

UNIVERSIDADE TUIUTI DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E
EXTENSÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA –
MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENDODONTIA

EFICÁCIA DE DIFERENTES MATERIAIS DE BARREIRA
CERVICAL NA PREVENÇÃO DA PENETRAÇÃO DE PERÓXIDO
DE HIDROGÊNIO DURANTE O CLAREAMENTO DE DENTES
NÃO VITAIS: UM ESTUDO LABORATORIAL IN VITRO

KALIANE RODRIGUES DA CRUZ

CURITIBA

2026

KALIANE RODRIGUES DA CRUZ

**EFICÁCIA DE DIFERENTES MATERIAIS DE BARREIRA
CERVICAL NA PREVENÇÃO DA PENETRAÇÃO DE PERÓXIDO
DE HIDROGÊNIO DURANTE O CLAREAMENTO DE DENTES
NÃO VITAIS: UM ESTUDO LABORATORIAL IN VITRO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia pela Universidade Tuiuti do Paraná, no curso de Mestrado em Odontologia na área de Concentração em Endodontia.

Orientadora: Prof. Dra. Thalita de Paris M. B.
Coorientador: Prof. Dr. Michael W. Favoreto.

CURITIBA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na fonte
Biblioteca "Sidnei Antonio Rangel Santos"
Universidade Tuiuti do Paraná

C955 Cruz, Kaliane Rodrigues da.

Eficácia de diferentes materiais de barreira cervical na prevenção da penetração de peróxido de hidrogênio durante o clareamento de dentes não vitais: um estudo laboratorial in vitro/ Kaliane Rodrigues da Cruz; orientadora Prof.^a Dra. Thalita de Paris M.B; coorientador Prof. Dr. Michael W. Favoreto. 68f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2026

1. Clareamento interno. 2. Peróxido de hidrogênio. 3. Barreira cervical. 4. Permeabilidade dentária. 5. Eficácia do clareamento. 6. Dentes tratados endodonticamente. I. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós- Graduação em Odontologia/Mestrado em Odontologia. II. Título.

CDD – 617.6342

Bibliotecária responsável: Heloisa Jacques da Silva – CRB 9/1212

TERMO DE APROVAÇÃO

KALIANE RODRIGUES DA CRUZ

Bases Biológicas, Materiais e Técnicas Aplicadas à Endodontia

Esta dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, Mestrado em Endodontia, Linha Bases Biológicas, Materiais e Técnicas Aplicadas à Endodontia, da Universidade Tuiuti do Paraná, como requisito parcial, para a obtenção do título de Mestre em Endodontia.

Curitiba, 12 de fevereiro de 2026.

Documento assinado digitalmente
gov.br FLARES BARATTO FILHO
Data: 16/03/2026 21:23:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Flares Baratto Filho

Coordenador do PPGO - Mestrado em Endodontia da Universidade Tuiuti do Paraná

Thalita Paris

Orientadora: Profa. Dra. Thalita de Paris Matos Bronholo
Instituição: Universidade Tuiuti do Paraná

Giselle Reis

Profa. Dra. Giselle Emilaine da Silva Reis
Instituição: Universidade Federal do Paraná

Bianca Mattos

Profa. Dra. Bianca Marques de Mattos de Araujo
Instituição: Universidade Tuiuti do Paraná

INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES

Esta dissertação foi desenvolvida no Laboratório de Pesquisa em Odontologia da Universidade Tuiuti do Paraná – UTP e no Laboratório de Pesquisa em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG.



AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte inesgotável de força, luz e esperança, por me guiar e sustentar em cada etapa desta caminhada, especialmente nos momentos de maior desafio. Foi na fé que encontrei equilíbrio, coragem e perseverança para seguir adiante.

Agradeço, de forma especial, à Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), instituição que foi o alicerce da minha formação acadêmica desde a graduação e que possibilitou a concretização de um sonho que hoje se materializa com a conclusão deste mestrado. A UTP ofereceu um ambiente acolhedor, estrutura adequada e incentivo constante ao desenvolvimento científico, fundamentais para minha trajetória de aprendizado e crescimento.

Dedico esta conquista à minha família — meu pai, minha mãe e meu irmão — meu porto seguro e fonte diária de inspiração. O amor incondicional, o apoio constante e as palavras de encorajamento de cada um foram decisivos para que eu jamais desistisse, mesmo diante das adversidades. A vocês três, que sempre acreditaram em mim e estiveram presentes em todas as fases da minha vida, deixo minha mais profunda e eterna gratidão.

À minha orientadora, professora Thalita, expressei minha mais profunda gratidão. Sua dedicação incansável, sensibilidade, cuidado e sabedoria foram verdadeiros faróis ao longo deste percurso desafiador. Em momentos de dúvida e fragilidade, sua confiança renovou minha força e motivação. Mais do que uma orientadora, foi uma inspiração constante, oferecendo apoio intelectual e humano que ultrapassou os limites do papel acadêmico e fez toda a diferença na realização deste sonho.

Ao meu coorientador, professor Michael, sou imensamente grata por sua generosidade, paciência e sólida expertise, que foram essenciais para a estruturação e o desenvolvimento deste trabalho. Sua orientação cuidadosa e seus valiosos ensinamentos conduziram este percurso com segurança e clareza, contribuindo de forma decisiva para meu amadurecimento acadêmico e pessoal. Sua dedicação inspiradora permanecerá marcada em minha trajetória acadêmica.

Agradeço também à Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e a toda a sua equipe, que colaboraram de forma comprometida e tornaram possível a concretização desta pesquisa, meu sincero reconhecimento.

Por fim, registro minha gratidão àqueles que, mesmo sem menção direta, estiveram presentes nos momentos mais difíceis, oferecendo palavras, gestos e apoio silencioso quando tudo parecia pesado demais. Pessoas que sustentaram minha caminhada, fortaleceram minha coragem e me ajudaram a não desistir quando seguir parecia impossível.

Este trabalho representa a concretização de um sonho, alcançado por meio da fé, do amor, da persistência e da colaboração que me acompanharam ao longo de todo o percurso, mesmo diante de inúmeras lutas.

Cruz KR. EFICÁCIA DE DIFERENTES MATERIAIS DE BARREIRA CERVICAL NA PREVENÇÃO DA PENETRAÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO DURANTE O CLAREAMENTO DE DENTES NÃO VITAIS: UM ESTUDO LABORATORIAL IN VITRO. Curitiba: Universidade Tuiuti do Paraná; 2026.

RESUMO

Introdução: O clareamento dental interno é um procedimento conservador indicado para o tratamento de dentes não vitais com alteração de cor intrínseca após tratamento endodôntico. Entretanto, a difusão de agentes clareadores através dos túbulos dentinários pode alcançar os tecidos periodontais e desencadear complicações, como a reabsorção cervical externa. Assim, a utilização de uma barreira cervical adequada é fundamental para limitar a penetração do peróxido de hidrogênio e aumentar a segurança biológica do procedimento. **Objetivos:** Avaliar a eficácia de selamento de diferentes materiais de barreira cervical e sua influência na penetração do peróxido de hidrogênio e na eficácia do clareamento durante o clareamento interno de dentes não vitais. **Métodos:** Cento e dez caninos humanos uniradiculares foram tratados endodonticamente e divididos em 11 grupos ($n = 10$) de acordo com o material de barreira cervical utilizado: sem barreira (controle positivo), Coltosol, óxido de zinco-eugenol, fosfato de zinco, cimento autoadesivo, cimento biocerâmico, agregado de trióxido mineral (MTA), ionômero de vidro, ionômero de vidro modificado por resina, resina composta fluida e um controle negativo (sem barreira, sem clareamento). O clareamento interno foi realizado com peróxido de hidrogênio a 35% em duas sessões. Quantificamos a penetração do peróxido de hidrogênio utilizando espectrofotometria UV-Vis e avaliamos a alteração de cor na linha de base e até quatro semanas utilizando um espectrofotômetro, ΔE_{00} e o Índice de Brancura (IB). **Resultados:** Resina composta fluida, ionômero de vidro, ionômero de vidro modificado por resina, MTA e cimento biocerâmico reduziram significativamente a penetração de peróxido em comparação com materiais temporários e à base de zinco ($p < 0,00001$). Não houve diferenças significativas na eficácia do clareamento entre os grupos de barreira, e todos os materiais promoveram melhora significativa da cor ao longo do tempo. Os maiores valores de ΔE_{00} e ΔWID foram observados em quatro semanas ($p = 0,0001$). **Conclusão:** O tipo de material de barreira cervical impacta diretamente o extravasamento de peróxido durante o clareamento interno. Materiais com propriedades adesivas ou de silicato de cálcio proporcionaram selamento superior sem comprometer os resultados estéticos. A seleção criteriosa dos materiais de barreira aumenta a segurança e a previsibilidade dos protocolos de clareamento interno. **Relevância clínica:** A seleção adequada de materiais de barreira cervical aumenta a segurança dos procedimentos de clareamento interno, mantendo resultados estéticos previsíveis.

Palavras-chave: clareamento interno, peróxido de hidrogênio, barreira cervical, permeabilidade dentinária, eficácia do clareamento, dentes tratados endodonticamente.

Cruz KR. **EFFICACY OF DIFFERENT CERVICAL BARRIER MATERIALS IN PREVENTING HYDROGEN PEROXIDE PENETRATION DURING INTERNAL BLEACHING OF NON-VITAL TEETH: AN IN VITRO LABORATORY STUDY.** Curitiba: Universidade Tuiuti do Paraná; 2026.

