



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



**Tatiane Miranda Manzoli**

**Análise *in vitro* de técnicas e materiais utilizados clinicamente em dentística restauradora**

**Araraquara**

**2023**



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



**Tatiane Miranda Manzoli**

**Análise *in vitro* de técnicas e materiais utilizados clinicamente em dentística restauradora**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia de Araraquara, para obtenção do título de Doutora em Ciências Odontológicas, na Área de Dentística Restauradora.

**Orientadora: Profa. Dra. Andrea Abi Rached Dantas**

**Araraquara**

**2023**

M296a      Manzoli, Tatiane Miranda  
Análise in vitro de técnicas e materiais utilizados clinicamente em  
dentística restauradora / Tatiane Miranda Manzoli. -- Araraquara,  
2023  
72 p. : il., tabs.  
  
Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),  
Faculdade de Odontologia, Araraquara  
Orientadora: Andréa Abi Rached Dantas  
  
1. Tensoativos. 2. Azul de Metileno. 3. Peróxido de hidrogênio. 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.

**Tatiane Miranda Manzoli**

**Análise *in vitro* de técnicas e materiais utilizados clinicamente em dentística restauradora**

**Comissão julgadora**

**Dissertação para obtenção do grau de Doutora em Ciências Odontológicas**

Presidente e orientador. Profa. Dra. Andréa Abi Rached Dantas

2ºExaminador. Prof Dr. Milton Carlos Kuga

3º Examinador. Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

4ºExaminador. Prof. Dr. Aryvelto Miranda Silva

5ºExaminador. Prof. Dr. João Felipe Besegato

Araraquara, 24 de fevereiro de 2023

## **DADOS CURRICULARES**

**Tatiane Miranda Manzoli**

**NASCIMENTO:** 19/06/1993- Cacoal-RO

**FILIAÇÃO:** Luzenir Rosa Miranda Manzoli  
Valdemir manzoli

|                    |                                                                                                                |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2011-2015</b>   | Curso de Graduação em Odontologia na Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal-UNIFACIMED                     |
| <b>2014-2014</b>   | Aperfeiçoamento em Estética Dental na Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal-UNIFACIMED                    |
| <b>2016-2016</b>   | Aperfeiçoamento em Dentística Restauradora na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho”-UNESP   |
| <b>2016-2018</b>   | Especialização em Dentística Restauradora na Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia- FAEPO |
| <b>2017-2019</b>   | Mestrado em Ciências Odontológicas na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”-UNESP           |
| <b>2022-2022</b>   | Aperfeiçoamento em Cirurgia Oral Menor na Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas- APCD                    |
| <b>2019-2023</b>   | Doutorado em Ciências Odontológicas na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”-UNESP          |
| <b>Associações</b> | CROSP – Conselho Regional de Odontologia do São Paulo<br>SBPqO – Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica |

*Dedico este trabalho à Deus e aos meus pais, que foram os responsáveis para que eu conseguisse realizar todos os meus sonhos.*

## AGRADECIMENTOS

À **Deus** por ser meu alicerce durante as dificuldades. Sou grata por sempre colocar pessoas maravilhosas no meu caminho e sempre me ajudar em todos os momentos da vida.

Aos meus pais, **Luzenir Rosa Miranda Manzoli** e **Valdemir Manzoli**, por todo apoio, amor e confiança. Obrigada por não medirem esforços para que eu conquistasse meus sonhos, e tornar esse momento possível. Mesmo com toda distância geográfica que estivemos durante esses 7 anos, nunca deixei de sentir o amor e carinho vindo de vocês. Nenhum agradecimento no mundo seria capaz de expressar todo sentimento de gratidão e amor que sinto.

Ao meu irmão **Lucas Miranda Manzoli**, que se fez presente em todos os momentos, mesmo com a distância. Obrigada por ser meu amigo e fazer com que eu tivesse confiança para seguir adiante. Você mesmo sendo mais novo é um exemplo para mim. Eu amo muito você e saiba que sempre poderá contar comigo.

À minha **família e amigos**, por todo carinho e apoio durante esses anos.

Ao Reitor **Prof. Dr. Pasqual Barreti** e Vice-Reitora **Profa. Dra. Maysa Furlan** da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP/Araraquara, representada pelo Diretor **Prof. Dr. Edson Alves de Campos** e de sua Vice-Diretora **Profa. Dra. Patrícia Petromilli Nordi Sasso Garcia**, pela oportunidade para a realização do curso de pós-graduação, através de condições adequadas dentro da instituição.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, representada pela Coordenadora **Profa. Dra. Andreia Bufalino**.

Ao Departamento de Odontologia Restauradora, na função de Chefe do Departamento **Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho** e de sua Vice-Chefe **Profa. Dra. Gisele Faria**.

À Seção Técnica de Pós-Graduação, por toda prontidão e gentileza ao tratar os discentes. Em especial ao **Cristiano Afonso Lamounier**, sempre educado e empático com todos os assuntos tratados.

À **Dra. Paula Aboud Barbugli**, assistente de suporte acadêmico, que ajudou na análise de microscopia confocal dos trabalhos. Obrigada por toda ajuda e competência, sendo sempre muito educada.

As bibliotecárias **Ana Cristina Jorge** e **Ceres Maria Carvalho Galvão de Freitas**, por todo cuidado, educação e atenção desde a época de mestrado, quando solicitadas para as correções dos trabalhos.

Aos **docentes** da Faculdade de Odontologia de Araraquara, por compartilharem seus conhecimentos e contribuírem para o meu crescimento profissional.

À minha querida orientadora **Profa. Dra. Andréa Abi Rached Dantas**, por todo apoio e oportunidade durante o período do doutorado. Uma docente que trabalha sempre com muito carinho e ética, fazendo com que a trajetória não seja tão árdua e injusta, como geralmente se observa em cursos de pós-graduação.

Ao **Prof. Dr. Milton Carlos Kuga**, que foi fundamental em todos esses anos, sendo fonte de inspiração. Obrigada por toda amizade e oportunidade que deposita em mim e em todos do grupo “vamos trabalhar”, mostrando o que de fato é trabalho em equipe.

Ao **Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade**, por todo estímulo e oportunidade ofertado na prática clínica. Sou grata pelos ensinamentos passados desde a época de especialização.

Ao **Prof. Dr. Aryvelto Miranda Silva**, que tive a oportunidade de acompanhar a trajetória desde o doutorado, e agora tenho a honra de ter compondo a minha banca. Além de um excelente dentista, professor e ser humano, é um amigo que tenho um carinho imenso.

Ao **Prof. Dr. João Felipe Besegato**, que admiro profundamente, sendo um exemplo para mim em todas as áreas. Juntos compartilhamos muitos momentos, e através dos anos meu orgulho por você só aumentou. Minha banca não seria a mesma sem ter a oportunidade de você compondo-a. Obrigada por sua amizade e tudo que ela representa para mim!

À **Sra. Creusa Maria Hortenci**, assistente administrativa do Departamento de Odontologia Restauradora, por cuidar dos assuntos do departamento com tanto carinho e por ter se tornado uma amiga tão especial. Sou grata por todos os momentos compartilhados com você, dentro e fora da instituição.

Aos amigos **Joissi Ferrari Zaniboni, Joatan Lucas de Sousa Gomes, Eran Nair Mesquita de Almeida**, e **Básia Rabelo Nogueira**, que viveram a pós-graduação e a vida comigo durante esse tempo, saiba que levarei vocês sempre em meu coração. Obrigada por fazerem a trajetória se tornar mais leve, pois quando se está distante da família, os amigos se tornam nosso suporte. Cada um sabe a importância que teve em minha vida durante esses anos.

Aos amigos **Rafaella Lara Maia Mota** e **Rodrigo Durval Silva**, por terem compartilhado tantos momentos comigo, na alegria e na tristeza, literalmente. Sou grata por ter encontrado pessoas tão incríveis. Desejo que a vida me presenteie sempre com amizades como a de vocês.

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.

“Tudo é vário. Temporário. Efêmero. Nunca somos, sempre estamos.”  
Chico Buarque\*

---

\*Holanda CB. Leite derramado. São Paulo: Companhia das Letras; 2009.

Manzoli TM. Análise *in vitro* de técnicas e materiais utilizados clinicamente em dentística restauradora [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2023.

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar o efeito de diferentes tratamentos realizados clinicamente, a fim de apresentar contribuição de estudos *in vitro* com novos produtos, auxiliando o profissional na clínica odontológica. **Material e métodos:** No primeiro estudo, oitenta raízes de incisivos bovinos foram tratadas endodonticamente, e após o preparo para pino foi tratado de acordo com o protocolo de irrigação (DW, SHS, SHT e SHG). Em seguida, quarenta raízes ( $n = 10$ ) foram utilizadas para avaliar a persistência, e as outras quarenta raízes utilizadas para o teste de resistência de união, seguido da análise do modo de falha. A formação de *tags* foi avaliada por imagens de microscopia confocal a laser. No segundo estudo, foram utilizadas 60 raízes de incisivos bovinos, tratados endodonticamente e então distribuídos em 6 grupo ( $n=10$ ): G1-(SSAA), G2-(HCAA), G3-(HUAA), G4-(SSUU), G5-(HCUU) e G6- (HUUU). Após os tratamentos intrarradiculares, os espécimes foram preparados e submetidos aos testes de resistência de união, avaliação do padrão de falha adesiva e formação de *tags*. No terceiro estudo, sessenta coroas bovinas foram utilizadas. Após a coloração com chá preto, os espécimes foram randomizados em quatro grupos ( $n=10$ ) de acordo com o protocolo de clareamento: HP35R: 3x15 min 35% HP; HP35: 1x 45 min 35% HP; HP35VR: 3x 8min 35% HP + LED violeta; HP35V: 1x 24 min + LED violeta. A mudança de cor foi avaliada antes, 24h após cada sessão, 7 dias e 15 dias após a última sessão. Foram realizados teste de análise de cor, variação de pH (inicial e final) e a temperatura do gel clareador. **Resultados:** No estudo 1, não foi observada diferença na persistência de resíduos independente do terço ( $p>0,05$ ). Em relação à resistência de união, o grupo DW apresentou os maiores valores para todos os terços. No estudo 2, para o teste de resistência de união, o grupo que obteve os maiores valores foi o SSUU, enquanto o SSAA obteve valores menores no terço cervical e médio, enquanto o grupo HCAA obteve o menor valor no terço apical. Na penetrabilidade dentinária, o grupo HUAA apresentou maior extensão de *tags*. No estudo 3, HP35VR e HP35V tiveram a mudança de cor mais perceptível ( $p<0,05$ ). Os valores finais de pH foram menores que os iniciais, mas sem diferença entre os grupos ( $p>0,05$ ). Os grupos HP35VR e HP35V apresentaram aumento de temperatura em relação ao HP35R ( $p<0,05$ ). **Conclusão:** Com base nos resultados obtidos podemos concluir que a utilização de novas formulações e técnicas tem apresentado resultados positivos, podendo ser um grande aliado nos procedimentos clínicos. No entanto, estudos *in vivo* precisam ser realizados para avaliação dos materiais em outras condições.

**Palavras chave:** Tensoativos. Azul de Metileno. Peróxido de hidrogênio.

Manzoli TM. *In vitro* analysis of techniques and materials used clinically in restorative dentistry [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2023.

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the effect of different clinical treatments in order to present the contribution of *in vitro* studies with new products, helping the professional in the dental clinic. **Methods:** In the first study, eighty roots of bovine incisors were endodontically treated. After post-space preparation, it was irrigated according to the irrigation protocol (DW, SHS, SHT and SHG). Then, forty roots ( $n = 10$ ) were used to evaluate the persistence of residues and the other roots were used for bond strength followed by failure mode analysis. Tag formation was evaluated by confocal laser microscopy images. In the second study, 60 roots of bovine incisors were endodontically treated and then distributed into 6 groups ( $n=10$ ): G1-(SSAA), G2-(HCAA), G3-(HUAA), G4-(SSUU), G5-(HCUU) and G6- (HUUU). After the intraradicular treatments, the specimens were submitted to bond strength, failure mode, and tag formation tests. In the third study, sixty bovine crowns were used. After black tea staining, specimens were randomized into four groups ( $n=10$ ) according to the bleaching protocol: HP35R: 3x15 min 35% HP; HP35: 1x 45 min 35% HP; HP35VR: 3x 8min 35% HP + Violet LED; HP35V: 1x 24 min + violet LED. Color change was evaluated before, 24h after each session, 7 days and 15 days after the last session. Color analysis tests, pH variation (initial and final) and temperature of the whitening gel were performed.

**Results:** In study 1, no difference was observed in the persistence of residuals regardless of third ( $p > 0.05$ ). Regarding bond strength, the DW group showed the highest values for all thirds. In study 2, for the bond strength test, the group that obtained the highest values was the SSUU, while the SSAA obtained the lowest values in the cervical and middle thirds, while the HCAA group obtained the lowest values in the apical thirds. In terms of dentin penetrability, the HUAA group had a greater number of tags. In study 3, HP35VR and HP35V had the most noticeable color change ( $p < 0.05$ ). The final pH values were lower than the initial ones, but with no difference between the groups ( $p > 0.05$ ). The HP35VR and HP35V groups showed an increase in temperature compared to the HP35R ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** Based on the results it was possible to conclude that the use of new formulations and techniques has shown positive results, and can be useful in clinical procedures. However, *in vivo* studies must be carried out to evaluate the materials in other conditions.

**Keywords:** Surface-Active Agents. Methylene Blue. Hydrogen peroxide.

## SUMÁRIO

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>     | <b>12</b> |
| <b>2 PROPOSIÇÃO .....</b>     | <b>14</b> |
| <b>3 PUBLICAÇÕES .....</b>    | <b>15</b> |
| <b>3.1 Publicação 1 .....</b> | <b>15</b> |
| <b>3.2 Publicação 2 .....</b> | <b>33</b> |
| <b>3.3 Publicação 3 .....</b> | <b>49</b> |
| <b>4 CONCLUSÃO .....</b>      | <b>68</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>      | <b>69</b> |
| <b>ANEXO .....</b>            | <b>72</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Na odontologia os padrões estéticos e a durabilidade de materiais tem sido cada vez mais questionados. Além disso, é notório o constante desenvolvimento de novos materiais e técnicas com o intuito de aprimorar a estética e otimizar o tempo clínico, especialmente na área da dentística restauradora. Neste sentido, a condução de estudos *in vitro* e *in vivo* é fundamental para avaliar a efetividade clínica de novos materiais e técnicas de modo que as informações geradas ao clínico não sejam apenas comerciais<sup>1-3</sup>.

Para o sucesso do restabelecimento estético de dentes tratados endodonticamente, a utilização de retentores intrarradiculares pode ser necessária<sup>4-5</sup>. A correta execução de todas as etapas no protocolo de tratamento, como a antisepsia local, é crucial para promover uma longevidade no tratamento. Nesse contexto, a irrigação com hipoclorito de sódio é a mais utilizada no espaço intrarradicular, como solução antimicrobiana<sup>6-13</sup>. No entanto, visando minimizar os efeitos adversos causados nas formulações de hipoclorito de sódio, como afalha da remoção da smear layer, alteração nas propriedades mecânicas da dentina de dentes tratados endodonticamente e falha na interface adesiva com a utilização de cimentos resinosos, o uso de surfactantes em sua composição foi lançado recentemente<sup>14-16</sup>.

Atualmente alguns estudos vem mostrando que o uso prolongado de antimicrobianos pode gerar uma resistência nos microrganismos<sup>17-19</sup>. Diante disso, um tratamento que vem sendo utilizado para o auxílio na antisepsia do canal radicular é a terapia fotodinâmica antimicrobiana (TFDA)<sup>20-24</sup>. Para a utilização dessa terapia é necessário o uso de um fotossensibilizador (FS), uma fonte de luz com comprimento de onda compatível com o espectro de absorção do FS, e a presença de oxigênio<sup>25-28</sup>. O FS assume papel importante na reação fotodinâmica, tendo que apresentar propriedades como solubilidade e estabilidade em solução aquosa e pH fisiológico, seletividade, habilidade de transporte intracelular, possuir rendimento quântico, não ser tóxico a níveis terapêuticos, apresentar capacidade de absorção de luz e ser metabolizado rapidamente<sup>29</sup>.

Diversos estudos têm mostrado a eficácia de fotossensibilizadores (FS) como o azul de metileno. Apesar de suas inúmeras vantagens, este FS apresenta limitado

espectro de ação sobre a microbiota endodôntica e/ou a alteração da coloração dental<sup>30-34</sup>. Diante disso, o azul de toluidina apresenta-se como uma alternativa interessante, embora ainda exista uma carência de estudos que avaliem a eficácia da sua utilização<sup>24,34</sup>.

Entre os tratamentos estéticos mais procurados clinicamente, existe o clareamento dental, que é considerado uma abordagem de baixo custo, minimamente invasiva e que apresenta uma diversidade de produtos e concentrações<sup>35-39</sup>. Embora seja considerado um procedimento clínico seguro e eficaz, ainda não está estabelecido na literatura um protocolo que promova sua eficácia sem nenhum efeito adverso. Assim, a utilização de fonte de luz LED violeta (LV), com o comprimento de onda entre  $(405 \pm 10 \text{ nm})$ , tem sido sugerida como uma opção mais conservadora, por possibilitar a interação física com moléculas coradas devido ao seu menor comprimento de onda<sup>40-41</sup>, promovendo a ação clareadora.

Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes tratamentos realizados clinicamente, a fim de apresentar contribuições de estudos *in vitro* sobre novos produtos, auxiliando o profissional na prática clínica.

## 2 PROPOSIÇÃO

O objetivo geral deste estudo foi investigar diferentes tratamentos realizados clinicamente, a fim de apresentar contribuições de estudos *in vitro* sobre novos produtos, auxiliando o profissional na prática clínica.

Avaliar o efeito de protocolos de irrigação com diferentes formulações de hipoclorito de sódio: solução, gel ou associado a surfactante. Analisando persistência de resíduos, resistência de união, modo de falha e formação de tags de um sistema de cimentação utilizando sistema adesivo universal e cimento resinoso convencional em espaço intrarradicular.

Comparar os efeitos da remoção do azul de toluidina a 0,1% do espaço protético, com os protocolos de irrigação com solução salina ou hipoclorito de sódio a 2,5%, sob método convencional ou submetido à energização ultrassônica. Analisando os grupos com a utilização do sistema adesivo condiciona-e-lava ou universal, e a utilização de cimento resinoso convencional ou dual.

Analisar a eficácia clareadora, o pH e a cinética de temperatura de diferentes protocolos clareadores usando gel peróxido de hidrogênio (HP) 35%, sendo ele de alta concentração, com ou sem irradiação de LED violeta.

### 3 PUBLICAÇÕES

Serão apresentados os artigos originados a partir da pesquisa realizada para a tese de doutorado.

