

## RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 21/08/2025.



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



**Paulo Fermino da Costa Neto**

**Análise de diferentes materiais odontológicos utilizados na dentística  
restauradora**

**Araraquara**

**2023**



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



**Paulo Fermino da Costa Neto**

**Análise de diferentes materiais odontológicos utilizados na 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. José Roberto Cury Saad

**Araraquara**

**2023**

C838a Costa Neto, Paulo Fermino da  
Análise de diferentes materiais odontológicos utilizados na  
dentística restauradora / Paulo Fermino da Costa Neto. --  
Araraquara, 2023  
51 p. : tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),  
Faculdade de Odontologia, Araraquara  
Orientador: José Roberto Cury Saad

1. Adesivos dentinários. 2. Solventes. 3. Resinas compostas.  
4. Hidróxido de cálcio. 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.

**Paulo Fermino da Costa Neto**

**Análise de diferentes materiais odontológicos utilizados na dentística restauradora**

**Comissão julgadora**

**Tese para obtenção do grau de Doutor em Ciências Odontológicas**

Presidente e orientador: Prof. Dr. José Roberto Cury Saad

2º Examinador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

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

4º Examinador: Prof. Dr. Aryvelto Miranda Silva

5º Examinador: Profa. Dra. Eliane Cristina Gulin de Oliveira

Araraquara, 21 de agosto de 2023.

## **DADOS CURRICULARES**

**Paulo Fermino da Costa Neto**

NASCIMENTO: 26 de dezembro de 1991 - Brotas/SP

FILIAÇÃO: Lair Fatima Galhardi e Juca Fermino da Costa

### **2010-2014: Graduação em Odontologia**

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil.

Título: Avaliação de efeitos citotóxicos em células de carcinoma espino-celular de boca à melaleuca alternifolia

Orientador: Prof. Dr. Cleverton Roberto de Andrade

### **2014-2014: Aperfeiçoamento em Cirurgia Buco-Maxilo Facial**

Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia, FAEPO, Brasil

### **2015-2016: Aperfeiçoamento em Prótese Fixa: Estética com Ênfase em Restaurações Adesivas Indiretas**

Associação Paulista de Cirurgiões Dentista, APCD, Brasil.

### **2015-2017: Especialização em Implantodontia**

Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia, FAEPO, Brasil

Título: Avaliação histométrica do reparo ósseo em defeitos críticos em calotas de ratos induzidos por diferentes biomateriais osteocondutores

Orientador: Prof. Dr. Elcio Marcantonio Junior

### **2018-2020: Especialização em Dentística Estética integrada**

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil

Título: Avaliação da qualidade de borda de facetas confeccionadas pelo sistema CAD/CAM em diversos materiais

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Cury Saad

### **2017-2019: Mestrado em Ciências Odontológicas – Área de concentração: Dentística Restauradora**

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil

Título: Efeito de diferentes materiais e termos de preparo sobre a integridade marginal de coroas CAD/CAM

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Cury Saad

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Lair e Juca, por sempre me apoiarem em minhas escolhas. Agradeço por todo suporte e amor que vocês me deram e por terem abdicado de muita coisa para que eu pudesse chegar até aqui. Eu amo muito vocês.

Agradeço a minha namorada, Mariana, por todo amor e parceria. Agradeço por todo apoio e por acreditar tanto em mim, até mesmo quanto eu não conseguia acreditar. Eu te amo!

Agradeço a Marcia, Fued, Alexandra, Anésio e Regina, por terem me apoiado, me incentivado e sempre me tratado como um filho. Minha eterna gratidão e amor por vocês.

Agradeço a minha tia, Adriana, por sempre me tratar como um filho, por me dar um apoio incondicional e pelas horas e horas de conversas e conselhos. Todo carinho e amor por você.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Roberto Cury Saad, agradeço por sempre estar ao meu lado em todas as dificuldades, por ter me acolhido desde o Curso de Mestrado e não ter me deixado desamparado em nenhum momento nesses quase 8 anos de orientação. Agradeço principalmente por ser meu amigo, uma pessoa em que eu sei que sempre vou poder contar e que é recíproco.

Agradeço ao Prof. Dr. Milton Carlos Kuga, por toda ajuda durante esse curso de Doutorado, serei eternamente grato. Privilegiados são aqueles que tem a oportunidade de conviver aprender com você.