ABSTRACT

Introduction: Internal dental bleaching is a conservative procedure indicated for the treatment of non-vital teeth presenting intrinsic discoloration after endodontic treatment. However, the diffusion of bleaching agents through dentinal tubules may reach the periodontal tissues and trigger complications such as external cervical resorption. Therefore, the use of an adequate cervical barrier is essential to limit hydrogen peroxide penetration and increase the biological safety of the procedure. **Objective:** To evaluate the sealing efficacy of different cervical barrier materials and their influence on hydrogen peroxide penetration and bleaching effectiveness during internal bleaching of non-vital teeth. **Methods:** One hundred and ten human single-rooted canines were endodontically treated and divided into 11 groups (n = 10) according to the cervical barrier material used: no barrier (positive control), Coltisol, zinc oxide-eugenol, zinc phosphate cement, self-adhesive cement, bioceramic cement, mineral trioxide aggregate (MTA), glass ionomer cement, resin-modified glass ionomer cement, flowable composite resin, and a negative control (no barrier, no bleaching). Internal bleaching was performed using 35% hydrogen peroxide in two sessions. Hydrogen peroxide penetration was quantified using UV-Vis spectrophotometry, and color change was evaluated at baseline and up to four weeks using a spectrophotometer, ΔE_{00} and the Whiteness Index (WI). **Results:** Flowable composite resin, glass ionomer cement, resin-modified glass ionomer cement, MTA, and bioceramic cement significantly reduced peroxide penetration compared with temporary and zinc-based materials ($p < 0.00001$). No significant differences in bleaching efficacy were observed among the barrier groups, and all materials promoted significant color improvement over time. The highest ΔE_{00} and WID values were observed after four weeks ($p = 0.0001$). **Conclusion:** The type of cervical barrier material directly affects peroxide leakage during internal bleaching. Materials with adhesive or calcium silicate properties provided superior sealing without compromising aesthetic outcomes. Careful selection of barrier materials increases the safety and predictability of internal bleaching protocols. **Clinical relevance:** The appropriate selection of cervical barrier materials increases the safety of internal bleaching procedures while maintaining predictable aesthetic outcomes.

Keywords: internal bleaching, hydrogen peroxide, cervical barrier, dentin permeability, bleaching efficacy, endodontically treated teeth

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1.** Fluxograma do delineamento experimental. p.23
- Fig. 2.** Representação esquemática da metodologia Experimental. p.24
- Fig. 3.** Concentração média de difusão do peróxido de hidrogênio através de diferentes materiais de barreira cervical. p.24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Médias (\pm desvios-padrão) da concentração de peróxido de hidrogênio ($\mu\text{g mL}^{-1}$) difundido pelo ápice e pela raiz nos grupos controle negativo e experimentais p .26

Tabela 2. Médias (\pm desvios-padrão) da cor inicial (WID) e da alteração de cor (ΔWID e ΔE00) nos grupos controle negativo e experimentais p. 28

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

UTP	Universidade Tuiuti do Paraná
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
UV-Vis	Espectrofotometria Ultravioleta-Visível
MTA	Agregado de Trióxido Mineral
TEGDMA	Trietilenoglicol Dimetacrilato
Bis-GMA	Bisfenol-Glicidil Metacrilato
Bis-EMA	Bisfenol Etileno Glicol Dimetacrilato
NaOCl	Hipoclorito de Sódio
EDTA	Ácido Etilenodiamino Tetra-acético
WID	Whiteness Index for Dentistry
ΔE	Diferença de Cor (Espaço de cor CIE)
ΔE_{00}	Diferença de Cor CIEDE 2000
CIV	Cimento de Ionômero de Vidro
CIVRM	Cimento de Ionômero de Vidro Modificado por Resina
PH	Potencial hidrogeniônico
HP	Peróxido de Hidrogênio
PR	Paraná
SP	São Paulo
SC	Santa Catarina
EUA	Estados Unidos da América

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	17
3. MANUSCRITO - ESCRITORES E PERIÓDICO	18
3.1. INTRODUÇÃO	19
3.2. MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.3. RESULTADOS	26
3.4. DISCUSSÃO	31
3.5. CONCLUSÃO	35
3.6. REFERÊNCIA	36
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
5. REFERÊNCIA	42
6. APÊNDICES	45
7. ANEXO	51

1. INTRODUÇÃO

O clareamento interno é um procedimento conservador usado para tratar dentes escurecidos após tratamento endodôntico, sendo especialmente indicado para alterações de cor intrínsecas. Elas podem ter diversas origens, sendo locais ou sistêmicas, e diferem das manchas extrínsecas (1). Dentre as principais causas referentes à alteração da cor em dentes desvitalizados, pode-se citar a presença de polpa necrótica, hemorragia intrapulpar, medicamento de uso intracanal (iodofórmio), trauma e material de obturação do canal radicular. Esse procedimento é utilizado com o intuito de restabelecer a cor natural dos dentes manchados por várias etiologias, através do uso de agentes químicos, os quais dependem da permeabilidade do esmalte para atuar (2,3,4,5).

A reabsorção cervical externa é a complicação mais séria e relevante associada ao clareamento interno, com ocorrência relatada em aproximadamente 6,9% dos casos (6). Sua etiologia é multifatorial, mas considera-se que os agentes clareadores presentes na câmara pulpar ou no canal radicular se difundem através dos túbulos dentinários, desnaturam a dentina e alcançam os tecidos periodontais adjacentes. A dentina desnaturada passa a ser

reconhecida pelo organismo como um tecido imunologicamente distinto, sendo interpretada como um corpo estranho e desencadeando uma resposta inflamatória que resulta em perda localizada de tecido dental (4,7,8,9,10). Este processo é, em geral, assintomático e frequentemente detectado apenas em exames radiográficos de rotina; contudo, sinais clínicos como sangramento da papila e sensibilidade à percussão podem estar presentes em alguns casos (2,8,11,12).

Um fator anatômico que agrava esse risco é a presença do *gap* entre esmalte e cimento, identificado em 10% a 30% dos dentes, e que se caracteriza pela ausência de sobreposição entre esses tecidos, expondo a dentina cervical. Essa descontinuidade facilita a difusão do peróxido de hidrogênio para o periodonto, aumentando a probabilidade de inflamação e reabsorção cervical externa. Portanto, a confecção de um tampão cervical é fundamental para atuar como barreira física, limitando a migração do agente clareador através da dentina exposta e promovendo maior segurança ao procedimento.

Quanto ao procedimento de clareamento, este é descrito na literatura por meio de várias técnicas classificadas conforme o local de aplicação (interno e externo) e o tempo de permanência do agente clareador (imediate, mediata ou mista) (3,4,9,13). Diferentes tipos de

agentes clareadores, como peróxido de hidrogênio, peróxido de carbamida e perborato de sódio, são utilizados na prática odontológica, a depender da técnica escolhida (3,4,6,8,10). Independentemente da técnica selecionada, para executar o clareamento interno com maior segurança, é imprescindível a confecção de um tampão cervical. Esse consiste em uma barreira que deve ser realizada internamente na região cervical do dente que será clareado, mais precisamente na embocadura do canal radicular, sobre o material obturador (6,9).

A função da barreira cervical é impedir que o agente clareador, ao se difundir pelos túbulos dentinários, atinja os tecidos periodontais, prevenindo possíveis complicações, como a reabsorção cervical externa. Embora o clareamento interno seja considerado um procedimento seguro, medidas de proteção, como a correta vedação cervical, são essenciais tanto para a eficácia do tratamento quanto para sua segurança biológica. É importante ressaltar que a difusão do agente clareador pela dentina é inevitável; entretanto, com a presença de uma barreira eficaz, essa substância não alcança o ligamento periodontal, reduzindo significativamente o risco de danos aos tecidos adjacentes (2,4,6,8,9,10,11).

Para isso, vários materiais foram propostos como barreiras protetoras, incluindo materiais restauradores provisórios, ionômeros de vidro, resinas fotopolimerizáveis e agregado de trióxido mineral (2,6,8,9,11,12,13).

Embora a literatura já aborde a utilização de tampões cervicais no clareamento interno, ainda há escassez de estudos que comparem, de forma padronizada, a eficácia de diferentes materiais quanto à sua capacidade de selamento e à influência na eficácia clareadora. Este estudo se propõe a avaliar comparativamente o desempenho de onze materiais de barreira cervical, incluindo cimentos biocerâmicos e cimentos autoadesivos (alguns deles ainda pouco explorados na literatura nesse contexto), considerando dois parâmetros fundamentais: a permeabilidade dentinária ao peróxido de hidrogênio e a eficácia do clareamento ao longo do tempo. Essa abordagem integrada busca fornecer evidências mais consistentes para a seleção clínica de materiais, equilibrando segurança e desempenho estético.

2. OBJETIVOS

2.1- OBJETIVO PRINCIPAL

- Avaliar, *in vitro*, a penetração do peróxido de hidrogênio a 35% na câmara pulpar de dentes humanos extraídos, utilizando diferentes materiais como tampão cervical, por meio de espectrofotometria UV-VIS.

2.2- OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

- Avaliar a eficácia do clareamento dental por meio de espectrofotometria digital.
- Comparar o desempenho de diferentes materiais utilizados como tampão cervical na redução da penetração de peróxido de hidrogênio na câmara pulpar.
- Contribuir para o desenvolvimento de protocolos de clareamento interno mais seguros, eficazes e clinicamente previsíveis.

3. MANUSCRITO

AVALIAÇÃO DA PENETRAÇÃO DO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO ATRAVÉS DE DIFERENTES MATERIAIS DE BARREIRA CERVICAL DURANTE O CLAREAMENTO INTERNO DE DENTES NÃO VITAIS: UM ESTUDO IN VITRO¹

Kaliane Rodrigues da Cruz¹, Camila Paiva Perin², Deisy Cristiana Ferreira Cordeiro³, Liliane Roskamp⁴, Amanda de Oliveira de Miranda⁵, Alessandro Dourado Loguercio⁶, Michael Willian Favoreto⁷, Thalita de Paris Matos^{8,9}.

¹ Faculdade de Odontologia, Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. ORCID: 0000-0003-3641-4531.

² Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Curitiba, Brasil. ORCID: 0000-0002-4646-8851.

³ Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. ORCID: 0000-0003-4024-4037.

⁴ Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Curitiba, Brasil. ORCID: 0000-0002-2331-0090.

⁵ Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. ORCID: 0009-0002-3559-135X.

⁶ Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. ORCID: 0000-0001-9880-4856.

⁷ Faculdade de Odontologia, Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. ORCID: 0000-0002-0800-7915.

⁸ Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Curitiba, Brasil. ORCID: 0000-0003-2974-4743.

⁹ Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. ORCID: 0000-0003-2974-4743.

Autor correspondente:

Thalita de Paris Matos (thalitamatos@live.com)

¹ Manuscrito foi submetido ao periódico: *Odontology*. Manuscrito formatado de acordo com as normas específicas do periódico (acessado em: 01/02/2026).

INTRODUÇÃO

A descoloração dentária após o tratamento endodôntico constitui uma preocupação estética frequente, sendo comumente manejada por meio do clareamento interno, uma técnica minimamente invasiva e eficaz para o tratamento de manchas intrínsecas [1,2]. Entretanto, a difusão de agentes clareadores através dos tecidos dentários mineralizados pode resultar em reabsorção cervical externa, uma complicação associada à desnaturação da dentina e à subsequente resposta inflamatória nos tecidos periodontais [3,4].

