



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



Elisângela Maria Pereira de Souza

**Clareamento intracoronário: análise de diferentes protocolos, técnicas
restauradoras e confecção da barreira cervical**

Araraquara

2024



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



Elisângela Maria Pereira de Souza

Clareamento intracoronário: análise de diferentes protocolos, técnicas restauradoras e confecção da barreira cervical

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

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

Araraquara

2024

S729c Souza, Elisângela Maria Pereira de
Clareamento intracoronário: análise de diferentes protocolos,
técnicas restauradoras e confecção da barreira cervical /
Elisângela Maria Pereira de Souza. -- Araraquara, 2024
36 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara
Orientador: Marcelo Ferrarezi de Andrade

1. Clareadores dentários. 2. Cimentos de ionômero de vidro.
3. Endodontia. 4. Peróxido de hidrogênio. 5. Resistência à
flexão. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

Elisângela Maria Pereira de Souza

Clareamento intracoronário: análise de diferentes protocolos, técnicas restauradoras e confecção da barreira cervical

Comissão julgadora

Tese para obtenção do grau de Mestre em Ciências Odontológicas

Presidente e orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

2º Examinador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

3º Examinador: Profa. Dra. Eliane Cristina Gulin de Oliveira

Araraquara, 01 de março de 2024.

DADOS CURRICULARES

Elisângela Maria Pereira de Souza

NASCIMENTO: 26 de janeiro de 1987 – Manhuaçu/MG

FILIAÇÃO: Eli do Carmo Pereira e Joana Darc Pereira

2011-2014: Graduação em Odontologia

Universidade Iguaçu – UNIG

Título: Restabelecimento estético de dentes antero-superiores

Orientador: Profa. Sandra Márcia da Silva Linhares

2013-2013: Aperfeiçoamento em Endodontia

Instituto Dentalis, LTDA

Título: Atualização e Aperfeiçoamento em Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

2015-2016: Especialização em Endodontia

Faculdade Redentor - FACREDENTOR

Título: A importância do selamento coronário

Orientador: Prof. Dr. Jardel Camilo do Carmo Monteiro

2015-2016: Especialização em Dentística Restauradora

Faculdade Redentor - FACREDENTOR

Título: Revisão literária do uso de zircônia em restaurações.

Orientador: Fabio Coutinho dos Santos

2023-2024: Mestrado em Ciências Odontológicas

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

Título: Clareamento intracoronário: análise de diferentes protocolos, técnicas restauradoras e confecção da barreira cervical

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus. É Ele que abre portas e faz infinitamente mais do que aquilo que poderíamos imaginar ou pedir.

Agradeço ao meu esposo amado, meu amigo, apoiador e companheiro em todos os momentos. Aos meus filhos, pela compreensão nos momentos de ausência. Aos meus amados e queridos pais, que me ajudaram a dar os primeiros passos rumo a este caminho que trilho hoje.

Ao meu estimado professor Milton Carlos Kuga, que é um exemplo de ser humano, bondoso, de um coração enorme, que sempre está disponível a auxiliar todos a sua volta. À minha cara colega, Mariana Gelio, com sua generosidade imensurável, que sempre foi uma benção em minha vida desde o começo dessa trajetória no mestrado.

Ao meu orientador, professor Marcelo Ferrarezi de Andrade, agradeço o apoio de sempre!

Meu muito obrigada a todos vocês! Levarei cada um comigo no coração como parte dessa história!

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

Souza EMP. Clareamento intracoronário: análise de diferentes protocolos, técnicas restauradoras e confecção da barreira cervical [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

RESUMO

Objetivo: Avaliar diferentes técnicas de confecção da barreira cervical e diferentes agentes clareadores interno associado a procedimentos restauradores distintos.

Materiais e Métodos: No primeiro estudo, sessenta dentes bovinos extraídos foram divididos em seis grupos ($n = 10$). Após a obturação do canal radicular, uma barreira de ionômero de vidro foi realizada na junção cimento-esmalte. Depois, as câmaras pulpares foram preenchidas com: G1: restauração com RC; G2: restauração com CIV; G3: Perborato de sódio + DW + restauração com RC; G4: Perborato de sódio + HP + restauração com RC; G5: Percarbonato de sódio + DW + restauração com CIV; G6: Percarbonato de sódio + HP + restauração com CIV. Os agentes clareadores foram substituídos após 7 dias, e os dentes foram mantidos em saliva artificial por mais 7 dias. Após, as cavidades de acesso coronário foram restauradas com ionômero de vidro. As coroas foram submetidas a carga de compressão a uma velocidade de cabeça cruzada de 0,5 mm/min posicionada a 135° ao eixo longo da raiz por uma máquina de teste EMIC até a fratura coronária. Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste ANOVA e Tukey ($p=0,05$). No segundo, 40 espécimes de dentes bovinos foram obtidos após corte transversal do canal radicular. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos ($n=10$), variando o material utilizado para confecção do tampão cervical: G1: fosfato de zinco (controle), G2: ionômero de vidro Ketac, G3: ionômero de vidro Vitrebond e G4: ionômero de vidro GC GL. Após 24 horas, os espécimes foram submetidos à aplicação de peróxido de carbamida 37% por 21 dias, trocados a cada 7 dias e armazenados em câmara pulpar artificial. Os espécimes foram então submetidos a testes de resistência de união push-out com uma máquina de testes eletromecânicos e o modo de falha em cada espécime foi analisado com microscopia confocal (LEXT). **Resultados:** Não foram observadas diferenças na resistência à fratura entre os grupos experimentais ($P>0,05$). G3 e G4 apresentaram valores de resistência de união superiores aos demais grupos ($p < 0,05$) e foram semelhantes entre si ($p > 0,05$). G1 apresentou o menor valor de resistência de união ($p < 0,05$). **Conclusão:** Aguardar sete dias para realizar a restauração final após o clareamento interno favorece a resistência a fratura do elemento dentário. Os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina apresentaram os maiores valores de resistência de união à dentina do canal radicular.

Palavras-chave: Clareadores dentários. Cimentos de ionômero de vidro. Endodontia. Peróxido de hidrogênio. Resistência à flexão.

Souza EMP. Intracoronar whitening: analysis of different protocols, restorative techniques and construction of the cervical barrier [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

ABSTRACT

Objective: To evaluate different techniques for creating the cervical barrier and different internal bleaching agents associated with different restorative procedures.

Materials and Methods: In the first study, sixty extracted bovine teeth were divided into six groups (n = 10). After filling the root canal, a glass ionomer barrier was placed at the cemento-enamel junction. Afterwards, the pulp chambers were filled with: G1: restoration with RC; G2: restoration with GIC; G3: Sodium perborate + DW + restoration with RC; G4: Sodium perborate + HP + restoration with RC; G5: Sodium percarbonate + DW + GIC restoration; G6: Sodium percarbonate + HP + GIC restoration. The bleaching agents were replaced after 7 days, and the teeth were kept in artificial saliva for another 7 days. Afterwards, the coronary access cavities were restored with glass ionomer. The crowns were subjected to compressive loading at a crosshead speed of 0.5 mm/min positioned at 135° to the long axis of the root by an EMIC testing machine until crown fracture. The data were statistically analyzed using the ANOVA and Tukey test (p=0.05). In the second, 40 specimens of bovine teeth were obtained after transverse cutting of the root canal. The specimens were randomly divided into four groups (n=10), varying the material used to make the cervical plug: G1: zinc phosphate (control), G2: Ketac glass ionomer, G3: Vitrebond glass ionomer and G4: ionomer of GC GL glass. After 24 hours, the specimens were subjected to the application of 37% carbamide peroxide for 21 days, changed every 7 days and stored in an artificial pulp chamber. The specimens were then subjected to push-out bond strength testing with an electromechanical testing machine and the failure mode in each specimen was analyzed with confocal microscopy (LEXT). **Results:** No differences in fracture resistance were observed between the experimental groups (P>0.05). G3 and G4 presented higher bond strength values than the other groups (p < 0.05) and were similar to each other (p > 0.05). G1 had the lowest bond strength value (p < 0.05). **Conclusion:** Waiting seven days to perform the final restoration after internal whitening favors the resistance to fracture of the dental element. Resin-modified glass ionomer cements showed the highest values of bond strength to root canal dentin.

