

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 2/03/2028

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Odontologia de Araçatuba

Departamento de Odontologia Restauradora

Carlos Wesley Lopes Brasil da Silva

Influência de uma pasta experimental de hidróxido de cálcio agitada ou não por ultrassom: Avaliação das propriedades mecânicas, morfologia e composição química da dentina intrarradicular

Araçatuba 2026

**Influência de uma pasta experimental de hidróxido de cálcio
agitada ou não por ultrassom: Avaliação das propriedades
mecânicas, morfologia e composição química da dentina
intrarradicular**

Dissertação de Mestrado apresentado na Pós-Graduação em Ciências, Área de Concentração Endodontia, da Faculdade de Odontologia de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Aluno: Carlos Wesley Lopes Brasil da Silva
Orientador: Prof. Assoc. Gustavo Sivieri de Araújo

Araçatuba

2026

Catálogo na Publicação (CIP)
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

S586a Silva, Carlos Wesley Lopes Brasil da.
Influência de uma pasta experimental de hidróxido de cálcio agitada ou não por ultrassom : avaliação das propriedades mecânicas, morfologia e composição química da dentina intrarradicular / Carlos Wesley Lopes Brasil da Silva. – Araçatuba, 2026
60 f. : il. ; tab.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia, Araçatuba
Orientador: Prof. Gustavo Sivieri de Araújo

1. Hidróxido de cálcio 2. Elasticidade 3. Microscopia eletroquímica de varredura 4. Dureza I. T. Dureza

Black D24
CDD 617.67

Dedico este trabalho à minha família.

AGRADECIMENTO A AGÊNCIAS DE FOMENTO E COLABORADORES

Agradeço a Deus, que esteve comigo em cada passo dessa caminhada. Nos dias de força e nos dias de dúvida, foi Sua presença que me sustentou, abriu caminhos e renovou minha coragem. Nada disso teria sido possível sem Sua graça guiando meus passos. A Ele, toda minha gratidão.

À Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – UNESP, na pessoa de sua Reitora Profa. Tit. Maysa Furlan e Vice-Reitor Prof. Tit. Cesar Martins. À Faculdade de Odontologia, Campus de Araçatuba–UNESP, na pessoa de seu Diretor Prof. Tit. Alberto Carlos Botazzo Delbem e Vice-Diretor Prof. Assoc. Luciano Tavares Angelo Cintra.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro concedido por meio do projeto Universal CNPq – Processo nº 402597/2025-7, que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço também à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo suporte fornecido ao projeto Processo FAPESP nº 2024/16863-2 e nº 2024/14834-5.

Gostaria de agradecer também à Profa. Dra Dayana C. S. Garcia, ao Prof. Dr. Roberto B. Figueiredo e à sua equipe de pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) do Departamento de Materiais Civil.

Além disso, agradeço imensamente à minha família: meus pais, Carlos Wesley Antero da Silva e Mariangela Ferreira Lopes da Silva, e minha irmã, Ana Luísa Lopes Brasil da Silva. O apoio em minha vida, o incentivo aos meus estudos desde sempre e o amor imenso de vocês foram o que me moveram a chegar até aqui. Amo vocês demais e serei eternamente grato por tudo isso e por muito mais que tenho em minha vida.

Quero agradecer também a meus amigos, que me ajudaram a me sentir bem e acolhido nessa cidade: Daniela, Luiz, Guilherme, Rafael, Renato, Renan, Kevin, André, Nirmen, Tomas e Jhonatan que tornaram essa jornada mais especial e um pouco mais fácil.

Por fim, agradeço a equipe de pesquisa, Beatriz C. Lopes, Beatriz M. Oliveira, Ana Luiza G. Zonca, Heloisa Bodini, Mariana S. Fonseca e ao meu Orientador Gustavo Sivieri-Araújo que foram essenciais para que esse trabalho fosse possível de ser concluído.