Por fim, agradeço a família Dentística UNESP/FAEPO, Prof. Edson Campos, Prof. Marcelo Ferrarezi, Profa. Maira, Prof. Vinicius Ibiapina, Prof. Rafael Manso e tantos outros que tive o prazer de fazer parte e conviver por 6 anos, foi uma honra poder trabalhar e aprender com vocês!!

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

Costa Neto PF. Análise de diferentes materiais odontológicos utilizados na dentística restauradora [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2023.

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliação de diferentes materiais restauradores utilizados na dentística restauradora sobre adesão a estrutura dentária, eficiência mecânica das técnicas e benefícios ao tratamento restaurador, com o objetivo de otimizar a prática clínica.

**Materiais e Métodos:** Foi utilizado protocolo de remoção dos resíduos (ETA ou XIL): SPL+ETA, SPL+XIL, S26+ETA e S26+XIL em 40 coroas bovinas (n=10) para avaliar a impregnação de cimento endodôntico. Foram realizados os testes de microcisalhamento e padrão de fratura. 40 dentes bovinos foram submetidos ao tratamento endodôntico e divididos nos grupos Segundo o material restaurador: CO - controle (Scotchbond Multi-Purpose + Filtek Z350XT); SF: Scotchbond Universal + Filtek Bulk Fill; SO - OptiBond All-in-one + SonicFill™; TT – Tetric N- Bond Universal + Tetric N-Ceram Bulk Fill. Sistemas adesivos universais foram usados na técnica autocondicionante. Os espécimes foram submetidos ao teste de resistência a fratura e foi classificado o tipo de falha. Em seguida, foi preparado 120 amostras dos forradores a base de hidróxido de cálcio (n=15): Hidrox-cal branco (HB), Hidrox-cal dentina (HD), Biocal (BC) e UltraBlend Plus (UB). As amostras dos grupos HB+A, HD+A, BC+A e UB+A foram submetidas à fotoativação. Os demais grupos HB+N, HD+N, BC+N e UB+N, foram somente inseridos em tubo de vidro com água deionizada. A mensuração do pH foi realizada 24h e 14 dias após a inclusão das amostras. A análise da liberação de cálcio foi feita com auxílio de um espectrofotômetro de absorção atômica no período de 24h e 14 dias. Os resultados dos experimentos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk, seguido do teste de ANOVA e Tukey (p=0,05). **Resultados:** S26+ETA e S26+XIL demonstraram menores valores de RU em relação a SPL+XIL e S26+XIL (p<0,05). Não houve diferença entre SPL+ETA e S26+S26 ou SPL+XIL e S26+S26 (p>0,05). A resistência à fratura foi semelhante entre os dentes tratados endodonticamente e os dentes restaurados com resina composta (p<0,05). Os grupos que não foram fotopolimerizados demonstraram os maiores valores de pH (p<0,05) e maiores valores de liberação de cálcio em 24h e 14 dias (p<0,05). **Conclusão:** O xilol é o protocolo mais favorável para remoção de resíduos endodônticos da câmara pulpar. Resinas Bulk Fill podem ser utilizadas para restaurações em dentes endodonticamente tratados. A fotopolimerização de forradores a base de hidróxido de cálcio limita os efeitos benéficos de aumento do pH e liberação do íon cálcio.

**Palavras-chave:** Adesivos Dentinários. Solventes. Resinas compostas. Hidróxido de cálcio.

Costa Neto PF. Analysis of different dental materials used in restorative dentistry. [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2023.