#### 3.1 Publicação 1\*

**Como diferentes formulações à base de hipoclorito de sódio podem afetar a interface de adesão após a cimentação de pinos de fibra?**

#### RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a persistência de resíduos, resistência de união e formação de *tags* de um sistema de cimentação de dupla polimerização, após irrigação intrarradicular com diferentes irrigantes à base de hipoclorito de sódio: SHS – hipoclorito de sódio 2,5% (controle positivo); SHT – hipoclorito de sódio a 3% com surfactante; SHG – gel de hipoclorito de sódio a 3%; e DW – água destilada (controle negativo). Oitenta raízes de incisivos bovinos foram tratadas endodonticamente e o preparo do pino foi realizado. Após, o preparo foi irrigado de acordo com o protocolo de irrigação (DW, SHS, SHT e SHG). Em seguida, quarenta raízes ( $n = 10$ ) foram utilizadas para avaliar a persistência dos resíduos por microscopia eletrônica de varredura (MEV). As outras quarenta raízes foram utilizadas para o teste de resistência de união por push-out, seguido da análise do modo de falha. A formação de *tags* do sistema de cimentação nos preparos dos terços cervical, médio e apical foi avaliada por imagens de microscopia confocal. Não foi observada diferença na persistência de resíduos sobre a dentina preparada independente do terço ( $p > 0,05$ ). Em relação à resistência de união, o grupo DW apresentou os maiores valores para todos os terços. Os grupos SHS e SHT, apresentaram resultados semelhantes nos terços cervical e médio ( $p > 0,05$ ), mas superiores ao SHG ( $p < 0,05$ ). O modo de falha mostrou que o tipo 4 foi o mais frequente nos terços cervical e médio para DW, enquanto o tipo 2 foi o mais frequente para os demais grupos. A formação de *tag* do sistema de cimentação mostrou que DW exibiu *tags* mais longas que os demais grupos, independente do terço intrarradicular avaliado. Comparado ao grupo controle, o grupo SHT apresentou o melhor desempenho, uma vez que foram observados menos efeitos negativos na interface adesiva.

**Palavras-chave:** Hipoclorito de sódio, Tensoativos, Adesivos Dentinários, Tratamento do Canal Radicular.

---

\* Formatação de acordo com as normas do periódico *European Journal of Prosthodontics & Restorative Dentistry* para o qual pretende-se submeter.

## INTRODUÇÃO

Quando corretamente indicados e cimentados, os pinos de fibra de vidro são materiais adequados para procedimentos de reabilitação dental (1,2). As principais vantagens do pino de fibra de vidro incluem suas propriedades que se assemelham as dos elementos dentários, além de elevada resistência mecânica e módulo de elasticidade semelhante ao da dentina (3-7).

Um protocolo de restauração correto inclui a preparação do espaço do pino, desobturação e descontaminação dos terços radiculares cervicais e médios e a cimentação do pino (8-10). Apesar dos pinos de fibra de vidro trazerem benefícios, a qualidade do tratamento endodôntico, a forma de aplicação do cimento e o pré-tratamento do pino de fibra podem interferir na integridade do elemento dental (11).

A irrigação intrarradicular tem sido utilizada para promover antissepsia local (12-15). Nesse contexto, o hipoclorito de sódio é a solução antimicrobiana mais recomendada em endodontia (16-19). No entanto, a solução de hipoclorito de sódio não remove a smear layer com sucesso, promove alterações significativas nas propriedades mecânicas da dentina de dentes tratados endodônticamente e afeta negativamente a interface adesiva dos cimentos resinosos (15,20,21).

Por outro lado, não há consenso sobre qual é a formulação química de hipoclorito de sódio mais adequada para ser utilizada na irrigação intrarradicular (16,17,19). Assim, novas formulações foram lançadas no mercado na tentativa de obter um melhor desempenho em relação à solução padrão-ouro. O NaOCl 3% com surfactante, o chamado ChlorCid Surf (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA), foi lançado recentemente. O surfactante visa diminuir a tensão superficial do NaOCl, aumentando sua penetrabilidade nos túbulos dentinários e promovendo uma melhor limpeza dos canais radiculares (22-24).

O uso de hipoclorito de sódio como irrigante gera radicais na formação de espécies oxidativas, principalmente oxigênio singlete (16,19). A presença de oxigênio inibe a reação de polimerização dos sistemas adesivos e dificulta a formação da camada híbrida e a penetrabilidade dentinária (12,25,26). Assim, a irrigação intrarradicular com hipoclorito de sódio pode afetar negativamente a cimentação do pino e a sobrevivência da restauração. Considerando que a adesão à dentina pode ser afetada, é pertinente avaliar seu efeito na resistência de união.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de protocolos de irrigação com diferentes formulações de hipoclorito de sódio: solução, gel ou associado a surfactante. Persistência de resíduos (1), resistência de união (2), modo de falha (3) e formação de tag (4) de um sistema de cimentação com sistema adesivo universal e cimento resinoso convencional foram avaliados no espaço cervical, médio e apical terços. As hipóteses nulas H01, H02, H03 e H04 foram de que não seriam observadas diferenças entre os protocolos de irrigação, respectivamente em relação à persistência de resíduos, resistência de união, modo de falha e formação de tag.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Este estudo recebeu apreciação ética e aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista (22/2019). Oitenta incisivos conóides bovinos com anatomia radicular semelhante e sem alterações morfológicas foram selecionados e armazenados em solução de timol a 0,1% a 4°C até a sua utilização, conforme um estudo piloto realizado.

### **Preparo dos espécimes**

As raízes foram seccionadas transversalmente na máquina para corte de tecidos mineralizados (Isomet; Buehler Ltd, Lake Buff, IL) e padronizados com a extensão de 16mm, a partir do ápice radicular. Após a obtenção do glyde path com uma LK #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), os canais radiculares foram preparados até o instrumento F5 (Protaper Universal; Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland), a 1mm aquém do ápice radicular, conforme as recomendações do fabricante. O preparo químico-mecânico, irrigação final e obturação dos canais radiculares foram realizados conforme descrito por Aranda-Garcia et al., (2013). Em seguida, o acesso cervical dos espécimes foi provisoriamente restaurado com cimento de ionômero de vidro (Maxxion R; FGM, Joinville, SC, BR) e mantidos em estufa, com umidade relativa a 100%, a 37°C, por 7 dias.

Após a remoção do cimento de ionômero de vidro, o espaço para pino foi inicialmente preparado, na extensão de 11 mm a partir da face cervical dos espécimes, com as brocas de Largo #2 e #3 (Dentsply, Pirassununga, SP, BR) e com a broca DC

#2 (White Post DC System; FGM, Joinville, SC, BR), sem irrigação. Quarenta espécimes foram utilizados para a análise da incidência de resíduos sobre a superfície dentinária radicular e quarenta espécimes utilizados para a avaliação da resistência de união, padrão de fratura e formação de tags no substrato dentinário do espaço para pino.

### **Protocolo de irrigação**

A irrigação do espaço para pino foi realizada com um dos seguintes protocolos: DW (água destilada): Após o preparo intrarradicular, o espaço para pino foi irrigado com 10 mL de água destilada, por meio de uma cânula de irrigação (Navitip 30G; Ultradent, South Jordan, UT, USA), durante 1 min;

SHS (solução de hipoclorito de sódio): Similar ao DW, porém a solução de hipoclorito de sódio a 2.5% (Asfer, São Caetano do Sul, SP, BR) foi utilizada para a irrigação do espaço para pino;

SHT (solução de hipoclorito de sódio com surfactante): Similar ao SHS, porém utilizando a solução de hipoclorito de sódio a 3% com surfactante (ChlorCid Surf; Ultradent, South Jordan, UT, USA);

SHG (hipoclorito de sódio gel): Similar ao SHS, porém utilizando o hipoclorito de sódio a 3% gel (ChlorCid V; Ultradent, South Jordan, UT, USA);

Após a irrigação, o conteúdo do espaço para pino foi aspirado (Capillary tips; Ultradent, South Jordan, UT, USA) e seco com ponta de papel absorvente. O Quadro 1 descreve os materiais utilizados conforme nos grupos experimentais.

### **Persistência de resíduos**

Após a irrigação intrarradicular, os espécimes foram clivados longitudinalmente com cinzel, conforme descrito por Belizário et al. (2019). Os terços radiculares cervical, médio e apical foram marcados a 3, 6 e 9 mm da abertura cervical. Na sequência, os espécimes de cada terço foram armazenados em câmara contendo sílica por 7 dias para desidratação. Após esse período, os corpos de prova foram montados individualmente em stubs metálicos e revestidos com liga de ouro-paládio (MED 010; Balzers União, Balzers, Liechtenstein) a 20 mA por 180 segundos, sob alto vácuo. Três áreas de cada terço radicular foram analisadas e uma imagem SEM representativa (ampliação 500 x) foi tirada usando microscópio eletrônico de varredura

(JEOL 6060; JEOL Ltda, Tóquio, Japão) a 20 kV. O mesmo operador obteve todas as imagens SEM. A persistência de resíduos foi classificada por dois examinadores calibrados, de acordo com os parâmetros descritos por Aranda-Garcia et al. (2013).

### **Resistência de união**

Após a irrigação intrarradicular, os pinos de fibra foram limpos com etanol 95% (Rinse-N-Dry; Racine, WI, EUA). Na sequência, o adesivo universal (Scotchbond Universal; 3M ESPE, St Louis, MN, EUA) foi aplicado em toda a superfície do pino de fibra e na dentina intrarradicular por 20 segundos. Imediatamente após, o cimento resinoso dual (Relyx Ultimate; 3M ESPE, St Louis, MN, EUA) foi manuseado e colocado dentro do espaço do pino com dispositivo de inserção (Precision; Maquira, Maringá, PR, BR).

O pino de fibra foi imediatamente posicionado dentro do espaço do pino e o conjunto de furos fotopolimerizado com uma unidade de LED (Valo; Ultradent, Salt Lake, UT, EUA) com irradiância de 1200 mW/cm<sup>2</sup>, por 10 segundos, em cada superfície da raiz. Os corpos de prova foram incluídos em tubos de PVC com resina de poliéster (Maxxi Ruber; Diadema, SP, BR), e após 24 horas, foi obtido um corte de 2,0 + 0,1 mm de profundidade de cada terço radicular, conforme descrito por Peroba Rezende Ramos et al., (2021).

Cada fatia foi submetida ao teste de resistência de união por push-out, usando máquina de ensaio eletromecânico com velocidade de 0,5 mm/min e carga celular de 5 kN. Os diâmetros da cruzeta foram de 0,5 mm, 0,9 mm e 1,3 mm, para o terço radicular apical, médio e cervical, respectivamente (Belizário et al., 2018; Ramos et al., 2018; Peroba et al., 2021). Obteve-se a força (em N) necessária para deslocar o pino de fibra endurecido/sistema de cimentação, e os valores foram convertidos em resistência de união (em MPa), conforme descrito por Magro et al., (2015).

### **Padrão de fratura**

Os espécimes submetidos ao teste de push out foram analisados em estereomicroscópio, com aumento de 20x, para a classificação do padrão de fratura, que foi classificado como: tipo 1 (adesiva), entre o pino de fibra e o sistema de cimentação; tipo 2 (adesiva), entre a dentina e o sistema de cimentação; tipo 3 (coesiva), no interior do sistema de cimentação e tipo 4 (mista), quando dois ou mais

tipos de padrão de fratura ocorreram simultaneamente, conforme descrito por Ramos et al., (2018).

### **Formação de tags**

O corante rhodamine B isothiocyanate RITC (540nm/625nm) foi adicionado ao adesivo universal, na proporção de 0.01%, conforme recomendações de Bim Júnior et al., 2017. Uma imagem de cada quadrante do perímetro do espaço para pino, de cada terço dos espécimes analisados no teste de resistência de união, foi obtida por meio de microscopia confocal a laser (LSM 800; Carl Zeiss, Oberkochen, GER), com magnificação de 100x. Dez mensurações foram obtidas das maiores extensões de formação de tags no substrato dentinário, em cada quadrante, totalizando quarenta mensurações para cada terço do espécime avaliado, utilizando o Image J Program (NIH, Bethesda, Maryland). A média aritmética das mensurações (em  $\mu\text{m}$ ) foi determinada como a média de extensão de formação de tags na dentina em cada slice do espécime em avaliação.

### **Análise Estatística**

Os resultados da avaliação da persistência de resíduos e formação de tags foram submetidos aos testes de Kruskal Wallis e Dunn ( $P=0.05$ ). Os dados obtidos na avaliação de resistência de união foram inicialmente submetidos ao teste de Shapiro-Wilk e, posteriormente avaliados pelos testes de análise de variância de um fator (One-way ANOVA) e teste de Tukey para comparações múltiplas ( $P=0.05$ ).

## **RESULTADOS**

### **Persistência de resíduos**

A persistência de resíduos sobre a dentina intrarradicular foi semelhante entre os protocolos de irrigação, independente do terço avaliado ( $p > 0,05$ ). Em todos os espécimes foi observada alta persistência de resíduos. A Tabela 1 apresenta os valores médios, máximos e mínimos dos escores. A Figura 2 mostra as imagens MEV representativas da superfície dentinária radicular, de acordo com os protocolos de irrigação utilizados.

### **Resistência de união**

Nos terços cervical e médio intrarradicular, DW e SHG apresentaram os maiores e menores valores de resistência de união, respectivamente ( $p < 0,05$ ). Os grupos SHS e SHT apresentaram valores semelhantes ( $p > 0,05$ ). No terço apical, DW apresentou maior resistência de união que os outros protocolos de irrigação ( $p < 0,05$ ), mas foram semelhantes entre eles ( $p > 0,05$ ).

A Tabela 2 apresenta a média e o desvio padrão da resistência de união (MPa) de acordo com os protocolos de irrigação intrarradicular dos terços avaliados.

### **Padrão de fratura**

Nos terços radiculares cervical e médio, a falha tipo 4 foi a mais incidente no grupo DW. Em contraste, a falha tipo 2 foi a mais incidente para os grupos SHS, SHG e SHT. No terço apical, todos os protocolos de irrigação apresentaram falha tipo 3 como a mais frequente. A Figura 1 mostra a incidência do modo de falha em função dos protocolos de irrigação.

### **Formação de tags**

O grupo DW apresentou marcas mais longas na dentina do que os outros grupos, independentemente do terço radicular avaliado ( $p < 0,05$ ). Os grupos SHS, SHG e SHT mostraram comprimento de tag semelhante entre eles ( $p > 0,05$ ). A Figura 3 mostra imagens confocais representativas dos tags formados pelo sistema de cimentação utilizado.

## **DISCUSSÃO**

As diferentes formulações químicas de hipoclorito de sódio apresentaram persistência de resíduos sobre a superfície de dentina intrarradicular, independentemente do terço avaliado. O grupo SHG apresentou a menor resistência de união do sistema de cimentação com cimento resinoso (RelyX Ultimate) e adesivo universal (Scotchbond Universal), nas regiões cervical e terços médios. Os grupos apresentaram modo de falha semelhante entre si, exceto para DW. No entanto, SHS, SHG e SHT apresentaram formação de tag semelhante, independentemente do terço avaliado e/ou formulação.

A irrigação intrarradicular deve ser realizada com irrigantes que tenham atividade antimicrobiana e potencial de limpeza da superfície dentária (2,8). Além

disso, os irrigantes devem remover os detritos do preparo intrarradicular para evitar a formação de smear layer química e precipitação de resíduos plastificados oriundos do material obturador sobre a superfície da dentina e/ou túbulos dentinários (9,10). A persistência desses resíduos pode afetar negativamente a interface adesiva entre a dentina e o cimento resinoso (2,3).

Os parâmetros usados para medir a incidência de resíduos após preparação intrarradicular são controversas, uma vez que existem diferenças cruciais entre características dos resíduos formados após o preparo químico-mecânico dos canais em comparação com aqueles formados após o preparo intrarradicular (2,3,8). Neste estudo a incidência de resíduos observada nas imagens SEM foi medida por pontuações adaptadas usado para avaliação de smear layer, uma vez que os parâmetros de análise para resíduos da preparação intrarradicular são escassos (1,3).

A persistência de resíduos sobre a superfície tende a interferir na hibridação do sistema adesivo na dentina (17). A incidência de resíduos foi semelhante entre todos os protocolos de irrigação. Assim, a primeira hipótese nula foi aceita, pois o preparo intrarradicular foi realizado com instrumentos sem resfriamento, pois o aquecimento local fornecido pode alterar o estado físico dos resíduos do selante, precipitando sobre a superfície de forma amorfa. Essa camada amorfa pode cobrir a abertura dos túbulos dentinários, como observado na Figura 1, o que pode explicar os resultados semelhantes entre os grupos (3,6).

As análises de força de adesão push-out e modo de falha são usadas para avaliar a adesão entre o sistema de cimentação e a dentina após irrigação intrarradicular (2,8,11). Essas metodologias simulam as condições clínicas de maneira mais confiável, pois o vetor deslocamento do conjunto (pino de fibra e sistema de cimentação) é perpendicular à orientação dos túbulos dentinários (2,11,12,13). Neste estudo, o vínculo força foi comparada dentro do mesmo terço, como feito anteriormente por pane et al. (2013), já que o diâmetro da travessa é diferente conforme a terceira, para ocupar aproximadamente 90% da área de contato com o pino de fibra e sistema de cimentação (2,14).

A microscopia confocal a laser foi utilizada para avaliar a interface de adesão pela quantificação do comprimento das tags formadas na dentina do espaço intrarradicular (2,6,22,23,27). A escolha por esta metodologia visou a preservação dos exemplares, por se tratar de um método não destrutivo. Na análise 1 o corante

rodamina B foi incorporado ao adesivo universal como recomendado por Bim Júnior et al. (2017), para evitar que a rodamina B exerça efeitos sobre as propriedades físico-químicas do sistema de cimentação (24).

A segunda e terceira hipóteses nulas foram rejeitadas. Os testes de força de ligação mostraram que SHG e SHS tiveram resultados inferiores a SHT e DW nas regiões cervical e média terços. O sistema adesivo universal possui pH ácido que solubilizam e parcialmente incorporar a smear layer durante a adesão à dentina (17) para aumentar o efeito bactericida eficácia e propriedades umectantes da solução de desinfecção, surfactantes têm sido usados (18,20). Segundo Zand et al., (2010) e Fukuzaki (2006), as formulações químicas em forma de gel e produtos derivados da dissociação química do hipoclorito de sódio pode afetar negativamente a resistência de união do sistema de cimentação na região cervical e terços médios, o que justifica que o grupo DW apresentou o melhor resultado neste estudo. A remoção de resíduos em forma de gel é mais difícil, afetando a interface adesiva.

No grupo DW, a falha mista foi a mais frequente. Nos grupos que receberam NaOCl, falha adesiva tipo 2 foi a mais frequente nos terços cervical e médio pós-espço. Oskoe et al. (2016), mostraram que a afinidade entre o pino de fibra de vidro e o cimento resinoso desempenha um papel importante na resistência de união. Em nosso estudo, as baixas incidências de falhas coesivas foram observadas, o que mostra que as forças coesivas entre o pino de fibra e cimento resinoso é maior que a resistência de união do cimento à dentina, conforme observado por Zaniboni et al., (2021).

Os irrigantes utilizados neste estudo podem gerar bolhas devido ao oxigênio residual no os túbulos dentinários, dificultando a infiltração de monômeros de resina e a formação de tags (31,32,33,34,35). Este fato justifica os tags mais longos para DW em relação aos demais grupos. A quarta hipótese nula foi rejeitada. O SHG apresentou menor resistência de união e dentina penetrabilidade, provavelmente devido aos resíduos de ácido hipocloroso. Segundo Coaguila Llerena et al. (2020), a adição de tensoativos em hipoclorito de sódio pode modificar a tensão superficial, facilitando sua permeabilidade em áreas irregulares. Este fato pode explicar a resultados mostrados no grupo SHT.

Este estudo tem algumas limitações. Embora a significância, os resultados in vitro devem ser avaliadas com o uso de irrigação final com métodos ultrassônicos.

Além disso, a avaliação de diferentes tipos de cimentos resinosos e sistemas adesivos são cruciais para prever o efeito das formulações na camada híbrida.

## **CONCLUSÃO**

Entre as formulações à base de hipoclorito de sódio, o uso de hipoclorito de sódio 3% com surfactante (ChlorCid Surf), promoveu maior resistência de união à dentina intrarradicular quando usado com um sistema adesivo universal (Scotchbond Universal) e um cimento resinoso dual (RelyX Ultimate).