Sumário

RESUMO	5
ABSTRACT	6
1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	7
4 OBJETIVO	8
4.1 Objetivo Geral	8
4.2 Objetivos Específicos	8
5 METODOLOGIA	9
5.1 Distribuição dos Grupos Os dentes.....	9
5.2 Propriedades Mecânicas	10
5.2.1 Selamento Apical.....	10
5.2.2 Preparo do Canal Radicular	10
5.2.3 Medicação Intracanal e Agitação com Ultrassom	10
5.2.4 Análise das Propriedades Mecânicas - Dureza Martens e Módulo de Elasticidade	11
5.3 Análise estatística	12
5.4 Análise em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS) das Medicações oxigênio, fósforo, cálcio, magnésio, sódio, zinco	13
6 RESULTADOS	13
6.1 Módulo de Elasticidade	13
6.3 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)	19
6.3.1 Resultado MEV G1	21
6.3.2 Resultado MEV G2	22
6.3.3 Resultado MEV G3	23
6.3.4 Resultado MEV G4	24
6.3.5 Resultado MEV G5	25
6.3.6 Resultado MEV G6	26
6.3 Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS).....	27
7 DISCUSSÃO	41
8 CONCLUSÃO	46
9 REFERÊNCIAS	48
10 ANEXO COMITÊ DE ÉTICA	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	p. 21
Figura 2	p. 22
Figura 3 –	p. 23
Figura 4 –	p. 24
Figura 5 –	p. 25
Figura 6 –	p. 26
Figura 7 –	p. 38
Figura 8 –	p. 39
Figura 9 –	p. 40

LISTA DE GRÁFICOS E QUADROS

Gráfico 1	p. 15
Gráfico 2	p. 16
Gráfico 3 –	p. 18
Quadro 1 –	p. 9
Quadro 2 –	p. 14
Quadro 3 –	p. 17
Quadro 4 –	p. 19
Quadro 5 –	p. 27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	p. 27
Tabela 2	p. 28
Tabela 3 –	p. 29
Tabela 4 –	p. 29
Tabela 5 –	p. 30
Tabela 6 –	p. 30
Tabela 7 –	p. 31
Tabela 8 –	p. 31
Tabela 9 –	p. 32
Tabela 10 –	p. 33
Tabela 11 –	p. 33
Tabela 12 –	p. 34
Tabela 13 –	p. 35
Tabela 14 –	p. 35
Tabela 15 –	p. 35
Tabela 16 –	p. 36
Tabela 17 –	p. 36
Tabela 18 –	p. 37

RESUMO

SILVA, Carlos Wesley Lopes Brasil da. **Influência de uma pasta experimental de hidróxido de cálcio agitada ou não por ultrassom: avaliação das propriedades mecânicas, morfologia e composição química da dentina intrarradicular.** 2026. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araçatuba, 2026.

A efetividade do tratamento endodôntico pode ser comprometida pela resistência de microrganismos que sobrevivem ao hidróxido de cálcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ devido a uma bomba de prótons que regula seu pH interno. Inibidores dessa bomba (IBPs), como o Dexlansoprazol, surgem como adjuvantes promissores para potencializar a ação antimicrobiana. No entanto, antes de avaliar sua eficácia, é fundamental observar o impacto dessa nova formulação experimental nas propriedades mecânicas da dentina radicular, garantindo que não comprometa a integridade estrutural do dente, em especial quando agitada com ultrassom. O objetivo deste Estudo *in vitro* foi avaliar a influência de uma medicação de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ experimental contendo IBPs (MICEX), com ou sem agitação ultrassônica (US) em relação à medicação comum de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (MIC) no interior do canal radicular. Foram avaliadas as propriedades mecânicas (Dureza Martens e módulo de elasticidade do substrato dentinário) e análises da morfologia e composição química da dentina intrarradicular (Microscopia Eletrônica de Varredura e Espectroscopia de Energia Dispersiva). Os grupos experimentais foram divididos da seguinte forma: G1 – PBM + Propilenoglicol (Controle); G2 – PBM + Propilenoglicol + US; G3 – PBM + $\text{Ca}(\text{OH})_2$; G4 – PBM + $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + US; G5 – PBM + $\text{Ca}(\text{OH})_2$ experimental; G6 – PBM + $\text{Ca}(\text{OH})_2$ experimental + US. Para as análises, obtiveram-se *slices* de 1,3 mm de espessura dos diferentes terços do canal radicular (cervical, médio e apical). As propriedades mecânicas de dureza Martens e módulo de elasticidade da dentina intrarradicular foram determinadas com um ultra-microdurômetro digital, sob carga de 3 mN, nos diferentes terços radiculares de cada espécime (n=8) e o MEV e EDS foi medido através do microscópio eletrônico de varredura (n=2). Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade, e as médias compararam-se por testes estatísticos *ANOVA* de três fatores e foram submetidos ao teste *Post Hoc* de *Tukey*. ($\alpha = 0,05$). Os resultados demonstraram que as medicações intracanaís avaliadas não comprometeram as propriedades mecânicas da dentina intrarradicular. A medicação experimental apresentou comportamento semelhante à convencional, com diferença significativa apenas no terço apical sem ultrassom ($p < 0,05$). O uso do ultrassom não resultou em diferenças mecânicas significativas entre as medicações ($p > 0,05$). Conclui-se que a medicação experimental de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ associada ao Dexlansoprazol não comprometeu as propriedades mecânicas da dentina intrarradicular, apresentando comportamento mecânico semelhante ou superior à medicação convencional. Foi observado diferença estatisticamente significativa apenas no terço apical sem ultrassom, em que a medicação experimental superou o controle. A ativação ultrassônica não resultou em diferenças mecânicas significativas entre as medicações, embora tenha alterado o padrão de distribuição dos resíduos intracanaís.