Com o objetivo de minimizar esse risco, recomenda-se a utilização de uma barreira cervical, a fim de impedir a migração apical dos agentes clareadores além da câmara pulpar [5]. Diversos materiais têm sido propostos para essa finalidade, incluindo materiais restauradores temporários, cimentos de ionômero de vidro, sistemas adesivos, resinas compostas fotopolimerizáveis e o agregado de trióxido mineral [2,4,6].

Apesar do amplo uso clínico desses materiais, as evidências comparativas acerca de sua capacidade de vedamento, bem como de seu possível impacto na eficácia do clareamento, ainda são limitadas. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes barreiras cervicais, durante o clareamento interno de dentes não vitais, na penetração do peróxido de hidrogênio (PH) e na eficácia do clareamento.

As hipóteses nulas testadas foram: (1) não há diferença na penetração do peróxido de hidrogênio entre os diferentes materiais de barreira cervical; e (2) o tipo de material de barreira não influencia a eficácia do clareamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo in vitro foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da universidade local (CAAE: 85934624.6.0000.8040). O relatório segue as diretrizes PRILE 2021 [7]. Um fluxograma resumindo o delineamento experimental é apresentado na Figura 1.

Um total de 110 caninos humanos foi obtido do Biobanco de Dentes Humanos. Os dentes foram limpos e desinfetados em solução de cloramina-T a 0,5% por 24 horas [8] e, em seguida, armazenados em saliva artificial à temperatura ambiente até sua utilização. A seleção dos dentes baseou-se na ausência de cárie, trincas, fraturas, defeitos de desenvolvimento e morfologia radicular complexa. A anatomia dos canais foi confirmada por radiografias periapicais. Os dentes não foram submetidos a nenhum protocolo de pigmentação [9].

O acesso endodôntico foi realizado com broca esférica de carbeto de tungstênio nº 1016 (American Burs, Joinville, Santa Catarina, Brasil), sob irrigação com água estéril. A patência do canal foi estabelecida com lima K nº 10 (CP Pilot, VDW, Alemanha) e visualizada sob microscópio operatório com aumento de 8× (microscópio estereoscópico ZEISS Stemi 508 Greenough; zoom 8:1). O comprimento de trabalho foi determinado a 1 mm aquém do ápice [6].

A instrumentação dos canais radiculares foi realizada com instrumentos rotatórios V-FILE até o calibre 40 (TDK-Files, Nic Superline, Tóquio, Japão), em movimento recíprocante [10], com irrigação com NaOCl a 2,5% entre os instrumentos.

O protocolo de irrigação final incluiu três ciclos de 30 segundos de ativação ultrassônica (Micrododont, São Paulo, Brasil): NaOCl a 2,5%, EDTA a 17% (Maquira, Maringá, Brasil) e irrigação final com NaOCl. Os canais foram secos com cones de papel e obturados pela técnica de condensação lateral a frio, utilizando cimento AH Plus (Dentsply-Maillefer, Suíça) e cones de guta-percha padronizados nº 40 [11].

Após a obturação, os 3 mm coronários do canal foram preparados com brocas Gates Glidden (#1–3, Dentsply Sirona) para remoção da guta-percha e padronização do diâmetro interno a 2 mm apical à junção cimento-esmalte (JCE), conforme ilustrado na Figura 2. Todos os procedimentos foram realizados por um único operador previamente calibrado [12].

Os espécimes foram aleatoriamente distribuídos em 11 grupos experimentais (n = 10 cada) [5,13,14], por meio de uma sequência de randomização gerada por computador em plataforma online (<https://www.sealedenvelope.com>). A sequência foi elaborada por um pesquisador não envolvido na preparação dos espécimes, nos procedimentos de clareamento ou nas avaliações dos desfechos, garantindo a ocultação da alocação. As designações dos grupos foram colocadas em envelopes opacos, lacrados e numerados sequencialmente, sendo abertos apenas no momento da inserção do material. O operador responsável pelos procedimentos laboratoriais foi mantido cego quanto à sequência de randomização, evitando vieses operacionais. Adicionalmente, o examinador responsável pelas avaliações (quantificação do peróxido de hidrogênio por espectrofotometria UV-Vis e avaliação de cor com o dispositivo

Vita Easyshade) foi totalmente cego quanto à alocação dos grupos, assegurando mensurações imparciais.

Os espécimes foram distribuídos de acordo com o material de barreira cervical utilizado: (1) controle negativo: sem barreira e sem clareamento [15]; (2) controle positivo: sem barreira + clareamento [16]; (3) Coltosol (Coltene, São Paulo, Brasil); (4) óxido de zinco e eugenol (IRM, Dentsply Sirona) [17]; (5) cimento de fosfato de zinco (SS White, Brasil) [17]; (6) adesivo (Ambar Universal, FGM) + resina composta flow (Opallis, FGM); (7) cimento de ionômero de vidro (Maxxion, FGM) [18]; (8) ionômero de vidro modificado por resina (3M, Brasil); (9) agregado de trióxido mineral (MTA Fillapex, Angelus); (10) cimento biocerâmico (CIMMO, Brasil); (11) cimento resinoso autoadesivo (RelyX, 3M) [19]. Todos os materiais foram manipulados e aplicados conforme as instruções dos fabricantes.

Para padronização da avaliação de cor, guias de silicone (Silic One, FGM) foram confeccionadas com janela vestibular de 6 mm [20]. Os parâmetros iniciais de cor (L^* , a^* , b^*) foram mensurados com espectrofotômetro calibrado (VITA Easyshade Advance 4.0).

Durante o processo de clareamento, a região apical de cada espécime foi imersa em 125 μ L de solução tampão acetato (pH 4,0) para coleta do peróxido difundido. Uma barreira gengival (Top Dam, FGM) e isolamento absoluto foram utilizados para proteção. O clareamento foi realizado com gel de peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP Automixx Plus, FGM), aplicado interna e externamente (técnica de consultório), por 50 minutos por sessão. Foram realizadas duas sessões, com intervalo de sete dias.

Após cada sessão, a quantificação do peróxido de hidrogênio foi baseada em uma curva de calibração previamente estabelecida [20]. A solução tampão de cada amostra foi transferida para tubos de vidro, sendo então adicionados leucocristal violeta (0,5 mg/mL), peroxidase de raiz-forte (1 mg/mL) e água deionizada [20]. A absorbância foi medida em espectrofotômetro UV-Vis (Cary 100, Varian), e a concentração de peróxido ($\mu\text{g/mL}$) foi calculada por meio da lei de Beer. Cada espécime foi mensurado uma única vez.

Após as sessões de clareamento, os dentes permaneceram em saliva artificial. Após 14 dias, as cavidades foram restauradas com sistema adesivo (Ambar Universal, FGM) e resina composta (Opallis, FGM).

Novas avaliações de cor foram realizadas conforme descrito anteriormente, uma semana após cada sessão de clareamento e após a restauração final. As alterações de cor foram analisadas por meio das fórmulas ΔWID e ΔE00 . Todas as mensurações de cor foram realizadas uma única vez por espécime em cada período avaliado [21,22]. Os limiares de perceptibilidade adotados foram $\Delta\text{E00} > 1,8$ e $\Delta\text{WID} > 2,6$, conforme o critério de aceitabilidade 50:50 [23,24].

A normalidade e a homogeneidade das variâncias foram verificadas pelos testes de Kolmogorov–Smirnov e de Bartlett, respectivamente. Os dados de concentração de peróxido foram analisados por ANOVA de um fator, seguida dos testes de Dunnett (comparação com o controle negativo) e Tukey (comparação entre os grupos experimentais). Os valores basais de WID foram analisados por ANOVA de um fator e teste de Tukey. Os dados de alteração de cor (ΔWID e ΔE00) foram avaliados por ANOVA de dois fatores (grupo \times tempo), seguida de teste post hoc de Tukey. O nível de significância adotado foi $\alpha = 0,05$

(SPSS v22.0, IBM Corp., Armonk, NY, EUA).

LEGENDAS DAS FIGURAS

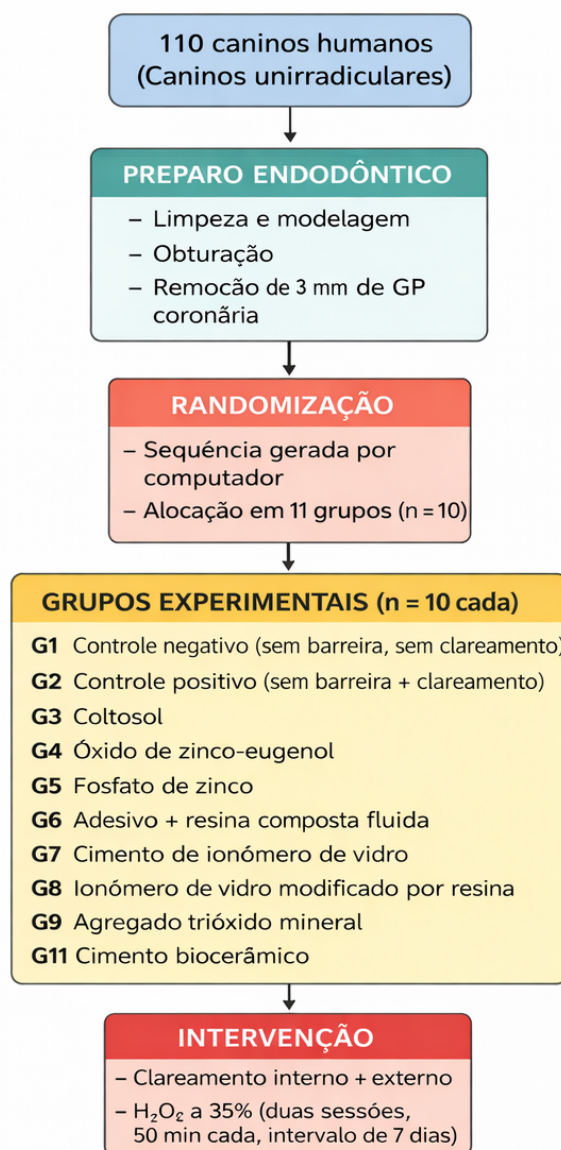


Fig. 1. Fluxograma do delineamento experimental. Um total de 110 caninos humanos unirradiculares foi submetido a tratamento endodôntico padronizado e, em seguida, alocado aleatoriamente em 11 grupos (n = 10) de acordo com o material de barreira cervical. As amostras receberam clareamento interno e externo com peróxido de hidrogênio a 35% em duas sessões. Os desfechos incluíram a quantificação da difusão do peróxido de hidrogênio utilizando espectrofotometria UV-Vis e a avaliação objetiva de cor (ΔE_{00} e ΔWID) no início e durante o acompanhamento.