**Quadro 1-** Apresentação, composição química e fabricante dos materiais usados neste estudo.

| <b>Material</b>      | <b>Apresentação</b>                   | <b>Composição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Fabricante</b>                           |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Relyx Ultimate       | 1 seringa (4,5g)                      | Pasta base: Monômeros de metacrilato, radiopacificadores, partículas de carga silanizadas, componentes iniciadores, estabilizadores e aditivos de reologia. Pasta catalisadora: Monômeros de metacrilato, radiopacificadores, partículas de carga alcalinas, estabilizadores, pigmentos, aditivos de reologia, componentes fluorescentes, ativador de polimerização sem luz para o Single Bond Universal. | 3 M ESPE, Sumaré, SP, Brasil                |
| Scotchbond Universal | 1 frasco (5mL)                        | Metacrilato de 2-hidroxietila, Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato (BisGMA), Decametileno dimetacrilato, etanol, Sílica tratada de silano, Água, 1,10-Decanodiol fosfato metacrilato, Copolímero de acrílico e ácido itacônico, Caforquinona, N,N-Dimetilbenzocaín.                                                                                                                                  | 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil                 |
| ChlorCid V           | 1 seringa (30mL)                      | hipoclorito de sódio a 3%.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Ultradent Products, Inc. South Jordan, USA. |
| ChlorCid             | 1 seringa (30mL)                      | hipoclorito de sódio a 3%.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Ultradent Products, Inc. South Jordan, USA. |
| ChlorCid Surf        | 1 seringa (30 mL) ou 1 frasco (480mL) | hipoclorito de sódio a 3% com surfactante.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Ultradent Products, Inc. South Jordan, USA. |

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 1.** Mediana, valores máximo e mínimo dos escores atribuídos à persistência de resíduos sobre a superfície dentinária, nos diferentes terços de acordo com os grupos experimentais.

| terços   | DW       | SHS      | SHG      | SHT      |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| cervical | 4 (4 -3) | 4 (4 -3) | 4 (4 -4) | 4 (4 -3) |
| middle   | 4 (4 -3) | 4 (4 -3) | 4 (4 -3) | 4 (4 -3) |
| apical   | 4 (4 -3) | 4 (4 -3) | 4 (4 -3) | 4 (4 -3) |

Não houve diferença significativa entre protocolos de irrigação, no terço avaliado ( $P > 0.05$ ). DWC: água destilada; SHS: hipoclorito de sódio 2,5%; SHT: hipoclorito de sódio 3% com surfactante; SHG: hipoclorito de sódio em gel 3%.

**Tabela 2.** Valores médios e de desvio padrão referentes a resistência de união (em MPa) do terço cervical, médio e apical de acordo com os grupos experimentais.

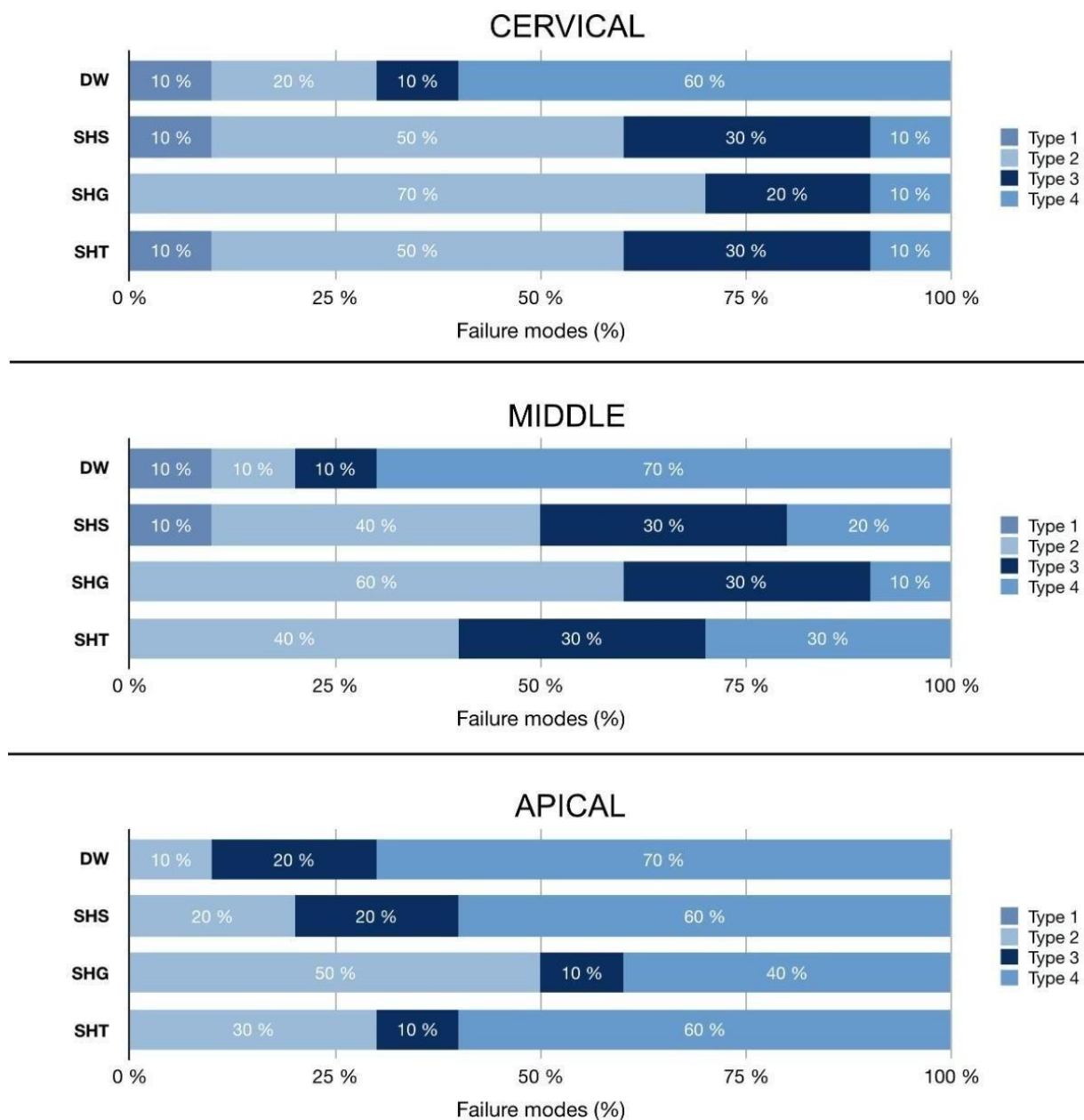
|          | DW                            | SHS                          | SHG                          | SHT                          |
|----------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Cervical | 10.09 $\pm$ 1.28 <sup>a</sup> | 6.52 $\pm$ 1.30 <sup>b</sup> | 4.89 $\pm$ 1.19 <sup>c</sup> | 6.83 $\pm$ 0.66 <sup>b</sup> |
| Middle   | 10.04 $\pm$ 1.17 <sup>a</sup> | 6.62 $\pm$ 1.01 <sup>b</sup> | 4.80 $\pm$ 1.26 <sup>c</sup> | 6.23 $\pm$ 0.93 <sup>b</sup> |
| Apical   | 8.52 $\pm$ 0.77 <sup>a</sup>  | 4.48 $\pm$ 0.81 <sup>b</sup> | 4.04 $\pm$ 0.79 <sup>b</sup> | 4.32 $\pm$ 1.04 <sup>b</sup> |

a,b,c Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas na resistência de união ( $p < 0.05$ ). DWC: água destilada; SHS: hipoclorito de sódio 2,5%; SHT: hipoclorito de sódio 3% com surfactante; SHG: hipoclorito de sódio em gel 3%.

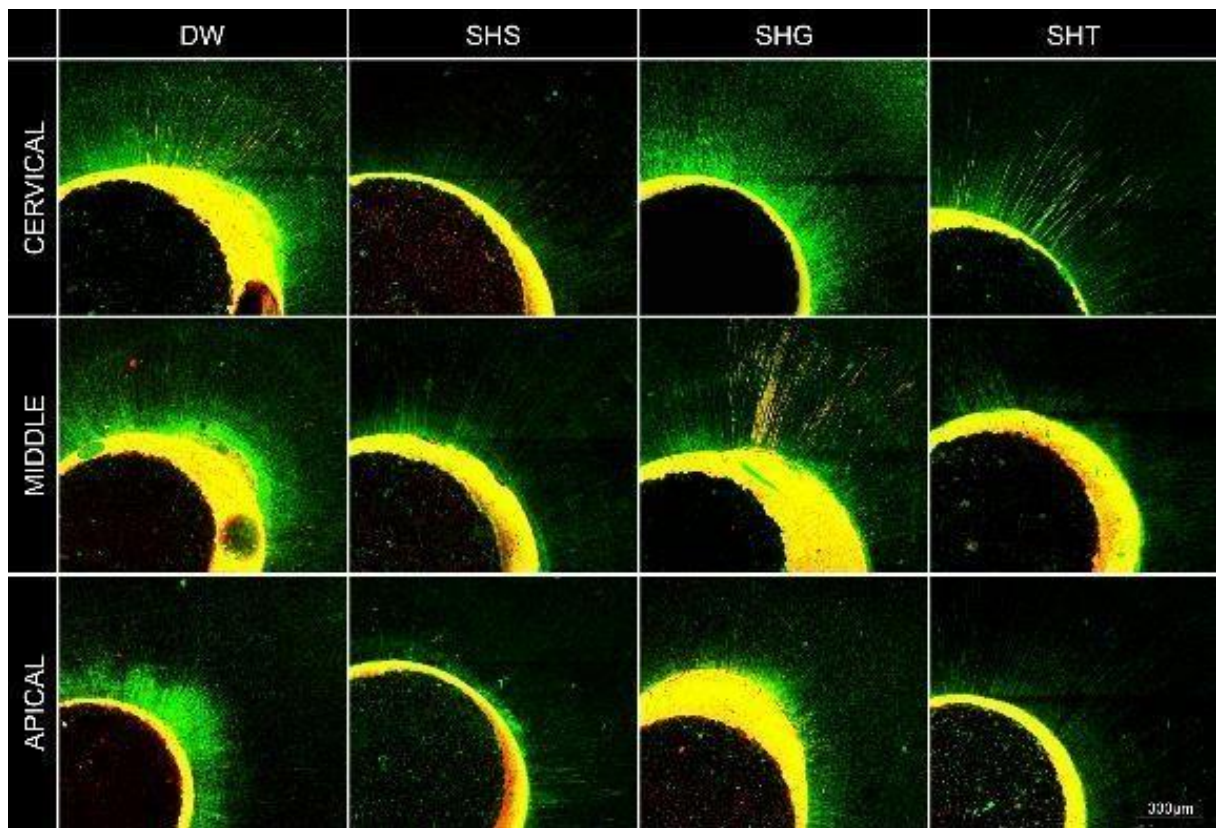
**Tabela 3.** Mediana, valores máximo e mínimo do teste de formação de tags (em  $\mu\mu$ ), nos diferentes terços de acordo com os grupos experimentais.

|          |              | DW                  | SHT                 | SHS                 | SHG                 |
|----------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Cervical | Mediana      | 259.62 <sup>a</sup> | 175.23 <sup>b</sup> | 168.96 <sup>b</sup> | 165.63 <sup>b</sup> |
|          | Valor máximo | 285.31              | 189.36              | 180.53              | 188.63              |
|          | Valor mínimo | 199.87              | 153.36              | 149.34              | 140.36              |
| Médio    | Mediana      | 256.45 <sup>a</sup> | 166.69 <sup>b</sup> | 149.66 <sup>b</sup> | 154.02 <sup>b</sup> |
|          | Valor máximo | 266.65              | 171.06              | 163.23              | 162.36              |
|          | Valor mínimo | 236.35              | 149.96              | 148.63              | 136.23              |
| Apical   | Mediana      | 245.32 <sup>a</sup> | 154.28 <sup>b</sup> | 150.0 <sup>b</sup>  | 144.48 <sup>b</sup> |
|          | Valor máximo | 256.66              | 166.71              | 168.01              | 164.01              |
|          | Valor mínimo | 255.63              | 142.69              | 136.45              | 136.97              |

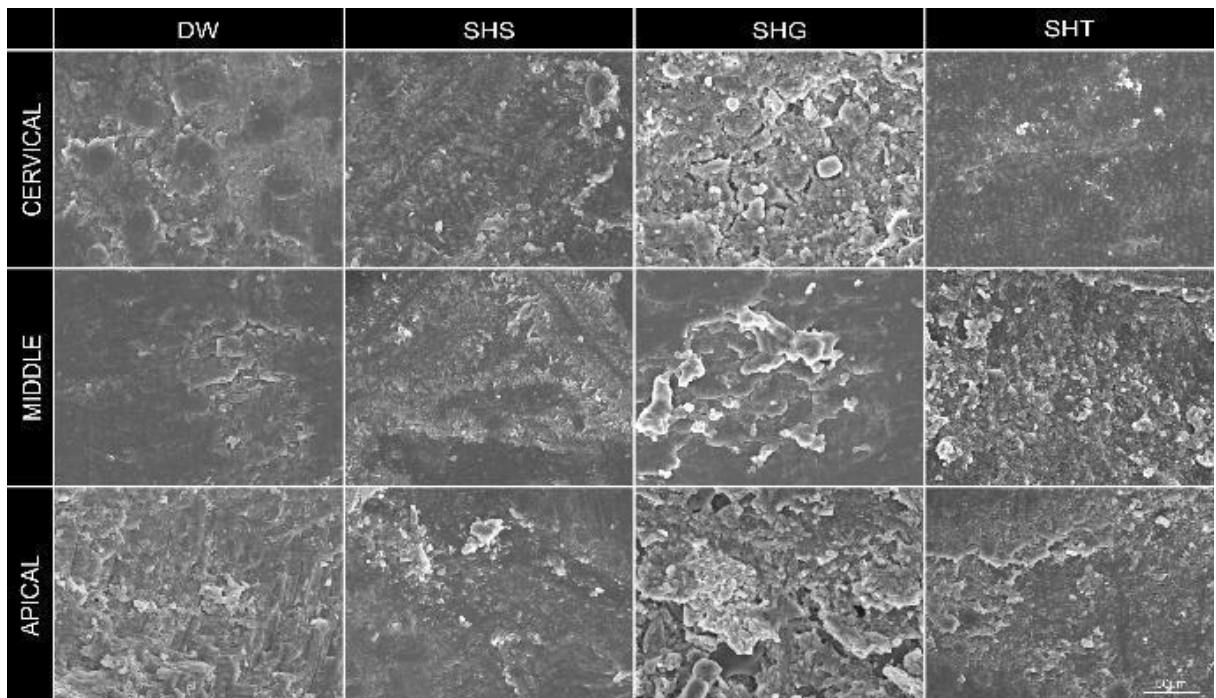
a,b Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas na resistência de união ( $p < 0.05$ ). DW: água destilada; SHS: hipoclorito de sódio 2,5%; SHT: hipoclorito de sódio 3% com surfactante; SHG: hipoclorito de sódio em gel 3%.



**FIGURA 1.** Frequência da incidência do modo de falha de acordo com o sistema de irrigação utilizado. Modo de ruptura que ocorre nos corpos de prova submetidos a ensaios de resistência de união, em relação aos terços radiculares e tipo de irrigantes que foram utilizados.



**FIGURA 2.** Imagem representativa da superfície da dentinária, do terço cervical, médio e apical dos grupos experimentais de acordo com o irrigante utilizado, utilizando o cimento Relyx ultimate. DWC: água destilada; SHS: hipoclorito de sódio 2,5%; SHT: hipoclorito de sódio 3% com surfactante; SHG: hipoclorito de sódio em gel 3%.



**FIGURA 3.** Imagens representativas da penetração do cimento (Relyx Ultimate) na dentina, de acordo com o tipo de irrigante utilizado. DWC: água destilada; SHS: hipoclorito de sódio 2,5%; SHT: hipoclorito de sódio 3% com surfactante; SHG: hipoclorito de sódio em gel 3%.

## REFERÊNCIAS

1. Aranda-Garcia, A.J., Kuga, M.C., Vitorino, K.R., et al. Effect of the root canal final rinse protocols on the debris and smear layer removal and on the push-out strength of an epoxy-based sealer. *Microsc. Res. Tech.*, 2013; 76:533-537.
2. Belizário, L.G., Kuga, M.C., Castro-Núñez, G. M., et al. Effects of different peracetic acid formulations on post space radicular dentin. *J. Prosthet. Dent.*, 2018; 120:92-98.
3. Serafino, C., Gallina, G., Cumbo, E., and Ferrari, M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral. Surg. Oral. Med. Oral. Pathol. Oral. Radiol. Endod.*, 2004; 97:381-387.
4. Magro, M.G., Kuga, M.C., Aranda-Garcia, A.J., et al. Effectiveness of several solutions to prevent the formation of precipitate due to the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine and its effect on bond strength of an epoxy-based sealer. *Int. Endod. J.*, 2015; 48:478-483.
5. Zaniboni, J.F., Silva, A.M., Fernandez, E., et al. Temporary cement residues affect the bond strength and dentin penetration of self-adhesive resin cement in fiberglass post cementation. *Microsc. Res. Tech.*, 2021; 84:2351–2360.
6. Ramos, A.T.P.R., Belizário, L.G., Jordão-Basso, K.C.F., et al. Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface using two fiber posts cementation systems. *Photodiagnosis. Photodyn. Ther.*, 2018a; 24:136-141.
7. Bim Júnior, O., Cebim, M.A., Atta, M.T., et al. Determining Optimal Fluorescent Agent Concentrations in Dental Adhesive Resins for Imaging the Tooth/Restoration Interface. *Microsc. Microanal.*, 2017; 23:122-130.
8. Ramos, A.T.P.R., Jordão-Basso, K.C.f., Porto, T.S., and Kuga, M.C. Effect of irrigation protocol during post space preparation on the dentin adhesive interface: An in vitro study. *J. Prosthet. Dent.*, 2021; 125:324-324.
9. do Prado, M., Simão, R.A., and Gomes, B.P. Evaluation of different irrigation protocols concerning the formation of chemical smear layer. *Microsc. Res. Tech.*, 2013; 76:196-200.
10. do Nascimento, A.L., Busanello, F.H., Só, M.V., et al. Residues of different gel formulations on dentinal walls: A SEM/EDS analysis. *Microsc. Res. Tech.*, 2015; 78: 495-499.
11. Victorino, K.R., Kuga, M.C., Duarte, M.A., et al. The effects of chlorhexidine and ethanol on push-out bond strength of fiber posts. *J. Conserv. Dent.*, 2016; 19:96-100.