Palavras-chave: Endodontia, hidróxido de cálcio, inibidores de bomba de prótons, ultrassom, módulo de elasticidade, dureza.

SILVA, Carlos Wesley Lopes Brasil da. **Influence of ultrasonic agitation on an experimental calcium hydroxide paste: evaluation of the mechanical properties, morphology, and chemical composition of intraradicular dentin.** 2026. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araçatuba, 2026.

The effectiveness of endodontic treatment may be compromised by microorganisms that survive calcium hydroxide [Ca(OH)₂] due to the presence of a proton pump that regulates their internal pH. Proton pump inhibitors (PPIs), such as dexlansoprazole, have emerged as promising adjuvants to enhance antimicrobial activity. However, before evaluating their efficacy, it is essential to investigate the impact of this new experimental formulation on the mechanical properties of radicular dentin, ensuring that it does not compromise the structural integrity of the tooth specific when shaken by ultrasound. The aim of this *in vitro* study was to evaluate the influence of an experimental Ca(OH)₂-based intracanal medication containing PPIs (MICEX), with or without ultrasonic activation (US), in comparison with a conventional Ca(OH)₂ medication (MIC) inside the root canal system. Mechanical properties (Martens hardness and elastic modulus of the dentin substrate) were evaluated, as well as dentin morphology and chemical composition by scanning electron microscopy (SEM) and energy-dispersive spectroscopy (EDS). The experimental groups were distributed as follows: G1 – biomechanical preparation (BMP) + propylene glycol (control); G2 – BMP + propylene glycol + US; G3 – BMP + Ca(OH)₂; G4 – BMP + Ca(OH)₂ + US; G5 – BMP + experimental Ca(OH)₂; G6 – BMP + experimental Ca(OH)₂ + US. For the analyses, 1.3-mm-thick sections were obtained from the cervical, middle, and apical thirds of the root canal. Martens hardness and elastic modulus of intraradicular dentin were determined using an ultra-microhardness tester under a 3 mN load in each radicular third of every specimen (n = 8). SEM and EDS analyses were performed using a scanning electron microscope (n = 2). Data were submitted to normality testing, and means were compared using three-way ANOVA followed by Tukey's post hoc test ($\alpha = 0.05$). The results demonstrated that the evaluated intracanal medications did not compromise the mechanical properties of intraradicular dentin. The experimental medication showed mechanical behavior similar to the conventional formulation, with a statistically significant difference only in the apical third under the non-ultrasonic condition ($p < 0.05$). Ultrasonic activation did not result in statistically significant mechanical differences between medications ($p > 0.05$). It was concluded that the experimental Ca(OH)₂ medication associated with dexlansoprazole did not impair the mechanical properties of intraradicular dentin, showing mechanical behavior similar or superior to the conventional medication. A statistically significant difference was observed only in the apical third without ultrasonic activation, in which the experimental medication outperformed the control group. Ultrasonic activation did not produce significant mechanical differences between medications, although it modified the pattern of intracanal residue distribution.

Keywords: endodontic, proton pump inhibitors, calcium hydroxide, ultrasonic agitation, root canal treatment, dentin, mechanical properties.

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O tratamento endodôntico em dentes com polpa necrosada possui como objetivo principal neutralizar o conteúdo necrótico do sistema de canais radiculares (SCR) (1,2). Para alcançar esse objetivo, empregam-se estratégias terapêuticas como o preparo biomecânico do canal radicular, o uso de soluções irrigadoras de hipoclorito de sódio e a medicação intracanal de hidróxido de cálcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ (2–5).

