

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o
texto completo desta tese será
disponibilizado somente a partir de
28/03/2026



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



David Hernández Maldonado

**Efeito do tratamento da guta-percha com Biovidro F18 na adesão com cimento
biocerâmico e resinoso**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Mestre em Odontologia, na Área de Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho

Araraquara

2024



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



David Hernández Maldonado

**Efeito do tratamento da guta-percha com Biovidro F18 na adesão com cimento
biocerâmico e resinoso**

Araraquara

2024

H557e

Hernández Maldonado, David

Efeito do tratamento da guta-percha com Biovidro F18 na adesão com cimento biocerâmico e resinoso / David Hernández Maldonado.

-- Araraquara, 2024

49 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia, Araraquara

Orientador: Mario Tanomaru Filho

1. Biomineralização. 2. Calcareia Silicata. 3. Guta-percha. 4. Materiais biocompatíveis. 5. Materiais restauradores do canal radicular. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

David Hernández Maldonado

**Efeito do tratamento da guta-percha com Biovidro F18 na adesão com cimento
biocerâmico e resinoso**

Comissão julgadora

Dissertação para obtenção do grau de mestre em Odontologia

Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho

Prof. Dra. Jessie Reyes Carmona

Prof. Dra. Marina Trevelin Souza

Araraquara, 28 de março de 2024.

DADOS CURRICULARES

David Hernández Maldonado

NASCIMENTO: 02 de fevereiro de 1997 – Torreón – Coahuila

FILIAÇÃO: Magdalena Verónica Maldonado Gallegos – Raúl Eduardo Hernández Carrillo

2021 – Graduação em Cirurgião Dentista na Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (México)

2024 – Mestre em Odontologia (Endodontia) na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Dedicado à minha família, amigos, à todos que confiam em mim, e à mim mesmo,
por não desistir quando o caminho foi adverso.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmãs, por me impulsarem a conquistar cada um dos meus sonhos desde que tenho memória. Em cada ligação de vídeo senti seu amor incondicional, me deram forças e reafirmei que meu lugar é com vocês. Estarei sempre agradecido, sem vocês não teria sido possível.

Aos amigos que fiz durante o caminho, por serem a minha família quando estava longe de casa. Amo, respeito e admiro a cada um de vocês. Podem contar comigo sempre!

Aos meus amigos no México, por entender a minha ausência. Sonho com crescermos juntos e colecionar mais momentos.

Ao meu orientador, pela confiança depositada e pelas oportunidades de crescimento profissional e pessoal.

À CAPES:

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001 processo 88887.678183/2022-00.

À

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

"Quem olha para fora, sonha; quem olha para dentro, desperta."

Carl Gustav Jung*

* Jung C.G., Memórias, Sonhos, Reflexões. Nova York, Pantheon Books, 1962

Hernández Maldonado D. Efeito do tratamento da guta-percha com Biovidro F18 na adesão com cimento biocerâmico e resinoso [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

RESUMO

Introdução: Falhas de adaptação podem ocorrer na interface guta-percha (GP) e cimento obturador (CO). Biovidro F18 (BF18, VETRA, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) é um vidro bioativo que pode contribuir para a adesão GP-CO. O objetivo deste estudo foi analisar o efeito do revestimento (*dip-coating*) da GP com BF18 na resistência de união com cimentos obturadores. **Método:** Discos de GP (n=18) de 11 mm de diâmetro e 2 mm de espessura foram revestidos (*dip-coating*) por BF18 e distribuídos nos grupos: GP, GP-BF18 2.5%; GP-BF18 5% e GP-BF18 10%. Análise da superfície em MEV foi realizada em novos discos tratados (n=18), após imersão em PBS por 28 dias. Novos discos (n=90) foram confeccionados e preparados para teste de tração após contato com cimento biocerâmico Bio-C Sealer (BCS) e resinoso AH Plus (AHP): GP/BCS, GP-BF18 5%/BCS e GP-BF18 10%/BCS, GP/AHP, GP-BF18 5%/AHP e GP-BF18 10%/AHP. O teste de tração foi realizado em máquina universal de ensaios mecânicos (Emic DL 2000). Os dados foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA) e teste post hoc de Tukey com um nível de significância de 5% ($p<0,05$). **Resultados:** Maior deposição de biovidro sobre a GP foi observada nas maiores concentrações de BF18. GP imersa em PBS apresentou maior deposição de material com potencial bioativo na superfície. Não houve diferença significativa na resistência de união entre GP-BF18 5%/BCS, GP-BF18 10%/BCS e GP/BCS ($p>0,05$). Resistência de união por tração foi menor para Bio-C Sealer em comparação ao AH Plus ($p<0,05$). GP-BF18 5%/AHP e GP-BF18 10%/AHP apresentaram maior resistência de união que GP/AHP ($p<0,05$). Tipo de falha predominante foi adesiva. Grupos com AHP apresentaram também falhas mistas. **Conclusões:** O tratamento da GP com Biovidro F18 aumenta a resistência de união entre guta-percha e o cimento resinoso AH Plus.

