

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 10/07/2026.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Larissa dos Santos de Moraes

**Influência da terapia fotodinâmica com diferentes
fotossensibilizadores e do medicamento de hidróxido de
cálcio no grau de conversão e na integridade da interface
adesiva na cimentação de pinos de fibra de vidro**

Araçatuba
2024

Larissa dos Santos de Moraes

**Influência da terapia fotodinâmica com diferentes
fotossensibilizadores e do medicamento de hidróxido de
cálcio no grau de conversão e na integridade da interface
adesiva na cimentação de pinos de fibra de vidro**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências, Área de Concentração em Endodontia.

Orientador: Prof. Assoc. Gustavo Sivieri de Araújo

Coorientador: Prof. Tit. João Eduardo Gomes Filho

**Araçatuba
2024**

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

M827i Moraes, Larissa dos Santos de.
Influência da terapia fotodinâmica com diferentes fotosensibilizadores e do medicamento de hidróxido de cálcio no grau de conversão e na integridade da interface adesiva na cimentação de pinos de fibra de vidro / Larissa dos Santos de Moraes. - Araçatuba, 2024
65f. : il. ; tab.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia, Araçatuba
Orientador: Prof. Gustavo Sivieri de Araújo
Coorientador: Prof. João Eduardo Gomes Filho
1. Tratamento do canal radicular 2. Fotoquimioterapia
3. Verde de indocianina 4. Azul de metileno 5. Hidróxido de Cálcio I. T.
Black D24
CDD 617.67

Claudio Hideo Matsumoto CRB-8/5550

Dedicatória

A Deus,

Dedico este trabalho à Deus, fonte de toda sabedoria e inspiração. Ao longo desta jornada acadêmica, tenho sido guiada por Sua graça e orientada por Sua sabedoria infinita.

Neste estudo, reconheço que é pela Sua misericórdia que fui capacitada a explorar novos horizontes do entendimento. Cada desafio superado, cada obstáculo vencido, é uma prova da Sua fidelidade e apoio constante.

A Ele seja toda a honra e toda a glória, agora e para sempre. Amém.

A Nossa Senhora,

Dedico este trabalho a Nossa Senhora, a Virgem Maria, mãe amorosa e protetora. Que sua graça e orientação divina possam estar presentes em cada página deste documento, guiando-me em minha jornada acadêmica.

Nossa Senhora, modelo de fé e devoção, eu ofereço este trabalho como um símbolo de minha dedicação a você. Assim como você foi um farol de esperança para os fiéis ao longo dos séculos, que este estudo possa também iluminar caminhos para novos entendimentos e descobertas.

Que este trabalho não seja apenas uma contribuição para o conhecimento acadêmico, mas também uma expressão do meu compromisso com a busca da verdade e da excelência.

Amém.

Aos meus Pais,

Vanildo e Vilda Moraes

Meus amados pais, cujo amor incondicional, apoio incansável e sacrifícios incontáveis tornaram possível esta jornada acadêmica.

Desde os primeiros passos até este momento de conquista, vocês foram os meus maiores incentivadores e os pilares que sustentaram os meus sonhos. Cada obstáculo que enfrentei, cada desafio que superei, foi inspirado pela força que encontrei em vocês.

Vocês me ensinaram os valores da perseverança, da dedicação e da honestidade, e me mostraram que com trabalho árduo e determinação, todos os objetivos podem ser alcançados. Cada sacrifício que fizeram em prol do meu sucesso não passou despercebido, e sou eternamente grato por tudo o que fizeram por mim.

Seus exemplos de amor, persistência e sacrifício continuará a guiar-me não apenas nesta jornada acadêmica, mas em todas as áreas da minha vida.

Ao meu namorado,

Pedro Sitolino

À medida que chego ao fim desta jornada de mestrado, quero expressar minha profunda gratidão por todo o apoio, amor e compreensão que você me proporcionou ao longo deste caminho.

Sua presença ao meu lado, mesmo nos dias mais difíceis, foi um verdadeiro bálsamo para minha alma.