Keywords: Tooth bleaching agents. Glass ionomer cements. Endodontics. Hydrogen peroxide. Flexural strength.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 PROPOSIÇÃO.....	10
3 PUBLICAÇÕES.....	11
3.1 Publicação 1	11
3.2 Publicação 2	20
4 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

O clareamento dental interno é considerado um procedimento estético minimamente invasivo, seguro e com excelentes resultados, possibilitando preservação da estrutura dental quando comparada a procedimentos estéticos restauradores^{1,2}. Diferentes técnicas e agentes clareadores foram propostos para realização desse procedimento, que é conhecido desde meados de 1990².

Podemos citar trauma dental, hemorragia pulpar, necrose pulpar, uso de medicamentos intracanal e materiais obturadores como os principais motivos para a ocorrência do escurecimento em dentes tratados endodonticamente¹. Assim, esse procedimento visa clarear a superfície interna, sem ocasionar danos ao dente.

Ao longo dos anos, diferentes agentes clareadores foram propostos na literatura com efeito de reduzir os danos que, ocasionalmente, o clareamento interno poderá causar ao elemento dentário, como por exemplo o enfraquecimento da estrutura dentária¹. Mas no geral, todos os produtos disponíveis após a reação química, liberam peróxido de hidrogênio, que atua como agente oxidante, quebrando as ligações duplas de carbono, tornando-os moléculas menores, causando a percepção de um dente mais claro²⁻⁶.

A literatura ainda é controversa quanto aos efeitos deletérios que o procedimento poderá causar às estruturas dentárias. Alguns estudos demonstram que os agentes clareadores podem alterar a morfologia do esmalte⁴⁻⁶. No entanto, parece que esses efeitos são transitórios¹ e que, após a remineralização realizada pela saliva, o esmalte tende a ter sua morfologia inalterada⁷.

Em relação a dentina, a literatura mostra que pode haver diminuição da quantidade de cálcio e fosfato e degradação do colágeno^{8,9}. No entanto, alguns estudos mostraram que quando o procedimento foi realizado com perborato de sódio adicionado à água ou ao peróxido de hidrogênio, não houve alterações na morfologia e composição da dentina^{8,10}.

Quando se trata de procedimentos restauradores adesivos, radicais livres liberados pela reação química do peróxido de hidrogênio podem afetar a polimerização dos compósitos resinosos, levando a uma falha na união entre o material adesivo e restaurador com o substrato dentinário¹¹⁻¹³. Assim, é recomendável que aguarde um tempo para realizar o procedimento restaurador. No entanto, a literatura ainda é controversa quanto ao tempo de espera^{14,15}.

Apesar de ser um procedimento simples e pouco invasivo, o cuidado prévio ao realizar o procedimento clareador é de extrema importância para que não ocorra danos a raiz dental ou ao periodonto adjacente¹⁶. Se não houver um selamento cervical adequado, moléculas do peróxido de hidrogênio podem facilmente infiltrar a região apical e do periodonto, ocasionando reabsorção radicular³, por reduzir o pH, tornando o ambiente propício para ação dos osteoclastos¹⁷.

Assim, a difusão das moléculas reativas na estrutura dentária deve ser limitada ao máximo. Para isso, a confecção de uma barreira cervical deve ser essencial para reduzir danos a estrutura dentária^{17,18}. Diversos materiais foram propostos para confecção dessa barreira, desde cimentos de fosfato de zinco, cimentos de ionômero de vidro, cimentos de silicato de cálcio e até mesmo resinas compostas¹⁹. No entanto, esses materiais devem possuir boa adesão a dentina radicular e não ocorrer degradação após o contato com os agentes clareadores²⁰⁻²³.

Os cimentos de ionômero de vidro são materiais bem recomendados para a confecção da barreira cervical, pois possuem boa adesão ao substrato dentinário e coeficiente de expansão térmica semelhante à estrutura dentária²⁴. Entretanto, apresenta desvantagens como baixa resistência mecânica²⁵. Como proposta de melhoria a esses materiais, monômeros resinosos foram incorporados à sua composição²⁶.

Se o procedimento clareador intracoronário interfere na adesão do material restaurador ao substrato dentinário, outras alternativas restauradoras deverão ser avaliadas para minimizar os problemas de falha na adesão que poderá ocorrer nesse procedimento. Além disso, a difusão das moléculas do peróxido de hidrogênio deve ser limitada ao máximo, pela confecção de uma barreira cervical adequada. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar diferentes técnicas de confecção da barreira cervical e diferentes agentes clareadores interno associado a procedimentos restauradores distintos.

2 PROPOSIÇÃO

A pesquisa realizada gerou a publicação de dois artigos, os quais seguem as proposições abaixo.

Publicação 1: Avaliar o clareamento intracoronário utilizando os agentes clareadores percarbonato de sódio ou perborato de sódio sobre a resistência à fratura dentária, utilizando diferentes solventes e materiais restauradores após o término do procedimento clareador.

Publicação 2: Avaliar a resistência push-out de um cimento de ionômero de vidro convencional (Ketac) e dois ionômeros de vidro modificados por resina (GC Gold Label e Vitrebond) na dentina cervical, quando utilizados como material de tampão cervical após clareamento dental interno com peróxido de carbamida 37%.

3 PUBLICAÇÕES

Os resultados provenientes da realização da pesquisa resultaram os dois artigos abaixo.

3.1 Publicação 1*

INFLUÊNCIA DO CLAREAMENTO INTERNO NA RESISTÊNCIA À FRATURA CORONÁRIA COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS RESTAURADORAS

Resumo

Objetivo: Avaliar diferentes métodos de clareamento dental intracoronário com percarbonato de sódio ou perborato de sódio associado ao uso de água destilada (DW) ou peróxido de hidrogênio (HP), avaliando a resistência a fratura em dentes restaurados com resina composta (RC) ou cimento de ionômero de vidro (CIV).

Materiais e métodos: Sessenta dentes bovinos extraídos foram divididos em quatro grupos experimentais e dois controles (n = 10) após o tratamento endodôntico. Após a obturação do canal radicular, uma barreira de ionômero de vidro foi realizada na junção cimento-esmalte. Depois disso, as câmaras pulpares foram preenchidas com: G1: restauração com RC; G2: restauração com CIV; G3: Perborato de sódio + DW + restauração com RC; G4: Perborato de sódio + HP + restauração com RC; G5: Percarbonato de sódio + DW + restauração com CIV; G6: Percarbonato de sódio + HP + restauração com CIV. Os agentes clareadores foram substituídos após 7 dias, e os dentes foram mantidos em saliva artificial por mais 7 dias, após os quais as pastas foram removidas e as cavidades de acesso coronário foram restauradas com ionômero de vidro. As coroas foram submetidas a carga de compressão a uma velocidade de cabeça cruzada de 0,5 mm/min posicionada a 135° ao eixo longo da raiz por uma máquina de teste EMIC até a fratura coronária. Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste ANOVA e Tukey (p=0,05). **Resultados:** Não foram observadas diferenças na resistência à fratura entre os grupos experimentais (P>0,05). **Conclusão:** Aguardar sete dias para realizar a restauração final após o clareamento interno favorece a resistência a fratura do elemento dentário

Palavras chaves: Clareamento Dental. Resina Composta. Cimentos de Ionômero de Vidro. Resistência à Fratura.

* Formatação de acordo com as normas do periódico *Cuadernos de Educación y Desarrollo* para o qual foi submetido.

1. Introdução

As técnicas de clareamento dentário estão em constante evolução, buscando à incorporação de novos materiais e o desenvolvimento de procedimentos mais seguros e confiáveis para os pacientes. Agentes clareadores, tais como peróxido de hidrogênio (HP), peróxido de carbamida (CP) e perborato de sódio (PS), atualmente empregados, têm demonstrado eficácia no branqueamento dental (AMER, 2023). Contudo, a segurança e a efetividade desses agentes estão diretamente relacionadas à concentração do produto.

Técnicas como o "*walking bleach*", aplicadas em dentes tratados endodonticamente, envolvem a manipulação desses agentes, cujas concentrações variam de 3 a 30%, sendo acondicionados na câmara pulpar e utilizados como veículo de mistura a água ou o próprio peróxido de hidrogênio (ATTIN, 2003). Uma alternativa viável consiste na utilização do percarbonato de sódio (PC), já empregado na odontologia em formulações comerciais de cremes dentais para branqueamento, bem como em pincéis e tiras para branqueamento caseiro (EPPLÉ, 2019; NAIDU, 2020).