Entretanto, mesmo com a associação dessas estratégias, o SCR pode não ficar completamente isento de micro-organismos, favorecendo infecções persistentes e insucesso do tratamento (6,7). O $\text{Ca}(\text{OH})_2$ é a medicação intracanal mais utilizada na endodontia (8,9), cuja ação antimicrobiana está relacionada à liberação de íons cálcio e hidroxila e ao pH alcalino em torno de 12,4 (10,11). Entre os muitos micro-organismos associados às infecções endodônticas persistentes, destaca-se o *Enterococcus faecalis*, capaz de sobreviver em ambientes alcalinos, principalmente devido à presença de uma bomba de prótons que regula seu pH interno (12–19).

Diante disso, inibidores da bomba de prótons (IBPs), como o dexlansoprazol, vêm sendo investigados como adjuvantes capazes de potencializar a ação antimicrobiana do $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (18–20,23). O Dexlansoprazol apresenta vantagens farmacológicas relevantes, incluindo liberação prolongada e maior eficiência no bloqueio da bomba de prótons (29,34–37), o que o torna uma molécula promissora para novas aplicações na Endodontia.

Por se tratar de uma formulação experimental, ainda não há evidências sobre o efeito da associação entre $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e IBPs nas propriedades mecânicas da dentina intrarradicular. Esse aspecto é particularmente relevante, pois dentes endodonticamente tratados apresentam redução do conteúdo hídrico e alterações estruturais da dentina, tornando-se mais suscetíveis à fratura ao longo do tempo (42,43). Assim, qualquer nova medicação intracanal proposta deve não apenas apresentar potencial antimicrobiano, mas também preservar a integridade mecânica da dentina radicular, garantindo segurança clínica.

Substâncias intracanaís podem interagir com a matriz orgânica e mineral da dentina, promovendo modificações em sua microestrutura que se refletem diretamente em propriedades como dureza e módulo de elasticidade. A dureza Martens permite avaliar a resistência da superfície dentinária à penetração sob carga específica, sendo um método adequado para caracterização mecânica de materiais sólidos (40,41). Já o módulo de elasticidade expressa a relação entre tensão e deformação elástica, representando um parâmetro essencial para estimar

a capacidade da dentina remanescente de suportar cargas funcionais após o tratamento endodôntico (42,43).

Dessa forma, antes de investigar os benefícios antimicrobianos da associação entre Ca(OH)_2 e IBPs, torna-se fundamental compreender se essa nova formulação interfere nas propriedades mecânicas da dentina intrarradicular. Esse conhecimento é indispensável para assegurar que o uso clínico da medicação experimental não aumente o risco de fragilidade estrutural ou fratura radicular.

8 CONCLUSÃO

Conclui-se que a medicação experimental de Ca(OH)_2 associada ao Dexlansoprazol não comprometeu as propriedades mecânicas da dentina intrarradicular, apresentando comportamento mecânico semelhante à medicação convencional. Foi observado diferença estatisticamente significativa apenas no terço apical sem ultrassom, em que a medicação experimental superou o controle. A ativação ultrassônica não resultou em diferenças mecânicas significativas entre as medicações, embora tenha alterado o padrão de distribuição dos resíduos intracanaais.

9 REFERÊNCIAS

1. Holland R, Otoboni Filho JA, Souza V, Nery MJ, Bernabé PFE, Dezan E. A comparison of one versus two appointment endodontic therapy in dogs' teeth with apical periodontitis. *J Endod.* 2003;29(2):121-4.
2. Öztürk BA, Kaplan T, İriboz E, Gümrü S, Öveçoğlu HS. Comparison of the antimicrobial effects of six different intracanal medicaments on *Enterococcus faecalis*. *J Res Dent.* 2019;7(1):13.
3. Karataş E, Baltacı M, Uluköylü E, Adıgüzel A. Antibacterial effectiveness of calcium hydroxide alone or in combination with ibuprofen and ciprofloxacin in teeth with asymptomatic apical periodontitis: a randomized controlled clinical study. *Int Endod J.* 2020;53:0-2.
4. Ferreira NS, Martinho FC, Cardoso FGR, Nascimento GG, Carvalho CAT, Valera MC. Microbiological profile resistant to different intracanal medications in primary endodontic infections. *J Endod.* 2015;41(6):824-30.
5. Alves FRF, Andrade-Junior CV, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Rôças IN, Versiani MA, et al. Adjunctive steps for disinfection of the mandibular molar root canal system: a correlative bacteriologic, micro-computed tomography, and cryopulverization approach. *J Endod.* 2016;42:166-71.
6. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Ricucci D, Hülsmann M. Causes and management of post-treatment apical periodontitis. *Br Dent J.* 2014;216(6):305-12.
7. Hancock HH, Sigurdsson A, Trope M, Moiseiwitsch J. Bacteria isolated after unsuccessful endodontic treatment in a North American population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;91(5):579-86.
8. Martinho FC, Gomes CC, Nascimento GG, Gomes APM, Leite FRM. Clinical comparison of the effectiveness of 7- and 14-day intracanal medications in root canal