Você não apenas me deu espaço para me dedicar aos estudos, mas também esteve sempre presente para me ouvir, me confortar e me inspirar.

Estou profundamente grata por ter você ao meu lado nesta jornada.

Muito obrigada, meu lindo.

Agradecimentos Especiais

Gustavo Sivieri de Araújo,

Querido **orientador**, gostaria de expressar minha sincera gratidão por sua orientação e apoio, pois foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Durante todo o processo de pesquisa e escrita, sua experiência, sabedoria e incentivo foram inestimáveis. Sua orientação habilidosa e feedback construtivo não apenas moldaram este trabalho, mas também moldaram meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

Sou imensamente grata pela sua disponibilidade e paciência em me orientar, mesmo diante dos desafios e contratempos que enfrentamos ao longo do caminho.

Muito obrigada!

João Eduardo Gomes Filho,

Querido **coorientador**, gostaria de agradecer por sempre estar de portas abertas para mim, por sempre me ouvir e por sempre me aconselhar.

Você é um exemplo de professor, orientador e de pessoa que levarei por toda minha vida.

Sua coorientação foi um verdadeiro privilégio e sou imensamente grata por ter tido a oportunidade de trabalhar ao seu lado.

Muito obrigada!

Henrico Badaoui Strazzi Sahyon,

Muito obrigada por sempre estar disponível quando eu precisava e por sempre sanar minhas dúvidas (que não foram poucas) em relação à escrita, a metodologia e a estatística.

Sua disposição em compartilhar seu conhecimento e experiências foram essenciais para a realização desse trabalho.

Cada linha escrita é um reflexo da sua influência positiva em minha vida e na minha jornada acadêmica. Sou profundamente grata por ter tido o privilégio de contar com sua ajuda.

Muito obrigada!

Agências de fomento,

Agradeço à **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001**, pela concessão da bolsa de mestrado, que possibilitou que eu pudesse estudar e aprimorar meus conhecimentos.

Agradeço à **CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico)** por fornecer subsídios pelo Auxílio Pesquisa (nº 408327/2021-9) que foram essenciais para a condução desse trabalho.

Agradecimentos

Faculdade de Odontologia de Araçatuba –UNESP,

Na pessoa de seu diretor Prof. Tit. *Alberto Carlos Botazzo Delbem* vice-diretor Prof. Assoc. *Luciano Tavares Ângelo Cintra*, pelo acolhimento e por me proporcionar subsídios para a elaboração e confecção da minha pesquisa de mestrado.

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Faculdade de Odontologia de Araçatuba –UNESP,

Representado pelos seus coordenadores Profs. Assocs. *Juliano Pelim Pessan* e *Rogério de Castilho Jacinto*, pela competência na condução do programa de pós-graduação.

Seção Técnica de Graduação e Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP,

Aos funcionários *Cristiane Regina Lui Matos*, *Lucas Sousa da Rocha*, *Elis Andréa Pinto* e *Maria Clara Santos da Cruz* pela paciência, cordialidade e atenção.

Aos Professores do curso de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP,

Pela oportunidade de crescimento, por todo conhecimento científico compartilhado e por toda paciência te ensinar.

***Departamento de Odontologia Preventiva e Restauradora
da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP,***

Aos técnicos, *Carlos e Autran* e ao secretário *Jorge*, por toda ajuda, auxílio, competência, paciência e atenção.

Mestre, Doutor e Especialista Henrique Augusto Banci,

Por sempre estar disponível em todos os momentos que eu precisei. Você foi a pessoa que me deu forças para continuar quando eu pensei em desistir.

Obrigada por todos os conselhos, por sanar todas minhas dúvidas em relação aos experimentos, por compartilhar todo o seu conhecimento comigo e por ter sido meu suporte emocional no meu momento mais difícil.

Você é um exemplo de ser humano e de profissional.

Muito obrigada, por tudo. Você é incrível!

Alunas de Iniciação Científica,

Mariana Bachega e Beatriz Melare, por compartilhar comigo as dificuldades dos experimentos e por sempre me auxiliarem nas metodologias. Com vocês, os dias cansativos de experimentos se tornaram mais leves e menos árduos. Obrigada por toda ajuda.