O oxigênio ativo, desencadeado nas reações dos géis clareadores aplicados sobre a estrutura dentária, gera a oxidação de moléculas orgânicas pigmentadas (ALKAHTANI, 2020). Este oxigênio atua na quebra das moléculas cromóforas, reduzindo seu tamanho e, conseqüentemente, promovendo o branqueamento dental e aumentando a translucidez dos dentes, apresentando uma aparência mais natural (FIORILLO, 2019). O percarbonato de sódio, ao se dissociar, resulta em carbonato de sódio (Na_2CO_3) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (ZOYA, 2019). Em comparação ao perborato de sódio, o percarbonato de sódio apresenta uma disponibilidade de oxigênio 30% superior. Contudo, sua eficácia é semelhante ao perborato de sódio, que foi desencorajado devido à sua propensão para desencadear reabsorção radicular resultante da difusão de peróxido em concentrações elevadas, comprometendo sua segurança biológica (AR, 2002; FRANK, 2022).

O perborato de sódio pode ser veiculado por água ou PH, não havendo distinções significativas entre eles (KANEKO, 2000). A literatura documenta que procedimentos de branqueamento podem afetar a resistência à fratura e a microdureza dentária (KUGA, 2012; DE ALMEIDA, 2023), embora ainda exista uma lacuna de informações relativas ao intervalo que esses dentes devem ser restaurados.

Por isso, o objetivo desse estudo foi avaliar o clareamento intracoronário com percarbonato de sódio ou perborato de sódio sobre a resistência à fratura, utilizando

diferentes solventes. A hipótese nula testada é de que os agentes branqueadores manipulados com diferentes solventes não terão influência sobre a resistência a fratura em dentes restaurados com resina composta ou cimento de ionômero de vidro.

2. Materiais e Métodos

2.1 Preparo dos espécimes

Sessenta incisivos bovinos com dimensões semelhantes foram selecionados e limpos com pedra-pomes e água e mantidos em solução de timol a 0,1% a 4°C até o momento de uso.

2.2 Protocolos de avaliação

Os espécimes foram tratados endodonticamente de forma similar ao descrito por KUGA, 2012. Em seguida, as raízes foram incluídas até a junção cimento-esmalte em uma matriz de PVC com dimensões 16,5 mm × 20 mm e preenchidas com resina de polimetilmetacrilato (Classic Jet, São Paulo, SP, Brasil), permanecendo em repouso por 24 h até a sua completa polimerização (KUGA, 2012)

Após, foi realizado o acesso coronário com broca esférica diamantada #1014 (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) e remoção de 3 mm de guta-percha. Logo após, foi realizado selamento cervical ao nível da junção cimento-esmalte com cimento de ionômero de vidro (CIV; Vidrion R; SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Os espécimes foram randomizados e divididos aleatoriamente em seis grupos (n=10):

G1 Controle (coroa restaurada com Z350): Após a finalização do tratamento endodôntico, a cavidade foi restaurada com resina composta (Filtek Z350, 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil). Para isso, a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 37% por 15 s (Codac 37, FGM, Joinville, SC, Brasil), e um sistema adesivo condiciona-e-lava (Adper Scotchbond Multipurpose, 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil) foi aplicado e fotopolimerizado por 40 s.

G2 Controle (coroa restaurada com CIV): Após a finalização do tratamento endodôntico, a cavidade foi restaurada com cimento de ionômero de vidro (Vidrion R; SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).

G3 PS-DW (perborato de sódio + água destilada + restauração com Z350): Após a finalização do tratamento endodôntico, foi realizada a remoção de 3 mm de

guta-percha do canal radicular e selamento cervical com cimento de ionômero de vidro (Vidrion R; SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Em seguida, 2g de perborato de sódio (Whiteness Perborato; FGM, Joinville, SC, Brasil) foi misturado a 1 ml de água destilada, e levado a câmara pulpar. O material foi coberto com uma bolinha de algodão e os espécimes foram temporariamente selados com ionômero de vidro autopolimerizável e mantidos em saliva artificial por 7 dias a 37°C. Após esse período, o acesso coronário foi aberto e a câmara pulpar foi lavada abundantemente com água destilada e seca com ar. O agente clareador foi substituído por uma nova mistura, o acesso coronário foi selado provisoriamente e os espécimes foram recolocados em saliva artificial por mais 7 dias, totalizando 14 dias de tratamento.

Sete dias após o final do tratamento, a cavidade foi restaurada com resina composta (Filtek Z350, 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil). Para isso, a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 37% por 15 s (Condac 37, FGM, Joinville, SC, Brasil), e um sistema adesivo condiciona-e-lava foi aplicado (Adper Scotchbond Multipurpose, 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil) e fotopolimerizado por 40 s.

G4 PS-HP (perborato de sódio + peróxido de hidrogênio a 20% + restauração com Z350): Similar ao G3, porém o perborato de sódio (Whiteness Perborato; FGM, Joinville, SC, Brasil) foi misturado com 1 ml de peróxido de hidrogênio a 20% (FGM, Joinville, SC, Brasil).

G5 PC-DW (percarbonato de sódio + água destilada + restauração com CIV): Similar ao G3, porém foi utilizado o percarbonato de sódio (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA) como agente clareador intracoronário, e a restauração final, feita com cimento de ionômero de vidro (Vidrion R; SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), sete dias após o término do procedimento clareador.

G6 PC-HP (percarbonato de sódio + peróxido de hidrogênio a 20% + restauração com CIV): Similar ao G3, porém foi utilizado o percarbonato de sódio (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA) e peróxido de hidrogênio a 20% (FGM Produtos Odontológicos Ltda) como veículo para manipulação do agente clareador intracoronário. A restauração final foi realizada com cimento de ionômero de vidro (Vidrion R; SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), sete dias após o término do procedimento clareador. Os materiais utilizados no estudo estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Nome dos materiais utilizados e sua composição

Nome do material	Composição
Filtek Z250	BisGMA, TEGDMA, Bisfenol A polietileno glicol diéter dimetacrilato, UDMA, Cerâmica silanizada tratada e sílica tratada de silano.
Adesivo 3M ESPE Adper Scotchbond Multiuso	Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato (BisGMA) e 2-hidroxietil metacrilato (HEMA)
Percarbonato de sódio - SIGMA	Hydrogen peroxide sodium carbonate adduct
Ionômero de Vidro para Restauração Vidrion R – SS White	Pó: Fluorsilicato de Sódio Cálcio Alumínio, sulfato de bário, ácido poliacrílico, pigmentos. Líquido: Ácido Tartárico, Água Destilada
Perborato de sódio	Pó: perborato de sódio e espessante.
Whiteness Perborato - FGM	Líquido: Peróxido de hidrogênio 20%

Após 7 dias, os espécimes mantidos em saliva artificial a 37°C, foram submetidos ao teste de resistência à fratura em uma máquina de ensaios eletromecânicos (EMIC DL 2000; São José dos Pinhais, PR, Brasil), com carga de compressão de 5kN a uma velocidade constante de 0,5 mm/minuto. Foi utilizado um dispositivo cilíndrico com ponta cônica para adaptação da amostra ao aparelho de ensaio. A carga final necessária para fraturar a coroa foi registrada. Após o ensaio de resistência a fratura, um estatístico submeteu os dados ao teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade da distribuição. Após confirmação da normalidade da distribuição, os dados foram submetidos a análise de variância ANOVA one-way, considerando o nível de significância $\alpha=0,05\%$.

3. Resultados

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na resistência à fratura entre os protocolos de clareamento e restaurores ($p > 0,05$).

A tabela 2 demonstra a média aritmética, desvio padrão e intervalo de confiança dos valores de resistência à fratura (em N), em função do protocolo de clareamento

intracoronário com o percarbonato de sódio e estratégia de restauração da coroa dental.

Tabela 2. Média aritmética, desvio padrão e intervalo de confiança dos valores de resistência à fratura (em N), em função do protocolo de clareamento intracoronário e estratégia de restauração da coroa dentária

	G1 Control	G2 Control	G3 PS- DW	G4 PS-HP	G5 PC- DW	G6 PC-HP
M(SD)	846,26 (45,71) A	810,26 (42,15) A	691,84 (31,97) B	516,28 (30,26) C	800,59 (41,25) A	801,38 (36,89) A
	846,26 ≤	836,93 ≤	711,66 ≤	535,04 ≤	826,16 ≤	824,24 ≤
IC	$\mu \leq$ 789,61	$\mu \leq$ 784,13	$\mu \leq$ 672,02	$\mu \leq$ 497,52	$\mu \leq$ 775,02	$\mu \leq$ 778,51

ABC, Diferentes letras demonstram diferenças significantes ($P < 0,05$).