12. Khoroushi, M., Najafabadi, M.A., and Feiz, A. Effects of calcium hypochlorite and sodium hypochlorite, a root canal irrigants, on the bond strength of glass fiber posts cemented with self-adhesive resin cement. *Front. dente.*, 2019; 16:214-223.
13. Jitumori, R.T., Bittencourt, B.F., Reis, A., et al. Effect of Root Canal Irrigants on Fiber Post Bonding Using Self-adhesive Composite Cements. *J. Adhes. Dent.*, 2019; 21:537-544.
14. Pane, E.S., Palamara, J.E., and Messer, H.H. Critical evaluation of the push-out test for root canal filling materials. *J. Endod.*, 2013; 39:669-673.
15. Belizário, L.G., Kuga, M.C., Hungaro Duarte MA, et al. Effect of fiber post space irrigation with different peracetic acid formulations on the bond strength and penetration into the dentinal tubules of self-etching resin cement. *J. Prosthet. Dent.*, 2019; 122:46-46.
16. Khoroushi, M., Najafabadi, M.A., and Feiz, A. Effects of calcium hypochlorite and sodium hypochlorite, as roots canal irrigants, on the bond strength of glass fiber posts cemented with self-adhesive resin cement. *Front. dente.*, 2019; 16:214-223.
17. Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Van Landuyt, K., et al. From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. *J. Adhes. Dent.*, 2020; 22:7-34.
18. Glantz, P.O., and Hansson, L. Wetting of dentine by some root canal medicaments. *Odontol. revy.*, 1972; 23:205-210.
19. Coaguila-Llerena, H., Barbieri, I., Tanomaru-Filho, M., et al. Physicochemical properties, cytotoxicity and penetration into dentinal tubules of sodium hypochlorite with and without surfactants. *Restor. Dent. Endod.*, 2020; 45:47.
20. Cameron, J.A. The effect of a fluorocarbon surfactant on the surface tension of the endodontic irrigant, sodium hypochlorite. A preliminary report. *Aust. Dent. J.*, 1986; 31: 364-368.
21. Palazzi, F., Blasi, A., Mohammadi, Z., et al. Penetration of sodium hypochlorite modified with surfactants into root canal dentin. *Braz. Dent. J.*, 2016, 27:208-216.
22. Lorenzetti, C.C., Bortolatto, J.F., Ramos, A.T.P.R., et al. The effectiveness of glass ionomer cement as a fiber post cementation system in endodontically treated teeth. *Microsc. Res. Tech.*, 2019; 82:1191-1197.
23. Ramos, A.T.P.R., Belizário, L.G., Venção, A.C., et al. Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface of fiber posts cementation protocols. *J. Endo.*, 2018; 44:173-178.
24. Wang, L., Júnior, O.B., Lopes, A.C., et al. Water interaction and bond strength to dentin of dye-labelled adhesive as a function of the addition of rhodamine B. *J. Appl. Oral. Sci.*, 2016; 24:317-324.

25. Magro, M.G., Kuga, M.C., Aranda-Garcia, A.J., et al. Effectiveness of several solutions to prevent the formation of precipitate due to the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine and its effect on bond strength of an epoxy-based sealer. *Int. Endod. J.*, 2015; 48:478-483.
26. Elnaghy, A.M. Effect of QMix irrigant on bond strength of glass fibre posts to root dentine. *Int. Endod. J.*, 2014; 47:280-289.
27. Pereira, J.F., Pamato, S., Santini, M.F., et al. Push-out bond strength of fiberglass posts cemented with adhesive and self-adhesive resin cements according to the root canal surface. *Saudi. Dent. J.*, 2021; 33:22–26.
28. Zand, V., Lotfi, M., Rahimi, S., et al. A comparative scanning electron microscopic investigation of the smear layer after the use of sodium hypochlorite gel and solution forms as roots canal irrigants. *J. endod.*, 2010; 36:1234-1237.
29. Fukuzaki, S. Mechanisms of actions of sodium hypochlorite in cleaning and disinfection processes. *Biocontrol. Sci. Technol.*, 2006; 11:147-157.
30. Oskoe, S.S., Bahari, M., Kimyai, S., et al. Pushout bond strength of fiber posts to Intraradicular dentin using multimode adhesive system. *J. Endod.*, 2016; 42:1794–1798.
31. Mohammadi, Z., Yaripour, S., Shalavi, S., et al. Root canal irrigants and dentin bonding: An update. *Iran. Endod. J.*, 2017; 12:131–136.
32. Pascon, F.M., Kantovitz, K.R., Sacramento, P.A., et al. Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties. A review. *J. Dent.*, 2009; 37:903–908.
33. Suh, B.I. Oxygen-inhibited layer in adhesion dentistry. *J. Esthet. Dent.*, 2004; 16: 316–323.
34. Rueggeberg, F., and Margeson, D. The Effect of Oxygen Inhibition on na Unfilled/Filled Composite System. *J. Dent. Res.*, 1990; 69:1652–1658.
35. Hayashi, M., Takahashi, Y., Hirai, M., et al. Effect of endodontic irrigation on bonding of resin cement to radicular dentin. *Eur. J. Oral. Sci.*, 2005; 113:70–76.

### 3.2 Publicação 2\*

#### **Remoção do azul de toluidina do espaço protético, sobre a interface de adesão das estratégias de cimentação de pino de fibra, após a terapia fotodinâmica**

#### **RESUMO**

**Introdução:** O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da remoção do azul de toluidina a 0,1% do espaço protético, com os protocolos de irrigação com solução salina ou hipoclorito de sódio a 2,5%, sob método convencional ou submetido à energização ultrassônica, sobre a interface de adesão.

**Material e Método:** Foram utilizados 60 incisivos bovinos, tratados endodonticamente e submetidos a terapia fotodinâmica (TFDA), com o fotossensibilizador azul de toluidina 0,1%, então distribuídos em 6 grupo (n=10): G1-(SSAA; solução salina, sistema adesivo convencional e cimento resinoso dual), G2-(HCAA; hipoclorito de sódio, sistema adesivo convencional e cimento resinoso dual), G3-(HUAA; hipoclorito de sódio, sistema ultrassônico, sistema adesivo convencional e cimento resinoso dual), G4- (SSUU; solução salina, sistema adesivo universal e cimento resinoso dual), G5- (HCUU; hipoclorito de sódio, sistema adesivo universal e cimento resinoso convencional) e G6-(HUUU; hipoclorito de sódio, sistema ultrassônico, sistema adesivo universal e cimento resinoso convencional). Após os tratamentos intrarradiculares, os espécimes foram preparados e submetidos aos testes de resistência de união, avaliação do padrão de falha adesiva e formação de tags.

**Resultados:** No teste de resistência de união os grupos G4 e G6 foram os que tiveram os maiores valores de resistência de união ( $P < 0,05$ ), e o grupo G3, o menor valor de resistência, independente do terço avaliado. Na análise de falha adesiva o terço cervical, apresentou maior prevalência do tipo de falha adesiva tipo 2 entre os grupos, já nos terços médio e apical, demonstrou ter maior falha adesiva tipo 3. No teste de penetrabilidade dentinária, o grupo G3 apresentou maior extensão de tags em todos os terços avaliados, já as menores extensões de tags foram apresentadas através dos grupos G5 e G4 no terço cervical, G4, G5 e G6 no terço médio, e no terço apical os demais grupos foram similares.

**Conclusão:** Assim podemos concluir que, a TFDA com azul de toluidina não interfere na adesão do espaço protético e que o sistema adesivo universal utilizado com a estratégia autocondicionante, utilizando cimento resinoso convencional, independente do protocolo de remoção utilizado, obteve bons resultados.

**Palavras-chave:** Fotoquimioterapia. Irrigantes do Canal Radicular. Azul de Metileno.

---

\* Formatação de acordo com as normas do periódico *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy* para o qual pretende-se submeter.

## INTRODUÇÃO

A adequada antissepsia do canal radicular é crucial para o sucesso do tratamento endodôntico [1]. Inúmeras estratégias já foram avaliadas para este propósito, dentre elas, a terapia fotodinâmica antimicrobiana (TFDA) é uma alternativa inovadora e pontual, que contribui para o controle microbiano dos canais radiculares [1 -5]. A TFDA utiliza um fotossensibilizador (FS), uma fonte de luz com espectro de absorção do FS e a presença de oxigênio. Assim, proporcionando a liberação de radicais livres, principalmente, o oxigênio singleto, que, por sua vez, interagem bioquimicamente com os microrganismos, ocasionando dano celular [2,3,5,6].

Entretanto, o uso do azul de metileno utilizado como fotossensibilizador tem algumas desvantagens, tais como: limitado espectro de ação sobre a microbiota endodôntica e/ou também descolorir a estrutura dentária [6,7-10]. Com o propósito de minimizar estas limitações, outros fotossensibilizadores foram sugeridas para a TFDA [4,5]. Peculiarmente, o azul de toluidina é uma opção interessante, devido à similaridade química e maior espectro de ação antimicrobiano em relação ao demonstrado pelo azul de metileno [5,10]. Entretanto, há carência de estudos que avaliem este fotossensibilizador como adjuvante na TFDA.

A restauração do dente tratado endodonticamente é fundamental para o sucesso do tratamento. Os pinos de fibra de vidro são indicados quando há perda significativa da estrutura da coroa dental, sendo cimentados no interior do canal radicular com diferentes estratégias de cimentação [10-13]. Porém, a contaminação microbiana do canal radicular pode ocorrer durante o preparo do espaço protético [6]. Desta forma, assim como sugerido para o tratamento endodôntico, a TFDA pode ser útil no controle microbiano do espaço protético [5,6].

Por outro lado, o azul de toluidina também proporciona a alteração cromática da estrutura dentária [7]. Entretanto, não existem estudos que avaliem os efeitos de diferentes métodos de remoção do azul de toluidina do espaço protético, sobre as estratégias de cimentação de pino de fibra com cimentos resinosos convencionais, associados a adesivos condiciona-e-lava ou universal, uma vez que os mecanismos de adesão à dentina radicular tendem a ser diferentes entre si [6,7-14]. Portanto, este estudo contribuirá para a definição de um protocolo seguro e racional para o uso da TFDA no espaço protético, previamente à cimentação de pinos de fibra.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram selecionados 60 incisivos (n=10) bovinos de anatomia semelhante, confirmada radiograficamente, que ficaram armazenados em água destilada até o momento do uso, conforme estudos realizados anteriormente. Não houve necessidade de submissão à Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), de acordo com a RN CONCEA 30/2016 (Item 6.1.10, página 24).

### **Tratamento endodôntico e terapia fotodinâmica (TFDA)**

O tratamento endodôntico foi realizado por um único operador, conforme descrito por Aranda-Garcia et al.[15]. Após a obturação por condensação vertical, o acesso coronário foi selado com cimento de ionômero de vidro (Maxxion R; FGM, Joinville, SC, BR) e os espécimes armazenados em estufa com 100% de umidade, a 37 °C, por 7 dias. Em seguida, o espaço para pino de cada espécime foi preparado, com 11mm de comprimento, irrigados com 10mL de água destilada e secos com papel absorvente, conforme descrito por Ramos et al. [6].

O canal radicular foi completamente preenchido com solução de azul de toluidina 0,1% (Synth, São Paulo, SP, BR), que permanecerá em contato com a dentina do canal radicular por 3 min (tempo pré-irradiação). Em seguida, o canal foi irradiado com fibra óptica, de 300µm de diâmetro, acoplada ao disposto de laser de diodo de 660nm (Therapy XT; DMC, São Carlos, SP, BR). A fibra óptica foi introduzida até o comprimento total do espaço do pino e o equipamento foi usado com parâmetros de 100mW de potência, durante o tempo de 90s de irradiação, conforme recomendado pelo fabricante. Foram realizados movimentos helicoidais contínuos com a fibra óptica nas direções ápico-cervical e cérvico-apical. A energia total fornecida foi de 9J (320J/cm<sup>2</sup>). Após a irradiação, a solução de azul de toluidina a 0,1% foi aspirada com cânula endodôntica (Ultradent, South Jordan, UT, EUA), conforme descrito por Ramos et al. [6].

### **Distribuição dos espécimes nos protocolos de irrigação e cimentação**

Em seguida, os espécimes foram divididos em 6 grupos (n=10), conforme o protocolo de irrigação e o sistema de cimentação do pino de fibra:

**-G1** (SSAA; solução salina, Adper Scotchbond Multiuso e Relyx ARC): O canal radicular foi irrigado com 10mL de solução salina a 0,9%, por 2 min, aspirado e seco com papel esterilizado. A dentina foi condicionada com ácido fosfórico 37%, por 15s e, irrigada com água destilada por 30s. Em seguida, a dentina do espaço para pino foi seco com pontas de papel absorventes (Maillefer, Dentsply Sirona, York, PA, EUA). O sistema adesivo condiciona-e-lava de 3 passos (Adper Scotchbond Multiuso; 3M ESPE, Sumaré, SP, BR) foi aplicado e fotoativado por 20s, conforme recomendações do fabricante. A superfície externa do pino de fibra de vidro (White Post DC # 1; FGM, Joinville, SC, BR) foi limpa com álcool 95% e condicionada com ácido fosfórico a 37% (Condac 37; FGM, SC, BR), por 1min. Em seguida, sobre esta superfície, foram aplicadas 2 camadas de silano (Prosil; FGM, Joinville, SC, BR) e o adesivo condiciona-e-lava de 3 passos. O conjunto foi submetido à fotoativação, por 20s (Valo; Ultradent, Salt Lake, UT, EUA). O cimento resinoso dual (RelyX ARC; 3M ESPE, Saint Paul, MN, EUA) foi manipulado, de acordo com as recomendações do fabricante e, inserido no espaço do pino. Depois disso, o pino de fibra de vidro foi posicionado e fotoativado, por 40s, em cada face do espécime. Os espécimes foram armazenados em água destilada por 7 dias (a 37 °C) e, a água foi renovada a cada 15 dias.

**-G2** (HCAA; hipoclorito de sódio, convencional, Adper Scotchbond Multiuso e Relyx ARC): O canal radicular foi irrigado com 10mL de hipoclorito de sódio a 2,5% (Asfer, São Caetano do Sul, SP, BR), por 2 minutos, aspirado e seco com pontos de papel esterilizados. Depois disso, o pino de fibra foi cimentado conforme descrito no grupo G1.

**-G3** (HUAA; hipoclorito de sódio, ultrassom, Adper Scotchbond Multiuso e Relyx ARC): O espaço para pino foi, inicialmente, irrigado com 5mL de NaOCl a 2,5%. Em seguida, foi submetido à agitação ultrassônica com dispositivo ultrassônico (Vários 370; NSK-Nakanishi, Tóquio, Japão) e ponta ultrassônica (A7; Dental Trinks, São Paulo, SP, BR), por 20s. A seguir, o espaço para pino foi preenchido com EDTA a 17% e, novamente, submetido a energização ultrassônica, por 20s. Após este procedimento, novamente foi irrigado com NaOCl a 2,5% e energizado por 20s, totalizando 1 minuto de agitação das soluções irrigadoras. Finalmente, a solução foi aspirada e o espaço seco com papel absorvente. Imediatamente após, o pino de fibra foi cimentado no canal radicular, conforme descrito anteriormente no G1.

**-G4** (SSUU; solução salina, Scotchbond Universal e Relyx Ultimate): o canal radicular foi irrigado com 10mL de solução salina 0,9%, por 2 min, aspirado e seco com papel esterilizado. O sistema adesivo universal (Scotchbond Universal; 3M ESPE, Saint Paul, MN, EUA) foi aplicado na dentina no modo autocondicionante e fotoativado, por 20s. A superfície externa do pino de fibra passará pelo mesmo protocolo de limpeza descrito acima, o sistema adesivo universal foi aplicado e exposto à luz, por 60s (Valo; Ultradent, Salt Lake, UT, USA). O cimento resinoso dual convencional (RelyX Ultimate; 3M ESPE, ST Louis, MN, EUA) foi manipulado, de acordo com as recomendações do fabricante e, inserido no canal radicular com pontas intracanaís específicas para cimentação.

**-G5** (HCUU; hipoclorito de sódio, convencional, Scotchbond Universal e Relyx Ultimate): Semelhante ao G2; no entanto, o pino de fibra foi cimentado com adesivo Universal (Scotchbond Universal; 3M ESPE, St Louis, MN, EUA) e cimento resinoso convencional (RelyX Ultimate; 3M ESPE, ST Louis, MN, EUA), como descrito para o G4.

**-G6** (HUUU; hipoclorito de sódio, ultrassom, Scotchbond Universal e Relyx Ultimate): Semelhante ao G3; no entanto, o pino de fibra foi cimentado no canal radicular com adesivo Universal (Scotchbond Universal; 3M ESPE, St Louis, MN, EUA) e cimento resinoso convencional (RelyX Ultimate; 3M ESPE, ST Louis, MN, EUA), como descrito para o G4.

### **Preparos dos espécimes**

O corante Rodamina B (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA), na concentração de 0,1% (m/m), foi misturado ao primer do adesivo condiciona-e-lava ou ao adesivo autocondicionante, para análise em microscopia confocal de varredura a laser. Imediatamente após a cimentação dos pinos de fibra, as raízes foram centralizadas verticalmente dentro de uma matriz de PVC (16,5 × 15,0 mm de comprimento) e verificadas usando paralelograma (BioArt, São Carlos, SP, BR). As matrizes foram preenchidas com resina de poliéster (Maxi Rubber, Diadema, SP, BR), deixando 1,0mm da raiz cervical fora da inclusão, por 24 horas.

Após a desinclusão, todas as raízes foram seccionadas transversalmente com disco diamantado sob resfriamento com água, em máquina de corte (Isomet, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, EUA). Três cortes com espessura de 2,0 mm + 0,1 mm foram

obtidos de cada espécime. Cortes cervicais, médios e apicais foram obtidos a 1, 5 e 8mm, respectivamente, da superfície da raiz cervical. As irregularidades geradas durante os procedimentos de secção foram removidas com lixa d'água de granulação #1200 (3M ESPE, Saint Paul, MN, EUA) em máquina de polimento (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA).

## **ANÁLISE DOS ESPÉCIMES**

### **Avaliação da resistência de união e padrão de falha adesiva**

Os corpos de prova de cada terço radicular foram submetidos ao teste de resistência de união push-out usando máquina de teste eletromecânica (EMIC), a 0,5mm/min de velocidade acoplada a uma célula de carga de 5kN, até o deslocamento completo de todas as paredes do canal radicular. A metodologia utilizada e a força necessária para o deslocamento foram obtidas em *N* (Newton) e transformadas em resistência de união (MPa), de acordo com Magro et al.[ 16].

Após o teste de resistência de união push-out, cada espécime foi regularizado com lixas d'água #600 e #1200 (Norton, Lorena, SP, BR). Os espécimes foram lavados com água destilada e a superfície cervical polida com óxido de alumínio na granulação de 30µm (Arotec, São Paulo, SP, BR) em polidor circular (Arotec, São Paulo, SP, BR). Depois disso, os espécimes foram imersos em água destilada e agitados em cuba ultrassônica (Cristófoli, Campo Mourão, PR, EUA) por 10 min. Em seguida, os espécimes foram secos usando spray de ar e fixados horizontalmente em uma lâmina de vidro. Imagens de cada quadrante do canal foram obtidas em estereomicroscópio, com ampliação de 20x. Uma imagem de cada espécime foi obtida e o padrão de falha adesiva foi classificado em: Tipo 1 (adesiva 1): Quando ocorre entre o pino de fibra e o cimento; Tipo 2 (adesiva 2): entre dentina e cimento; tipo 3 (coesiva) dentro do cimento; e tipo 4 (mista) quando diferentes tipos de falha são observados, de acordo com Elnaghy [17].

### **Avaliação da penetrabilidade dentinária**

Os cortes foram analisados com microscópio confocal de varredura a laser (LSM 800 Airyscan; Carl Zeiss, Oberkochen, GER). Os comprimentos de onda de absorção e emissão para rodamina B foram de 540 nm e 494 nm, respectivamente. Uma imagem foi obtida, com ampliação de 10x e, 40 medições da maior extensão

dentinária (em  $\mu\text{m}$ ) foram realizadas em todo o perímetro radicular. A média aritmética das medidas foi considerada como média de cada espécime. As medições da formação de tags dentinários foram realizados em cada espécime usando o *Image J Program* (Institutos Nacionais de Saúde, Bethesda, Maryland, EUA).

## RESULTADOS

### Resistência de união e padrão de falha adesiva

A tabela 1 demonstra a média e desvio padrão (em MPa) dos valores de resistência de união, em função dos protocolos de remoção do azul de toluidina a 0,1% e dos sistemas de cimentação, nos terços do espaço para pino.