## **ABSTRACT**

**Objective:** Evaluation of different restorative materials used in restorative dentistry to optimize clinical practice, on adherence to tooth structure, mechanical efficiency of techniques and benefits to restorative treatment. **Materials and Methods:** Waste removal protocol (ETA or XIL): SPL+ETA, SPL+XIL, S26+ETA and S26+XIL in 40 bovine crowns (n=10) to evaluate the endodontic sealer impregnation. Microshear and fracture pattern tests were performed. 40 bovine teeth underwent endodontic treatment and were divided into groups according to the restorative material: CO - control (Scotchbond Multi-Purpose + Filtek Z350XT); SF: Scotchbond Universal + Filtek Bulk Fill; OS - OptiBond All-in-one + SonicFill™; TT – Tetric N-Bond Universal + Tetric N-Ceram Bulk Fill. Universal adhesive systems were used in the self-etching technique. The specimens were submitted to the fracture resistance test and the type of failure was classified. Then, 120 samples of calcium hydroxide-based liners (n=15) were prepared: Hidrox-cal white (HB), Hidrox-cal dentin (HD), Biocal (BC) and UltraBlend Plus (UB). Samples from groups HB+A, HD+A, BC+A and UB+A were submitted to photoactivation. The other groups HB+N, HD+N, BC+N and UB+N were only inserted into a glass tube with deionized water. The pH measurement was performed 24h and 14 days after the inclusion of the samples. The analysis of calcium release was performed using an atomic absorption spectrophotometer over a period of 24 hours and 14 days. The results of the experiments were submitted to the Shapiro-Wilk test, followed by the ANOVA and Tukey test ( $p=0.05$ ). **Results:** S26+ETA and S26+XIL showed lower RU values compared to SPL+XIL and S26+XIL ( $p<0.05$ ). There was no difference between SPL+ETA and S26+S26 or SPL+XIL and S26+S26 ( $p>0.05$ ). Fracture strength was similar between endodontically treated teeth and teeth restored with composite resin ( $p<0.05$ ). The groups that were not photopolymerized showed the highest pH values ( $p<0.05$ ) and the highest values of calcium release at 24h and 14 days ( $p<0.05$ ). **Conclusion:** Xylol is the most favorable protocol for removing endodontic residues from the pulp chamber. Bulk Fill resins can be used for restorations in endodontically treated teeth. The light curing of calcium hydroxide-based liners limits the beneficial effects of pH increase and calcium ion release.

**Keywords:** Dentin-Bonding Agents. Solvents. Composite resins. Calcium hydroxide.

## SUMÁRIO

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b> | <b>09</b> |
| <b>2 PROPOSIÇÃO.....</b>  | <b>12</b> |
| 2.1 Publicação 1 .....    | 12        |
| 2.2 Publicação 2 .....    | 12        |
| 2.3 Publicação 3.....     | 12        |
| <b>3 PUBLICAÇÕES.....</b> | <b>13</b> |
| 3.1 Publicação 1 .....    | 13        |
| 3.2 Publicação 2 .....    | 26        |
| 3.3 Publicação 3.....     | 38        |
| <b>4 CONCLUSÃO .....</b>  | <b>49</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>  | <b>50</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A evolução dos materiais restauradores diretos associado a odontologia adesiva trouxe uma nova perspectiva para a Odontologia<sup>1</sup>. A utilização de sistemas adesivos universais e também o uso de resinas compostas do tipo bulk fill permitiram com que os procedimentos odontológicos fossem realizados de maneira eficiente, garantindo função, estética e menor tempo clínico<sup>1,2</sup>.

Não somente a escolha adequada do material irá influenciar no sucesso do tratamento restaurador, a condição em que se encontra o elemento dental influenciará em grande parte do processo restaurador, uma vez que já é estabelecido que a quantidade de remanescente dental garante um melhor prognóstico ao tratamento<sup>3,4</sup>, por isso a escolha do material restaurador deve ser feita de maneira cuidadosa e cautelosa.

A condição em que se encontra a estrutura dentária pode ser consequência de destruições extensas causadas por cárie, fraturas ou até mesmo pelo tratamento endodôntico<sup>3-6</sup>. Ao mesmo tempo que a abertura coronária pode levar ao enfraquecimento do remanescente em até 5%<sup>3,4</sup>, se não houver um bom selamento realizado a partir de restaurações, o tratamento endodôntico também será afetado<sup>3</sup>.

A literatura mostra que restaurações de resina composta podem aumentar a resistência de dentes tratados endodonticamente<sup>1</sup>. Porém, se esse substrato não estiver em condições favoráveis para receber o material restaurador, haverá falhas indesejáveis a curto prazo<sup>7,8</sup>.

Após a obturação do canal radicular, sempre há persistência de resíduos provenientes do cimento endodôntico sobre a câmara pulpar<sup>9,10</sup>. A não remoção correta desses resíduos implicará na falha do tratamento restaurador<sup>9</sup>. Sendo assim, diversas substâncias têm sido propostas para efetuar a limpeza da câmara pulpar após o término do tratamento restaurador, porém nenhuma tem mostrado ser um bom agente de limpeza para esse objetivo<sup>9-11</sup>. Substâncias como álcool 95%, álcool isopropílico, acetona e até mesmo acetato de amila não demonstraram efeitos benéficos para remoção dos resíduos provenientes dos cimentos endodônticos sobre a câmara pulpar<sup>12</sup>. Assim, novas substâncias precisam ser avaliadas.