4. Discussão

O clareamento dental em dentes tratados endodonticamente ainda é um procedimento que deve ser feito de forma cautelosa e com preservação pelos riscos que poderá causar ao elemento dentário caso o procedimento não seja feito de forma adequada (HEITHERSAY, 1985). Outro problema é o material restaurador a ser utilizado, o que pode afetar a resistência à fratura desses dentes (NAIDU, 2020).

Os resultados deste estudo mostraram que não houve diferenças entre os materiais utilizados tanto no procedimento clareador, quanto no material restaurador, em relação a resistência a fratura do dente. Por isso, a hipótese nula foi rejeitada.

O uso de agentes clareadores em dentes desvitalizados leva a um enfraquecimento da estrutura coronária, devido ao potencial de desmineralização que estes agentes exercem sobre o elemento dentário (KUGA, 2012; GALLOZA, 2017). O uso de diferentes solventes ainda é bastante controverso na literatura (NHNG, 2004), o que pode levar a uma redução da microdureza do dente. Neste estudo, não foram encontradas diferenças em relação a resistência a fratura, indicando que o solvente sozinho não exerce influência sobre o enfraquecimento do elemento dentário.

O processo restaurador exerce grande influência sobre a resistência mecânica do elemento dentário, especialmente em dentes tratados endodonticamente (SILVA, 2023). Radicais livres, formados após a catálise do peróxido de hidrogênio são

facilmente eliminados pelo tecido pulpar (BRISO, 2014). No entanto, em dentes desvitalizados, esse mecanismo fica prejudicado, o que torna essa etapa clínica, um desafio (RODRÍGUEZ, 2021).

Estudos já demonstraram que a camada híbrida em dentes tratados endodonticamente e submetidos ao procedimento clareador interno tem uma menor formação da camada híbrida (TITLEY, 1991; SILVA, 2023), o que pode favorecer a ocorrência de falhas nas restaurações. Com o objetivo de minimizar esses efeitos deletérios causados pelos radicais livres, alguns autores sugerem o uso de agentes antioxidantes, o que tem demonstrado efeitos positivos mínimos (JORDÃO-BASSO, 2016; SILVA, 2023).

Assim, a restauração após a finalização do procedimento clareador ainda é questionável. A resina composta é um material interessante, pois possui módulo de elasticidade similar ao da dentina, o que favoreceria a distribuição de tensão quando aplicada uma carga a estrutura dentária (BENETTI, 2014). No entanto, para que ocorra uma correta adesão ao substrato dentinário, deve haver a formação de uma camada híbrida íntegra.

Uma solução para esse desafio clínico seria a restauração feita após 7 dias do procedimento clareador, tempo suficiente para que os radicais livres fossem eliminado dos túbulos dentinários, permitindo assim, que ocorra uma correta adesão do adesivo e resina composta com o tecido dentinário (GALLOZA, 2017). Ou ainda, a substituição da resina composta pelo ionômero de vidro, que independe da formação da camada híbrida com a estrutura dentária.

No presente estudo, resultados similares foram encontrados em relação a resistência a fratura, em ambos materiais utilizados. Consideramos assim que o tempo de espera de sete dias para realizar a restauração final exerce importante influência na resistência dentária, ainda mais que o tipo de agente clareador utilizado ou o solvente do mesmo, como mostram alguns estudos, que relataram diferenças na resistência a fratura utilizando diferentes agentes clareadores (KUGA, 2012; GALLOZA, 2017).

Assim, podemos considerar que o procedimento clareador interno é um procedimento seguro para ser realizado e que, de fato, não enfraquece o elemento dentário, desde que o tempo para realizar a restauração final, independente do material restaurador utilizado, seja respeitado pelo profissional.

5. Conclusão

O agente clareador e solvente utilizado para realização do clareamento interno não influenciaram na resistência à fratura dentária, assim como o material restaurador utilizado. O tempo de espera de sete dias para realização da restauração final pode ter influência na resistência do elemento dentário.

Referências

ALKAHTANI, R, et al. A review on dental whitening. **Journal of Dentistry**. v. 100, p. 103423, 2020.

AMER, M. Intracoronar tooth bleaching—A review and treatment guidelines. **Australian Dental Journal**. v. 68, n. 1, p. S141-S152, 2023.

ARI, H., et al. In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronar bleaching of discoloured teeth. **International Endodontics Journal**. v. 35, n. 5, p. 433-436, 2022.

ATTIN, T, et al. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. **Internation Journal of Dentistry**. v. 36, n. 5, p. 313-329, 2003.

BRISO, A. L., et al. Effect of sodium ascorbate on dentin bonding after two bleaching techniques. **Operative Dentistry**. v. 39, n. 2, p. 195-203, 2014.

CHNG, H. K., et al. Effect of traditional and alternative intracoronar bleaching agents on microhardness of human dentine. **Journal of Oral Rehabilitation**. v. 31, n. 8, p. 811-816, 2004.

DE ALMEIDA, E. N. M., et al. Fracture strength and hybrid layer formation of endodontically-treated teeth after dental bleaching photoactivated with violet LED. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**. v. 44, p. 103813, 2023.

EPPLÉ, M., et al. A critical review of modern concepts for teeth whitening. **Journal of Dentistry**. v. 7, n.3, p. 79, 2019.

FIORILLO, L., et al. Dental whitening gels: strengths and weaknesses of an increasingly used method. **Gels**. v. 5, n. 3, p. 35, 2019.

FRANK, A. C., et al. Comparison of the bleaching efficacy of different agents used for internal bleaching: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Endodontics**. v. 48, n. 2, p. 171-178, 2022.

GALLOZA, M. O., et al. Effects of the Ratio between Pigment and Bleaching Gel on the Fracture Resistance and Dentin Microhardness of endodontically treated Teeth. **The Journal of Contemporary Dental Practice**. v. 18, n. 11, p. 1051-1055, 2017.

HEITHERSAY, G. S. Invasive cervical resorption: an analysis of potential predisposing factors. **Quintessence international**. v. 30, n. 2, p. 83-95, 1999.

KANEKO, J., et al. Bleaching effect of sodium percarbonate on discolored pulpless teeth in vitro. **Journal of Endodontics**. v. 26, n. 1, p. 25-28, 2000.

KUGA, M. C., et al. Fracture strength of incisor crowns after intracoronal bleaching with sodium percarbonate. **Dental Traumatology**. v. 28, n. 3, p. 238-242, 2012.

NAIDU, A., et al. Over-the-counter tooth whitening agents: a review of literature. **Brazilian Dental Journal**. v. 31, p. 221-235, 2020.

RODRÍGUEZ-BARRAGUÉ, J., et al. Natural antioxidants to restore immediate bond strength to bleached enamel: Systematic review and meta-analysis of in vitro studies. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**. v. 33, n. 5, p. 702-712, 2021.

SILVA, A. M., et al. Fracture resistance and bonding performance after antioxidants pre-treatment in non-vital and bleached teeth. **Brazilian Dental Journal**. v. 34, n. 4, p. 62-71, 2023.

TITLEY, K. C., et al. Scanning electron microscopy observations on the penetration and structure of resin tags in bleached and unbleached bovine enamel. **Journal of Endodontics**. v. 17, n. 2, p. 72-75, 1991.

ZOYA, A., et al. Sodium percarbonate as a novel intracoronal bleaching agent: assessment of the associated risk of cervical root resorption. **International Endodontics Journal**. v. 52, n. 5, p. 701-708, 2019.

3.2 Publicação 2*

EFEITO DO CLAREAMENTO INTRACORONÁRIO SOBRE A BARREIRA CERVICAL REALIZADA COM CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO

RESUMO

Objetivo: Avaliar o efeito do peróxido de carbamida a 37% na resistência de união de cimentos de ionômero de vidro convencionais ou modificados por resina quando utilizados como barreira cervical em dentes tratados endodonticamente.