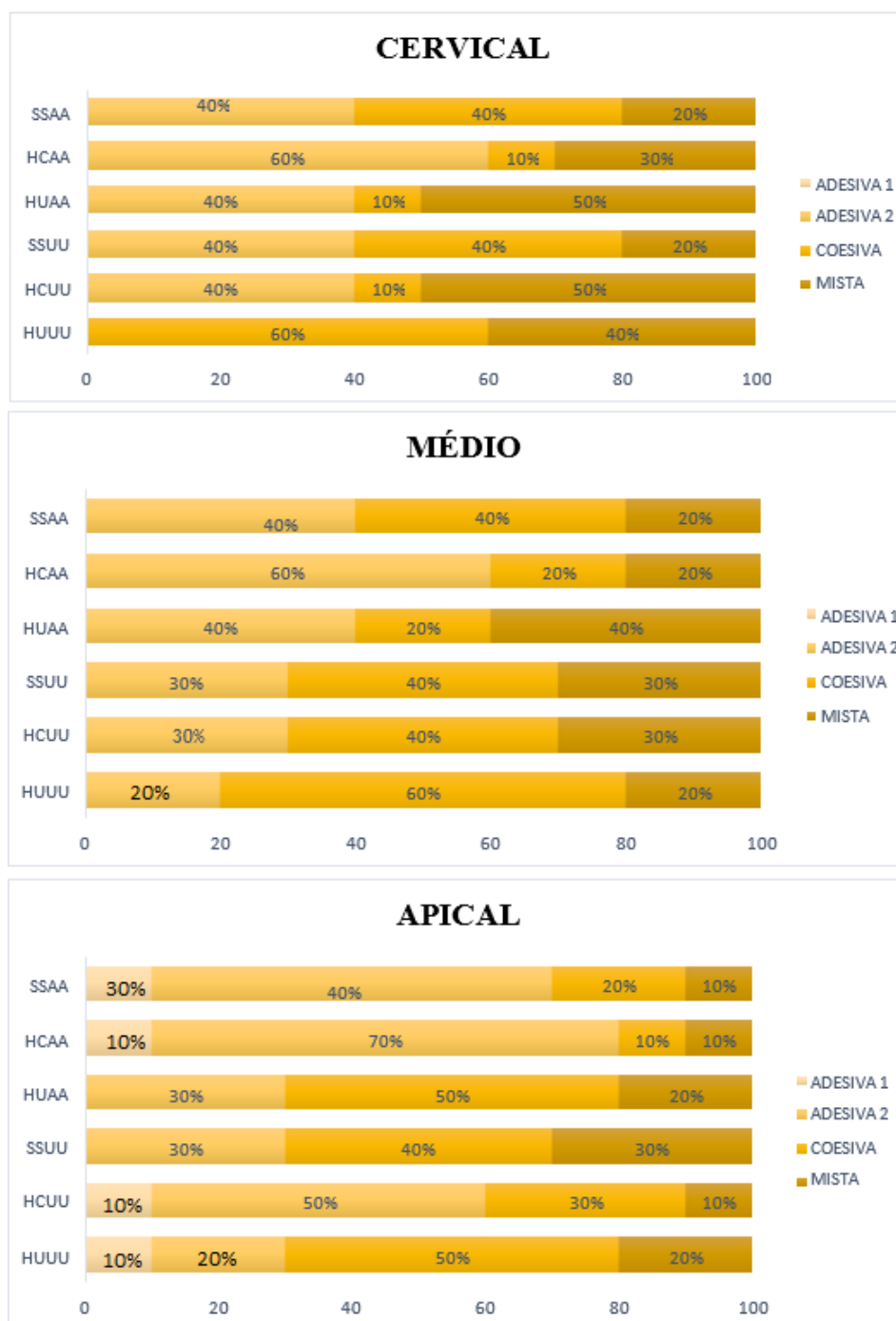
**Tabela 1.** Média e desvio padrão dos valores de resistência de união (em MPa), em função do protocolo de remoção do azul de toluidina a 0,1% e dos sistemas de cimentação, nos terços do espaço para pino.

|   | G1                  | G2                  | G3                  | G4                  | G5                  | G6                  |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| C | 16,68 (B)<br>(0,33) | 12,24 (C)<br>(0,24) | 15,64 (B)<br>(0,69) | 20,81 (A)<br>(0,83) | 19,46 (A)<br>(0,16) | 20,16 (A)<br>(0,51) |
| M | 14,66 (B)<br>(0,24) | 11,28 (C)<br>(1,33) | 15,14 (B)<br>(0,13) | 20,07 (A)<br>(0,66) | 18,68 (A)<br>(0,21) | 19,63 (A)<br>(1,07) |
| A | 13,31 (C)<br>(0,24) | 10,48 (D)<br>(1,08) | 13,32 (C)<br>(0,22) | 19,55 (A)<br>(0,32) | 16,55 (B)<br>(1,77) | 18,81 (A)<br>(0,48) |

(ABCD) Diferentes letras na mesma linha indicam diferenças significantes ( $P < 0.05$ ). C, terço cervical; M, terço médio; A, terço apical; G1, protocolo com solução salina e Adper Scotchbond Multiuso e Relyx ARC; G2, protocolo com hipoclorito de sódio a 2,5% com irrigação convencional e Adper Scotchbond Multiuso e Relyx ARC; G3, protocolo com ativação ultrassônica passiva e Adper Scotchbond Multiuso e Relyx ARC; G4, protocolo com solução salina e Scotchbond Universal e Relyx Ultimate; G5, protocolo com hipoclorito de sódio a 2,5% com irrigação convencional e Scotchbond Universal e Relyx Ultimate; G6, protocolo com ativação ultrassônica passiva e Scotchbond Universal e Relyx Ultimate.

Nos terços cervical e médio do espaço para pino, G4, G5 e G6 demonstraram os maiores valores de resistência de união ( $P < 0,05$ ), mas similares entre si ( $P > 0.05$ ). G2 demonstrou o menor valor de resistência de união ( $P < 0.05$ ).

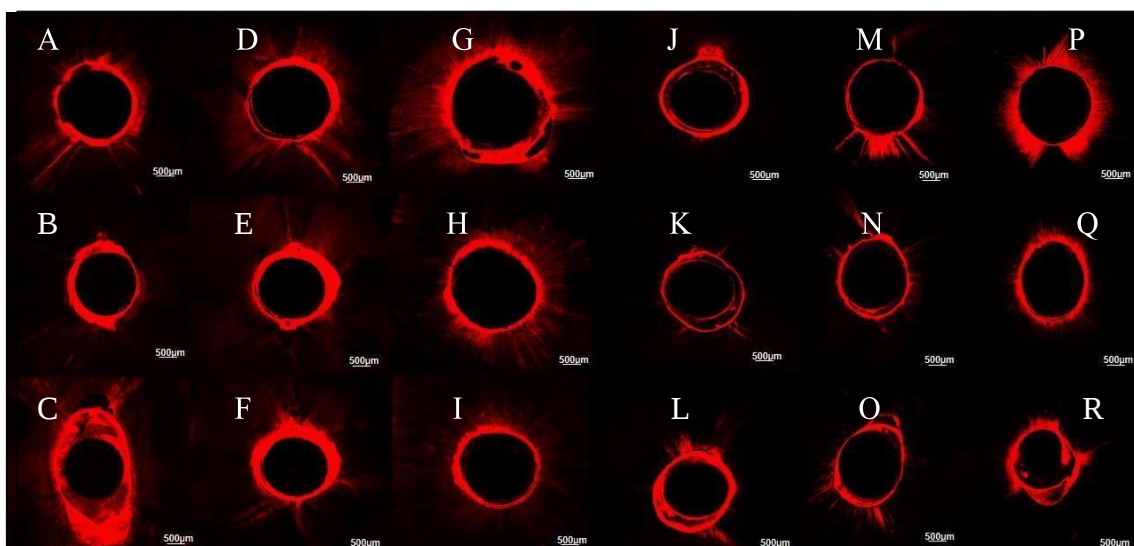
No terço apical, G4 e G6 demonstraram os maiores valores de resistência de união ( $P < 0,05$ ) e, G2, o menor valor de resistência ( $P < 0,05$ ). G5 demonstrou maior valor de resistência de união em relação a G1 e G3 ( $P < 0,05$ ), que foram similares entre si ( $P > 0.05$ ).



**Figura 1.** Incidência do padrão de falha adesiva (em %) em função dos protocolos de remoção do azul de toluidina a 0,1% e dos sistemas de cimentação, nos terços do espaço para pino.

### Penetrabilidade dentinária

Os dados obtidos foram, inicialmente, avaliados pelo teste de Shapiro Wilk, a fim de averiguar a homoscedasticidade da distribuição dos resultados. Uma vez constatada a normalidade na distribuição dos resultados, os dados foram submetidos aos testes de ANOVA a 2 critérios e Tukey ( $P = 0.05$ ).



**Figura 2.** Imagem da penetrabilidade dentinária dos grupos avaliados. (A, B e C) G1, cervical, médio e apical respectivamente; (D, E e F) G2, cervical, médio e apical respectivamente; (G, H e I) G3, cervical, médio e apical respectivamente; (J, K e L) G4, cervical, médio e apical respectivamente; (M, N e O) G5, cervical, médio e apical respectivamente; (P, Q e R) G6, cervical, médio e apical respectivamente.

Na dentina do terço cervical do espaço para pino, G3 proporcionou a maior extensão de formação de tags ( $P < 0.05$ ). Os grupos G5 e G4 proporcionaram as menores extensões de tags ( $P < 0.05$ ), mas foram similares entre si ( $P > 0.05$ ). Já os grupos G1, G6 e G2 proporcionaram extensões decrescentes e estatisticamente diferentes de formação de tags ( $P < 0.05$ ).

Na dentina do terço médio do espaço para pino, o grupo G3 proporcionou a maior extensão de formação de tags ( $P < 0.05$ ), em comparação aos grupos G6, G4 e G5, que proporcionaram as menores extensões de tags ( $P < 0.05$ ), mas que foram similares entre si ( $P > 0.05$ ). O grupo G1 e G2 proporcionaram extensões decrescentes e estatisticamente significantes entre ambos ( $P < 0.05$ ).

Na dentina do terço apical do espaço para pino, G3 proporcionou a maior extensão de formação de tags ( $P < 0.05$ ), ao passo que todos os demais protocolos de remoção do azul de toluidina a 0.1% e sistema de cimentação de pino de fibra foram similares entre si ( $P > 0.05$ ).

A tabela 2 demonstra a média aritmética e desvio padrão da extensão de tags formados (em  $\mu\text{m}$ ) no substrato dentinário dos terços do espaço para pino, em função do protocolo de irrigação e antioxidante utilizado.

**Tabela 2.** Média aritmética e desvio padrão (em  $\mu\text{m}$ ) da extensão de tags formados pelos adesivos nos terços do espaço para pino, em função do protocolo de irrigação e cimentação utilizado.

|          | <b>G1</b>                      | <b>G2</b>                      | <b>G3</b>                      | <b>G4</b>                      | <b>G5</b>                      | <b>G6</b>                      |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <b>c</b> | 561.22 <sup>B</sup><br>(27.51) | 445.89 <sup>D</sup><br>(16.85) | 633.42 <sup>A</sup><br>(11.65) | 356.79 <sup>E</sup><br>(12.11) | 361.26 <sup>E</sup><br>(15.46) | 489.31 <sup>C</sup><br>(17.06) |
| <b>m</b> | 431.39 <sup>B</sup><br>(15.15) | 361.36 <sup>C</sup><br>(11.64) | 599.84 <sup>A</sup><br>(17.35) | 225.74 <sup>D</sup><br>(17.39) | 218.84 <sup>D</sup><br>(13.38) | 227.60 <sup>D</sup><br>(19.90) |
| <b>a</b> | 221.05 <sup>B</sup><br>(17.66) | 220.07 <sup>B</sup><br>(13.87) | 477.68 <sup>A</sup><br>(19.36) | 225.07 <sup>B</sup><br>(12.08) | 222.06 <sup>B</sup><br>(12.31) | 240.10 <sup>B</sup><br>(19.68) |

ABCDE Diferentes letras na mesma linha indicam diferença significativa ( $P < 0.05$ ). c, terço cervical; m, terço médio; a, terço apical; G1, solução salina + Adper ScotchBond Multipurpose e Relyx ARC; G2, hipoclorito de sódio a 2.5% + Adper ScotchBond Multipurpose e Relyx ARC; G3, hipoclorito de sódio a 2.5% e ultrassom + Adper ScotchBond Multipurpose e Relyx ARC; G4 solução salina + Scotchbond Universal e Relyx Ultimate; G5, hipoclorito de sódio a 2.5% + Scotchbond Universal e Relyx Ultimate; G6, hipoclorito de sódio a 2.5% e ultrassom + Scotchbond Universal e Relyx Ultimate.

## DISCUSSÃO

O sistema de cimentação de pino de fibra com o adesivo universal (Scotchbond Universal) e o cimento convencional (Relyx Ultimate) somente demonstrou menor valor de resistência de união no terço apical após o protocolo de remoção da solução de azul de toluidina a 0,1% com a estratégia de irrigação convencional com o hipoclorito de sódio a 2,5%. Em adição, este protocolo também não foi eficiente para restabelecer os valores de resistência de união do sistema de cimentação com o adesivo condiciona-e-lava (Adper Scotchbond Multiuso) e cimento convencional (Relyx ARC), independentemente do terço do espaço para pino. Portanto, a hipótese nula foi rejeitada.

A remoção do azul de toluidina por meio do protocolo com a irrigação ultrasônica passiva (pui), intercalado pela ativação do hipoclorito de sódio a 2,5% e do EDTA a 17%, seguido pela cimentação do pino de fibra com o adesivo condiciona-e-lava e cimento resinoso convencional proporcionou a maior de extensão de tags na dentina radicular, independentemente do terço do espaço para pino. Durante a dissociação iônica da solução de hipoclorito de sódio há a formação de ácido hipocloroso que, por sua vez, dá origem a agentes oxidantes, tais como o oxigênio singlet (Kuga et al., 2011). Estes compostos podem difundir na dentina radicular e negativamente interferir na formação de tags e/ou a polimerização dos compostos resinosos (Seballos et al., 2018; Ramos et al., 2018). Entretanto, o tempo de atuação e a agitação do hipoclorito de sódio, além a irrigação intermediária com o EDTA, podem ter minimizado os efeitos deletérios dos agentes oxidantes e favorecido a formação de tags na dentina radicular (Orlowski et al., 2020; Galvani et al., 2022; Belizário et al., 2022).

Por outro lado, os tags formados após a utilização do sistema de cimentação com o adesivo universal e o cimento resinoso convencional (Scotchbond Universal e Relyx Ultimate), com exceção no terço cervical, demonstraram a tendência em ter menor extensão. Esta observação pode ser explicada devido mecanismo de adesão entre a dentina radicular e o adesivo universal, na estratégia autocondicionante, ocorrer principalmente pela interação química entre os monômeros ácidos do adesivo e a hidroxiapatita presente no substrato dentinário (Zaniboni et al., 2022). Entretanto, os resultados obtidos no presente estudo diferem de estudos prévios, possivelmente, devido aos subprodutos originados da dissociação do azul de toluidina a 0,1%, proporcionado pela terapia fotodinâmica, terem menor interferência sobre a interface de adesão, em relação ao azul de metileno a 0,1%, apesar de demonstrar maior efetividade antimicrobiana (Misba et al., 2018; Mozayeni et al., 2020; Alencar et al., 2021).

Os grupos que utilizaram o adesivo universal e o cimento resinoso convencional demonstraram os maiores valores de resistência de união, independentemente do protocolo de irrigação utilizado. Esta observação demonstra que a extensão dos tags formados na dentina radicular não tem relação direta com os valores de resistência de união na interface de adesão entre a dentina e o sistema de cimentação (Alencar et al., 2021). Portanto, no presente estudo ficou demonstrado que a interação química

entre os compostos resinosos e a dentina é um fator crucial para retenção do pino de fibra (Sarkis-Onofre et al., 2014; Belizário et al., 2022; Leandrin et al., 2022).

Os menores valores de resistência de união foram observados em G2, devido à presença e interferência do oxigênio singlet no substrato dentinário, que negativamente pode ter interferido na polimerização e/ou na formação da camada híbrida entre a dentina e o adesivo condiciona-e-lava (Seballos et al., 2018; Ramos et al., 2018; Lorenzetti et al., 2019). Entretanto, a energização das soluções irrigadoras favoreceu o restabelecimento da resistência de união, em comparação à irrigação com a solução salina (Galvani et al., 2022).

Estudos complementares com diferentes concentrações do azul de toluidina são necessários para averiguar os efeitos sobre a interface de adesão entre os diversos sistemas de cimentação de pinos de fibra.

## CONCLUSÃO

A aplicação da terapia fotodinâmica mediada por azul de toluidina a 0,1% sobre o espaço para pino não interfere na interface de adesão entre a dentina e o sistema de cimentação utilizando adesivo universal, aplicado na estratégia autocondicionante, e o cimento resino convencional, independentemente do protocolo de remoção utilizado.

## REFERÊNCIAS

- [1].C.S. Lopes, S. de Azevedo Moreira, G.A. Nícoli, I. Ramirez, N.V. Viola, Endodontical treatment of periapical tooth injury with photodynamic therapy: Case report, Photodiagnosis Photodyn. Ther. 28 (2019) 253–255. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2019.09.002>.
- [2].A.C. Trindade, J.A.P. De Figueiredo, L. Steier, J.B.B. Weber, Photodynamic Therapy in Endodontics: A Literature Review, Photomed. Laser Surg. 33 (2015) 175–182. <https://doi.org/10.1089/pho.2014.3776>.
- [3].G. Plotino, N.M. Grande, M. Mercade, Photodynamic therapy in endodontics, Int. Endod.J. 52 (2019) 760–774. <https://doi.org/10.1111/iej.13057>
- [4]. S. Singh, R. Nagpal, N. Manuja, S.P. Tyagi, Photodynamic therapy: An adjunct to conventional root canal disinfection strategies, Aust. Endod. J. 41 (2015) 55. <https://doi.org/10.1111/aej.12088>.