Palavras-chave: Biomineralização. Calcarea Silicata. Guta-percha. Materiais biocompatíveis. Materiais restauradores do canal radicular.

Hernández Maldonado D. Effect of gutta-percha treatment with Bioglass F18 on adhesion to bioceramic and resin sealer [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

ABSTRACT

Introduction: Adaptation failures can occur in the gutta-percha (GP) and endodontic sealer (ES) interface. Bioglass F18 (BF18, VETRA, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil) is a bioactive glass that can contribute to GP-ES adhesion. The aim of this study was to analyze the effect of dip-coating GP with BF18 on bond strength with endodontic sealers. **Materials and Methods:** GP discs (n=18) 11 mm in diameter and 2 mm thick were dip-coated with BF18 and distributed in the groups: GP, GP-BF18 2.5%; GP-BF18 5% and GP-BF18 10%. SEM analysis of the surface was carried out in new treated discs (n=18), after immersion in PBS for 28 days. New disks (n=90) were made and prepared for tensile testing after contact with Bio-C Sealer (BCS) and AH Plus resin cement (AHP): GP/BCS, GP-BF18 5%/BCS and GP-BF18 10%/BCS, GP/AHP, GP-BF18 5%/AHP and GP-BF18 10%/AHP. The tensile test was carried out on a universal mechanical testing machine (Emic DL 2000). Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and post hoc Tukey test at a significance level of 5% ($p < 0.05$). **Results:** Greater material deposition was observed in the groups with higher concentrations of BF18. GP groups immersed in PBS showed greater deposition of material on the surface. There was no significant difference in bond strength among GP-BF18 5%/BCS, GP-BF18 10%/BCS and GP/BCS ($p > 0.05$). Bond strength was lower for Bio-C Sealer compared to AH Plus ($p < 0.05$). GP-BF18 5%/AHP and GP-BF18 10%/AHP showed higher bond strength than GP/AHP ($p < 0.05$). The predominant type of failure was adhesive. Groups with AHP also showed mixed failures. **Conclusions:** Treatment of GP with Biovidro F18 increases the bond strength between gutta-percha and AH Plus resin sealer.

Keywords: Biomineralization. Calcareo Silicata. Gutta-Percha. Biocompatible materials. Root canal filling materials.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 PROPOSIÇÃO	13
2.1 Objetivos Específicos.....	13
3 PUBLICAÇÃO	14
3.1 Publicação 1.....	14
4 DISCUSSÃO	29
5 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS.....	32
APÊNDICE A	36

1 INTRODUÇÃO

A obturação dos canais radiculares visa promover selamento, prevenindo a reinfecção endodôntica¹⁻³. Guta-percha (GP) e cimento obturador (CO) é a associação mais empregada para obturação do sistema de canais radiculares (SCR)⁴. A interface gutta-percha/cimento obturador (GP-CO) pode apresentar falhas de união prejudicando o selamento⁵⁻¹⁰. A presença de *gaps* na interface GP-CO pode ocorrer com diferentes cimentos, incluindo os cimentos biocerâmicos (CB)^{6,11}. A adaptação da GP foi demonstrada como sendo melhor quando associado a CB do que AH Plus¹². Por outro lado, similar presença de *gaps* na interface GP-CO foi observada para cimento AH Plus e para CB^{5,9,13}.

AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) é um cimento obturador a base de resina epóxi, que apresenta adesão com a dentina, produzida por ligações covalentes entre o grupo amino da dentina e o anel epóxi da resina¹⁴. No entanto, apresenta uma pobre adesão com a GP¹⁵⁻¹⁷, sendo uma das suas principais limitações, além de não apresentar bioatividade¹⁴.

Cimentos biocerâmicos obturadores apresentam biocompatibilidade¹⁸ e potencial bioativo¹⁹. Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, Brazil) é um cimento biocerâmico que apresenta capacidade de alcalinização, escoamento e radiopacidade adequados²⁰. Apesar de apresentar solubilidade maior do que o recomendado pela norma ISO 6876²⁰, apresenta baixa alteração volumétrica²⁰. Sua adesão com a dentina radicular é considerada melhor que a do AH Plus, devido a formação de hidroxiapatita nos túbulos dentinários²¹⁻²³.

Cones de GP com adição de biomateriais são desenvolvidos visando melhor interface entre gutta-percha e cimentos biocerâmicos. Cones de GP com partículas biocerâmicas podem apresentar melhor resistência de união quando associados à cimentos biocerâmicos²⁴. No entanto, Eltair et al.²⁵ observaram menos falhas na interface entre GP convencional associada ao cimento biocerâmico TotalFill BC Sealer em relação ao cimento e cone de GP biocerâmica (TotalFill BC gutta-percha)²⁶.

Materiais bioativos merecem destaque na Odontologia reparadora há mais de 20 anos por promoverem união química na interface entre os tecidos e o material²⁷. Na Endodontia, cimentos a base de silicato de cálcio, também denominados biocerâmicos, apresentam potencial bioativo, promovendo deposição na dentina de

hidroxiapatita carbonatada²⁸⁻³¹. Materiais obturadores devem apresentar baixa solubilidade, porosidade e alteração dimensional evitando a dissolução e contração, que podem prejudicar o selamento³²⁻³⁴.

A guta-percha associada aos cimentos obturadores, continua sendo o material sólido de escolha na obturação do SCR³⁵. A GP é um material inerte fabricado em forma de cones, composto por parte inorgânica de sulfato de bário (BaSO_4) e óxido de zinco (ZnO) e uma parte orgânica conformada por ceras, resinas e guta-percha³⁶. Esse material apresenta biocompatibilidade, estabilidade dimensional, radiopacidade e termo plasticidade³⁷. Contudo, a GP não apresenta propriedades adesivas, possibilitando microfiltração bacteriana na interface GP-CO³⁸. A resistência de união por meio do teste de *push-out* empregando cimentos endodônticos biocerâmicos com ou sem cone de guta-percha é maior quando a obturação é realizada apenas com os cimentos³⁸, com falhas adesivas entre cimento e cone de guta-percha, indicando a necessidade de maior interação entre eles.

Vidros bioativos foram propostos para uso na implantodontia por promoverem uma ligação química entre o material implantado e o tecido hospedeiro³⁹, demonstrando também propriedades adesivas e antimicrobianas³⁹⁻⁴¹.

Pesquisadores do Laboratório de Materiais Vítreos (LaMaV – UFSCar) desenvolveram uma composição de vidro, denominada F18, que apresenta alta bioatividade e pode ser usado em superfícies para melhorar a adesividade⁴². A alta atividade antimicrobiana combinada com sua elevada bioatividade torna o Biovidro F18 (VETRA, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) um biomaterial com potencial para várias aplicações clínicas⁴². Partículas de vidro bioativo F18 em água destilada promovem uma suspensão que pode ser aplicada em dentina, proporcionando fechamento de túbulos dentinários com partículas minerais³⁸. Desta forma, protocolos de tratamento da GP com Biovidro F18 previamente à obturação com cimentos biocerâmicos podem aumentar a interação biocerâmico-guta-percha e promover maior selamento do SCR.

A técnica de imersão, também denominada *dip-coating*, é amplamente usada para a integração de partículas à diversos materiais. É uma técnica simples, de baixo custo, confiável e reprodutível. Visa a imersão do substrato em uma solução ou suspensão que resulta em um revestimento das partículas sobre o material^{43,44}. Sendo assim, considerando que o revestimento de Biovidro F18 melhora a osseointegração de implantes⁴⁵ e o selamento de túbulos dentinários com partículas

minerais⁴⁶, o tratamento/incorporação de Biovidro F18 na guta-precha representa uma proposta para melhorar a adesão da GP com os cimentos obturadores biocerâmicos, podendo diminuir a microinfiltração bacteriana e aumentar a taxa de sucesso do tratamento de canais radiculares.