- disinfection and inflammatory cytokines. *Clin Oral Investig.* 2018;22(1):523-30.
9. Estrela C, Holland R. Calcium hydroxide: study based on scientific evidences. *J Appl Oral Sci.* 2003;11(4):269-82.
 10. Leonardo MR, Silva LA, Tanomaru Filho M, Bonifácio KC, Ito IY. In vitro evaluation of antimicrobial activity of sealers and pastes used in endodontics. *J Endod.* 2000;26(7):391-4.
 11. McHugh CP, Zhang P, Michalek S, Eleazer PD. pH required to kill *Enterococcus faecalis* in vitro. *J Endod.* 2004;30(4):218-9.
 12. Kirsch J, Basche S, Neunzehn J, Dede M, Dannemann M, Hannig C, et al. Is it really penetration? Part 2. Locomotion of *Enterococcus faecalis* cells within dentinal tubules of bovine teeth. *Clin Oral Investig.* 2019;23(12):4325-34.
 13. Kakinuma Y, Igarashi K. Potassium/proton antiport system of growing *Enterococcus hirae* at high pH. *J Bacteriol.* 1995;177(8):2227-9.
 14. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod.* 2006;32(2):93-8.
 15. Ran S, Liu B, Jiang W, Sun Z, Liang J. Transcriptome analysis of *Enterococcus faecalis* in response to alkaline stress. *Front Microbiol.* 2015;6:1-11.
 16. Plutzer B, Zilm P, Ratnayake J, Cathro P. Comparative efficacy of endodontic medicaments and sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis* biofilms. *Aust Dent J.* 2018;63(2):208-16.
 17. Thammavongs B, Corroler D, Panoff JM, Auffray Y, Boutibonnes P. Physiological response of *Enterococcus faecalis* JH2-2 to cold shock. *Lett Appl Microbiol.* 1996;23(6):398-402.

18. Wagner C, Barth VC, Oliveira SD, Campos MM. Effectiveness of the proton pump inhibitor omeprazole associated with calcium hydroxide as intracanal medication: an in vivo study. *J Endod.* 2011;37(9):1253-7.
19. Ganesh C, Koshy P, Devi L, Sreedhar S, Aravind L, Nair S, et al. Comparative evaluation of the effect of proton pump inhibitors associated with calcium hydroxide on *Enterococcus faecalis*: an in vitro study. *Endodontology.* 2016;28(1):7.
20. Evans M, Davies JK, Sundqvist G, Figdor D. Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *Int Endod J.* 2002;35(3):221-8.
21. Tronstad L, Andreasen JO, Hasselgren G, Kristerson L, Riis I. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod.* 1981;7(1):17-21.
22. Nakajo K, Komori R, Ishikawa S, Ueno T, Suzuki Y, Iwami Y, et al. Resistance to acidic and alkaline environments in the endodontic pathogen *Enterococcus faecalis*. *Oral Microbiol Immunol.* 2006;21(5):283-8.
23. Mehta S, Verma P, Tikku AP, Chandra A, Bains R, Banerjee G. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of triple antibiotic paste, calcium hydroxide, and a proton pump inhibitor against resistant root canal pathogens. *Eur J Dent.* 2017;11(1):53-7.
24. Cidade FH, Schmidt TF, Santos LGP, Tay FR, Teixeira CS, Felipe MCS, et al. Effect of passive ultrasonic irrigation on diffusion of hydroxyl ion through radicular dentine. *Clin Oral Investig.* 2016;20(2):247-52.
25. Deveaux E, Dufour D, Boniface B. Five methods of calcium hydroxide intracanal placement: an in vitro evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;89(3):349-55.
26. Mozo S, Llana C, Forner L. Review of ultrasonic irrigation in endodontics. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012;17(3):e424-31