- [5].H. Gursoy, C. Ozcakir-Tomruk, J. Tanalp, S. Yilmaz, Photodynamic therapy in dentistry: A literature review, *Clin. Oral Investig.* 17 (2013) 1113–1125. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0845-7>
- [6].A.T.P.R. Ramos, L.G. Belizário, K.C.F. Jordão-Basso, A.L. Shinohara, M.C. Kuga, Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface using two fiber posts cementation systems, *Photodiagnosis Photodyn. Ther.* 24 (2018) 136–141. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2018.08.017>.
- [7].L.M. Costa, F.D.S. Matos, A.M.Y.D.O. Correia, N.C. Carvalho, A.L. Faria-E-Silva, L.R. Paranhos, M.A.G. Ribeiro, Tooth color change caused by photosensitizers after photodynamic therapy: An in vitro study, *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* 160 (2016) 25–228. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.04.019>.
- [8].R.A. Figueiredo, L.C. Anami, I. Mello, E.D.S. Carvalho, S.M. Habitante, D.P. Raldi. Tooth discoloration induced by endodontic phenothiazine dyes in photodynamic therapy, *Photomed. Laser Surg.* 32 (2014) 458–462. <https://doi.org/10.1089/pho.2014.3722>.
- [9].E.D.S. Carvalho, I. Mello, S.J. Albergaria, S.M. Habitante, J.L. Lage-Marques, D.P. Raldi, Effect of chemical substances in removing methylene blue after photodynamic therapy in root canal treatment, *Photomed. Laser Surg.* 29 (2011) 559–563. <https://doi.org/10.1089/pho.2010.2922>.
- [10].K.M. Ramalho, S.R. Cunha, E. Mayer-Santos, C. de P. Eduardo, P. Moreira de Freitas, A.C.C. Aranha, C. Moura-Netto, In vitro evaluation of methylene blue removal from root canal after Photodynamic Therapy, *Photodiagnosis Photodyn. Ther.* 20 (2017) 248–252. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2017.10.024>.
- [11].M.A. Souza, B. Pazinato, K.F. Bischoff, H.S. Palhano, D. Cecchin, J.A.P. de Figueiredo. Influence of ultrasonic activation over final irrigants in the removal of photosensitizer from root canal walls after photodynamic therapy, *Photodiagnosis Photodyn. Ther.* 17 (2017) 216–220. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2016.12.011>.
- [12].F.M. Pascon, K.R. Kantovitz, P.A. Sacramento, M. Nobre-dos-Santos, R.M. Puppini-Rontani, Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties. A review, *J. Dent.* 37 (2009) 903–908. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.07.004>.
- [13].Z. Mohammadi, S. Yaripour, S. Shalavi, F. Palazzi, S. Asgary, Root canal irrigants and dentin bonding: An update, *Iran. Endod. J.* 12 (2017) 131–136. <https://doi.org/10.7508/iej.2017.02.002>.
- [14].Alencar CM, Costa JLSG, Jassé FFA, Campos EA, Dantas AAR, Kuga MC. Evaluation of various methods of methylene blue removal from the post space after photodynamic therapy on the bonding interface using different resin cementation systems. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2021 Mar 24;34:102264. doi: 10.1016/j.pdpdt.2021

- [15].A.J. Aranda-garcia, M.C. Kuga, K.R. Vitorino, M. Antonio, H. Duarte, Effect of the Root Canal Final Rinse Protocols on the Debris and Smear Layer Removal and on the Push-Out Strength of an Epoxy-Based Sealer, *Microsc. Res. Tech.* 537 (2013) 533–537. <https://doi.org/10.1002/jemt.22196>.
- [16].M.G. Magro, M.C. Kuga, K.R. Victorino, G. Faria, K.C. Keine, Effectiveness of several solutions to prevent the formation of precipitate due to the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine and its effect on bond strength of an epoxy-based sealer, *Int. Endod. J.* (2014) 1–6. <https://doi.org/10.1111/iej.12337>.
- [17].A.M. Elnaghy, Effect of QMix irrigant on bond strength of glass fibre posts to root dentine, *Int. Endod. J.* 47 (2014) 280–289. <https://doi.org/10.1111/iej.12145>.
- [18].Kuga MC, Gouveia-Jorge É, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, Bonetti-Filho I, Faria G. Penetration into dentin of sodium hypochlorite associated with acid solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112(6):e155-9. doi: 10.1016/j.tripleo.2011.05.040.
- [19].Seballos VG, Barreto MS, Rosa RAD, Machado E, Valandro LF, Kaizer OB. Effect of Post-Space Irrigation with NaOCl And CaOCl at Different Concentrations on the Bond Strength of Posts Cemented with a Self-Adhesive Resin Cement. *Braz Dent J.* 2018;29(5):446-451. doi: 10.1590/0103- 6440201801955.
- [20]. Ramos ATPR, Garcia Belizário L, Venção AC, Fagundes Jordão-Basso KC, de Souza Rastelli AN, de Andrade MF, Kuga MC. Effects of Photodynamic Therapy on the Adhesive Interface of Fiber Posts Cementation Protocols. *J Endod.* 2018;44(1):173-178. doi: 10.1016/j.joen.2017.08.035.
- [21].Galvani LD, Costa JLSG, Besegato JF, Zaniboni JF, Escalante-Otárola WG, Kuga MC. Influence of agitation methods of irrigants after methylene blue- mediated PDT on the bonding interface of a fiber post cementation system. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2022;37:102708. doi: 10.1016/j.pdpdt.2021.102708.
- [22].Orlowski NB, Schimdt TF, Teixeira CDS, Garcia LDFR, Savaris JM, Tay FR, Bortoluzzi EA. Smear Layer Removal Using Passive Ultrasonic Irrigation and Different Concentrations of Sodium Hypochlorite. *J Endod.* 2020;46(11):1738-1744. doi: 10.1016/j.joen.2020.07.020.
- [23].Belizario LG, Piragine TL, Giroto AC, Gelio MB, Pereira JR, Fernandez E, Kuga MC. Effect of Different Irrigants on the Adhesive Interface and Influence on the Push Out Strength of Fiber Posts. *Oper Dent.* 2022; 1;47(5): E211-E221. doi: 10.2341/21-038-L.
- [24].Zaniboni JF, de Souza V, Escalante-Otárola WG, Porto TS, Godoy EF, Kuga MC. Impact of cleansing protocols to remove endodontic sealer residues on the adhesive interface: Bonding with universal adhesive systems. *J Esthet Restor Dent.* 2022;34(7):1077-1084. doi: 10.1111/jerd.12924.

- [25].Alencar CM, Costa JLSG, Jassé FFA, Campos EA, Dantas AAR, Kuga MC. Evaluation of various methods of methylene blue removal from the post space after photodynamic therapy on the bonding interface using different resin cementation systems. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2021;34:102264. doi: 10.1016/j.pdpdt.2021.
- [26].Misba L, Zaidi S, Khan AU. Efficacy of photodynamic therapy against *Streptococcus mutans* biofilm: Role of singlet oxygen. *J Photochem Photobiol B*. 2018;183:16-21. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2018.04.024.
- [27].Mozayeni MA, Vatandoost F, Asnaashari M, Shokri M, Azari-Marhabi S, Asnaashari N. Comparing the Efficacy of Toluidine Blue, Methylene Blue and Curcumin in Photodynamic Therapy Against *Enterococcus faecalis*. *J Lasers Med Sci*. 2020;11(Suppl 1):S49-S54. doi: 10.34172/jlms.2020.S8.
- [28].Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR, Pereira-Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Oper Dent*. 2014 Jan-Feb;39(1):E31-44. doi: 10.2341/13-070-LIT.
- [29].Leandrin TP, Fernández E, Lima RO, Besegato JF, Escalante-Otárola WG, Kuga MC. Customized Fiber Post Improves the Bond Strength and Dentinal Penetrability of Resin Cementation System to Root Dentin. *Oper Dent*. 2022;1;47(1):E22-E34. doi: 10.2341/20-117-L.
- [30].Lorenzetti CC, Bortolatto JF, Ramos ATPR, Shinohara AL, Saad JRC, Kuga MC. The effectiveness of glass ionomer cement as a fiber post cementation system in endodontically treated teeth. *Microsc Res Tech*. 2019;82(7):1191-1197. doi: 10.1002/jemt.23268.

### 3.3 Publicação 3\*

#### **A utilização do LED violeta aplicado em esmalte dental associado a alta concentração de peróxido de hidrogênio: impactos no clareamento, pH e temperatura**

##### **RESUMO**

**Introdução:** Este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia clareadora, pH e temperatura do gel de peróxido de hidrogênio (HP) 35% usados isoladamente ou associado ao LED violeta.

**Material e Métodos:** Sessenta coroas bovinas foram seccionadas (5x5x2mm). Após a coloração com chá preto, os espécimes foram randomizados em quatro grupos (n=10) de acordo com o protocolo de clareamento: HP35R: 3x15 min 35% HP; HP35: 1x 45 min 35% HP; HP35VR: 3x 8min 35% HP + LED violeta; HP35V: 1x 24 min + LED violeta. Duas sessões de clareamento foram realizadas para todos os grupos. A mudança de cor foi avaliada antes, 24h após cada sessão, 7 dias e 15 dias após a última sessão. As variáveis  $\Delta E_{00}$  [CIEDE2000] e  $W_{ID}$  foram utilizadas para análise de cor. A variação do pH (inicial e final) e a temperatura do gel foram registradas (n=5). ANOVA two-way para medidas repetidas e pós-teste de Bonferroni foi utilizado com nível de significância de 5%.

**Resultados:** HP35VR e HP35V tiveram a mudança de cor mais perceptível ( $p < 0,05$ ). Os valores finais de pH foram menores que os iniciais, mas sem diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Os grupos HP35VR e HP35V apresentaram aumento de temperatura em relação ao HP35R ( $p < 0,05$ ).

**Conclusão:** O LED violeta melhorou a eficácia do clareamento de 35% HP de maneira econômica, sem afetar negativamente o pH e a temperatura de 35% HP. A renovação do HP não influenciou os resultados.

**Palavras-chave:** Peróxido de hidrogênio; Mudança de cor; LED violeta; pH; temperatura.

---

\* Formatação de acordo com as normas do periódico *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy* para o qual foi submetido.

## INTRODUÇÃO

A busca pela melhor estética do sorriso tem contribuído para o desenvolvimento de novos materiais e técnicas que visam oferecer melhores resultados clínicos aos pacientes. Nesse contexto, o clareamento dental é o procedimento estético mais popular na odontologia, pois melhora a auto-estima dos pacientes ao clarear os dentes de maneira minimamente invasiva e econômica em comparação com procedimentos restauradores e reabilitadores [1-4].

Os agentes clareadores têm como principal composto o peróxido de hidrogênio (HP). A dissociação dos agentes clareadores libera radicais livres que penetram na estrutura dental. Esses radicais livres reagem com moléculas coradas chamados cromóforos. Os cromóforos são compostos por longas cadeias de ligações duplas C=C e, por meio de reações de oxidação-redução com radicais livres, degradam-se em cadeias mais simples que refletem mais luz que as anteriores, gerando a aparência de dentes mais claros [1–3].

Embora o clareamento dental seja considerado um procedimento seguro e eficaz, sua utilização ainda é amplamente investigada, principalmente devido à ação não seletiva dos radicais livres e suas reações com a estrutura dental que podem promover efeitos adversos como alterações morfológicas, aumento da porosidade da superficial e, principalmente, a presença de sensibilidade pós-operatória [5–7]. Assim, ainda não há consenso na literatura sobre qual protocolo clareador promove o nível máximo de eficácia clareadora de forma segura.

Uma vez que os géis clareadores produzem grandes quantidades de radicais livres reativos, dois fatores principais podem aumentar a eficácia do clareamento: (1) a concentração de HP e (2) o tempo de exposição do HP em contato com a estrutura dental [8-11]. Entretanto, sabe-se que esses fatores estão diretamente relacionados ao risco de potenciais efeitos adversos. Nesse contexto, o desenvolvimento de géis clareadores contendo um agente semicondutor, como o dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) dopado com partículas de nitrogênio e fotoativado com luz visível, tem sido explorado na literatura [8-10].

A irradiação de luz no clareamento dental visa promover a interação da luz com o gel clareador, que absorve o comprimento de onda da luz e converte os fótons em energia térmica [12]. A energia térmica eleva a temperatura do gel clareador, aumentando o nível de dissociação química, vibrações e penetrabilidade desses

novos compostos iônicos, criando um ambiente altamente reativo em menos tempo em comparação com o uso de géis clareadores sem irradiação de luz [13]. Estudos anteriores mostraram que o LED violeta ( $405 \pm 10$  nm) interage fisicamente com as moléculas coradas devido ao seu menor comprimento de onda [13,14] e tem sido uma das fontes de luz mais avaliadas nos últimos anos.

Outro fator preocupante no clareamento dental está relacionado ao pH dos géis. Sabe-se que a alcalinidade afeta a decomposição do HP devido à sua instabilidade. Assim, os géis clareadores são armazenados em pH ácido para reduzir sua reatividade, sendo indicado seu manuseio apenas no momento do uso [14–16]. Com a adição do agente espessante, o pH do gel se eleva, resultando no início de sua atividade. Porém, o pH tende a se acidificar com o tempo e reduzir sua eficácia clareadora, sendo recomendada a renovação do gel para que o pH volte a subir.

Estudos anteriores indicam que o uso da irradiação de luz no clareamento dental promove mudanças na temperatura [12,17] e no pH [18,19] do gel clareador. Além disso, permanece questionável se os protocolos de clareamento usando irradiação de luz são seguros em termos de eficácia adequada com efeitos colaterais mínimos. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia clareadora, o pH e a cinética de temperatura de diferentes protocolos clareadores usando gel HP de alta concentração com ou sem irradiação de LED violeta. A hipótese nula testada foi que os protocolos de clareamento não afetam a mudança de cor, pH e temperatura em todos os momentos avaliados.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Aquisição de espécimes**

Sessenta blocos de esmalte/dentina foram obtidos da região central da coroa (5mm x 5mm x 2mm) de incisivos bovinos usando uma máquina de corte de precisão (Isomet 1000; Buehler Inc., Lake Bluff, IL, EUA). Todos os dentes não apresentam trincas ou defeitos de esmalte visíveis em um estereomicroscópio (ampliação de 10x). Os corpos de prova foram planejados e polidos com lixas de carboneto de silício (#600, #1200, #1500), e posteriormente limpos em tanque ultrassônico com água destilada por 5 min (Cristófoli, Campo Mourão, PR, Brasil). Após, foram armazenados em água destilada a  $37^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) até o protocolo de coloração.

Os espécimes foram corados com uma solução concentrada de chá preto preparada com 500 mL de água e 16 g de chá (10 sachês). Após 18 horas de imersão

nesta solução, os espécimes foram secos à temperatura ambiente por 6 horas. Foram realizados quatro ciclos de coloração, totalizando 72 horas de imersão e 24 horas de secagem. Depois disso, os espécimes foram armazenados por 1 semana em água destilada para estabilização da cor [20].

### **Grupo experimentais**

Os grupos do presente estudo foram desenhados de acordo com as alternativas de uso do gel Lase Peroxide Flex a 35% especificadas pelo fabricante. A primeira variação realizada no protocolo de clareamento foi a fotoativação ou não do gel por Violet LED (Whitening Light Plus, DMC, São Carlos, SP, Brasil), seguida da segunda variação que foi a renovação ou não do gel durante o tratamento. A manipulação do gel consistiu em uma proporção de 3:1 entre peróxido e espessante, sendo espatulado por 10 seg até a homogeneização da cor (laranja). A composição do gel é baseada em: Mistura das Fases 1 e 2 (35% de peróxido de hidrogênio): peróxido de hidrogênio, espessante, catalisador nanoparticulado (dióxido de titânio), corante neutralizante urucum, agente quelante e água purificada.

Os grupos e protocolos estão descritos abaixo:

- HP35 com renovação de gel (HP35R): 2 sessões de 45 min, 3 aplicações de 15 min.
- HP35 sem renovação de gel (HP35): 2 sessões de aplicação única de 45 min.
- HP35 com renovação de gel e aplicação de LED violeta (HP35VR): 2 sessões de 24 min, 3 aplicações de 8 min. Fotoaceleração por LED Violeta (405 nm  $\pm$  10 nm) com Irradiância de 600 mW/cm<sup>2</sup> alternando 1 min com luz e 1 min sem, totalizando 12 min de aplicação de luz.
- HP35 sem renovação de gel e aplicação de LED violeta (HP35V): 2 sessões uma única aplicação de 24 min. Fotoaceleração por LED Violeta (405 nm  $\pm$  10 nm) com Irradiância de 600 mW/cm<sup>2</sup> alternando 1 min com luz e 1 min sem, totalizando 12 min de aplicação de luz.

## **AValiação DA ALTERAÇÃO DE COR**

### **Alocação de espécimes**

Para minimizar a variabilidade amostral, foi realizada uma padronização inicial dos espécimes através dos valores de  $L^*$ . Um espectrofotômetro digital (Vita Easyshade IV; Wilcos, Petrópolis, RJ, Brasil) foi usado e, em seguida, os espécimes foram randomizados entre os grupos ( $n = 10$ ) [21].

### **Mensuração de cor**

Os espectros de cor foram medidos usando um espectrofotômetro digital (VITA Easyshade IV, Wilcos, Petrópolis, RJ, Brasil). As análises foram realizadas antes de 24 horas, após cada sessão, 7 dias e 15 dias após a última sessão de clareamento. Para a análise de cor, foram avaliados o CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ) [22] e o  $\Delta W_{ID}$  (índice de brancura baseado em CIELAB para odontologia) [23].

### **Avaliação de pH e temperatura**

Para avaliação do pH, as amostras foram incluídas em cera utilitária incolor (Lysanda Produtos Odontológicos, São Paulo, SP) e a margem do espécime foi delimitada com uma barreira gengival de 2 mm de espessura (Lase protect, DMC, São Carlos, SP, Brasil), fornecido pelo kit de clareamento [24]. Em seguida, a mesma quantidade de gel clareador foi introduzida na superfície do esmalte e os espécimes foram avaliados em apenas uma sessão clareadora individualmente. As medições de pH e temperatura foram realizadas simultaneamente com um sensor medidor de pH (Apera Instruments, Columbus, OH, EUA) inserido na superfície dental em contato com o gel. Foram avaliados os minutos iniciais e finais de cada protocolo de clareamento. Um estudo piloto foi previamente realizado e cinco espécimes foram avaliados por grupo ( $n=5$ ).

### **Análise estatística**

Após verificação da normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk ( $p>0,05$ ), foi realizado o teste de ANOVA Two-way para medidas repetidas com auxílio do pós-teste de Bonferroni no programa IBM® SPSS Statistics® versão 22 (IBM, New York City, NY, EUA) para avaliações de cor, pH e temperatura.

## **RESULTADOS**

A Tabela 1 mostra os valores de média e desvio padrão da mudança de cor com base na fórmula CIEDE ( $\Delta E_{00}$ ). Valores maiores para HP35VR e HP35V e menores para HP35R foram observados, independentemente dos momentos de

avaliação ( $p < 0,001$ ), enquanto HP35 apresentou resultados intermediários entre eles. Nota-se um aumento notável no  $\Delta E$  da primeira para a segunda sessão de clareamento ou 7 dias após a última sessão ( $p < 0,001$ ), com apenas HP35V regredindo após 15 dias de armazenamento. Todos os protocolos de clareamento apresentaram valores acima da percepção clínica de mudança de cor ( $\Delta E_{00} > 0,8$ ).

**Tabela 1.** Média  $\pm$  desvio padrão de  $\Delta E_{00}^*$  de acordo com cada tempo de avaliação ( $n = 10$ ). ANOVA de medida repetida de duas vias seguida do teste de Bonferroni ( $p < 0,05$ ).

| GRUPOS | 1 SESSÃO                       | 2SESSÃO                         | 7 DIAS                         | 15 DIAS                          |
|--------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| HP35R  | 13,62 $\pm$ 2.35 <sup>Aa</sup> | 16,85 $\pm$ 2,85 <sup>Ab</sup>  | 16.97 $\pm$ 3.46 <sup>Ab</sup> | 16.82 $\pm$ 3.98 <sup>Ab</sup>   |
| HP35   | 14.13 $\pm$ 3.36 <sup>Aa</sup> | 16,12 $\pm$ 3,76 <sup>Aa</sup>  | 18.77 $\pm$ 3.44 <sup>Ab</sup> | 17.80 $\pm$ 4.79 <sup>ABab</sup> |
| HP35VR | 21.50 $\pm$ 2.26 <sup>Ba</sup> | 21.05 $\pm$ 4.40 <sup>Aba</sup> | 25.26 $\pm$ 1.93 <sup>Bb</sup> | 23.42 $\pm$ 2.63 <sup>Bab</sup>  |
| HP35V  | 19.85 $\pm$ 3.22 <sup>Ba</sup> | 20.98 $\pm$ 2.51 <sup>Ba</sup>  | 23.66 $\pm$ 2.80 <sup>Bb</sup> | 21.68 $\pm$ 3.53 <sup>Ba</sup>   |

- Diferentes letras maiúsculas significam diferença estatisticamente significativa dentro do mesmo tempo de avaliação para cada  $\Delta^*$ .
- Diferentes letras minúsculas significam diferença estatisticamente significativa dentro do mesmo grupo para cada  $\Delta^*$ .

