang HG, Koyama E, Kohli MR et al. Healing after root-end microsurgery by using mineral trioxide aggregate and a new calcium silicate-based bioceramic material as root-end filling materials in dogs. *J Endod.* 2015; 41(3): 389-99.
8. Duarte MAH, Midena RZ, Zeferino MA, Vivan RR, Weckwerth PH, dos Santos F, et al. Evaluation of pH and calcium ion release of calcium hydroxide pastes containing different substances. *J Endod.* 2009; 35(9): 1274-7.
9. Duarte MAH, Minotti PG, Rodrigues CT, Zapata RO, Bramante CM, Tanomaru 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.
10. Estrela C, Bammann LL, Estrela CR, Silva RS, Pecora JD. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. *Braz Dent J.* 2000; 11(1): 3-9.

* 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>

11. Tanomaru-Filho M, Chaves Faleiros FB, Saçaki JN, Hungaro Duarte MA, Guerreiro-Tanomaru JM. Evaluation of pH and calcium ion release of root-end filling materials containing calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2009; 35(10): 1418-21.
12. Gomes-Filho JE, Watanabe S, Bernabé PF, de Moraes Costa MT. A mineral trioxide aggregate sealer stimulated mineralization. *J Endod.* 2009; 35(2): 256-60.
13. Kuga MC, Duarte MA, Sant'Anna-Junior A, Keine KC, Faria G, Dantas AA et al. Effects of calcium hydroxide addition on the physical and chemical properties of a calcium silicate-based sealer. *J Appl Oral Sci.* 2014; 22(3): 180-4.
14. Tasdemir T, Er K, Celik D, Tahan E, Serper A, Ceyhanli KT et al. Bond strength of calcium silicate-based sealers to dentine dried with different techniques. *Med Princ Pract.* 2014; 23(4): 373-6.
15. Roberts S, Kim JR, Gu L, Kim YK, Mitchell QM, Pashley DH et al. The efficacy of different sealer removal protocols on bonding of self-etching adhesives to ah plus-contaminated dentin. *J Endod.* 2009; 35(4): 563–7.
16. Alves Silva EC, Tanomaru-Filho M, da Silva GF, Delfino MM, Cerri PS, Guerreiro-Tanomaru JM. Biocompatibility and bioactive potential of new calcium silicate–based endodontic sealers: Bio-C Sealer and Sealer Plus BC. *J Endod.* 2020; 46(10): 1470–7.
17. Muñoz M, Luque-Martinez I, Malaquias P, Hass V, Reis A, Campanha N et al. In Vitro Longevity of bonding properties of universal adhesives to dentin. *Oper Dent.* 2015; 40(3): 282–92.
18. Barros APO, de Melo Alencar C, Zambon M, de Andrade MF, Fernández E, Kuga MC. Etch-and-rinse versus self-etch strategy of a universal adhesive in different application methods at the bonding interface of fiber post cementation. *J Esthet Restor Dent.* 2023; 35(8): 1249-56.