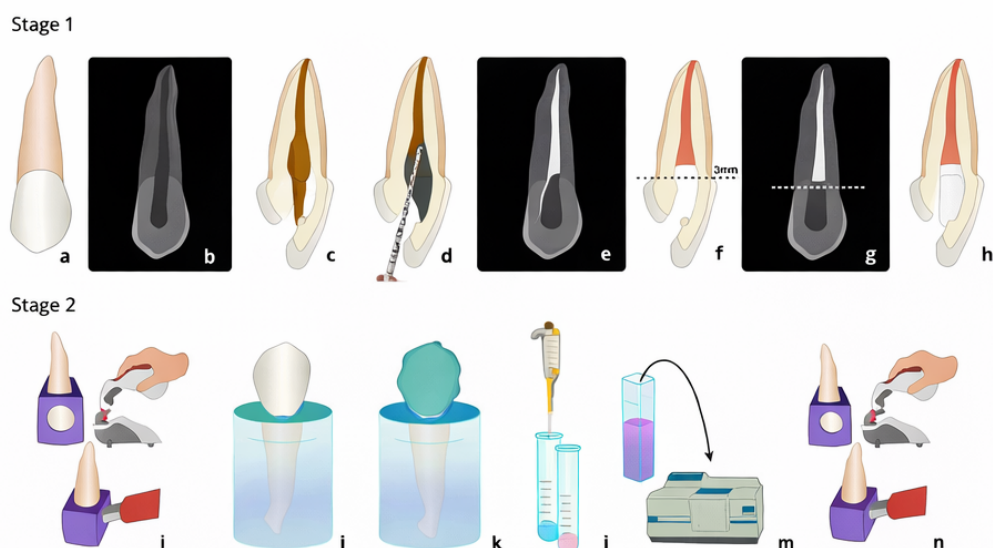


Fig. 2. Representação esquemática da metodologia experimental. Etapa 1: Preparo das amostras. (a) Seleção de dente canino íntegro. (b) Radiografia inicial. (c) Preparo da cavidade de acesso endodôntico. (d) Instrumentação do canal obturado. (e) Radiografia do canal obturado. (f) Remoção parcial do material obturador (preparo do espaço-para pino). (g) Confirmação radiográfica do espaço-preparado. (h) Posicionamento da barreira cervical (plug). Etapa 2: Protocolos experimentais. (i) Mensuração inicial da cor. (j) Imersão da amostra em solução tampão com selamento cervical e isolamento. (k) Aplicação do tratamento clareador com peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness Automix Plus, FGM), realizado em duas sessões de 50 minutos com intervalo 7 dias. (l) Reação cássou do tampão com violeta de leucocristal e enzima peroxidase. (m) Análise espectrofotométrica UV-Vis da solução final. (n) Mensuração final da cor.

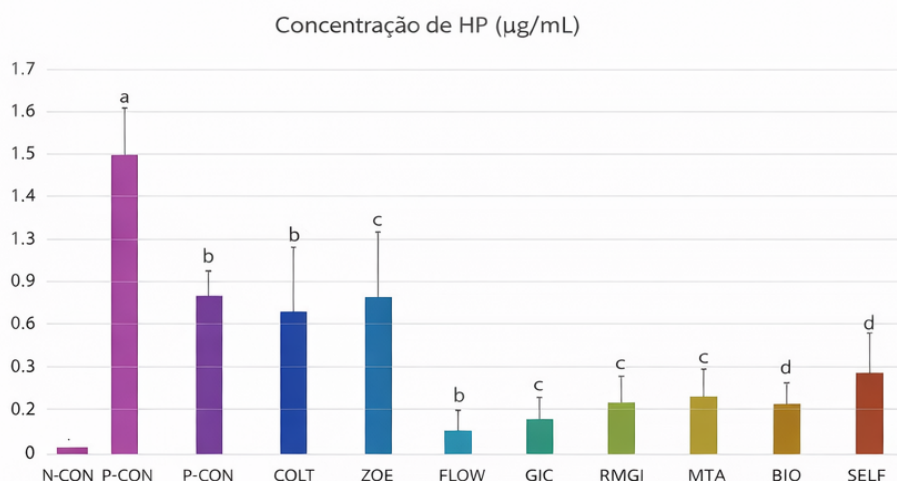


Fig. 3. Concentração média de difusão do peróxido de hidrogênio através de diferentes materiais de barreira cervical. As barras de erro representam o desvio padrão. Letras acima das barras indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (teste de Tukey; $P < 0.05$). H-CON: Controle negativo; P-CON: Controle positivo; COLT: Coltosol; ZOE: Óxido de zinco-eugenol; ZF: Fosfálo de zinco; FLOW: Resina composta fluida; GIC: Cimenio de ionómero de vidro; RMGI: Ionómero de vidro modificado por resina; MTA: Agregado trióxido mineral; BIO: Cm

RESULTADOS

Todos os 110 espécimes foram incluídos na análise; nenhuma amostra foi perdida ou excluída durante os procedimentos experimentais. A difusão de peróxido de hidrogênio (PH) variou significativamente entre os grupos (Tabela 1 e Figura 3). O grupo controle negativo (sem vedamento cervical e sem clareamento) apresentou os menores níveis de PH no ápice e nas superfícies radiculares. Foram observadas diferenças estatisticamente significativas em comparação ao grupo controle positivo (sem vedamento + clareamento) e aos grupos que utilizaram Coltosol, óxido de zinco e eugenol, fosfato de zinco, cimento biocerâmico e cimento resinoso autoadesivo ($p < 0,001$). No entanto, não foram observadas diferenças significativas entre o grupo controle negativo e os grupos selados com resina composta flow, cimento de ionômero de vidro, ionômero de vidro modificado por resina ou agregado de trióxido mineral.

Foi observada diferença significativa na difusão de PH entre os grupos experimentais ($p = 0,0001$). O grupo controle positivo apresentou a maior penetração de PH, sendo significativamente superior a todos os demais grupos ($p < 0,001$).

Entre os materiais de barreira, a resina composta flow, o cimento de ionômero de vidro, o ionômero de vidro modificado por resina, o agregado de trióxido mineral e o cimento biocerâmico reduziram significativamente a difusão de PH em comparação ao Coltosol, ao óxido de zinco e eugenol e ao fosfato de zinco (Tabela 1; $p < 0,001$). O cimento resinoso autoadesivo apresentou capacidade de vedamento intermediária.

Tabela 1. Médias (\pm desvios-padrão) da concentração de peróxido de hidrogênio ($\mu\text{g mL}^{-1}$) difundido pelo ápice e pela raiz nos grupos controle negativo e experimentais

Grupo	Clareamento	Concentração de PH ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Controle negativo (*)	Grupos experimentais (**)
Sem vedamento cervical e sem clareamento (controle negativo)	Não	0.008 ± 0.006		
Sem vedamento cervical	Sim	0.782 ± 0.161	¹	D
Coltosol	Sim	0.424 ± 0.066	¹	C
Óxido de zinco e eugenol	Sim	0.341 ± 0.174	¹	C
Fosfato de zinco	Sim	0.431 ± 0.175	¹	C
Resina composta flow	Sim	0.041 ± 0.020	=	A
Cimento de ionômero de vidro	Sim	0.066 ± 0.024	=	A
Ionômero de vidro modificado por resina	Sim	0.118 ± 0.077	=	A,B

Grupo	Clareamento	Concentração de PH ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Controle negativo (*)	Grupos experimentais (**)
Agregado de trióxido mineral	Sim	0.135 \pm 0.079	=	A,B
Cimento biocerâmico	Sim	0.170 \pm 0.100	1	A,B
Cimento resinoso autoadesivo	Sim	0.261 \pm 0.049	1	B,C

(*) O símbolo “1” indica diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo controle negativo, enquanto o símbolo “=” indica similaridade estatística com o grupo controle (teste de Dunnett, $p < 0,05$).
 (**) Letras maiúsculas idênticas indicam médias estatisticamente semelhantes entre os grupos (teste de Tukey, $p < 0,05$).

Em relação à alteração de cor, não foram observadas diferenças significativas nos valores basais de WID entre os grupos ($p = 0,32$). Entretanto, foi observada interação significativa entre grupo e tempo para ΔWID e ΔE00 ($p = 0,0001$ e $p = 0,001$, respectivamente; Tabela 2).

O grupo controle negativo não apresentou alteração de cor significativa ao longo do tempo, enquanto todos os grupos submetidos ao clareamento apresentaram clareamento significativo ($p = 0,00001$ para ΔWID e $p = 0,0001$ para ΔE00). Não foram observadas diferenças entre os grupos clareados nas semanas 1, 2 e 4; contudo, foi observada melhora progressiva e significativa na

cor na semana 4 em comparação aos tempos anteriores ($p = 0,0001$ para ΔWID e $p = 0,001$ para $\Delta E00$).