O  $W_{ID}$  se comportou de forma semelhante com  $\Delta E_{00}$ , com valores maiores para HP35VR e HP35V e menores para HP35R, independentemente dos momentos de avaliação ( $p < 0,001$ ). O mesmo ocorreu nas comparações intragrupos, pois houve aumento do  $\Delta E$  da primeira para a segunda sessão de clareamento ou 7 dias após a última sessão ( $p < 0,001$ ), havendo regressão apenas do HP35V após 15 dias de armazenamento (Tabela 2).

**Tabela 2.** Média  $\pm$  desvio padrão do  $W_{ID}^*$  de acordo com cada tempo de avaliação (n = 10). ANOVA de medida repetida de duas vias seguida do teste de Bonferroni ( $p < 0,05$ ).

| GRUPOS | 1 SESSÃO                        | 2SESSÃO                          | 7 DIAS                         | 15 DIAS                         |
|--------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| HP35R  | 23.02 $\pm$ 8.45 <sup>Aa</sup>  | 27.78 $\pm$ 7.95 <sup>Aab</sup>  | 30.03 $\pm$ 9.15 <sup>Ab</sup> | 29.16 $\pm$ 7.68 <sup>Aab</sup> |
| HP35   | 25.10 $\pm$ 7.55 <sup>ABa</sup> | 27.56 $\pm$ 3,76 <sup>Aa</sup>   | 35.85 $\pm$ 8.53 <sup>Ab</sup> | 37.63 $\pm$ 6.73 <sup>ABb</sup> |
| HP35VR | 34.56 $\pm$ 8.00 <sup>BCa</sup> | 33.22 $\pm$ 9.59 <sup>ABab</sup> | 43.86 $\pm$ 6.13 <sup>Bb</sup> | 40.59 $\pm$ 5.40 <sup>Bab</sup> |
| HP35V  | 39.04 $\pm$ 4.05 <sup>Ca</sup>  | 42.10 $\pm$ 4.31 <sup>Ba</sup>   | 48.32 $\pm$ 2.49 <sup>Bb</sup> | 43.89 $\pm$ 4.23 <sup>Ba</sup>  |

•Letras maiúsculas diferentes significam diferença estatisticamente significativa dentro do mesmo tempo de avaliação.

•Letras minúsculas diferentes significam diferença estatisticamente significativa dentro do mesmo grupo.

A avaliação do pH não apresentou diferenças entre os grupos nos momentos de avaliação (Tabela 3). Todos os grupos apresentaram diminuição do pH entre a avaliação inicial e final, exceto HP35R ( $p < 0,001$ ).

Em relação à temperatura, os grupos mantiveram-se estáveis entre si nas avaliações inicial e final, mas HP35VR e HP35V apresentaram valores superiores ( $p < 0,001$ ), sem diferenças entre eles. O HP35R apresentou valores menores e o HP35 foi intermediário entre os demais grupos (Tabela 3).

**Tabela 3.** Média  $\pm$  desvio padrão do pH e temperatura inicial e final de acordo com cada tempo de avaliação (n=5). ANOVA de medidas repetidas de duas vias seguida do teste de Bonferroni ( $p < 0,05$ ).

| GRUPOS | pH Inicial                    | pH Final                      | Temperatura                     | Temperatura                     |
|--------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|        |                               |                               | Inicial                         | Final                           |
| HP35R  | 6.44 $\pm$ 0.52 <sup>Aa</sup> | 5.80 $\pm$ 0.22 <sup>Aa</sup> | 20.90 $\pm$ 1.18 <sup>Aa</sup>  | 20.82 $\pm$ 1.04 <sup>Aa</sup>  |
| HP35   | 6.93 $\pm$ 0.41 <sup>Aa</sup> | 5.98 $\pm$ 0.36 <sup>Ab</sup> | 21.22 $\pm$ 1.05 <sup>ABa</sup> | 21.48 $\pm$ 0.39 <sup>ABa</sup> |
| HP35VR | 7.69 $\pm$ 0.23 <sup>Aa</sup> | 6.54 $\pm$ 0.68 <sup>Ab</sup> | 24.00 $\pm$ 1.20 <sup>Ba</sup>  | 26.06 $\pm$ 2.02 <sup>Ba</sup>  |
| HP35V  | 7.27 $\pm$ 0.25 <sup>Aa</sup> | 6.21 $\pm$ 0.18 <sup>Ab</sup> | 25.54 $\pm$ 1.46 <sup>ABa</sup> | 27.00 $\pm$ 2.19 <sup>Ba</sup>  |

•Letras diferentes maiúsculas significam diferença estatisticamente significativa dentro do mesmo tempo de avaliação.

•Letras diferentes minúsculas significam diferença estatisticamente significativa dentro do mesmo grupo

## DISCUSSÃO

Este estudo avaliou a eficácia, pH e temperatura de protocolos de clareamento utilizando alta concentração de HP associado ou não à irradiação com LED violeta. A hipótese nula foi parcialmente rejeitada, uma vez que os grupos que receberam irradiação com LED violeta apresentaram diferenças na eficácia do clareamento e na temperatura em relação aos grupos onde apenas HP foi utilizado. Por outro lado, o pH não apresentou diferenças entre os grupos independentemente dos momentos de avaliação.

A falta de padronização dificulta a definição do melhor protocolo clareador a ser utilizado em ambiente clínico. Considerando que a fotocatalise acelera o processo de decomposição de radicais livres e o nível de reações redox, os espécimes não foram limpos com profilaxia para permitir o maior nível possível de reações com os compostos reativos e o mesmo gel foi usado para evitar diferenças na composição, Lase Peroxide Flex, no protocolo de tempo convencional de 45 min e com redução do tempo de sessão para 24 min para protocolos com luz, semelhante ao trabalho realizado por Souza et al.[25]. Além disso, preferimos optar por 2 sessões de clareamento, pois em nosso estudo anterior [26] a maior mudança de cor ocorreu nas duas primeiras sessões de clareamento para todos os grupos, com estabilização de cor após isso.

A escolha dos protocolos de clareamento utilizados neste estudo é baseada em vários fatos. Altas concentrações de HP são utilizadas rotineiramente nos consultórios odontológicos por promoverem efeitos estéticos imediatos [11]. Embora ainda controversa, a associação do LED violeta com peróxidos tem se mostrado uma opção promissora para aumentar a decomposição do HP e reduzir o tempo operatório [25]. No entanto, os efeitos da irradiação do LED violeta na temperatura e no pH do gel não estão bem documentados. Além disso, os fabricantes costumam solicitar a renovação do gel devido à rápida degradação do HP na tentativa de gerar novos radicais livres e, conseqüentemente, aumentar os níveis de reações com as moléculas coradas.

Para avaliar a eficácia do clareamento, devemos primeiro considerar os limiares de alteração visual após o clareamento dental. Segundo Paravina et al. [27], valores acima dos limiares de perceptibilidade de 0,8 e aceitabilidade de 1,8 para  $\Delta E_{00}$  (Tabela 1) são percebidos visualmente pelo olho humano. Além disso, embora a revisão sistemática de Maran [28] aponte que o uso de luz não melhora o clareamento, é

notável em nosso estudo que os grupos que receberam irradiação com LED violeta (HP35VR e HP35V) apresentaram melhores resultados do que aqueles sem luz (HP35R e HP35), corroborando com estudos anteriores [26,29–32].

Optamos por avaliar a mudança de cor pelo CIEDE2000 [22], por manter o padrão de avaliações objetivas e apresentar maior precisão do que a fórmula CIELab. A maior mudança de cor foi observada para HP35VR e HP35V, indicando maior eficácia de desbotamento quando o HP 35% é fotoativado com LED violeta. O índice de brancura para odontologia ( $W_{ID}$ ) [23] foi usado para ver a direção da cor mencionada acima. Valores mais altos indicam o quão brancos os dentes atingiram e é um parâmetro muito interessante para avaliações de clareamento na odontologia. O  $W_{ID}$  apresentou resultados semelhantes de  $\Delta E_{00}$  indicando maior clareamento dos protocolos com irradiação de LED violeta (HP35VR e HP35V) (Tabela 2).

A maior eficácia do clareamento para 35% HP fotoativado por LED violeta pode ser atribuída a dois fatores principais. Primeiro, a boa interação do Lase Peroxide Flex com o LED Violeta. O gel funciona como um isolante da estrutura dentária, absorvendo a maior parte dos fótons emitidos pelo LED [13] e retendo a energia fotônica. Em segundo lugar, a presença de nanopartículas de  $TiO_2$  com a adição de partículas de nitrogênio. Essas nanopartículas funcionam como semicondutores e convertem energia fotônica em energia térmica e, ao aumentar a temperatura do gel, estimulam a dissociação de radicais livres e sua difusão na estrutura dental [13].

Outro fator controverso verificado neste estudo foi quanto à real necessidade de renovação do gel clareador. Como mencionado anteriormente, o principal argumento para a renovação do gel é devido à rápida degradação do HP [37]. Então, teoricamente, uma sessão prolongada sem troca do gel teria menos reações e menos eficácia do que o protocolo que renova o gel várias vezes na mesma sessão.

Neste estudo, os grupos que tiveram uma única aplicação do gel ou 3 aplicações não tiveram diferenças entre si em nenhuma coordenada de cor, independente do uso da irradiação do LED violeta. Esse resultado difere de Reis et al.[38], que afirmou que a aplicação única do gel reduz a velocidade do clareamento e aumenta os níveis de sensibilidade. No entanto, corrobora com alguns outros estudos [24,33,37,39,40] incluindo uma revisão sistemática recente [41], que afirma que nem a mudança de cor e nem a presença de sensibilidade tiveram qualquer influência na renovação do gel.

O argumento da rápida degradação do gel também não foi observado neste estudo, pois o mesmo gel, Lase Peroxide Flex 35%, em diferentes protocolos não apresentou diferença significativa entre o pH inicial e final entre os grupos (Tabela 3), o que indicam maior ou menor atividade de dissociação do HP em um determinado grupo, pois sabe-se que o HP tem sua maior dissociação ( $pK_a$ ) próximo a 11,5[14] e que quanto mais longe desse pH, menor o número de reações. O HP 35% apresentou queda de pH menor em todos os grupos, porém, como não houve diferença entre eles, indica que os níveis de pH são semelhantes independente da renovação ou não. Esse resultado corrobora com Marson et al.[40] qual 86% da concentração inicial de HP foi mantida após 45 min e Caneppele et al.[24] que afirmou que após 40 min, o pH e a concentração do 35% HP não tiveram diferenças significativas.

A avaliação do pH de protocolos de clareamento em contato com a estrutura dental é extremamente valiosa por vários motivos. Como mencionado acima, o nível de pH indica a quantidade de íons que é gerada a partir da dissociação do HP e um pH mais alcalino gera um maior número de radicais livres que, por sua vez, desencadeiam um maior número de reações de oxidação-redução, melhorando o clareamento níveis [14,42]. Conforme visto na tabela 3 e verificado em estudos anteriores, o pH do HP altamente concentrado fica em torno de neutro ou levemente ácido[18,19,43], a justificativa para isso pode estar relacionada ao fato do HP permanecer mais estável em meio ácido ambiente para manter a estabilidade e máxima vida útil[15,16]. Como o HP 35% tem maior proporção de peróxido do que espessante, a tendência é que o pH não suba muito devido à alta dissociação dos íons  $H^+$ , o que torna o pH ainda levemente ácido.

A outra preocupação em relação ao pH dos géis é o seu nível de diminuição e até onde ele pode ir. Através de uma nova observação na Tabela 3, percebemos que todos os protocolos apresentaram redução do pH entre os minutos inicial e final, conforme observado anteriormente[18,19,43]. Sabe-se que com pH reduzido, o número de reações diminui. No entanto, o agente clareador deve agir de forma adequada, agredindo o mínimo possível a estrutura dental, pois o pH crítico do esmalte está em torno de 5,5 [44]. Nenhum dos protocolos clareadores atingiu o limiar crítico de desmineralização do esmalte, sendo considerado seguro, nestas condições in vitro, uma vez que a capacidade da saliva em elevar este pH devido ao seu efeito tampão ainda precisa ser considerada.

Outra variável interessante a ser avaliada em estudos com fontes de LED é a questão do aumento de temperatura promovido pela irradiação luminosa, pois esse aumento pode ser prejudicial à estrutura dentária, principalmente à polpa. Portanto, os grupos também foram avaliados nos minutos iniciais e finais para avaliar a diferença entre os protocolos com e sem LED violeta e se essa diferença poderia ser considerada um fator preocupante.

O LED violeta tem sido associado a agentes clareadores devido ao seu comprimento de onda mais curto, que pode transportar energia suficiente para que o gel clareador absorva e converta fótons em energia térmica [45]. O limite tolerável para a polpa não causar danos irreversíveis é um aumento de 5,5 °C, segundo Zach e Cohen [46] e adotado por estudos mais recentes [12,17,47]. Comparando as temperaturas dos grupos com e sem luz, houve aumento de 6-7°C para HP35VR e HP35V (Tabela 3). Os autores do presente trabalho não consideram este aumento alarmante, uma vez que a medição foi realizada no gel na superfície com o dente e a literatura já verificou que a transmissão de calor que atinge a polpa é muito inferior à temperatura da superfície [47], pois fatores como a superfície da dentina, o fluido dentinário e o fluxo sanguíneo da polpa podem atuar como dissipadores de calor. Outro fator interessante a ser mencionado é que os corantes presentes no gel (urucum e juá) possuem boa interação com o comprimento de onda da luz violeta e permitem que boa parte da energia térmica permaneça apenas na superfície onde ocorre a interação [48], além da presença de água destilada e HP na composição do gel que podem resfriar o ambiente em sua evaporação interagindo com a luz e estabelecendo a função do gel como isolante [49].

Tendo em vista o futuro promissor sobre a utilização do LED violeta em ação conjunta para melhorar os resultados do clareamento dental, o presente estudo segue como etapa experimental de diversas avaliações que buscam aprofundar o conhecimento sobre novos protocolos envolvendo esta nova tecnologia. Visando controlar o maior número possível de variáveis, a fim de avaliar apenas a influência do protocolo de luz no HP 35%, o estudo se propõe a expor resultados sobre variáveis que influenciam diretamente no processo de oxidação-redução e, conseqüentemente, no efeito clareador, como uso de luz, variação de pH e temperatura. Os autores do presente trabalho consideram que os resultados servem de base para estimular futuros estudos in vitro e in vivo, agregando níveis mais aprofundados de variáveis

que contribuam para o estabelecimento de novos parâmetros que combinem boa eficácia clareadora com mínimos efeitos adversos.

## CONCLUSÃO

Dentro das limitações deste estudo, pode-se concluir que o uso de irradiação de LED violeta melhora a eficácia do clareamento de peróxido de hidrogênio a 35% (Lase Peroxide Flex) de maneira economizadora de tempo. Além disso, a fotoativação preserva o pH favorável do gel clareador, porém com aumento de sua temperatura. A renovação do gel durante a sessão de clareamento não influenciou nos resultados.

## REFERÊNCIAS

- [1] S.R. Kwon, P.W. Wertz, Review of the mechanism of tooth whitening, J. Esthet. Restor. Dent. 27 (2015) 240–257. <https://doi.org/10.1111/jerd.12152>.
- [2] A.L.M. Ubaldini, M.L. Baesso, A. Medina Neto, F. Sato, A.C. Bento, R.C. Pascotto, Hydrogen peroxide diffusion dynamics in dental tissues, J. Dent. Res. 92 (2013) 661–665. <https://doi.org/10.1177/0022034513488893>.
- [3] M.Q. Alqahtani, Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review, Saudi Dent. J. 26 (2014) 33–46. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2014.02.002>.
- [4] C. Bersezio, J. Martín, P. Angel, J. Bottner, I. Godoy, F. Avalos, E. Fernández, Teeth whitening with 6% hydrogen peroxide and its impact on quality of life: 2 years of follow-up, Odontology. 107 (2019) 118–125. <https://doi.org/10.1007/s10266-018-0372-3>.
- [5] C.A.S. Costa, H. Riehl, J.F. Kina, N.T. Sacono, J. Hebling, Human pulp responses to in-office tooth bleaching, J. Esthet. Restor. Dent. 26 (2010) e59–e64. <https://doi.org/10.1111/jerd.12121>.

- [6] A.R. Benetti, M.C. Valera, M.N.G. Mancini, C.B. Miranda, I. Balducci, In vitro penetration of bleaching agents into the pulp chamber, *Int. Endod. J.* 37 (2004) 120–124. <https://doi.org/10.1111/j.0143-2885.2004.00761.x>.
- [7] O. Gökyay, F. Yilmaz, S. Akin, M. Tunçbilek, R. Ertan, Penetration of the pulp chamber by bleaching agents in teeth restored with various restorative materials, *J. Endod.* 26 (2000) 92–94. <https://doi.org/10.1097/00004770-200002000-00008>.
- [8] K. Markowitz, Pretty painful: Why does tooth bleaching hurt?, *Med. Hypotheses*. 74 (2010) 835–840. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2009.11.044>.
- [9] H. Moosavi, N. Arjmand, F. Ahrari, M. Zakeri, F. Maleknejad, Effect of low-level laser therapy on tooth sensitivity induced by in-office bleaching, *Lasers Med. Sci.* 31 (2016) 713–719. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-1913-z>.
- [10] F.C. Marson, L.G. Sensi, L.C.C. Vieira, E. Araújo, Clinical Evaluation of In-office Dental Bleaching Treatments With and Without the Use of Light-activation Sources, *Oper. Dent.* 33 (2008) 15–22. <https://doi.org/10.2341/07-57>.
- [11] B.M. Maran, T. de P. Matos, A. dos S. de Castro, L. Vochikovski, A.L. Amadori, A.D. Loguercio, A. Reis, S.B. Berger, In-office bleaching with low/medium vs. High concentrate hydrogen peroxide: a systematic review and meta-analysis, *J. Dent.* 103 (2020) 103499. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103499>.
- [12] P.M. de Freitas, A.N. Menezes, A.C.C. da Mota, A. Simões, F.M. Mendes, A.D.N. Lago, L.S. Ferreira, T.M. Ramos-Oliveira, Does the hybrid light source (LED/laser) influence temperature variation on the enamel surface during 35% hydrogen peroxide bleaching? A randomized clinical trial., *Quintessence Int.* 47 (2016) 61–73. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a34454>.
- [13] V. Cavalli, M. Kury, P.B.G. Melo, R.V.T.S.M. Carneiro, F.L.E. Florez, Current Status and Future Perspectives of In-office Tooth Bleaching, *Front. Dent. Med.* 3 (2022) 1–5. <https://doi.org/10.3389/fdmed.2022.912857>.