Materiais e métodos: Após instrumentação e obturação do canal radicular, 40 espécimes de dentes bovinos foram obtidos após corte transversal do canal radicular. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos (n=10), variando o material utilizado para confecção do tampão cervical: G1: fosfato de zinco (controle), G2: ionômero de vidro Ketac, G3: ionômero de vidro Vitrebond e G4: ionômero de vidro GC GL. Após 24 horas, os espécimes foram submetidos à aplicação de peróxido de carbamida 37% por 21 dias, trocados a cada 7 dias e armazenados em câmara pulpar artificial. Os espécimes foram então submetidos a testes de resistência de união push-out com uma máquina de testes eletromecânicos e o modo de falha em cada espécime foi analisado com microscopia confocal (LEXT).

Resultados: G3 e G4 apresentaram valores de resistência de união superiores aos demais grupos ($p < 0,05$) e foram semelhantes entre si ($p > 0,05$). G1 apresentou o menor valor de resistência de união ($p < 0,05$).

Conclusão: Os cimentos de ionômero de vidro apresentaram maiores valores de resistência de união que o cimento de fosfato de zinco, e os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina apresentaram os maiores valores de resistência de união à dentina do canal radicular (GC GL e Vitrebond).

Palavras chaves: Clareamento dental. Cimentos de ionômero de vidro. Reabsorção da raiz.

* Formatação de acordo com as normas do periódico *Journal of Endodontics* para o qual será submetido.

1. Introdução

A confecção da barreira ou tampão cervical é um procedimento de proteção realizado entre a obturação do canal radicular e a câmara pulpar previamente ao procedimento de clareamento intracoronário, com o objetivo de impedir a difusão dos peróxidos nas direções apical e extra-radicular radicular. Diversos materiais restauradores, cimentos endodônticos, materiais biocerâmicos ou à base de silicato de cálcio foram recomendados para esse objetivo¹.

Esses materiais devem apresentar adesão satisfatória à dentina radicular e não se degradar após os procedimentos de clareamento dental interno, principalmente após o uso de peróxido de hidrogênio e seus derivados¹. Os cimentos de ionômero de vidro são os materiais mais recomendados para serem utilizados como barreira cervical devido à suas excelentes propriedades de adesão à dentina, coeficiente de expansão térmica semelhante à estrutura dentária e liberação de flúor^{2,3}. Entretanto, sua eficácia só foi avaliada por testes de infiltração⁴.

Apesar dos benefícios apresentados, os cimentos de ionômero de vidro convencionais apresentam algumas desvantagens, como a falta de resistência mecânica e tenacidade insuficientes^{3,5}. Esses cimentos são menos resistentes devido à menor ligação entre as partículas de vidro e a matriz poliácida, o que não ocorre nos compósitos resinosos devido à presença do silano⁶. Para melhorar essas propriedades mecânicas, o cimento de ionômero de vidro modificado por resina contendo monômeros hidrofílicos e polímeros como o HEMA, foi desenvolvido com a vantagem de ter uma maior adesão à estrutura dentária^{2,5,7,8}. Esta propriedade se deve ao aumento da resistência coesiva do material à dentina⁹.

No procedimento de clareamento dental em dentes vitais, o uso do peróxido de hidrogênio não aumenta efeitos deletérios significativos sobre a estrutura do cimento de ionômero de vidro, mas o estágio de maturação completo da formação do policarboxilato com matriz de alumina deve ser concluído, principalmente para os cimentos de ionômero de vidro convencional, podendo levar de 24 a 48 horas para ser realizado^{10,11}.

Porém, no clareamento dental em dentes vitais, os tempos de contato do peróxido de hidrogênio com o cimento de ionômero de vidro são menores e pré-determinados, diferente dos protocolos de clareamento intracoronário, onde o peróxido de hidrogênio permanece durante todo o tratamento em contato com o tecido

dentinário¹²⁻¹⁴. Por outro lado, não existem estudos que avaliem os efeitos do peróxido de hidrogênio ou peróxido de carbamida sobre a adesão de cimentos de ionômero de vidro convencionais ou modificados por resina na dentina radicular, quando usados como barreira cervical.

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união push-out de um cimento de ionômero de vidro convencional (Ketac) e dois ionômeros de vidro modificados por resina (GC Gold Label e Vitrebond) na dentina cervical, quando utilizados como material de barreira cervical, após clareamento dental interno utilizando peróxido de carbamida a 37%.

2. Materiais e Métodos

Incisivos bovinos extraídos foram selecionados para este estudo. Após a limpeza, as superfícies radiculares externas foram radiografadas nas direções mesio-distal e vestibulo-lingual e 40 dentes com anatomia radicular semelhante foram selecionados. Os dentes foram armazenados em solução de timol a 1% a 4°C. Os acessos cavitários foram realizados e o comprimento de trabalho determinado pela inserção de uma lima K #15 no canal radicular até que a extremidade da lima ficasse visível no ápice. Desta medida foi subtraído um milímetro e definido como comprimento da instrumentação. Os canais radiculares foram instrumentados com sistema rotativo ProTaper (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) até o instrumento F5, conforme instruções do fabricante.

Os canais radiculares foram irrigados com 5 ml de NaOCl 2,5% a cada troca de instrumento. Como irrigação final, foi utilizado 5 ml de EDTA 17% (Biodynamics, Londrina, PR, Brasil) mantidos no canal por 3 minutos e novamente irrigados com 5 ml de NaOCl 2,5%. Após, os canais foram secos com pontas de papel e obturados com cimento à base de epóxi (AH Plus; Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha) e cone de guta-percha F5 pela técnica de cone único. A guta-percha foi cortada no nível cervical do dente e o acesso cavitário foi restaurado com cimento provisório (Coltosol; Coltene, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Os dentes foram armazenados em saliva artificial (Farmácia Ação, Araraquara, São Paulo, Brasil) por 7 dias a 37°C.

As coroas dentárias foram então removidas com auxílio de um disco diamantado dupla face, 1 mm abaixo da junção cimento-esmalte, sob irrigação com

água destilada. As raízes foram posicionadas dentro de uma matriz plástica (20 mm de comprimento x 16,7 mm de diâmetro) e a face cervical foi posicionada 1 mm abaixo da superfície externa da matriz, que foi preenchida com resina poliéster (Maxi Rubber, Diadema, São Paulo, Brasil). Após a polimerização da resina, as amostras foram lixadas com lixas de carboneto de silício # 600 (Norton, Lorena, São Paulo, Brasil) em máquina politriz (AROTEC, Cotia, São Paulo, Brasil) até exposição da face cervical da raiz. Quarenta cortes com 2 mm de espessura foram obtidos transversalmente de utilizando um disco diamantado, em máquina de corte de tecidos duros (Isomet; Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, EUA).

O diâmetro do canal radicular de cada fatia foi padronizado usando uma peça de mão de baixa rotação e uma broca cônica #703 (Vortex, Prod. Odontologia, São Paulo, Brasil). Os diâmetros do canal radicular foram padronizados como: diâmetro maior = 1,65 mm e diâmetro menor = 1,40 mm. O preparo dos espécimes foi realizado sob irrigação com água destilada. Após esta etapa, todos os espécimes foram analisados em estereomicroscópio (S8APO; Leica Microsystems, Wetzlar, Alemanha) com ampliação de 20x para averiguar sua integridade e a qualidade do preparo.

Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos (n = 10), de acordo com o material utilizado para confecção da barreira cervical:

G1 (Controle) cimento de fosfato de zinco (SS White, Rio de Janeiro, Brasil): o material foi manipulado conforme instrução do fabricante e imediatamente inserido no canal radicular da amostra preparada.

G2 (Cimento de ionômero de vidro Ketac Molar): a dentina foi previamente condicionada com ácido poliacrílico por 10 segundos e lavada com 5 ml de água destilada. Na sequência, o cimento de ionômero de vidro foi manipulado, seguindo instruções do fabricante, e inserido no canal radicular.