27. Galler KM, Grubmüller V, Schlichting R, Widbiller M, Eidt A, Schuller C, et al. Penetration depth of irrigants into root dentine after sonic, ultrasonic and photoacoustic activation. *Int Endod J.* 2019;52(8):1210-7.
28. Duarte MAH, Balan NV, Zeferino MA, Vivan RR, Morais CAH, Tanomaru-Filho M, et al. Effect of ultrasonic activation on pH and calcium released by calcium hydroxide pastes in simulated external root resorption. *J Endod.* 2012;38(6):834-7.
29. Skrzydło-Radomańska B, Radwan P. Dexlansoprazole: a new-generation proton pump inhibitor. *Prz Gastroenterol.* 2015;10(4):191-6.
30. Anija R, Kalita C, Bhuyan AC, Hussain MDI, Saikia A, Das L. Comparative evaluation of concentration-dependent effect of proton-pump inhibitor in association with calcium hydroxide and chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*: an in vitro study. *J Maxillofac Pathol.* 2021;25(1):198.
31. Ni W, Cai X, Liang B, Cai Y, Cui J, Wang R. Effect of proton pump inhibitors on in vitro activity of tigecycline against clinical pathogens. *PLoS One.* 2014;9(1):e83232.
32. Kedika RR, Souza RF, Spechler SJ. Potential anti-inflammatory effects of proton pump inhibitors. *Dig Dis Sci.* 2009;54(11):2312-7.
33. Handa O, Yoshida N, Fujita N, Tanaka Y, Ueda M, Takagi T, et al. Molecular mechanisms involved in anti-inflammatory effects of proton pump inhibitors. *Inflamm Res.* 2006;55(11):476-80.
34. Metz DC, Vakily M, Dixit T, Mulford D. Dual delayed release formulation of dexlansoprazole MR. *Aliment Pharmacol Ther.* 2009;29(9):928-37.
35. Wu MS, Tan SC, Xiong T. Comparative efficacy of dexlansoprazole vs esomeprazole in GERD. *Aliment Pharmacol Ther.* 2013;38(2):190-201.

36. Emerson CR, Marzella N. Dexlansoprazole: a proton pump inhibitor with dual delayed-release system. *Clin Ther.* 2010;32(9):1578-96.
37. Hershcovici T, Jha LK, Fass R. Dexlansoprazole MR – a review. *Ann Med.* 2011;43(5):366-74.
38. Gralnek IM, Dulai GS, Fennerty MB, Spiegel BMR. Esomeprazole versus other proton pump inhibitors in erosive esophagitis: meta-analysis. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2006;4(12):1452-8.
39. Chiang HH, Wu DC, Hsu PI, Kuo CH, Tai WC, Yang SC, et al. Clinical efficacy of dexlansoprazole and esomeprazole for GERD: randomized trial. *Drug Des Devel Ther.* 2019;13:1347-56.
40. Shahdad SA, McCabe JF, Bull S, Rusby S, Wassell RW. Hardness measured with traditional Vickers and Martens methods. *Dent Mater.* 2007;23(9):1079-85.
41. Strazzi Sahyon HB, Pereira Silva P, Oliveira MS, Cintra LTA, Gomes-Filho JE, Santos PH, et al. Effect of photodynamic therapy on mechanical properties of intraradicular dentin. *J Prosthet Dent.* 2018;120(2):317.e1-317.e7.
42. Kawamoto R, Kurokawa H, Takubo C, Shimamura Y, Yoshida T, Miyazaki M. Change in elastic modulus of bovine dentine with exposure to calcium hydroxide paste. *J Dent.* 2008;36(11):959-64.
43. Inoue S, Pereira PNR, Kawamoto C, Nakajima M, Koshiro K, Tagami J, et al. Effect of depth and tubule direction on tensile strength of human dentin. *Dent Mater J.* 2003;22(1):39-47.
44. Strazzi-Sahyon HB, Oliveira MS, Silva PP, Banci HA, Melo FS, Martinez CMT, et al. Photodynamic therapy and mechanical properties of intraradicular dentin. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2019;25:376-81.