Tabela 2. Médias (\pm desvios-padrão) da cor inicial (WID) e da alteração de cor (ΔWID e $\Delta E00$) nos grupos controle negativo e experimentais

Grupo	Clareamento	WID inicial (*)	ΔWID			$\Delta E00$		
			1 semana	2 semanas	4 semanas	1 semana	2 semanas	4 semanas
Controle negativo	Não	20.4 ± 3.7	-0.1 1.5 C	± 0.7 1.3 C	± 0.5 1.2 C	± 1.6 1.2 c	± 1.5 0.9 c	± 1.3 0.8 c
	Sem vedamento	18.8 ± 6.7	9.2 9.3 B	± 11.2 9.3 B	± 16.1 5.9 A	± 7.0 2.4 b	± 7.4 2.2 b	± 9.3 3.1 a
Coltosol	Sim	15.3 ± 5.2	9.2 5.4 B	± 11.7 6.3 B	± 15.3 5.7 A	± 5.1 2.7 b	± 6.1 2.2 b	± 9.6 1.8 a
Óxido de zinco e eugenol	Sim	18.2 ± 4.9	11.7 4.4 B	± 12.2 4.0 B	± 16.6 3.7 A	± 6.1 2.7 b	± 6.7 2.5 b	± 12.0 5.0 a
Fosfato de zinco	Sim	15.1 ± 5.7	11.8 6.1 B	± 12.6 5.6 B	± 15.0 5.2 A	± 7.3 3.4 b	± 7.8 3.1 b	± 11.0 2.1 a
Resina flow	Sim	17.2 ± 7.8	11.7 5.1 B	± 13.0 5.8 B	± 16.0 6.6 A	± 5.9 1.7 b	± 6.7 1.6 b	± 10.1 2.2 a

Grupo	Clareamento	WID inicial (*)	Δ WID		Δ E00		Δ E00 2 semanas	Δ E00 4 semanas
			1 semana	2 semanas	4 semanas	1 semana		
Ionômero de vidro	Sim	17.3 ± 7.3	9.9 5.4 B	± 12.6 6.6 B	± 16.7 5.3 A	± 6.1 2.3 b	± 6.7 2.6 b	± 11.3 3.0 a
Ionômero modificado	Sim	17.7 ± 7.1	8.2 4.4 B	± 11.1 4.4 B	± 14.7 4.3 A	± 4.5 2.1 b	± 6.9 2.0 b	± 10.0 4.2 a
MTA	Sim	15.6 ± 5.9	10.7 7.0 B	± 12.3 6.8 B	± 15.1 6.2 A	± 6.1 3.0 b	± 6.5 2.9 b	± 10.5 5.4 a
Cimento biocerâmico	Sim	16.9 ± 7.1	8.0 2.5 B	± 10.7 1.8 B	± 17.4 6.1 A	± 6.0 4.1 b	± 6.2 3.3 b	± 9.7 4.0 a
Cimento autoadesivo	Sim	18.5 ± 5.6	7.5 5.7 B	± 7.5 6.8 B	± 13.1 4.3 A	± 4.8 2.4 b	± 5.0 2.1 b	± 9.6 2.6 a

(*) Todos os valores são estatisticamente semelhantes ao controle (Dunnett, $p < 0,05$).

(**) Letras iguais indicam semelhança estatística entre os grupos (Tukey, $p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Os achados desta investigação permitem uma interpretação clara das hipóteses nulas propostas. A primeira hipótese nula — de que não haveria diferenças na difusão de peróxido de hidrogênio entre os materiais de barreira cervical — foi rejeitada. Observou-se variação significativa na penetração de PH entre os grupos, sendo que materiais à base de adesivos e contendo silicatos de cálcio apresentaram vedamento superior em comparação aos cimentos temporários e à base de zinco. A segunda hipótese nula — de que o material de barreira cervical não influenciaria a eficácia do clareamento — foi aceita. Apesar das diferenças na capacidade de vedamento, todos os grupos submetidos ao clareamento apresentaram melhora de cor semelhante e progressiva ao longo do tempo, indicando que nenhum dos materiais prejudicou o resultado estético do clareamento interno. Esses achados evidenciam que, embora o material de barreira desempenhe papel crucial na segurança do clareamento interno ao limitar a difusão de peróxido, ele não compromete o desempenho do clareamento, que se manteve previsivelmente eficaz em todas as condições.

Este estudo avaliou a eficácia de vedamento de materiais utilizados como barreira cervical durante o clareamento interno e seu impacto no desempenho do clareamento. A espectrofotometria UV-Vis foi escolhida para a quantificação do PH devido à sua análise objetiva e sensível, apresentando vantagens em relação às técnicas qualitativas de penetração de corantes (3).

A resina composta flow, o cimento de ionômero de vidro, o ionômero de vidro modificado por resina, o agregado de trióxido mineral e o cimento biocerâmico reduziram significativamente a difusão de peróxido de hidrogênio em

comparação ao Coltosol, ao óxido de zinco e eugenol e ao fosfato de zinco. Isso pode ser atribuído às suas propriedades físicoquímicas superiores, como adesão à dentina, baixa solubilidade e capacidade de adaptação às irregularidades da cavidade (2,5).

Notavelmente, o grupo controle positivo (sem vedamento cervical) apresentou a maior penetração de peróxido, evidenciando a importância de uma barreira eficaz (15,16). Apesar da espessura padronizada de 3 mm, foram observadas diferenças entre os materiais, corroborando achados prévios de que a composição do material exerce papel mais crítico do que a espessura da barreira isoladamente (25).

O cimento de ionômero de vidro (CIV) apresentou desempenho superior de vedamento, não demonstrando diferença estatística em relação ao grupo controle negativo (sem clareamento) e sendo significativamente melhor do que os materiais temporários. Esse material destacou-se por sua capacidade de selamento, apresentando resultados estatisticamente semelhantes aos da resina composta flow, do MTA e do ionômero de vidro modificado por resina (26). O CIV é frequentemente citado por sua ligação química à dentina, liberação de flúor e propriedades antibacterianas (27,28).

Da mesma forma, a resina composta flow demonstrou excelente adaptabilidade e capacidade de vedamento (29,30). No presente estudo, esteve entre os materiais que não apresentaram diferença estatística em relação ao controle negativo (29), alcançando um dos menores níveis de difusão de PH. Esse desempenho é frequentemente atribuído à sua baixa viscosidade, que favorece a adaptação, e à sua interface adesiva (29).

Cimentos à base de silicatos de cálcio, como o agregado de trióxido mineral e o cimento biocerâmico, também apresentaram bom desempenho, provavelmente devido à sua biocompatibilidade e capacidade de selamento marginal (2,16). O desempenho intermediário do ionômero de vidro modificado por resina, do MTA e do cimento biocerâmico indica que, embora não sejam os seladores mais eficazes, esses materiais ainda oferecem proteção adequada e podem ser considerados opções clinicamente aceitáveis.

Em relação à eficácia do clareamento, todos os grupos experimentais apresentaram alteração de cor significativa e progressiva ao longo do tempo, sem impacto adverso do material de barreira utilizado. Esses resultados também confirmam o potencial estético do clareamento interno quando realizado com medidas de proteção adequadas (20).

Em síntese, este estudo destaca a importância da seleção de materiais de barreira cervical adequados que impeçam a infiltração de peróxido de hidrogênio sem comprometer os resultados do clareamento. O cimento de ionômero de vidro, a resina composta flow e os materiais à base de silicatos de cálcio se destacaram como opções eficazes, contribuindo para protocolos de clareamento interno mais seguros e com resultados estéticos previsíveis.

Este estudo deve ser interpretado à luz de suas limitações. Por se tratar de uma investigação *in vitro*, o modelo não reproduz completamente a complexa dinâmica do ambiente oral, como a presença de fluido crevicular, variações de temperatura e a capacidade tampão dos tecidos periapicais. Portanto, embora este estudo tenha quantificado de forma eficaz a penetração do peróxido de hidrogênio, os resultados não podem ser diretamente extrapolados para a

incidência biológica de reabsorção cervical externa, que permanece uma complicação multifatorial.

Além disso, os espécimes não foram submetidos a um protocolo de pigmentação artificial antes do clareamento. Assim, as alterações de cor significativas observadas refletem a eficácia do clareamento em estruturas dentárias não pigmentadas, o que pode não representar com precisão o desempenho clínico em dentes com descoloração intrínseca. Por fim, o período de acompanhamento para avaliação da cor foi limitado a quatro semanas, o que é insuficiente para conclusões sobre a estabilidade de cor a longo prazo ou sobre a possível degradação da capacidade de vedamento dos materiais ao longo do tempo.

Pesquisas adicionais *in vivo* e ensaios clínicos randomizados são necessários para validar esses achados e correlacionar os níveis de difusão de peróxido com a segurança clínica e os resultados estéticos a longo prazo.

CONCLUSÃO

A escolha do material de barreira cervical influencia significativamente a difusão do peróxido de hidrogênio durante o clareamento interno. A resina composta flow e os cimentos de ionômero de vidro demonstraram capacidade de vedamento superior. Em contraste, materiais temporários (óxido de zinco e eugenol e fosfato de zinco) permitiram maior penetração de peróxido. Apesar dessas diferenças, todos os materiais possibilitaram clareamento eficaz, sendo a mudança de cor mais pronunciada observada após quatro semanas.

REFERÊNCIAS

1. Abbott PV. Considerações estéticas em endodontia: clareamento interno. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1997;9:833–840.
2. Zarean P, Zarean P, Ravaghi A, Zare Jahromi M, Sadrameli M. Comparação do MTA, cimento CEM e Biodentine como tampão coronário durante o clareamento interno: um estudo in vitro. *Int J Dent*. 2020;2020:8896740.
3. Novais LSF, Santos HYFT. Clareamento dental interno em dentes tratados endodonticamente: revisão de literatura. *Rev Iberoam Humanid Cienc Educ*. 2023;9(10):2431-2448.
4. Amer M. Clareamento intracoronário de dentes – revisão e diretrizes de tratamento. *Aust Dent J*. 2023;68 Suppl 1:S141-S152.
5. Costa AP, et al. Comparação de dois tampões cervicais durante o clareamento interno. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2010;64(5):391-4.
6. Feiz A, Faghihian H, Mahdaviani MS. Efeito de diferentes bases protetoras nas alterações de pH e na microinfiltração de peróxido de hidrogênio durante o clareamento intracoronário. *Front Dent*. 2023;20:14.
7. Schwendler A, et al. Clareamento de dentes tratados endodonticamente: revisão de literatura. *Rev Fac Odontol*. 2013;54:24-30.
8. Zarenejad N, Asgary S, Ramazani N, Haghshenas MR, Rafiei A, Ramazani M. Microinfiltração coronária de três biomateriais dentários como barreira intraorifício durante o clareamento de dentes não vitais. *Dent Res J (Isfahan)*. 2015;12(6):581-8.