REFERÊNCIAS

1. Özata F, Erdilek N, Tezel H. A comparative scalability study of different retrofitting materials. *Int Endod J*. 1993; 26(4): 241–5.
2. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod*. 1993; 19(12): 591–5.
3. Mulyar S, Shameem KA, Thankachan RP, Francis PG, Jayapalan CS, Hafiz KAA. Microleakage in endodontics. *J Int Oral Health*. 2014; 6(6): 99–104.
4. Vertuan GC, Duarte MAH, Moraes IG de, Piazza B, Vasconcelos B de C, Alcalde MP et al. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Root Canal Sealer. *J Endod*. 2018; 44(3): 501–5.
5. Gandolfi MG, Parrilli AP, Fini M, Prati C, Dummer PMH. 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. Viapiana R, Moinezhadeh AT, Camilleri L, Wesselink PR, Tanomaru Filho M, Camilleri J. Porosity and sealing ability of root fillings with gutta-percha and BioRoot RCS or AH Plus sealers. Evaluation by three ex vivo methods. *Int Endod J*. 2016; 49(8): 774–82.
7. Pedullà E, Abiad RS, Conte G, La Rosa GRM, Rapisarda E, Neelakantan P. Root fillings with a matched-taper single cone and two calcium silicate-based sealers: an analysis of voids using micro-computed tomography. *Clin Oral Investig*. 2020; 24(12): 4487–92.
8. Moinezhadeh AT, Zerbst W, Boutsoukis C, Shemesh H, Zaslansky P. Porosity distribution in root canals filled with gutta percha and calcium silicate cement. *Dental Materials*. 2015 Sep; 31(9): 1100–8.
9. Kim S, Kim S, Park JW, Jung IY, Shin SJ. Comparison of the Percentage of Voids in the Canal Filling of a Calcium Silicate-Based Sealer and Gutta Percha Cones Using Two Obturation Techniques. *Materials*. 2017; 10(10): 1170.
10. Kim JA, Hwang YC, Rosa V, Yu MK, Lee KW, Min KS. Root Canal Filling Quality of a Premixed Calcium Silicate Endodontic Sealer Applied Using Gutta-percha Cone-mediated Ultrasonic Activation. *J Endod*. 2018; 44(1): 133–8.
11. De-Deus G, Santos GO, Monteiro IZ, Cavalcante DM, Simões-Carvalho M, Belladonna FG et al. Micro-CT assessment of gap-containing areas along the gutta-percha-sealer interface in oval-shaped canals. *Int Endod J*. 2022; 55(7): 795–807.
12. Zhang W, Li Z, Peng B. Effects of iRoot SP on mineralization-related genes expression in MG63 cells. *J Endod*. 2010; 36(12): 1978–82.
13. Zare S, Shen I, Zhu Q, Ahn C, Primus C, Komabayashi T. Micro-computed tomographic evaluation of single-cone obturation with three sealers. *Restor Dent Endod*. 2021; 46(2).
14. de Camargo RV, Silva-Sousa YTC, da Rosa RPF, Mazzi-Chaves JF, Lopes FC, Steier L et al. Evaluation of the physicochemical properties of silicone- and epoxy resin-based root canal sealers. *Braz Oral Res*. 2017; 31: 1–9.