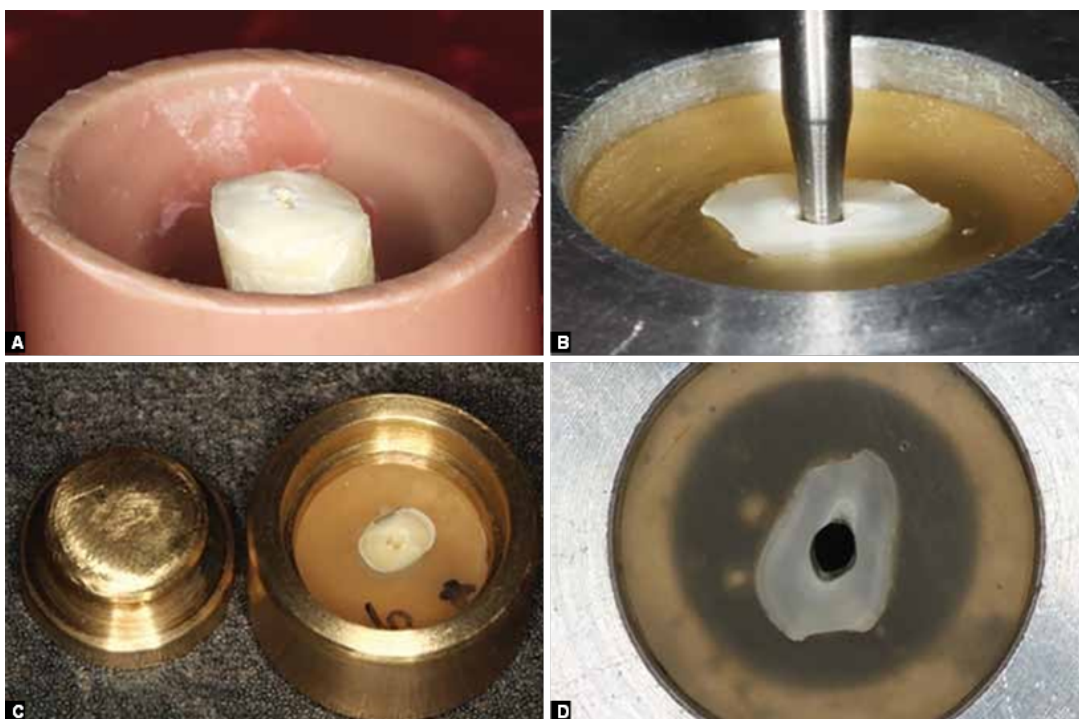
G3 (Vitrebond): o cimento foi manipulado conforme recomendações do fabricante, inserido no canal radicular e fotopolimerizado com sistema LED (Ultra Blue IS 600, DMC, São Carlos, São Paulo, Brasil) por 30 segundos.

G4 (GC Light-cured Gold Label Universal Restorative): o agente de condicionamento (GC Dentin Conditioner; GC Corporation, Tóquio, Japão) foi aplicado

na superfície dentinária por 20 segundos, lavada com água destilada e seca com ar e, em seguida, o cimento de ionômero de vidro foi inserido no canal radicular e fotopolimerizado por 20 segundos, conforme descrito em G3.

Após o preenchimento do espaço preparado no canal radicular, os cimentos foram protegidos com gel de propilenoglicol (KY, Johnson and Johnson, São Paulo, Brasil) e armazenados a 37°C e 95% de umidade por 24 horas. Em seguida, os espécimes foram colocados individualmente em um dispositivo metálico (10 mm de comprimento x 16,7 mm de diâmetro) e o agente clareador Peróxido de Carbamida 37% (Whiteness Superendo; FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) foi aplicado sobre a face cervical de cada espécime por 21 dias, sendo substituído a cada 7 dias. Os dispositivos metálicos foram mantidos fechados a 37°C durante todo o experimento. A Figura 1 mostra a sequência de preparação da amostra.

Figura 1. Sequência de preparo do corpo de prova para o teste de resistência de união push-out



(A) inclusão do dente em resina poliéster; (B) preparo da barreira cervical; (C) preparo do canal radicular e (D) dispositivo pronto para receber o agente clareador (peróxido de carbamida 37%).

Após esse período, os espécimes foram lavados em água destilada, lixadas com lixa de carbeto de silício #600 (Norton, Lorena, São Paulo, Brasil) e fixadas no

aparato metálico de modo que o lado com menor diâmetro do canal radicular ficasse voltado para cima. A ponta utilizada para aplicação da carga no teste push-out possui diâmetro de 1,3 mm e estava alinhada perpendicularmente à face superior do corte. O teste de push-out foi realizado em máquina de ensaios eletromecânicos (EMIC DL; Emic, São José dos Pinhais, PR, Brasil), calibrada a velocidade constante de 0,5 mm/min. A barreira cervical foi submetida a força axial até ser deslocada da seção do canal radicular. A força necessária para deslocar os materiais obturadores (kN) foi transformada em tensão dada em MegaPascal (MPa)¹⁵.

Após o teste push-out, cada amostra foi examinada sob um microscópio confocal de varredura a laser LEXT OLS4100; Olympus, Shinjuku-ku, Tokyo, JP) com ampliação de 50x para determinar o modo de falha. O modo de falha foi classificado em: adesiva, quando ocorreu ao longo da interface cimento/dentina; coesiva, dentro do material de preenchimento; e mista, quando os dois tipos de falha foram combinados. Após análise microscópica confocal de cada corpo de prova, a frequência do modo de falha foi obtida para o grupo controle e para os grupos de cimentos de ionômero de vidro convencionais ou modificados por resina.

Os resultados obtidos do teste de resistência de união foram submetidos aos testes ANOVA e Tukey ($p = 0,05$) utilizando o software estatístico Graph Pad Prism 5.01 (Graph Pad Software, San Diego, CA). Os resultados da avaliação do modo de falha são descritivos.

3. Resultados

As médias e desvios padrão em MPa da resistência de união dos diferentes grupos foram: G1 ($0,210 \pm 0,090$), G2 ($1,276 \pm 0,363$), G3 ($3,370 \pm 0,940$) e G4 ($4,182 \pm 1,072$). G1 apresentou os menores valores de resistência de união que demais grupos ($p < 0,05$). G3 e G4 apresentaram os maiores valores de resistência de união ($p < 0,05$) e foram semelhantes entre si ($p > 0,05$). G2 apresentou maior resistência de união que G1 ($p < 0,05$).

Quanto ao modo de falha, G3 e G4 apresentaram apenas falha coesiva, G2 apresentou maior incidência de falha mista. Em contrapartida, o G1 apresentou maior incidência de falha adesiva. A Tabela 1 apresenta a incidência do modo de falha para

cada grupo. A Figura 2 mostra o modo de falha adesiva, mista e coesiva obtido por microscopia confocal a laser de superfície.

Tabela 1. Incidência do modo de falha

	G1	G2	G3	G4
Adesiva	7	0	0	0
Mista	2	6	0	0
Coesiva	1	4	10	10

G1: cimento de fosfato de zinco; G2: Ketac Molar; G3: Vitrebond; G4: GC GL Light-cured universal restorative.

Figura 2. Imagens representativas do modo de falha obtidas por microscopia confocal de superfície.



(A) falha adesiva; (B) falha mista; (C) falha coesiva. A seta branca indica presença ou ausência do material restaurador.

4. Discussão

A barreira cervical confeccionada com cimento de fosfato de zinco apresentou menor resistência de união à dentina após aplicação do peróxido de carbamida 37%, quando comparada às barreiras confeccionadas com cimentos de ionômero de vidro. Em condições semelhantes, os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (GC Gold Label e Vitrebond) apresentaram maior resistência de união à dentina que o cimento de ionômero de vidro convencional (Ketac Molar).

Esses resultados estão de acordo com estudos de restauração convencional que mostraram que a resistência de união dos cimentos de ionômero de vidro é de 1,1 a 4,5 MPa, dependendo do tratamento prévio do substrato dentinário com ácido poliacrílico e/ou da composição química do cimento de ionômero de vidro^{9,16-18}.

As diferentes composições químicas dos cimentos de ionômero de vidro interferiram nos resultados de resistência de união após a realização do protocolo de

clareamento intracoronário utilizando peróxido de carbamida a 37%. O cimento de ionômero de vidro modificado por resina consiste principalmente em ionômero de vidro e uma pequena quantidade de compostos resinosos e tem se mostrado mais interessante por permitir uma maior adesão ao substrato dentinário, quando comparados aos cimentos de ionômero de vidro convencionais¹⁹. Isso está relacionado ao mecanismo de adesão desses materiais, pois a adesão dos cimentos ionoméricos é um processo dinâmico de troca iônica do ácido polialquenoico que dissolve, permitindo sua infiltração na estrutura da hidroxiapatita, fazendo com que os íons cálcio e fosfato sejam deslocados do substrato. Como consequência, uma camada intermediária composta de cálcio, fosfatos de alumínio e poliacrilatos é formada na interface ionômero de vidro-hidroxiapatita²⁰⁻²².