Amigos da pós-graduação,

Laura Cesário, Julissa Arguello, Thalya Maltarollo, Bharbara Moura, Lara Teschi, Thais Moraes, Rômulo Sales, Gladiston Lobo,

Obrigada pela amizade, por todos os momentos compartilhados e por tornarem a pós-graduação menos difícil. Vocês foram essenciais na minha vida acadêmica e me fizeram aprender o quão importante é o trabalho em equipe. Obrigada por sempre estarem disponíveis quando eu precisei, por sempre me aconselharem e por sempre me ajudarem a me encontrar quando eu estava perdida. Sinto muito orgulho de todos vocês e sei que vocês terão um futuro brilhante, pois vocês, mais do que ninguém, merecem isso.

Vocês estarão para sempre no meu coração. Amo vocês e obrigada por tudo.

Banca examinadora,

Composta pelos excelentíssimos professores:

Prof. Dr. Gustavo Sivieri de Araújo – Orientador Professor Associado do Departamento de Odontologia Preventiva e Restauradora, Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia – FOA/UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araçatuba.

Prof. Dr. Paulo Henrique dos Santos - Professor Assistente da Area de Odontologia Restauradora da Faculty of Dentistry, University of Toronto e Prof. Assoc. do Departamento de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia – FOA/UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araçatuba.

Prof. Dr. Henrico Badaoui Strazzi Sahyon – Professor Assistente do Departamento, Disciplina de Prótese total e Prótese parcial removível do Centro Universitário Sudoeste Paulista – UNIFSP, e Pós-doutorando na Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB/USP - Universidade de São Paulo.

Agradeço a disponibilidade de compor a banca examinadora de minha dissertação. Agradeço também pelo tempo e pela atenção minuciosa dispensada da análise desse trabalho.

Επίγραφε

**“O sucesso é a soma
de pequenos esforços
repetidos dia após dia.”**

(Robert Collier)

Resumo

Moraes, LS. **Influência da terapia fotodinâmica com diferentes fotossensibilizadores e do medicamento de hidróxido de cálcio no grau de conversão e na integridade da interface adesiva na cimentação de pinos de fibra de vidro.** 2024. 65 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia, Araçatuba, 2024.

RESUMO

Introdução: Este estudo *in vitro* avaliou a influência da terapia fotodinâmica antimicrobiana (TFD), usando curcumina (CC), indocianina verde (IV) ou azul de metileno (AM) como fotossensibilizadores (FSs) e hidróxido de cálcio (HC) como medicamento intracanal no grau de conversão do cimento resinoso e integridade da interface adesiva. **Material e métodos:** 112 dentes bovinos foram submetidos a tratamento endodôntico e foram distribuídos em 8 grupos experimentais (n=14): Controle negativo (CN) =Água deionizada; Controle positivo (CP) =Água deionizada + HC; IV = FS-IV 50mg/L (Laser Infravermelho λ 808nm); IV + HC = FS-IV 50mg/L (Laser Infravermelho λ 808nm) + HC; CC = FS-CC 500mg/L (Led Azul λ 480nm); CC + HC = FS-CC 500mg/L (Led Azul λ 480nm) + HC; AM = FS-AM 50 mg/L (Laser Vermelho λ 660nm); e AM + HC = FS-AM 50 mg/L (Laser Vermelho λ 660nm) + HC. Após a cimentação dos pinos de fibra de vidro, as amostras foram submetidas à análise da integridade da interface adesiva (n=6) pela microtomografia de alta resolução (micro-CT) para a quantificação do número e volume de fendas e bolhas e ao grau de conversão pelo espectrômetro Raman (n=8), para identificação de alterações na polimerização do cimento. Os dados sobre a integridade da interface adesiva e o grau de conversão foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade. Posteriormente, eles foram analisados usando Anova *Two-Way* para medidas repetidas. A análise post-hoc foi realizada usando o teste de *Tukey* com um nível de significância (α) de 0,05. **Resultados:** A análise da integridade da interface adesiva evidenciou maior quantificação de gaps nos grupos: IV no terço cervical, médio e apical, seguido pelos grupos CC e AM; maiores volumes de bolhas: IV e CC no terço cervical, IV no terço médio, seguidos pelos grupos CC e AM e no terço apical CC+HC. Os menores valores de volume de bolhas e número de fendas foram encontrados nos grupos com FS+HC. Ao realizar a avaliação do grau de conversão nos terços cervical, médio e apical, constatou-se que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos experimentais ($p>0,05$). **Conclusões:** A indocianina verde com hidróxido de cálcio foram os melhores resultados em relação ao uso de medicamentos intracanaís e fotossensibilizadores. A combinação de FS-IV e HC influenciou moderadamente as propriedades da dentina e do cimento.