9. Paiva PRS, et al. Clareamento dental interno: enfoque no tampão cervical e descrição da técnica (imediate e/ou mediata). *Salusvita*. 2021;40:118-45.
10. Sakali B, et al. Avaliação da penetração de agentes clareadores intracoronários na região cervical utilizando diferentes barreiras intraorifício. *BMC Oral Health*. 2022;22:266. doi:10.1186/s12903-022-02300-4.
11. Vosoughhosseini S, et al. Comparação entre ionômero de vidro e agregado de trióxido mineral branco como barreira coronária no clareamento de dentes não vitais. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011;16(7):1017-21.
12. Silva WH, et al. Avaliação do cimento resinoso autoadesivo como tampão cervical para clareamento interno. *Arq Odontol*. 2021;57:e02. doi:10.7308/aodontol/2021.57.e02.
13. Oskoe SS, et al. Efeito de diferentes barreiras intraorifício e agentes clareadores na resistência à fratura de dentes anteriores tratados endodonticamente. *J Endod*. 2018;44. doi:10.1016/j.joen.2018.07.025.
14. Centers for Disease Control and Prevention. Diretrizes para controle de infecção em serviços odontológicos — 2003. *MMWR Recomm Rep*. 2003;52:1-61.
15. Albrecht L, et al. Processamento de dentes em banco de dentes humanos – proposta de protocolo. *RSBO*. 2013;10(4):386-93.
16. Sethi AK, Samal R, Lahiri B, Das A, Kumar G, Behera S. Conhecimento, atitude e prática sobre desinfecção e manipulação de dentes extraídos

- entre estudantes de uma faculdade de odontologia na Índia. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2018;8(6):488-94.
17. Vardasca IS, Favoreto MW, de Araujo Regis M, de Souza Carneiro T, Hul EA, Borges CPF, et al. Baixas e altas concentrações de peróxido de hidrogênio no clareamento dental de consultório associadas à luz violeta: estudo in vitro. *Clin Oral Investig*. 2024;28(3):171.
18. Freitas EV, et al. Abertura coronária: guias de orientação. *Rev Fac Odontol*. 1996;37(1):6-8.
19. Santos LLR, Busarello JA, Rodrigues EL. Instrumentação mecanizada de canais radiculares: revisão de literatura. *Res Soc Dev*. 2023;12(4):e18012440916.
20. Crozeta B, Soares I, Capelli A, Silva E. Utilização do ultrassom em endodontia: princípios básicos e indicações clínicas. *Rev Odontol Bras Cent*. 2022;31:78-93.
21. Passos LBP, et al. Importância das soluções irrigadoras nos sistemas de canais radiculares. *Rev Iberoam Humanid Cienc Educ*. 2022;8(9). doi:10.51891/rease.v8i9.6770.
22. França GM, et al. Uso dos biocerâmicos na endodontia: revisão de literatura. *Rev Cienc Saude*. 2019;17. doi:10.17695/revnevol17n2p45-55.
23. Cordeiro DCF, et al. Clareamento caseiro com peróxido de carbamida em concentrações abaixo de 10%: eficácia clareadora e permeabilidade na câmara pulpar. *Clin Oral Investig*. 2024;28(4):224-34. doi:10.1007/s00784-024-05604-7.
24. Carneiro TS, Favoreto MW, Bernardi LG, Bandeca MC, Borges C, Reis A, et al. Ponta aplicadora e concentração de agente clareador

- autopolimerizável: peróxido de hidrogênio na câmara pulpar, alteração de cor e quantidade de gel utilizado. *Oper Dent.* 2023;48(2):146-54.
25. Cintra LTA, Benetti F, de Azevedo Queiroz ÍO, Ferreira LL, Massunari L, Bueno CRE, et al. Avaliação da citotoxicidade e biocompatibilidade de novo cimento endodôntico à base de resina epóxi contendo hidróxido de cálcio. *J Endod.* 2017;43(12):2088-92.
26. Kasam S, Mariswamy AB. Eficácia de diferentes métodos para remoção de material obturador em retratamento: estudo in vitro. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(6):ZC06-10.
27. Djouiai B, Wolf TG. Fraturas dentárias e de materiais restauradores temporários causadas por Cavit, Cavit W e Coltosol F: estudo in vitro. *BMC Oral Health.* 2021;21(1):74.
28. Pedrosa MDS, Vilela HDS, Rahhal JG, Bueno NP, Lima FS, Nogueira FN, et al. Exposição ao lipopolissacarídeo e a materiais à base de silicato de cálcio afeta o comportamento de células da polpa dentária. *Braz Dent J.* 2022;33(5):9-17..
29. Leung GK, Wong AW, Chu CH, Yu OY. Atualização sobre materiais cimentantes odontológicos. *Dent J (Basel).* 2022;10(11).
30. Heboyan A, Vardanyan A, Karobari MI, Marya A, Avagyan T, Tebyaniyan H, et al. Cimentos de cimentação odontológica: revisão abrangente atualizada. *Molecules.* 2023;28(4).
31. Ghasemi N, Yavari H, Samiei M, Asl Aminabadi N, Dabbaghi Tabriz F, Taheri S, et al. Efeito de três medicamentos intracanaís utilizados na regeneração pulpar na resistência de união por push-out do MTA e da

- mistura enriquecida com cálcio: estudo in vitro. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2022;16(1):40-4.
32. Araújo LP, da Rosa WL, de Araujo TS, Immich F, da Silva AF, Piva E. Efeito de uma barreira intraorifício em dentes tratados endodonticamente: revisão sistemática e meta-análise de estudos in vitro. *Biomed Res Int*. 2022;2022:2789073.
33. Lago IRF, Clementino MG, Melo M. Uso do ultrassom em endodontia: revisão de literatura. *Res Soc Dev*. 2023;12(10):e149121043410.
34. Nagendrababu V, Murray PE, Ordinola-Zapata R, Peters OA, Rôças IN, Siqueira JF Jr, Priya E, Jayaraman J, Pulikkotil SJ, Camilleri J, Boutsoukis C, Rossi-Fedele G, Dummer PMH. Diretrizes PRILE 2021 para relato de estudos laboratoriais em Endodontia: desenvolvimento baseado em consenso. *Int Endod J*. 2021;54(9):1482-1490. doi:10.1111/iej.13542.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha do material de barreira cervical influencia diretamente a capacidade de impedir ou permitir a passagem do peróxido de hidrogênio para os tecidos dentinários durante o clareamento interno, afetando assim o grau de penetração do agente clareador. Resinas compostas fluidas e cimentos de ionômero de vidro demonstraram capacidade seladora superior. Em contraste, materiais temporários (óxido de zinco-eugenol e fosfato de zinco) permitiram maior penetração do peróxido. Apesar dessas diferenças, todos os materiais promoveram um clareamento eficaz, com a mudança de cor mais pronunciada observada após quatro semanas. Portanto, a escolha do material de barreira correto é essencial para maximizar o sucesso estético dos procedimentos de clareamento interno.

5. REFERÊNCIAS

Abbott PV. Considerações estéticas em endodontia: clareamento interno. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1997;9:833–840. doi: **não disponível**

Albrecht L, et al. Processamento de dentes em banco de dentes humanos – proposta de protocolo. *RSBO*. 2013;10(4):386-93. doi: **não disponível**

Amer M. Clareamento intracoronário de dentes – revisão e diretrizes de tratamento. *Aust Dent J*. 2023;68(Suppl 1):S141-S152. doi: **10.1111/adj.12989**

Araújo LP, et al. Efeito de uma barreira intraorifício... *Biomed Res Int*. 2022;2022:2789073. doi: **10.1155/2022/2789073**

Carneiro TS, et al. Ponta aplicadora... *Oper Dent*. 2023;48(2):146-54. doi: **10.2341/21-200-L**

Centers for Disease Control and Prevention. Diretrizes... *MMWR Recomm Rep*. 2003;52:1-61. doi: **não disponível**

Cintra LTA, et al. Avaliação da citotoxicidade... *J Endod*. 2017;43(12):2088-92. doi: **10.1016/j.joen.2017.08.012**

Cordeiro DCF, et al. Clareamento caseiro... *Clin Oral Investig*. 2024;28(4):224-34. doi: **10.1007/s00784-023-05274-5**

Costa AP, et al. Comparação de dois tampões cervicais... *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2010;64(5):391-4. doi: **não disponível**

Crozeta B, et al. Ultrassom em endodontia... *Rev Odontol Bras Cent*. 2022;31:78-93. doi: **não disponível**

Djouiai B, Wolf TG. Fraturas dentárias... *BMC Oral Health*. 2021;21(1):74. doi: **10.1186/s12903-021-01436-4**

Feiz A, et al. Efeito de bases protetoras... *Front Dent*. 2023;20:14. doi: **10.18502/fid.v20i14.12309**

França GM, et al. Uso dos biocerâmicos... *Rev Cienc Saude*. 2019;17. doi: **não disponível**

Freitas EV, et al. Abertura coronária... *Rev Fac Odontol.* 1996;37(1):6-8. **doi: não disponível**

Ghasemi N, et al. Medicamentos intracanaís... *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2022;16(1):40-4. **doi: 10.34172/joddd.2022.007**

Heboyan A, et al. Cimentos de cimentação... *Molecules.* 2023;28(4). **doi: 10.3390/molecules28041759**

Kasam S, Mariswamy AB. Remoção de material obturador... *J Clin Diagn Res.* 2016;10(6):ZC06-10. **doi: 10.7860/JCDR/2016/17302.7963**

Lago IRF, et al. Ultrassom em endodontia... *Res Soc Dev.* 2023;12(10):e149121043410. **doi: 10.33448/rsd-v12i10.43410**

Leung GK, et al. Materiais de cimentação... *Dent J (Basel).* 2022;10(11). **doi: 10.3390/dj10110194**

Nagendrababu V, et al. Diretrizes PRILE 2021... *Int Endod J.* 2021;54(9):1482-1490. **doi: 10.1111/iej.13585**

Novais LSF, Santos HYFT. Clareamento interno... *Rev Iberoam Humanid Cienc Educ.* 2023;9(10):2431-2448. **doi: não disponível**

Oskoe SS, et al. Barreiras intraorifício... *J Endod.* 2018;44. **doi: 10.1016/j.joen.2018.02.002**

Paiva PRS, et al. Clareamento interno... *Salusvita.* 2021;40:118-45. **doi: não disponível**

Passos LBP, et al. Soluções irrigadoras... *Rev Iberoam Humanid Cienc Educ.* 2022;8(9). **doi: não disponível**

Pedrosa MDS, et al. Lipopolissacarídeo... *Braz Dent J.* 2022;33(5):9-17. **doi: 10.1590/0103-6440202204706**

Sakali B, et al. Penetração de agentes clareadores... *BMC Oral Health.* 2022;22:266. **doi: 10.1186/s12903-022-02261-7**

Santos LLR, et al. Instrumentação mecanizada... *Res Soc Dev.* 2023;12(4):e18012440916. **doi: 10.33448/rsd-v12i4.40916**

Schwendler A, et al. Clareamento em dentes tratados... *Rev Fac Odontol.* 2013;54:24-30. **doi: não disponível**

Sethi AK, et al. Conhecimento sobre dentes extraídos... *J Int Soc Prev Community Dent.* 2018;8(6):488-94. **doi: 10.4103/jispcd.JISPCD_270_18**

Silva WH, et al. Cimento resinoso autoadesivo... *Arq Odontol.* 2021;57:e02. **doi: 10.7308/aodontol/2021.57.e02**

Vardasca IS, et al. Peróxido de hidrogênio... *Clin Oral Investig.* 2024;28(3):171. **doi: 10.1007/s00784-023-05171-x**