Por outro lado, a adesão do cimento de ionômero de vidro modificado por resina ao substrato dentinário também ocorre por um mecanismo de ligação micromecânico, semelhante ao dos sistemas adesivos convencionais^{23,24}. O ácido dos monômeros resinosos presentes no ionômero são responsáveis por promoverem a formação de tags de resina dentro dos túbulos dentinários, devido à desmineralização da superfície dentária e concomitante infiltração do material restaurador²¹.

É possível que o gel hidrossolúvel utilizado para proteção da barreira cervical tenha favorecido a hidratação dos espécimes, principalmente aos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, uma vez que os cimentos de ionômero de vidro promovem tensões de contração após a presa total do material, levando a ocorrência de trincas e fraturas que comprometem a integridade da interface adesiva entre o material restaurador e o substrato dentinário^{25,26}.

Essa proteção também foi utilizada para evitar quaisquer contaminações que pudessem ocorrer na fase inicial da reação de presa, evitando a absorção e consequentemente a dissolução da matriz formada, que poderia comprometer a integridade marginal e as propriedades mecânicas do cimento²⁷. Além disso, foi observado que os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina apresentaram maior potencial de fechamento de fissuras e trincas após a hidratação, comparados ao cimento de ionômero de vidro convencional²⁸.

O peróxido de carbamida a 37% foi o material clareador de escolha para este estudo devido à sua segurança e ampla aplicabilidade clínica, pois apresenta menor penetração radicular que o peróxido de hidrogênio²⁹. O tempo de aplicação e o tipo de material utilizado no clareamento dental podem promover o deslocamento e/ou

dissolução do cimento de ionômero de vidro, aumentando assim, sua rugosidade superficial, independente da composição química^{10,30-32}. Após 21 dias da aplicação de peróxido de carbamida 37%, a resistência de união dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina foi maior que o cimento de ionômero de vidro convencional, assim como observado para restaurações convencionais em estudos prévios^{19,21,33}.

Quanto ao modo de falha, G1 apresentou alta incidência de falhas adesivas, pois o cimento fosfato de zinco apresenta alta solubilidade e o mecanismo de adesão ocorre apenas por interação mecânica na interface, sem interações químicas¹. Por outro lado, G3 e G4 apresentaram apenas falhas coesivas, e maiores valores de resistência de união ao substrato dentinário, possivelmente devido ao seu mecanismo de adesão à dentina, já que os grupos se referiam ao uso de cimentos de ionômero de vidro modificados por resina²¹. G2 apresentou falhas mistas e coesivas, provavelmente devido à ausência de compósitos resinosos em sua composição, mantendo o mecanismo de adesão ao substrato dentinário somente por trocas iônicas^{21,34}.

Esta nova metodologia avaliou a ação do peróxido de carbamida a 37% sobre diferentes composições de cimento de ionômero de vidro em condições semelhantes às da câmara pulpar, sob ação química constante. O material avaliado pelo teste push-out e análise do modo de falha permite avaliar com precisão os efeitos dos materiais clareadores dentários sobre a barreira cervical, em comparação aos métodos de infiltração^{4,29,35,36}.

A barreira cervical confeccionada com cimentos de ionômero de vidro pode proteger o canal radicular de diferentes formas dependendo da composição química e/ou do tempo de aplicação do agente clareador na barreira cervical no procedimento de clareamento intracoronário.

5. Conclusão

A confecção da barreira cervical utilizando cimentos de ionômero de vidro modificados por resina mostrou-se mais eficiente comparado aos cimentos de ionômero de vidro convencionais ou cimento de fosfato de zinco, após o protocolo de clareamento intracoronário utilizando peróxido de carbamida a 37%.

Referências

1. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod*. 2008;34(4):394-407.
2. Rotstein I, Zyskind D, Lewinstein I, Bamberger N. Effect of different protective base materials on hydrogen peroxide leakage during intracoronary bleaching in vitro. *J Endod*. 1992;18(3):114-7.
3. Khoroushi M, Keshani F. A review of glass-ionomers: from conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dent Res J*. 2013;10(4):411-20.
4. Madhu KS, Hegde S, Mathew S, Lata DA, Bhandi SH, Shruthi N. Comparison of radicular peroxide leakage from four commonly used bleaching agents following Intracoronary bleaching in endodontically treated teeth: an in vitro study. *J Int Oral Health*. 2013;5(4):49-55.
5. Yip HK, Smales RJ. Glass ionomer cements used as fissure sealants with the atraumatic restorative treatment approach: review of literature. *Int Dent J*. 2002;52(2):67-70.
6. McLean JW, Wilson AD. Glass-ionomer cements. *Br Dent J*. 2004. 196(9):514-5.
7. Yli-Urpo H, Lassila LV, Närhi T, Vallittu PK. Compressive strength and surface characterization of glass ionomer cements modified by particles of bioactive glass. *Dent Mater*. 2005;21(3):201-9.
8. Hübel S, Mejàre I. Conventional versus resin-modified glass- ionomer cement for class II restorations in primary molars. A 3-year clinical study. *Int J Paediatr Dent*. 2003;13(1):2-8.
9. Li J, Liu Y, Liu Y, Söremark R, Sundström F. Flexure strength of resin-modified glass ionomer cements and their bond strength to dental composites. *Acta Odontol Scand*. 1996;54(1):55-8.
10. Campos I, Briso AL, Pimenta LA, Ambrosano G. Effects of bleaching with carbamide peroxide gels on microhardness of restoration materials. *J Esthet Restor Dent*. 2003;15(3):175-82.
11. Banomyong D, Palamara JEA, Burrow MF, Messer HH. Effect of dentin conditioning on dentin permeability and micro- shear bond strength. *Eur J Oral Sci*. 2007;115(6):502-9.

12. Özkan P, Kansu G, Özak ST, Kurtulmuş-Yılmaz S, Kansu P. Effect of bleaching agents and whitening dentifrices on the surface roughness of human teeth enamel. *Acta Odontol Scand*. 2013;71(3-4):488-97.
13. Kuga MC, dos Santos Nunes Reis JM, Fabrício S, Bonetti- Filho I, de Campos EA, Faria G. Fracture strength of incisor crowns after intracoronar bleaching with sodium percarbonate. *Dent Traumatol*. 2012;28(3):238-42.
14. Leonardo Rde T, Kuga MC, Guiotti FA, Andolfatto C, Faria- Júnior NB, Campos EA, et al. Fracture resistance of teeth submitted to several internal bleaching protocols. *J Contemp Dent Pract*. 2014;(15)2:186-89.
15. Guiotti FA, Kuga MC, Duarte MA, Sant'Anna AJ, Faria G. Effect of calcium hydroxide dressing on push-out bond strength of endodontic sealers to root canal dentin. *Braz Oral Res*. 2014;28(1):S1806-83242014.50000002.
16. Powis DR, FollerasT, Merson AS, Wilson AD. Improved adhesion of a glass-ionomer cement to dentin and enamel. *J Dent Res*. 1982;61(12):1416-22.
17. Attin T, Buchalla W, Hellwig E. Influence enamel conditioning on bond strength of resin-modified glass-ionomer restorative materials and polyacid-modified composites. *J Prosthet Dent*. 1996;76(1):29-33.
18. Frtiz UB, Finger WJ, Uno S. Resin-modified glass-ionomer cements: bonding to enamel and dentin. *Dent Mater*. 1996;12(3):161-6.
19. Rekha CV, Varma B, Jayanthi. Comparative evaluation of tensile bond strength and microleakage of conventional glass ionomer cement, resin modified glass ionomer cement and compomer: an in vitro study. *Contemp Clin Dent*. 2012; 3(3):282-7.
20. Wilson AD, Prosser HJ, Powis DM. Mechanism of adhesion of polyelectrolyte cements to hydroxyapatite. *J Dent Res*. 1983;62(5):590-2.
21. Lin A, McIntyre NS, Davidson RD. Studies on the adhesion of glass-ionomer cements to dentin. *J Dent Res*. 1992;71(11):1836-41.
22. Mount GJ. Glass-ionomer cements: past, present and future. *Oper Dent*. 1994;19(3):82-90.
23. Maneenut C, Tyas MJ. Clinical evaluation of resin-modified glass-ionomer restorative cements in cervical 'abrasion' lesions: one-year results. *Quintessence Int*. 1995;26(10):739-43.
24. Gladys S, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Marginal adaptation and retention of a glass-ionomer, resin- modified glass-ionomers and a polyacid-modified resin composite in cervical class-V lesions. *Dent Mater*. 1998;14(4):294-306.