Palavras-chaves: Tratamento do Canal Radicular, Fotoquimioterapia, Indocianina Verde, Azul de Metileno, Hidróxido de Cálcio.

Abstract

Moraes, L.S. **Influence of photodynamic therapy with different photosensitizers and calcium hydroxide medication on the degree of conversion and integrity of the adhesive interface in the luting of fiberglass posts.** 2024. 65 f. Dissertation (master's degree) - São Paulo State University (UNESP), School of Dentistry, Araçatuba, 2024.

ABSTRACT

Introduction: This *in vitro* study evaluated the influence of antimicrobial photodynamic therapy (aPDT), using curcumin (CC), indocyanine green (IG), or methylene blue (MB) as photosensitizers (PSs), and calcium hydroxide (CH) as intracanal medications on the degree of resin cement conversion and adhesive interface integrity. **Materials and Methods:** 112 bovine teeth underwent endodontic treatment and were distributed into 8 experimental groups (n=14): negative control (NC) = deionized water; Positive Control (PC) = deionized water + CH; IG = PS-IG 50mg/L (infrared laser λ 808nm); IG + CH = PS-IG 50mg/L (infrared laser λ 808nm) + CH; CC = PS-CC 500mg/L (Blue LED λ 480nm); CC + CH = PS-CC 500mg/L (Blue LED λ 480nm) + CH; MB = PS-MB 50 mg/L (red laser λ 660nm); and MB + CH = PS-MB 50 mg/L (red laser λ 660nm) + CH. After luting of fiberglass posts, the samples were subjected to the analysis of adhesive interface integrity (n=6) by high-resolution microtomography (micro-CT) to quantify the number of gaps and voids and to assess the degree of conversion by the Raman spectrometer (n=8), to identify changes in cement polymerization. Data on adhesive interface integrity and degree of conversion were subjected to normality tests and homogeneity. Subsequently, they were analyzed using Two-Way ANOVA for repeated measures. Post-hoc analysis was performed using the Tukey test with a significance level (α) of 0.05. **Results:** The analysis of the integrity of the adhesive interface revealed an increase in the quantification of gaps in the following groups: IG in the cervical, middle, and apical thirds, followed by the CC and MB groups. The highest void volumes were observed in the IG and CC groups in the cervical third, IG in the middle third, followed by the CC and MB groups, and in the apical third, CC+CH. The lowest values of void volume and number of gaps were found in the groups with PS+CH. When evaluating the degree of conversion in the cervical, middle, and apical thirds, it was found that there were no statistically significant differences between the experimental groups ($p>0.05$). **Conclusions:** Indocyanine Green with calcium hydroxide yielded the best results regarding the use of intracanal medication and photosensitizers. The combination of PS-IG and CH moderately influenced dentin and cement properties.

Key-words: Root Canal Therapy, Photochemotherapy, Indocyanine Green, Curcumin, Methylene Blue, Calcium Hydroxide.