Vosoughhosseini S, et al. Ionômero vs MTA... *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2011;16(7):e1017-21. **doi: 10.4317/medoral.17264**

Zarean P, et al. MTA, CEM e Biodentine... *Int J Dent.* 2020;2020:8896740. **doi: 10.1155/2020/8896740**

Zarenejad N, et al. Microinfiltração coronária... *Dent Res J (Isfahan).* 2015;12(6):581-8. **doi: não disponível**

6. APÊNDICES

APÊNDICE 1- PARECER APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

UNIVERSIDADE TUIUTI DO
PARANÁ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA BARREIRA CERVICAL NA PENETRAÇÃO DE AGENTES CLAREADORES

Pesquisador: THALITA DE PARIS MATOS BRONHOLO

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 85934624.6.0000.8040

Instituição Proponente: SOCIEDADE CIVIL EDUCACIONAL TUIUTI LIMITADA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.495.583

Apresentação do Projeto:

De acordo com as informações básicas do projeto: "A reabsorção cervical externa da raiz é uma das desvantagens do procedimento clareador. Existem diversos mecanismos que podem ser responsáveis por desencadear essa reabsorção, como a ação química e física dos materiais utilizados, além da morfologia da junção amelocementária. Para garantir uma maior segurança, é essencial a utilização de um tampão cervical para evitar a difusão do agente clareador e prevenir a reabsorção cervical externa. Objetivo: Avaliar in vitro a concentração ($\mu\text{g/mL}$) de peróxido de hidrogênio na câmara pulpar através de espectrofotômetro UV-VIS. e a eficácia clareadores, através de espectrofotômetro digital de dentes humanos extraídos submetidos ao clareamento de consultório utilizando diferentes tampões cervicais. Material e Métodos: Serão realizados tratamentos endodônticos em 100 caninos previamente extraídos. Esses dentes serão divididos aleatoriamente em 5 grupos, cada um recebendo um tampão cervical específico de acordo com as instruções do fabricante. Posteriormente, os dentes serão submetidos ao clareamento dental. Após a inserção, os dentes serão submetidos a testes de permeabilidade e avaliação de cor utilizando um espectrofotômetro UV-VIS e digital. A análise estatística será conduzida utilizando análise de variância de dois fatores para todos os dados coletados."

Objetivo da Pesquisa:

De acordo com as informações básicas do projeto:

Endereço: Rua Sidnei A. Rangel Santos, 245 - Bloco Proppe, sala 04 - Térreo
Bairro: SANTO INACIO **CEP:** 82.010-330
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3331-7668 **Fax:** (41)3331-7668 **E-mail:** comitedeetica@utp.br

UNIVERSIDADE TUIUTI DO
PARANÁ



Continuação do Parecer: 7.495.583

"Objetivo Primário:

Avaliar in vitro a concentração ($\mu\text{g/mL}$) de peróxido de hidrogênio na câmara pulpar através de espectrofotômetro UV-VIS. e a eficácia clareadores, através de espectrofotômetro digital de dentes humanos extraídos submetidos ao clareamento de consultório com peróxido de hidrogênio utilizando diferentes tampões cervicais."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

De acordo com as informações básicas do projeto;

"Riscos:

O projeto não apresenta riscos.

Benefícios:

-Segurança: Os testes in vitro são tão seguros quanto os in vivo, a metodologia utilizada oferece uma precisão exata viabilidade ou não dos produtos.

-Qualidade: Oferecer qualidade nos produtos ao consumidor sem que isso envolva qualquer tipo de sofrimento animal

-Controle: Os resultados que podem ser mais relevantes e reprodutíveis, uma vez que o controle do experimento é maior e mais fácil, com uma maior aproximação das características humanas.

-Diversidade de experimentos: a opção possibilita também uma variedade de experimentos, visto que viabiliza o cultivo celular que pode ser retirado diretamente de um animal ou ser humano (células primárias).

-Valorização da vida: Esse tipo de experimento científico não maltrata ou sacrifica animais após a sua realização de ensaios biológicos."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Metodologia Proposta:

Objetivo: Quantificar a difusão do peróxido de hidrogênio até o ápice dental e avaliar a influência de diferentes tampões cervicais na mudança de cor de dentes clareados. **Amostra:** 100 dentes caninos hígidos, selecionados e preparados para garantir padronização. **Procedimento:** * Limpeza e desinfecção: Os dentes serão limpos, desinfetados e armazenados em condições adequadas e descritas na literatura. * Preparo endodôntico: Os canais radiculares serão preparados e obturados de forma padronizada. * Desobturação e tampões cervicais: Os dentes serão divididos em grupos, cada um recebendo um tipo diferente de tampão cervical. * Clareamento: Os dentes serão submetidos à técnica de power bleaching com peróxido de hidrogênio a 35%. * Medida da penetração do peróxido: A quantidade de peróxido de

Endereço: Rua Sidnei A. Rangel Santos, 245 - Bloco Proppe, sala 04 - Térreo
Bairro: SANTO INACIO **CEP:** 82.010-330
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3331-7668 **Fax:** (41)3331-7668 **E-mail:** comitedeetica@utp.br

**UNIVERSIDADE TUIUTI DO
PARANÁ**



Continuação do Parecer: 7.495.583

hidrogênio que atingir o ápice serão medida em cada grupo.

* Avaliação da mudança de cor: A mudança de cor dos dentes será avaliada em diferentes momentos utilizando espectrofotometria.

* Análise: Os dados serão analisados utilizando estatística para comparar a eficácia dos diferentes tampões cervicais na prevenção da penetração do peróxido e na manutenção da cor dos dentes.*Resultados esperados: Espera-se que o estudo identifique o tampão cervical mais eficaz em reduzir a penetração do peróxido de hidrogênio e minimizar a mudança de cor dos dentes após o clareamento.*Importância: Os resultados deste estudo podem contribuir para o desenvolvimento de protocolos de clareamento dental mais seguros e eficazes.

Metodologia de Análise de Dados:

A análise estatística será realizada por meio de análise de variância de dois fatores, para todos os dados avaliados. O teste de Tukey será aplicado para a análise par a par ($\alpha = 0,05$).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos apresentados de acordo com a legislação vigente.

Recomendações:

Todas a solicitações forma adequadas e atendidas.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto pode ser iniciado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2432201.pdf	27/03/2025 15:55:22		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Thalita_02_Justificativa_Ausencia_TCLE.pdf	27/03/2025 15:54:10	THALITA DE PARIS MATOS BRONHOLO	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	CONCORDANCIA_BDH_UFPR_PROF_THALITA_2.pdf	27/03/2025 15:52:16	THALITA DE PARIS MATOS BRONHOLO	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	19/02/2025 17:47:21	THALITA DE PARIS MATOS BRONHOLO	Aceito

Endereço: Rua Sidnei A. Rangel Santos, 245 - Bloco Proppe, sala 04 - Térreo
Bairro: SANTO INACIO **CEP:** 82.010-330
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3331-7668 **Fax:** (41)3331-7668 **E-mail:** comitedeetica@utp.br

UNIVERSIDADE TUIUTI DO
PARANÁ



Continuação do Parecer: 7.495.583

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.doc	02/10/2024 23:29:17	KALIANE RODRIGUES DA CRUZ	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	IMG_0766.png	02/10/2024 15:50:21	KALIANE RODRIGUES DA CRUZ	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CURITIBA, 09 de Abril de 2025

Assinado por:
Maria Cristina Antunes
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Sidnei A. Rangel Santos, 245 - Bloco Proppe, sala 04 - Térreo
Bairro: SANTO INACIO **CEP:** 82.010-330
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3331-7668 **Fax:** (41)3331-7668 **E-mail:** comitedeetica@utp.br

APÊNDICE 2 -TERMO CONCORDÂNCIA DE DOAÇÃO - UNIVERSIDADE



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE - CURSO DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA
Avenida Prefeito Lothário Meissner, 632 - tel: 3360-4042
CEP: 80.210-170 - Jardim Botânico - Curitiba - Paraná - Brasil

CONCORDÂNCIA DA INSTITUIÇÃO COPARTICIPANTE QUE PARTICIPA DO PROJETO QUE ESTÁ SENDO SUBMETIDO AO CEP QUE ENVOLVE DIRETAMENTE PARTICIPANTES HUMANOS

Curitiba, 26 de março de 2025


Senhor (a) Coordenador (a),

Declaro como coordenadora do BIOBANCO DE DENTES HUMANOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (BDH-UFPR), que estou de acordo com a condução do projeto de pesquisa: **AValiação da Barreira Cervical na Penetração de Agentes Clareadores**, sob a responsabilidade da pesquisadora responsável **Profa. Dra. Thalita de Paris Matos Bronholo** da Universidade Tuiuti do Paraná. O presente projeto de pesquisa necessitará de 100 dentes caninos, hígidos e acondicionados em solução de cloramina, armazenados no BDH-UFPR. O presente projeto será realizado tão logo o projeto seja aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Tuiuti do Paraná.

Estamos cientes que as amostras da pesquisa serão os dentes do BDH da UFPR, com o devido termo de consentimento livre e esclarecido arquivado no BDH-UFPR, bem como de que o presente trabalho deve seguir a Resolução 466/2012 (CNS) e complementares.

Da mesma forma, estamos cientes que os pesquisadores somente poderão iniciar a pesquisa pretendida após encaminharem, a esta Instituição, uma via do parecer de aprovação do estudo emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Tuiuti do Paraná.

Atenciosamente,



Prof. Dra. Yasmine Mendes Pupo
Coordenadora do Biobanco de Dentes Humanos da UFPR
Professora Adjunta do Departamento de Odontologia Restauradora

APÊNDICE 3-TERMO DE DOAÇÃO - CIRURGIÃO-DENTISTA



Universidade Tuiuti do Paraná

Constituída por Decreto Presidencial de 07 de julho de 1997 - D.O.U nº 128, de 08 de julho de 1997 - Seção 1, Página 14295



MESTRADO
EM ODONTOLOGIA

TERMO DE DOAÇÃO DE DENTES Cirurgião Dentista

Eu, Dr. Fabricio Peçanha Vieira,
cirurgião dentista, inscrito no CRO 36619, com consultório situado na
R. Edmilde Martins Leal, 320 bairro Niterói, cidade
Curitiba, UF PR CEP 81920-100, doo 10 (numero)
dente(s) permanente(s) para a pesquisa científica da aluna do mestrado em odontologia Kalliane
Rodrigues da Cruz (CRO-PR 28048/ CPF 096101369-90), declarando que este(s) dente(s)
foram extraídos por indicação terapêutica, cujos históricos fazem parte dos prontuários dos
pacientes de quem se originam, arquivados sob minha responsabilidade. Estou ciente de que
o(s) mesmo(s) será(ão) utilizado(s) para pesquisa(s), uso clínico, estudo e treinamento pré-
clínico. Caso este(s) dente(s) seja(m) utilizado(s) em pesquisa, esta deverá ter sido previamente
aprovada pela Comissão de Ética em Pesquisa – CEP/UTP, sendo preservada minha identidade
na divulgação do trabalho.