15. Teixeira CS, Alfredo E, De Camargo Thomé LH, Gariba-Silva R, Silva-Sousa YTC, 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.* 2009; 17(2): 129–35.
16. Tagger M, Tagger E, Tjan AHL, Bakland LK. Shearing bond strength of endodontic sealers to gutta-percha. *J Endod.* 2003; 29(3): 191–3.
17. 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.* 2006; 39(8): 643–7.
18. Lee BN, Hong JU, Kim SM, Jang JH, Chang HS, Hwang YC et al. Anti-inflammatory and Osteogenic Effects of Calcium Silicate-based Root Canal Sealers. *J Endod.* 2019; 45(1): 73–8.
19. Giacomino CM, Wealleans JA, Kuhn N, Diogenes A. Comparative Biocompatibility and Osteogenic Potential of Two Bioceramic Sealers. *J Endod.* 2019; 45(1): 51–6.
20. 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.* 2019; 45(10): 1248–52.
21. Arikatla SK, Chalasani U, Mandava J, Yelisela RK. Interfacial adaptation and penetration depth of bioceramic endodontic sealers. *J Conserv Dent.* 2018; 21(4): 373–7.
22. Wang Y, Liu S, Dong Y. In vitro study of dentinal tubule penetration and filling quality of bioceramic sealer. *PLoS One.* 2018; 13(2).
23. Al-Haddad A, Aziz ZACA. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J Biomater.* 2016; 2016: 1–10.
24. Quaresma SAL, Alves dos Santos GN, Silva-Sousa AC, Camargo RV, Silva-Sousa YT, Lopes-Olhê FC, et al. Influence of bioceramic cones on the quality of root canal filling relative to bond strength and adaptation of the adhesive interface. *Clin Oral Investig.* 2023; 27(12): 7919–33.
25. 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.* 2018; 22(4): 1631–9.
26. Yücel AÇ, Çiftçi A. Effects of different root canal obturation techniques on bacterial penetration. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 102(4).
27. Zhang L, Chen Z. Bioactive materials in endodontics. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2022; 57(1): 31–7.
28. Loushine BA, Bryan TE, Looney SW, Gillen BM, Loushine RJ, Weller RN et al. Setting Properties and Cytotoxicity Evaluation of a Premixed Bioceramic Root Canal Sealer. *J Endod.* 2011; 37(5): 673–7.
29. Zhang H, Shen Y, Ruse ND, Haapasalo M. Antibacterial Activity of Endodontic Sealers by Modified Direct Contact Test Against *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2009; 35(7): 1051–5.

30. 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.
31. Portella FF, Santos PD, Lima GB, Leitune VCB, 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.
32. Urban K, Neuhaus J, Donnermeyer D, Schäfer E, Dammaschke T. Solubility and pH Value of 3 Different Root Canal Sealers: A Long-term Investigation. *J Endod*. 2018; 44(11): 1736–40.
33. Williamson A, Dawson D, Drake D, Walton R, Rivera E. Effect of Root Canal Filling/Sealer Systems on Apical Endotoxin Penetration: A Coronal Leakage Evaluation. *J Endod*. 2005; 31(8): 599–604.
34. 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.
35. Orstavik D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endod Topics*. 2005 Nov; 12(1): 25–38.
36. Maniglia-Ferreira C, Silva JBA, de Paula RCM, Feitosa JPA, Cortez DGN, Zaia AA, et al. Brazilian gutta-percha points. Part I: chemical composition and X-ray diffraction analysis. *Braz Oral Res*. 2005; 19(3): 193–7.
37. Salvia ACRD, Teodoro GR, Balducci I, Koga-Ito CY, de Oliveira SHG. Effectiveness of 2% peracetic acid for the disinfection of gutta-percha cones. *Braz Oral Res*. 2011; 25(1): 23–7.
38. Retana-Lobo C, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, Benavides-García M, Hernández-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. Ardelean LC, editor. *Scanning*. 2021; 2021: 1–12.
39. Hench LL. The story of Bioglass®. *J Mater Sci Mater Med*. 2006; 17(11): 967–78.
40. Zhang D, Leppäranta O, Munukka E, Ylänen H, Viljanen MK, Eerola E, et al. Antibacterial effects and dissolution behavior of six bioactive glasses. *J Biomed Mater Res A*. 2009; 9999A: NA-NA.
41. Moura D, Souza MT, Liverani L, Rella G, Luz GM, Mano JF, et al. Development of a bioactive glass-polymer composite for wound healing applications. *Materials Science and Engineering*. 2017; 76: 224–32.
42. Souza MT, Campanini LA, Chinaglia CR, Peitl O, Zanotto ED, Souza CWO. Broad-spectrum bactericidal activity of a new bioactive grafting material (F18) against clinically important bacterial strains. *Int J Antimicrob Agents*. 2017; 50(6): 730–3.
43. Herrera MA, Sirviö JA, Mathew AP, Oksman K. Environmental friendly and sustainable gas barrier on porous materials: Nanocellulose coatings prepared using spin- and dip-coating. *Mater Des*. 2016; 93: 19–25.
44. Lacefield WR. Hydroxyapatite Coatings. *Ann N Y Acad Sci*. 1988; 523: 72–80.