O xilol é uma substância efetiva sobre a remoção de resíduos de cimentos endodônticos e também pode ser utilizado para limpeza de instrumentais que, por ocorrência, fiquem impregnados com cimentos à base de resina epóxi<sup>13</sup>. Porém, não

existem estudos que avaliem o seu efeito sobre a câmara pulpar e também se haverá influência sobre a adesão quando se utiliza adesivos universais.

Tendo como objetivo aumentar a praticidade clínica dos procedimentos restauradores, resinas do tipo bulk fill podem ser alternativas interessantes para esse fim, pois permitem ser utilizadas em um incremento único de 4 a 5mm<sup>14</sup>. Além disso, possuem baixa contração de polimerização<sup>9,10</sup>, e por permitirem ser inseridas na cavidade em incrementos maiores, podem reduzir o risco de contaminação e *gaps* entre os incrementos, quando realizada a restauração na técnica incremental<sup>6</sup>.

Assim, o uso de resinas bulk fill podem ser alternativas viáveis e práticas nos consultórios. No entanto, poucos estudos são vistos associando a restauração com resinas do tipo bulk fill em dentes tratados endodonticamente, utilizando adesivos universais.

Por outro lado, quando existem cavidades muito profundas, mas que não ocorreu a exposição pulpar, materiais forradores podem ser utilizados para estimular remineralização do tecido dentinário<sup>17-19</sup>. O hidróxido de cálcio é bem recomendado para esses casos, pois atua liberando lentamente íons cálcio e hidroxila<sup>17</sup>, favorecendo a remineralização e também alcalinizando o pH do meio, além de ser biocompatível<sup>18,19</sup>.

No entanto, seu uso fica limitado devido à alta solubilidade, propriedades mecânicas falhas e falta de adesão ao tecido dentinário<sup>17,20</sup>. Assim, surgiram novos materiais forradores à base de hidróxido de cálcio fotopolimerizáveis, propondo redução da solubilidade e, graças a incorporação de metacrilatos, adesão ao tecido dentinário<sup>21</sup>. E, além disso, maior praticidade clínica, pela cura imediata após a fotoativação, garantindo otimização do procedimento restaurador.

Porém, não se sabe se a incorporação desses metacrilatos ao hidróxido de cálcio poderá interferir nos efeitos benéficos que o material proporciona, como liberação de íons cálcio e hidroxila e, conseqüentemente, alcalinização do pH. Assim, é necessário que sejam avaliadas essas propriedades desses materiais.

Portanto, esse estudo teve como objetivo avaliar diversas técnicas que fundamentem e facilitem o dia a dia clínico dos processos restauradores. Para isso, foi avaliado a limpeza da câmara pulpar com diferentes substâncias químicas, seguida de restauração utilizando adesivo universal, avaliação de restaurações em dentes tratados endodonticamente com resina bulk fill e, também, avaliação da interferência

da fotopolimerização de cimentos à base de hidróxido de cálcio sobre a liberação de íons cálcio e pH.

#### **4 CONCLUSÃO**

O xilol pode ser indicado para remoção de resíduos do cimento à base de resina epóxi, além de não interferir sobre a interface de adesão com o adesivo universal, quando utilizado na estratégia condiciona-e-lava.

A resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados utilizando resina nanohíbrida convencional não foi significativamente diferente da utilização de diferentes resinas compostas bulk fill de alta viscosidade, podendo a resina bulk fill ser indicada para procedimentos restauradores em dentes tratados endodonticamente.

A fotoativação dos cimentos de proteção do complexo dentina-polpa a base de hidróxido de cálcio interfere negativamente sobre o potencial hidrogeniônico e na liberação de íons cálcio.