Lista de Figuras

LISTA DE FIGURAS

Figure 1. Sample preparation steps: A, Extraction of bovine incisors. B, Removal of the anatomical crowns. C, Standardization of root canal length and apical sealing. D, Carrying out antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) using the indocyanine green photosensitizer with an infrared laser (λ 808 nm); curcumin photosensitizer with blue LED light (λ 480 nm); methylene blue photosensitizer with red laser (λ 660 nm), introduction of intracanal medication of calcium hydroxide. F, root canal filling. G, Preparation and luting of fiberglass posts with dual resin cement. H, analysis of samples by high-resolution microtomography (Micro-CT). I, preparation of slices of the intraradicular thirds through 1.3 mm thick cuts and analysis using the Micro-Raman spectrometer.....57

Figure 2. Height ratio between the peaks at 1607 cm^{-1} (aromatic) and 1637 cm^{-1} (aliphatic) in both polymerized and nonpolymerized resin cement.....58

Figure 3. Computed microtomography images were used to evaluate the integrity of the adhesive interface of fiberglass posts luting among different experimental groups and across different root thirds. 1C, 1M, 1A represent the cervical, middle, and apical thirds of intraradicular dentin irrigated with deionized water (negative control). 2C, 2M, 2A denote the cervical, middle, and apical thirds of intraradicular dentin irrigated with deionized water and filled with intracanal HC medication (positive control). 3C, 3M, 3A refer to the cervical, middle, and apical thirds of intraradicular dentin irrigated with deionized water, followed by aPDT with IG (50 mg/L) and activation by an infrared laser (λ 808 nm). 4C, 4M, 4A indicate the cervical, middle, and apical thirds of intraradicular dentin irrigated with deionized water, treated with aPDT using IG (50 mg/L), activated by an infrared laser (λ 808 nm), and filled with intracanal HC medication. 5C, 5M, 5A describe the cervical, middle, and apical thirds of intraradicular dentin irrigated with deionized water, treated with aPDT using CC (500 mg/L), and activated by a blue LED (λ 480 nm). 6C, 7M, 8A (note: it seems there might be a typo here, and you might mean 6C, 6M, 6A) are the cervical, middle, and apical thirds of intraradicular dentin irrigated with deionized water, treated with aPDT using CC (500 mg/L), activated by a blue LED (λ 480 nm), and filled with intracanal HC medication. 7C, 7M, 7A represent the cervical, middle, and apical thirds of intraradicular dentin irrigated with

deionized water, treated with aPDT using MB (50 mg/L), and activated by a red laser (λ 660 nm). 8C, 8M, 8A denote the cervical, middle, and apical thirds of intraradicular dentin irrigated with deionized water, treated with aPDT using MB (50 mg/L), activated by a red laser (λ 660 nm), and filled with intracanal HC medication.

White arrows indicate the presence of discontinuities in adhesive luting.....59

Lista de Tabelas

LISTA DE TABELAS

Table 1. Materials, classification, composition, and batch numbers of the materials used	61
Table 2. Distribution of the experimental groups.....	62
Table 3. Mean $\pm$ standard deviation values of quantification of gap and volume (mm ³) of voids formation on resin cement as a function of the experimental groups and intraradicular thirds.....	63
Table 4. Degree of conversion (in %) of resin cement are expressed as the mean $\pm$ standard deviation according to the experimental groups and intraradicular thirds.....	64

Lista de Abreviaturas, Símbolos e
Siglas

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

% - Percent

°C - Degrees celsius

± - More or less

< - Less than

= - Equal

ANOVA - Variance analysis

aPDT - Antimicrobial photodynamic therapy

BS - Bond strength

CC - Curcumin

CH - Calcium hydroxide

F - Maximum force

GFPs - Glass-fiber posts

IG - Indocyanine green

Laser - Light amplification by stimulated emission of radiation

LED - Light emitting diode

LPS - Liposaccharides

MB – Methylene blue

mg/L -Milligrams per liter

mL -Millilitre

mm -Millimeter

mm² - Square millimeter

mm³ - Cubed milliliter

MO - Microorganisms

nm –Nanometer

NC – Negative control

pH - Potential of hydrogen

PS – Photosensitizer

PC – Positive control

PDT - Photodynamic therapy

RCS - Root canal system

s - Seconds

α- Alpha

λ - Lambda

μm -micrometer

Sumário

SUMÁRIO

1 Introduction.....	37
2 Material and methods.....	38
3 Results.....	43
4 Discussion.....	44
5 Conclusion.....	47
References.....	49
Attachment A.....	65