45. Strazzi-Sahyon HB, Oliveira MS, Silva PP, et al. Photodynamic therapy with methylene blue and bond strength in intraradicular dentin. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2020;30:101673.
46. Walton RE, Simon ST, Bhat KS, Francis R. Effect of four vehicles on pH of calcium hydroxide and calcium ion release. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 1995;80(4):459-64.
47. Zancan RF, Vivan RR, Lopes MR, Weckwerth PH, Andrade FB, Ponce JB, et al. Antimicrobial activity and physicochemical properties of calcium hydroxide pastes. *J Endod.* 2016;42(12):1822-8.
48. Arias MPC, Maliza AGA, Midena RZ, Graeff MSZ, Duarte MAH, Andrade FB. Effect of ultrasonic streaming on intradentinal disinfection and penetration of calcium hydroxide. *J Appl Oral Sci.* 2016;24(6):575-81.
49. Berger SB, Pavan S, Vidal CDMP, Santos PH, Giannini M, Bedran-Russo AK. Changes in stiffness of demineralized dentin after whitening agents. *Acta Odontol Scand.* 2012;70(1):56-60.
50. Suzuki TYU, Gomes-Filho JE, Gallego J, Pavan S, Santos PH, Briso ALF. Mechanical properties of bonding interface in radicular dentin. *J Prosthet Dent.* 2015;113(1):54-61.
51. Lee EMR, Borges R, Marchi J, Paula C, Marques MM. Bioactive glass and high-intensity lasers for dentin hypersensitivity: an in vitro study. 2019.
52. Lee JH, Kang MS, Mahapatra C, Kim HW. Effect of mesoporous bioactive glass nanoparticles on dental pulp stem cells. *PLoS One.* 2016;11(3):e0150432.
53. Gandolfi MG, Van Landuyt K, Taddei P, Modena E, Van Meerbeek B, Prati C. SEM- EDS and Raman study of ProRoot MTA and calcium silicate cements. *J Endod.* 2010;36(5):851-7.

54. Ashofteh Yazdi K, Ghabraei S, Bolhari B, Kafili M, Meraji N, Nekoofar MH, et al. Microstructure and chemical analysis of calcium silicate-based cements. *Clin Oral Investig.* 2019;23(1):43-52.
55. Rached GPCA, Gomes BPFA. Qualitative analysis of the ability of auxiliary chemical substances to remove intracanal medications: SEM study [master's thesis]. Piracicaba: Piracicaba Dental School, State University of Campinas; 2010.

Não autorizo a publicação deste trabalho até 02 de março de 2028

(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araçatuba, 02 de março de 2026

Carlos Wesley Lopes Brasil da Silva

10 ANEXO COMITÊ DE ÉTICA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

CAMPUS ARAÇATUBA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
CEUA - Ethics Committee on the Use of Animals
CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto de Pesquisa intitulado **“Influência de uma pasta experimental de hidróxido de cálcio agitada ou não por ultrassom: Avaliação das propriedades físico-químicas, descontaminação intratubular, propriedades mecânicas, composição química e penetrabilidade da dentina intrarradicular”**, Processo FOA nº 673-2023, sob responsabilidade de Gustavo Sivieri de Araújo apresenta um protocolo experimental de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal e sua execução foi aprovada pela CEUA em 22 de Agosto de 2023.

VALIDADE DESTE CERTIFICADO: 20 de Janeiro de 2027.

DATA DA SUBMISSÃO DO RELATÓRIO FINAL: até 20 de Fevereiro de 2027.

CERTIFICATE

We certify that the study entitled **“Influence of an experimental calcium hydroxide paste agitated or not by ultrasonic: Evaluation of physicochemical properties, intratubular decontamination, mechanical properties, chemical composition and penetrability of intraradicular dentin”**, Protocol FOA nº 673-2023, under the supervision of Gustavo Sivieri de Araújo presents an experimental protocol in accordance with the Ethical Principles of Animal Experimentation and its implementation was approved by CEUA on August 20, 2023.

VALIDITY OF THIS CERTIFICATE: January 20, 2027.

DATE OF SUBMISSION OF THE FINAL REPORT: February 20, 2027.


Prof. Assoc. Marcos Franke Pinto
Vice-Coordenador da CEUA
CEUA Vice-Coordinator

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
 Faculdade de Odontologia de Araçatuba
 Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba
 Rua José Bonifácio, 1193 – Vila Mendonça - CEP: 16015-050 – ARAÇATUBA – SP
 Fone (18) 3636-3234 Email CEUA: ceua.foa@unesp.br