## REFERÊNCIAS\*

1. Taha NA, Palamara JE, Messer HH. Fracture strength and fracture patterns of root filled teeth restored with direct resin restorations. *J Dent*. 2011; 39(8): 527-35.
2. Bicalho AA, Pereira RD, Zanatta RF, Franco SD, Tantbirojn D, Versluis A, et al. Incremental filling technique and composite material – Part I: cuspal deformation, bond strength, and physical properties. *Oper Dent*. 2014; 39(2): 71-82.
3. Tang W, Wu Y, Smales RJ. Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth. *J Endod*. 2010; 36(4): 609-17.
4. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod*. 1989; 15(11): 512-6.
5. Tzimpoulas NE, Alisafis MG, Tzanetakis GN, Kontakiotis EG. A prospective study of the extraction and retention incidence of endodontically treated teeth with uncertain prognosis after endodontic referral. *J Endod*. 2012; 38(10): 1326-9.
6. Krejci I, Duc O, Dietschi D, de Campos E. Marginal adaptation, retention and fracture resistance of adhesive composite restorations on devital teeth with and without post. *Oper Dent*. 2003; 28(2): 127-35.
7. Reis A, Loguercio AD, Manso AP, Grande RH, Schiltz-Taing M, Suh B, et al. Microtensile bond strengths for six 2-step and two 1-step self-etch adhesive systems to enamel and dentin. *Am J Dent*. 2013; 26(1):44-50.
8. Farrokh A, Mohsen M, Soheil S, Nazanin B. Shear bond strength of three self-adhesive resin cements to dentin. *Indian J Dent Res*. 2012; 23(2): 221-5.
9. Kuga MC, Só MV, De Faria-júnior NB, Keine KC, Faria G, Fabricio S, et al. Persistence of resinous cement residues in dentin treated with different chemical removal protocols. *Microsc Res Tech*. 2012a; 75(7): 982-5.
10. Kuga MC, Só MV, De Campos EA, Faria G, Keine KC, Dantas AA, et al. Persistence of endodontic methacrylate-based cement residues on dentin adhesive surface treated with different chemical removal protocols. *Microsc Res Tech*. 2012b; 75(10): 1432-6.
11. Victorino KR, De Campos EA, Só MVR, Kuga MC, Faria-Júnior NB, Keine KC, et al. Ethanol is inefficient to remove endodontic sealer residues of dentinal surface. *RSBO*. 2013; 10(3): 211-6.
12. Kuga MC, Faria G, Rossi MA, do Carmo Monteiro JC, Bonetti-Filho I, Berbert FL, et al. Persistence of epoxy-based sealer residues in dentin treated with different chemical removal protocols. *Scanning*. 2013; 35(1): 17-21.

---

\* De acordo com o Guia 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>

13. Martos J, Bassotto AP, González-Rodríguez MP, Ferrer-Luque CM. Dissolving efficacy of eucalyptus and orange oil, xylol and chloroform solvents on different root canal sealers. *Int Endod J.* 2011; 44(11): 1024-8.
14. Tarle Z, Attin T, Marovic D, Andermatt L, Ristic M, et al. Influence of irradiation time on subsurface degree of conversion and microhardness of high-viscosity bulk-fill resin composites. *Clin Oral Inv.* 2015; 19(4): 831-40.
15. Furness A, Tadros MY, Looney SW, Rueggeberg FA. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J Dent.* 2014; 42(4): 439-49.
16. Ataly C, Yazici AR, Horuztepe A, Nagas E, Ertan A, Ozgunaltay G. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with bulk fill, bulk fill flowable, fiber-reinforced, and conventional resin composite. *Oper Dent.* 2016; 41(5): E131-E140.
17. Mohammadi Z, Dummer PM. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J.* 2011; 44(8): 697-730.
18. Farhad A, Mohammadi Z. Calcium hydroxide: a review. *Int Dent J.* 2005; 55(5): 293-301.
19. da Rosa WLO, Lima VP, Moraes RR, Piva E, da Silva AF. Is a calcium hydroxide liner necessary in the treatment of deep caries lesions? A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2019; 52(5): 588-603.
20. Tohidkhah S, Ahmadi E, Abbasi M, Morvaridi Farimani R, Ranjbar Omrani L. Effect of Bioinductive Cavity Liners on Shear Bond Strength of Dental Composite to Dentin. *Biomed Res Int.* 2022; 18: 3283211.
21. Gandolfi MG, Siboni F, Prati C. Chemical-physical properties of TheraCal, a novel light-curable MTA-like material for pulp capping. *Int Endod J.* 2012; 45(6): 571-9.