Curitiba 14 de maio de 2025

Dr. Fabricio Peçanha Vieira
Cirurgião dentista
CRO - PR 36619

Assinatura do Cirurgião Dentista doador

Dra. Kalliane R. da Cruz
CRO-PR 28048

Assinatura da Cirurgiã Dentista pesquisadora

Kalliane Rodrigues da Cruz
e-mail: krc.kalliane@gmail.com
telefone: (41)99134-0846

Thalita Matos

Assinatura da Cirurgiã Dentista orientadora

Thalita de Paris Matos Bronholo
e-mail: thalita.bronholo@utp.br
telefone: (41)99115-3192

7. ANEXOS

DESCRIÇÃO DETALHADA DA METODOLOGIA EXPERIMENTAL

A metodologia do presente estudo foi estruturada com base nas diretrizes PRILE 2021 (Preferred Reporting Items for Laboratory Studies in Endodontology).

APROVAÇÃO ÉTICA E PROTOCOLO DE REGISTRO

A presente pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), sob o número de aprovação ética 7.495.583 1). O estudo foi conduzido em conformidade com os princípios éticos da Declaração de Helsinque, que orienta pesquisas envolvendo seres humanos na área da saúde.

SELEÇÃO E OBTENÇÃO DA AMOSTRA

Os dentes utilizados neste estudo foram obtidos por meio de doações voluntárias provenientes do Banco de Dentes da Universidade Federal do Paraná, devidamente autorizado para fins de pesquisa científica, e por meio de doações realizadas por cirurgiões-dentistas atuantes na cidade de Curitiba – PR. Em todos

os casos, os dentes foram doados mediante assinatura do Termo de Concordância e de Doação, garantindo a conformidade com os princípios éticos estabelecidos para o uso de material biológico humano em pesquisas. Foram selecionados 110 dentes caninos uniradiculares humanos extraídos, hígidos, sem restaurações, trincas ou lesões cariosas visíveis, para compor a amostra do presente estudo. Com o objetivo de padronizar os espécimes utilizados, todos os dentes foram previamente avaliados por meio de microscopia óptica com ampliação de 10x (Lambda LEB-3, ATTO Instrumentos, Hong Kong, China). Foram incluídos no estudo apenas dentes hígidos, com anatomia coronária e radicular preservada, e coloração igual ou mais escura que a escala A2, conforme determinado por espectrofotometria digital (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha). Foram excluídos dentes que apresentavam trincas, fissuras ou alterações morfológicas em coroa e/ou raiz, bem como aqueles com tonalidade mais clara que A2.

LIMPEZA E DESINFECÇÃO DOS DENTES

Os dentes foram submetidos à limpeza prévia realizada conforme as diretrizes do Centers for *Disease Control and Prevention* e da *American Dental Association* (14,15). Para tanto, foram utilizados escovae sabão detergente enzimático (ZYMEDET GOLD-

PROLINK, São Paulo, Brasil), seguidos de enxágue em água potável corrente durante um minuto. Depois, foi feita a remoção dos cálculos e restos (19) ósseos por meio da raspagem da superfície com aparelho e pontas de ultrassom (MICRODONT- São Paulo, Brasil) sob refrigeração.

Ambos foram submersos em solução de cloramina 0,5% e, após, armazenados em geladeira a 4°C, uma vez que processos de esterilização poderiam interferir nas propriedades físico-químicas do dente, tornando-o impróprio para fins de pesquisa (16).

Aqui está o texto revisado conforme solicitado (sem numeração dos títulos, sem tabela e com referências mantidas entre parênteses):

CÁLCULO DO TAMANHO DA AMOSTRA

O objetivo primário deste estudo in vitro foi quantificar a concentração de peróxido de hidrogênio presente na câmara pulpar de dentes humanos extraídos, após o clareamento com gel de peróxido de hidrogênio a 35%, utilizando diferentes materiais como barreira cervical. Com base nos resultados de um estudo anterior (17), no qual dentes hígidos foram submetidos ao clareamento dental com o mesmo agente clareador utilizado neste estudo (Whiteness HP Automixx Plus, FGM, Joinville, SC, Brasil), constatou-se a presença de $0,202 \pm 0,073$ µg/mL de peróxido de hidrogênio na câmara pulpar.

Para detectar uma variação de até 50% para mais ou para menos, foi necessário selecionar no mínimo 9 dentes em cada grupo, considerando um teste bilateral com nível de significância de 0,05 e poder estatístico de 80%. Um dente extra foi adicionado a cada grupo para compensar possíveis perdas, totalizando assim 10 dentes em cada grupo experimental.

PREPARO E TRATAMENTO ENDODÔNTICO

Todo preparo foi realizado por um único operador, garantindo a padronização dos procedimentos. Cada dente foi submetido a dois exames radiográficos: o primeiro realizado antes do início do protocolo experimental, e o segundo após a obturação, com o objetivo de verificar a integridade e a qualidade do selamento endodôntico.

A abertura coronária de todos os dentes foi realizada com a ponta esférica diamantada 1014 (KG Sorensen, Barueri, São Paulo, Brasil). A forma de contorno e conveniência foi confeccionada com a ponta diamantada 3081 (KG Sorensen, Barueri, São Paulo, Brasil) para perfeita visualização do canal radicular, de maneira que os instrumentos entrassem de forma reta no interior dos canais radiculares e não ficasse nenhum teto de câmara pulpar (18).

Em todos os dentes, a exploração inicial foi realizada com um instrumento do tipo K #10 (CPilot VDW, Alemanha). O comprimento real do dente foi determinado quando a extremidade do instrumento foi visualizada coincidente com o forame apical, com o auxílio de um microscópio operatório com aumento de 8 vezes (Lambda LEB-3, ATTO Instrumentos, Hong Kong, China). A partir dessa medida, o limite de trabalho foi estabelecido em 1 mm aquém do comprimento real (19).

O motor utilizado para o preparo do conduto foi o Woodpecker Ai motor (China), seguindo a programação do aparelho própria para o instrumento utilizado.

O preparo do canal foi realizado inicialmente com a lima V-FILE #25 (TDKaFILES NIC Superline, Shenzhen, China), seguida da lima V-FILE #40 (TDKaFILES NIC Superline, Shenzhen, China), ambas empregadas através do movimento recíprocante. A cinemática utilizada consistiu na introdução da lima acionada com três movimentos de “bicada” até o terço médio, seguida da irrigação com 3 ml de hipoclorito de sódio a 1% (Fórmula e Ação, São Paulo, SP, Brasil), aplicada com seringa e ponta NaviTip 29 gauge (Ultradent Products, South Jordan, UT, EUA).

Essa sequência foi repetida até que a lima alcançasse o terço apical e, posteriormente, o comprimento de trabalho. Ao final do

preparo, foi realizada a agitação ultrassônica com hipoclorito de sódio a 2,5%, seguida por EDTA a 17% e nova aplicação de hipoclorito (19,20,21).

Os canais foram secos com pontas de papel e obturados pela técnica de compressão hidráulica associada à condensação lateral ativa, utilizando cimento AH Plus (22). Após a obturação, foi realizada limpeza com álcool 70% e restauração com resina composta. Os dentes foram armazenados por 72 horas (22).

DESOBTURAÇÃO E CONFECÇÃO DOS TAMPÕES CERVICAIS

Após o tratamento endodôntico, os dentes foram numerados e distribuídos aleatoriamente em grupos experimentais (n = 10), com randomização em blocos e ocultação da alocação. O operador não pôde ser cegado, porém os avaliadores foram cegados quanto aos grupos e momentos de avaliação.

Foi realizada a desobturação cervical de 3 mm com brocas Largo nº 1, 2 e 3 (Dentsply Sirona) (23,24,25,26).

Os grupos foram organizados conforme o material de barreira cervical: controle negativo (sem barreira e sem clareamento) (27), controle positivo (sem barreira + clareamento) (28), Coltosol (23), IRM (29), fosfato de zinco (15), resina composta fluida (30), ionômero de vidro (30), ionômero modificado por resina (30), MTA (31,32),

cimento biocerâmico (31,32) e cimento resinoso autoadesivo (31,32). Todos foram aplicados com espessura padronizada de 3 mm.

MUDANÇA DE COR INICIAL

Para padronização, foram confeccionadas moldagens com silicone de adição e uma janela de 6 mm foi criada na face vestibular (17).

As coordenadas L^* , a^* e b^* foram mensuradas com espectrofotômetro digital. O índice WID foi calculado pela fórmula:
$$WID = 0,551 \times L - 2,324 \times a - 1,1 \times b$$
 (17).

OBTENÇÃO DA CURVA ANALÍTICA

Foi construída uma curva de calibração a partir de solução de peróxido de hidrogênio a 35%, com diluições seriadas e leitura em espectrofotômetro UV-Vis. A concentração foi determinada por titulação com permanganato de potássio (17).

PENETRAÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NO ÁPICE DENTAL

Os espécimes foram submetidos ao clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% por 50 minutos, em duas sessões com intervalo de 7 dias.

A solução tampão foi utilizada para captar o peróxido que atingisse o ápice. Após o procedimento, a concentração foi determinada por espectrofotometria, baseada na Lei de Beer (17).

AVALIAÇÃO FINAL DA MUDANÇA DE COR

Os dentes foram mantidos em saliva artificial a 37 °C. As medições finais de cor foram realizadas após uma e duas semanas.

A diferença de cor foi calculada pelas fórmulas ΔE_{ab} , ΔE_{00} e ΔWID . Foram considerados perceptíveis valores de $\Delta E_{ab} > 2,7$, $\Delta E_{00} > 1,8$ e $\Delta WID > 2,6$.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade foi avaliada pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Bartlett. Foram utilizados ANOVA, teste de Dunnett e teste de Tukey. Para mudança de cor, foi aplicada ANOVA bidirecional. O nível de significância adotado foi $\alpha = 0,05$ (SPSS v22.0).