45. Soares PBF, Moura CCG, Chinaglia CR, Zanotto ED, Zanetta-Barbosa D, Stavropoulos A. Effect of titanium surface functionalization with bioactive glass on osseointegration: An experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2018; 29(11): 1120–5.
46. Ürkmez EŞ, Pinar Erdem A. Bioactivity evaluation of calcium silicate-based endodontic materials used for apexification. *Australian Endodontic Journal.* 2020; 46(1): 60–7.
47. Naveas N, Naveas N, Manso-Silván M, Pulido R, Pulido R, Agulló-Rueda F et al. Fabrication and characterization of nanostructured porous silicon-silver composite layers by cyclic deposition: dip-coating vs spin-coating. *Nanotechnology.* 2020; 31(36).
48. Su Z, Li M, Zhang L, Wang C, Zhang L, Xu J, et al. A novel porous silica-zirconia coating for improving bond performance of dental zirconia. *J Zhejiang Univ Sci B.* 2021; 22(3): 214–22.
49. Li B, Xia X, Guo M, Jiang Y, Li Y, Zhang Z, et al. Biological and antibacterial properties of the micro-nanostructured hydroxyapatite/chitosan coating on titanium. *Sci Rep.* 2019; 9(1).
50. Ebrahimi S, Sipaut CS. Synthesis of Hydroxyapatite/Bioglass Composite Nanopowder Using Design of Experiments. *Nanomaterials.* 2022; 12(13).
51. Shokouhinejad N, Gorjestani H, Nasseh AA, Hoseini A, Mohammadi M, Shamshiri AR. Push-out bond strength of gutta-percha with a new bioceramic sealer in the presence or absence of smear layer. *Aust Endod J.* 2013; 39(3): 102–6.
52. Noval N, Rosyifa R, Annisa A. Effect of HPMC Concentration Variation as Gelling Agent on Physical Stability of Formulation Gel Ethanol Extract Bundung Plants (*Actinuscirpus Grossus*). 2020;
53. Kotoviezy LAM, Pereira E, Silva IJ, Costa MRMM, Trentin PO, Medeiros-Junior RA. Tensile bond strength of adhesive mortars with hydroxypropyl methyl cellulose and vinyl acetate-ethylene polymers after thermal storage. *An Acad Bras Cienc.* 2023; 95(3).
54. Ghorpade VS, Yadav AV, Dias RJ. Citric acid crosslinked cyclodextrin/hydroxypropylmethylcellulose hydrogel films for hydrophobic drug delivery. *Int J Biol Macromol.* 2016; 93: 75–86.
55. Abdul Rasool BK, Mohammed AA, Salem YY. The optimization of a dimenhydrinate transdermal patch formulation based on the quantitative analysis of in vitro release data by DDSolver through skin penetration studies. *Sci Pharm.* 2021; 89(3): 33.
56. Al-Haddad AY, Kutty MG, Che Ab Aziz ZA. Push-Out Bond Strength of Experimental Apatite Calcium Phosphate Based Coated Gutta-Percha. *Int J Biomater.* 2018; 2018.
57. Sharma J, Panwar D, Bhushan J, Mehta M, Sidhu K, Jhamb S, et al. An in vitro evaluation of antibacterial effect of curcumin-loaded chitosan nanoparticle-coated gutta-percha against *Staphylococcus aureus*. *Journal of conservative dentistry and endodontics.* 2023; 26(5): 560–3.
58. Gu X, Li X, Zhang W, Gao Y, Kong Y, Liu J, et al. Effects of HPMC on Workability and Mechanical Properties of Concrete Using Iron Tailings as Aggregates. *Materials.* 2021; 14(21): 6451.
59. Silva MJ Da, Alves W, Graeff CFDO, D'Alpino PHP. Modified Synthesis and Physicochemical Characterization of a Bioglass-Based Composite for Guided Bone Regeneration. *Scientific World Journal.* 2021; 2021.