25. Feilzer AJ, Kakaboura AI, de Gee AJ, Davidson CL. The influence of water sorption on the development of setting shrinkage stress in traditional and resin-modified glass- ionomer cements. *Dent Mater.* 1995; 11(3):186-90.
26. Tay FR, Sidhu SK, Watson TF, Pashley DH. Water-dependent interfacial transition zone in resin-modified glass-ionomer cement/dentin interfaces. *J Dent Res.* 2004;83(8):644-9.
27. Shydu SK, Sheriff M, Watson TF. The effects of maturity and dehydration shrinkage on resin-modified glass-ionomer restorations. *J Dent Res.* 1997;76(8):1495-501.
28. Sidhu SK, Pilecki P, Sherriff M, Watson TF. Crack closure on rehydration of glass-ionomer materials. *Eur J Oral Sci.* 2004;112(5):465-509.
29. Gökyay O, Ziraman F, Cali Asal A, Saka OM. Radicular peroxide penetration from carbamide peroxide gels during intracoronary bleaching. *Int Endod J.* 2008;41(7):556-60.
30. Baroudi K, Mahmoud RS, Tarakji B, Altamimi MA. Effect of vital bleaching on disintegration tendency of glass ionomer restorations. *J Clin Diagn Res.* 2014;8(2):214-7.
31. Zavanelli AC, Mazaro VQ, Silva CR, Zavanelli RA, Mancuso DN. Surface roughness analysis of four restorative materials exposed to 10% and 15% carbamide peroxide. *Int J Prosthodont.* 2011;24(2):155-7.
32. Mujdeci A, Gokay O. Effect of bleaching agents on the microhardness of tooth-colored restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2006;95(4):286-9.
33. Sampaio PC, de Almeida Júnior AA, Francisconi LF, Casas-Apayco LC, Pereira JC, Wang L, et al. Effect of conventional and resin-modified glass-ionomer liner on dentin adhesive interface of class I cavity walls after thermocycling. *Oper Dent.* 2011;36(4):403-12.
34. Naasan MA, Watson TF. Conventional glass ionomers as posterior restorations: a status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent.* 1998;11(1):36-45.
35. Canoglu E, Gulsahi K, Sahin C, Altundasar E, Cehreli ZC. Effect of bleaching agents on sealing properties of different intraorifice barriers and root filling materials. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012;17(4):e710-715.
36. Vosoughhosseini S, Lotfi M, Shahmoradi K, Saghiri MA, Zand V, Mehdipour M, et al. Microleakage comparison of glass-ionomer and white mineral trioxide aggregate

used as a coronal barrier in nonvital bleaching. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2011;16(7):e1017-1021.

CONCLUSÃO

No procedimento de clareamento intracoronário, o agente clareador e solvente utilizado não influenciaram na resistência à fratura dentária, assim como o material restaurador utilizado. O tempo de espera de sete dias para realização da restauração final pode ter influência na resistência do elemento dentário.

A confecção da barreira cervical utilizando cimentos de ionômero de vidro modificados por resina mostrou-se mais eficiente comparado aos cimentos de ionômero de vidro convencionais ou cimento de fosfato de zinco, após o protocolo de clareamento intracoronário utilizando peróxido de carbamida a 37%.

REFERÊNCIAS*

1. Amer M. Intracoronal tooth bleaching: a review and treatment guidelines. *Aust Dent J*. 2023; 68(1): S141-S152.
2. Pinto CF, Oliveira R, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res*. 2004; 18(4): 306–11.
3. Attin T, Muller T, Patyk A, Lennon AM. Influence of different bleaching systems on fracture toughness and hardness of enamel. *Oper Dent*. 2004; 29(2): 188–95.
4. Hegedus C, Bistey T, Flora-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent*. 1999; 27(7): 509–15.
5. Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int*. 1993; 24(1): 39–44.
6. Cobankara FK, Unlu N, Altinoz HC, Fusun O. Effect of home bleaching agents on the roughness and surface morphology of human enamel and dentine. *Int Endod J*. 2004; 54(4): 211–8.
7. Justino LM, Tames DR, Demarco FF. In situ and in vitro effects of bleaching with carbamide peroxide on human enamel. *Oper Dent*. 2004; 29(2): 219–25.
8. Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Heling I, Stabholz A, Zalkind M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod*. 1996; 22(1): 23–5.
9. Toledano M, Yamauti M, Osorio E, Osorio R. Bleaching agents increase metalloproteinases-mediated collagen degradation in dentin. *J Endod*. 2011; 37(12): 1668–72.
10. Rotstein I, Lehr Z, Gedalia I. Effect of bleaching agents on inorganic components of human dentin and cementum. *J Endod*. 1992; 18(6): 290–3.
11. Titley KC, Torneck CD, Ruse ND, Krmec D. Adhesion of a resin composite to bleached and unbleached human enamel. *J Endod*. 1993; 19(3): 112–5.
12. van der Vyver PJ, Lewis SB, Marais JT. The effect of bleaching agent on composite/enamel bonding. *J Dent Assoc S Afr*. 1997; 52(10): 601–3.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

13. Titley KC, Torneck CD, Smith DC, Adibfar A. Adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. *J Dent Res*. 1988; 67(12): 1523–8.
14. Hansen JR, Frick KJ, Walker MP. Effect of 35% sodium ascorbate treatment on microtensile bond strength after nonvital bleaching. *J Endod*. 2014; 40(10): 1668-70.
15. Cavalli V, Sebold M, Shinohara MS, Pereira PNR, Giannini M. Dentin bond strength and nanoleakage of the adhesive interface after intracoronal bleaching. *Microsc Res Tech*. 2018; 81(4): 428-36.
16. Sakalli B, Basmaci F, Dalmazrak O. Evaluation of the penetration of intracoronal bleaching agents into the cervical region using different intraorifice barriers. *BMC Oral Health*. 2022; 22(1): 266.
17. Patel S, Kanagasingam S, Pitt Ford T. External cervical resorption: a review. *J Endod*. 2009; 35(5): 616-25.
18. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod*. 2008; 34(4): 394-407.
19. Vosoughhosseini S, Lotfi M, Shahmoradi K, Vosoughhosseini S, Lotfi M, Shahmoradi K et al. Microleakage comparison of glass-ionomer and white mineral trioxide aggregate used as a coronal barrier in nonvital bleaching. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011; 16(7): e1017-e1021.
20. Vosoughhosseini S, Lotfi M, Shahmoradi K, Saghiri MA, Zand V, Mehdipour M et al. Microleakage comparison of glass-ionomer and white mineral trioxide aggregate used as a coronal barrier in nonvital bleaching. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011; 16(7): e1017-e1021.
21. Tay FR, Sidhu SK, Watson TF, Pashley DH. Water-dependent interfacial transition zone in resin-modified glass-ionomer cement/dentin interfaces. *J Dent Res*. 2004; 83(8): 644-9.
22. Shydu SK, Sheriff M, Watson TF. The effects of maturity and dehydration shrinkage on resin-modified glass-ionomer restorations. *J Dent Res*. 1997; 76(8): 1495-1501.
23. Sidhu SK, Pilecki P, Sherriff M, Watson TF. Crack closure on rehydration of glass-ionomer materials. *Eur J Oral Sci*. 2004; 112(5): 465-9.
24. Gökay O, Ziraman F, Cali Asal A, Saka OM. Radicular peroxide penetration from carbamide peroxide gels during intracoronal bleaching. *Int Endod J*. 2008; 41(7): 556-60.
25. Baroudi K, Mahmoud RS, Tarakji B, Altamimi MA. Effect of vital bleaching on disintegration tendency of glass ionomer restorations. *J Clin Diagn Res*. 2014; 8(2): 214-7.

26. Zavanelli AC, Mazaro VQ, Silva CR, Zavanelli RA, Mancuso DN. Surface roughness analysis of four restorative materials exposed to 10% and 15% carbamide peroxide. *Int J Prosthodont*. 2011; 24(2): 155-7.

Não autorizo a publicação deste trabalho pelo prazo de 01/03/2026.

(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 01 de março de 2026.

Elisângela Maria Pereira de Souza