- [14] C.R.G. Torres, E. Crastechini, F.A. Feitosa, C.R. Pucci, A.B. Borges, Influence of pH on the effectiveness of hydrogen peroxide whitening, *Oper. Dent.* 39 (2014) E261–E268. <https://doi.org/10.2341/13-214-L>.
- [15] B. Xu, Q. Li, Y. Wang, Effects of pH Values of Hydrogen Peroxide Bleaching Agents on Enamel Surface Properties, *Oper. Dent.* 36 (2011) 554–562. <https://doi.org/10.2341/11-045-1>.
- [16] H. Frysh, W.H. Bowles, F. Baker, F. Rivera-Hidalgo, G. Guillen, Effect of pH on Hydrogen Peroxide Bleaching Agents, *J. Esthet. Restor. Dent.* 7 (1995) 130–133. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.1995.tb00730.x>.
- [17] R.F.L. Mondelli, A.F. Soares, E. Gabriel, K. Pangrazio, L. Wang, K. Ishikirama, J. Fraga, S. Bombonatti, R.U.D. Frpelqdwlrq, R.I. Erwk, Q.R.I. Fh, E. Lv, Evaluation of temperature increase during in-office bleaching, *J. Appl. Oral Sci.* 24 (2016) 136–41.
- [18] A.F. Soares, J.F.S. Bombonatti, M.S. Alencar, E.C. Consolmagno, H.M. Honório, R.F.L. Mondelli, Influence of pH, bleaching agents, and acid etching on surface wear of bovine enamel, *J. Appl. Oral Sci.* 24 (2016) 24–30. <https://doi.org/10.1590/1678-775720150281>.
- [19] G. Grazioli, L.L. Valente, C.P. Isolan, H.A. Pinheiro, C.G. Duarte, E.A. Münchow, Bleaching and enamel surface interactions resulting from the use of highly-concentrated bleaching gels, *Arch. Oral Biol.* 87 (2018) 157–162. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2017.12.026>.
- [20] V.T.P. Vaz, D.P. Jubilato, M.R.M. de Oliveira, J.F. Bortolatto, M.C. Floros, A.A.R. Dantas, O.B. de Oliveira Junior, Whitening toothpaste containing activated charcoal, blue covarine, hydrogen peroxide or microbeads: Which one is the most effective, *J. Appl. Oral Sci.* 27 (2019) 1–8. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2018-0051>.
- [21] I. Vieira, W.F. Vieira, M.C. Pauli, J.D. Theobaldo, F.H.B. Aguiar, D.A.N.L. Lima, G.R. Leonardi, Effect of in-office bleaching gels with calcium or fluoride on color,

roughness, and enamel microhardness, *J. Clin. Exp. Dent.* 12 (2020) e116–e122. <https://doi.org/10.4317/JCED.56006>.

[22] G. Sharma, W. Wu, E.N. Dalal, The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations, *Color Res. Appl.* 30 (2005) 21–30. <https://doi.org/10.1002/col.20070>.

[23] M.D.M. Pérez, R. Ghinea, M.J. Rivas, A. Yebra, A.M. Ionescu, R.D. Paravina, L.J. Herrera, Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space, *Dent. Mater.* 32 (2016) 461–467. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.12.008>.

[24] T.M.F. Caneppele, C.R.G. Torres, M.F.R.L. Huhtala, E. Bresciani, Influence of whitening gel application protocol on dental color change, *Sci. World J.* 2015 (2015). <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L603546864%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1155/2015/420723>.

[25] B.R. de Souza, A.D.N. Lago, L.S. Ferreira, E. Mayer-Santos, P.M. de Freitas, S. Morimoto, K.M. Ramalho, In-office bleaching protocols using violet LED: A split mouth case report, *Photodiagnosis Photodyn. Ther.* 36 (2021) 102497. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2021.102497>.

[26] J.L. de S.G. Costa, J.F. Besegato, J.F. Zaniboni, M.C. Kuga, LED/laser photoactivation enhances the whitening efficacy of low concentration hydrogen peroxide without microstructural enamel changes, *Photodiagnosis Photodyn. Ther.* 36 (2021) 102511. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2021.102511>.

[27] R.D. Paravina, R. Ghinea, L.J. Herrera, A.D. Bona, C. Igiel, M. Linninger, M. Sakai, H. Takahashi, E. Tashkandi, M. Del Mar Perez, Color difference thresholds in dentistry, *J. Esthet. Restor. Dent.* 27 (2015) S1–S9. <https://doi.org/10.1111/jerd.12149>.

- [28] B.M. Maran, A. Burey, T. de Paris Matos, A.D. Loguercio, A. Reis, In-office dental bleaching with light vs. without light: A systematic review and meta-analysis, *J. Dent.* 70 (2018) 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.11.007>.
- [29] A.P. Brugnare, S. Nammour, J.A. Rodrigues, E. Mayer-Santos, P.M. De Freitas, A. Brugnera, F. Zanin, Clinical Evaluation of In-Office Dental Bleaching Using a Violet Light-Emitted Diode, *Photobiomodulation, Photomedicine, Laser Surg.* 38 (2020) 98–104. <https://doi.org/10.1089/photob.2018.4567>.
- [30] C.R.G. Torres, D.C. Barcellos, G.R. Batista, A.B. Borges, K.V. Cassiano, C.R. Pucci, Assessment of the effectiveness of light-emitting diode and diode laser hybrid light sources to intensify dental bleaching treatment, *Acta Odontol. Scand.* 69 (2011) 176–181. <https://doi.org/10.3109/00016357.2010.549503>.
- [31] M. de O. Gallinari, L.T.A. Cintra, A.C.S. Barboza, L.M.A.V. da Silva, S. de Alcantara, P.H. dos Santos, T.C. Fagundes, A.L.F. Briso, Evaluation of the color change and tooth sensitivity in treatments that associate violet LED with carbamide peroxide 10 %: A randomized clinical trial of a split-mouth design, *Photodiagnosis Photodyn. Ther.* 30 (2020) 101679. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.101679>.
- [32] M. Kury, E.E. Wada, D.P. da Silva, C. Pereira Machado Tabchoury, M. Giannini, V. Cavalli, Effect of violet LED light on in-office bleaching protocols: a randomized controlled clinical trial, *J. Appl. Oral Sci.* 28 (2020) 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.101848>.
- [33] B.M. Fernandes, M.H. Tanaka, A.L.B.M. De Oliveira, R.S. Scatolin, Color stability of dental enamel bleached with violet LED associated with or without Low concentration peroxide gels, *Photodiagnosis Photodyn. Ther.* 33 (2021) 102101. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.102101>.
- [34] C.R.G. Torres, R.F. Zanatta, T.J. Silva, A.B. Borges, Effect of calcium and fluoride addition to hydrogen peroxide bleaching gel on tooth diffusion, color, and microhardness, *Oper. Dent.* 44 (2019) 424–432. <https://doi.org/10.2341/18-113-L>.

- [35] E. Fernández, C. Bersezio, J. Bottner, F. Avalos, I. Godoy, D. Inda, P. Vildósola, J.R.C. Saad, O.B. Oliveira, J. Martín, Longevity, esthetic perception, and psychosocial impact of teeth bleaching by low (6%) hydrogen peroxide concentration for in-office treatment: A randomized clinical trial, *Oper. Dent.* 42 (2017) 41–52. <https://doi.org/10.2341/15-335-C>.
- [36] N. Kiomars, P. Azarpour, M. Mirzaei, S.S.H. Kamangar, M.J. Kharazifard, N. Chiniforush, Evaluation of the Diode laser (810nm, 980 nm) on color change of teeth after external bleaching, *Laser Ther.* 25 (2016) 267–272. <https://doi.org/10.5978/islsm.16-OR-21>.
- [37] S.A. Youssef, S.R. Cunha, E. Mayer-Santos, S.A. Brito, P.M. de Freitas, J. Ramalho, S. Morimoto, F. Gonçalves, K.M. Ramalho, Influence of 35% hydrogen peroxide gel renewal on color change during in-office dental photobleaching with violet LED: A split-mouth randomized controlled clinical trial, *Photodiagnosis Photodyn. Ther.* 36 (2021) 102509. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2021.102509>.
- [38] A. Reis, L.Y. Tay, D.R. Herrera, S. Kossatz, A.D. Loguercio, Clinical effects of prolonged application time of an in-office bleaching gel, *Oper. Dent.* 36 (2011) 590–596. <https://doi.org/10.2341/10-173-C>.
- [39] P. Vildosola, F. Vera, J. Ramirez, J. Rencoret, H. Pretel, O.B. Oliveira, M. Tonetto, J. Martin, E. Fernandez, Comparison of effectiveness and sensitivity using two in-office bleaching protocols for a 6% hydrogen peroxide gel in a randomized clinical trial, *Oper. Dent.* 42 (2017) 244–252. <https://doi.org/10.2341/16-043-C>.
- [40] F. Marson, R. Gonçalves, C. Silva, L. Cintra, R. Pascotto, P. dos Santos, A. Briso, Penetration of Hydrogen Peroxide and Degradation Rate of Different Bleaching Products, *Oper. Dent.* 40 (2014) 72–79. <https://doi.org/10.2341/13-270-I>.

- [41] M. Kury, R.B.E. Lins, B. de A. Resende, M.Z.D. Picolo, C.B. André, V. Cavalli, The influence of the renewal or the single application of the peroxide gel on the efficacy and tooth sensitivity outcomes of in-office bleaching—A systematic review and meta-analysis, *J. Esthet. Restor. Dent.* 34 (2022) 490–502. <https://doi.org/10.1111/jerd.12827>.
- [42] C.L. Wijetunga, M. Otsuki, N. Hiraishi, M.N. Luong, J. Tagami, Effect of pH of bleaching agent on tooth bleaching action in vitro, *Dent. Mater. J.* 40 (2021) 566–572. <https://doi.org/10.4012/dmj.2020-191>.
- [43] A.C. Trentino, A.F. Soares, M.A.H. Duarte, S.K. Ishikiriama, R.F.L. Mondelli, Evaluation of pH levels and surface roughness after bleaching and abrasion tests of eight commercial products, *Photomed. Laser Surg.* 33 (2015) 372–377. <https://doi.org/10.1089/pho.2014.3869>.
- [44] M. Sulieman, M. Addy, E. Macdonald, J.S. Rees, A safety study in vitro for the effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel and dentine, *J. Dent.* 32 (2004) 581–590. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2004.06.003>.
- [45] F. Zanin, Recent Advances in Dental Bleaching with Laser and LEDs, *Photomed. Laser Surg.* 34 (2016) 135–136. <https://doi.org/10.1089/pho.2016.4111>.
- [46] L. Zach, G. Cohen, Pulp response to externally applied heat, *Oral Surgery, Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol.* 19 (1965) 515–530.
- [47] T. Sari, G. Celik, A. Usumez, Temperature rise in pulp and gel during laser-activated bleaching: in vitro, *Lasers Med. Sci.* 30 (2015) 577–582. <https://doi.org/10.1007/s10103-013-1375-5>.
- [48] M. Sulieman, J.S. Rees, M. Addy, Surface and pulp chamber temperature rises during tooth bleaching using a diode laser: A study in vitro, *Br. Dent. J.* 200 (2006) 631–634. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4813644>.

- [49] M. Sulieman, M. Addy, J.S. Rees, Surface and intra-pulpal temperature rises during tooth bleaching: An in vitro study, *Br. Dent. J.* 199 (2005) 37–40. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4812558>.

## 4 CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos, podemos concluir que:

Comparado ao grupo controle, o grupo de hipoclorito de sódio com surfactante apresentou o melhor desempenho entre os demais, obtendo menos efeitos negativos na interface adesiva.

A utilização de azul de toluidina como fotossensibilizante não interfere na adesão do espaço protético e que o sistema adesivo universal se utilizado com cimento resinoso convencional obteve bons resultados independente do protocolo de remoção que foi utilizado.

O LED violeta melhorou a eficácia do clareamento com o gel de peróxido de hidrogênio 35%, sem afetar negativamente o pH e a temperatura e que a renovação do gel não influenciou nos resultados.

## REFERÊNCIAS\*

1. Sinhorette MAC, Vitti RP, Correr-sobrinho L, Lourenço. Biomateriais na odontologia: panorama atual e perspectivas futuras. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2013; 67(4): 256-61.
2. Reibnitz Júnior C, Caetano JC, do Prado ML. A contribuição do trabalho odontológico na resolução de problemas de saúde da população: a concepção de alunos de Odontologia. *Physis - Rev Saúde Coletiva*. 2009; 19(1): 189-206.
3. Stefani A, Fronza BM, Andre CB, Giannini M. Marcelo. Abordagem multidisciplinar no tratamento estético odontológico. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2015; 69(1): 43-9.
4. Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR, Pereira-Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Oper Dent*. 2014; 39(1): 31-44.
5. Victorino KR, Kuga MC, Duarte MA, Cavenago BC, Só MV, Pereira JR. The effects of chlorhexidine and ethanol on push-out bond strength of fiber posts. *J Conserv Dent*. 2016; 19(1): 96-100.
6. Khoroushi M, Najafabadi MA, Feiz A. Effects of calcium hypochlorite and sodium hypochlorite, as root canal irrigants, on the bond strength of glass fiber posts cemented with self-adhesive resin cement. *Front dent*. 2019; 16(3): 214- 23.
7. Jitumori RT, Bittencourt BF, Reis A, Gomes JC, Gomes GM. Effect of root canal irrigants on fiber post bonding using self-adhesive composite cements. *J Adhes Dent*. 2019; 21(6): 537-44.
8. Pane ES, Palamara JE, Messer HH. Critical evaluation of the push-out test for root canal filling materials. *J Endod*. 2013; 39(5): 669-73.
9. Belizário LG, Kuga MC, Duarte MAH, Reis Só MV, Keine KC, Pereira JR. Effect of fiber post space irrigation with different peracetic acid formulations on the bond strength and penetration into the dentinal tubules of self-etching resin cement. *J Prosthet Dent*. 2019; 122(1): 46-46.
10. Khoroushi M, Najafabadi MA, Feiz A. Effects of calcium hypochlorite and sodium hypochlorite, as roots canal irrigants, on the bond strength of glass fiber posts cemented with self-adhesive resin cement. *Front dent*. 2019; 16(3): 214- 23.
11. Meerbeek BV, Yoshihara K, Landuyt KV, Yasuhiro Y, Peumans M. From Buonocore's pioneering acid-etch technique to self-adhering restoratives. A status perspective of rapidly advancing dental adhesive technology. *J Adhes Dent*. 2020; 22(1): 7-34.
12. Glantz PO, Hansson L. Wetting of dentine by some root canal medicaments. *Odontol revy*. 1972; 23(2): 205-10.

---

\* 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. Coaguila-Llerena H, Barbieri I, Tanomaru-Filho M, Leonardo RT, Ramos AP, Faria G. Physicochemical properties, cytotoxicity and penetration into dentinal tubules of sodium hypochlorite with and without surfactants. *Restor Dent Endod.* 2020; 45(4): 47.
14. Lorenzetti CC, Bortolatto JF, Ramos ATPR, Shinohara AL, Saad JRC, Kuga MC. The effectiveness of glass ionomer cement as a fiber post cementation system in endodontically treated teeth. *Microsc Res Tech.* 2019; 82(7): 1191-1197.
15. Ramos ATPR, Belizário LG, Venção AC, Basso KCFJ, Rastelli ANS, Andrade MF, et al. Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface of fiber posts cementation protocols. *J Endo.* 2018; 44(1): 173-78.
16. Wang L, Júnior OB, Lopes AC, Dos Rios LFF, Maenosono RM, D'alpino PHP, et al. Water interaction and bond strength to dentin of dye-labelled adhesive as a function of the addition of rhodamine B. *J. Appl.Oral. Sci.*, 2016; 24(4):317-24.
17. Fritz SA, Hogan PG, Camins BC, Ainsworth AJ, Patrick C, Martin MS, et al. Mupirocin and chlorhexidine resistance in staphylococcus aureus in patients with community-onset skin and soft tissue infections. *Antimicrobial Agent Chemother.* 2013; 57(1): 559-68.
18. Palmer NO. Antibiotic prescribing in general dental practice. *Prim Dent J.* 2014; 3(1):52-7.
19. Cieplik F, Deng D, Crielaard W, Buchalla W, Hellwig E, Al-Ahmad A, Maisch T. Antimicrobial photodynamic therapy - what we know and what we don't. *Crit Rev Microbiol.* 2018 Sep;44(5):571-89
20. Lopes CS, Moreira SdeA, Nícoli GA, Ramirez I, Viola NV. Endodontical treatment of periapical tooth injury with photodynamic therapy: Case report. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2019; 28: 253–55.
21. Trindade AC, De Figueiredo JAP, Steier L, Weber JBB. Photodynamic therapy in endodontics: A Literature Review. *Photomed Laser Surg.* 2015; 33(3): 175–82.
22. Plotino G, Grande NM, M. Mercade M. Photodynamic therapy in endodontics. *Int Endod J.* 2019; 52(6): 760–74.
23. Singh S, Nagpal R, Manuja N, Tyagi SP. Photodynamic therapy: an adjunct to conventional root canal disinfection strategies. *Aust Endod J.* 2015; 41(2):55.
24. Gursoy H, Ozcakil-Tomruk C, Tanalp J, Yilmaz S. Photodynamic therapy in dentistry: A literature review. *Clin Oral Investig.* 2013; 17(4): 1113–125.
25. Wainwright M, Maisch T, Nonell S, Plaetzer K, Almeida A, Tegos GP, Hamblin MR. Photoantimicrobials-are we afraid of the light? *Lancet Infect Dis.* 2017; 17(2): 49-55.
26. Soukos NS, Goodson JM. Photodynamic therapy in the control of oral biofilms. *Periodontol 2000.* 2011; 55(1): 143-66.
27. Rolim JPML, de Melo MAS, Guedes SF, Albuquerque-Filho FB, de Souza JR, Nogueira NAP, et al. The antimicrobial activity of photodynamic therapy against *Streptococcus mutans* using different photosensitizers. *J Photochem Photobiol B.* 2012; 106: 40-6.

28. Colussi VC, Nicola EMD, Nicola JH. Fototerapia, fotoquimioterapia e alguns fotossensibilizadores. *Rev Assoc Med Bras.* 1996; 42(4): 229-36.
29. Bagnato C, Prados MB, Franchini GR, Scaglia N, Miranda SE, Beligni MV. Analysis of triglyceride synthesis unveils a green algal soluble diacyl glycerolacyl transferase and provides clues to potential enzymatic components of the chloroplast pathway. *BMC Genomics.* 2017; 18(1):223.
30. Ramos ATPR, Belizário LG, Jordão-Basso KCF, Shinohara AL, Kuga MC. Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface using two fiber posts cementation systems. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2018; 24:136–41.
31. Costa LM, Matos FDS, Correia AMYDO, Carvalho NC, Faria-E-Silva AL, Paranhos LR, Ribeiro MAG. Tooth color change caused by photosensitizers after photodynamic therapy: An in vitro study. *J Photochem Photobiol B Biol.* 2016; 160:225–8.
32. Figueiredo RA, Anami LC, Mello I, Carvalho EDS, Habitante SM, Raldi DP. Tooth discoloration induced by endodontic phenothiazine dyes in photodynamic therapy. *Photomed Laser Surg.* 2014; 32(8):458–62.
33. Carvalho EDS, Mello I, Albergaria SJ, Habitante SM, Lage-Marques JL, Raldi DP. Effect of chemical substances in removing methylene blue after photodynamic therapy in root canal treatment. *Photomed Laser Surg.* 2011; 29(8):559–63.
34. Ramalho KM, Cunha SR, Mayer-Santos E, Eduardo CdeP, de Freitas PM, Aranha ACC, Moura-Netto C. In vitro evaluation of methylene blue removal from root canal after Photodynamic Therapy. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2017; 20: 248–52.
35. Kwon SR, Wertz PW. Review of the mechanism of tooth whitening. *J Esthet Restor Dent.* 2015; 27(5): 240–57.
36. Ubaldini ALM, Baesso ML, Medina Neto A, Sato AF, Bento AC, Pascotto RC. Hydrogen peroxide diffusion dynamics in dental tissues. *J Dent Res.* 2013; 92(7): 661–65.
37. Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dent J.* 2014; 26(2):33–46.
38. Bersezio C, Martín J, Angel P, Bottner J, Godoy I, Avalos F, Fernández E. Teeth whitening with 6% hydrogen peroxide and its impact on quality of life: 2 years of follow-up, *Odontology.* 2019; 107(1): 118–25.
39. Costa CAS, Riehl H, Kina JF, Sacono NT, Hebling J. Human pulp responses to in-office tooth bleaching. *J Esthet Restor Dent.* 2010; 109(4): 59–64.
40. Cavalli V, Kury M, Melo PBG, Carneiro RVTSM, Florez FLE. Current status and future perspectives of in-office tooth bleaching. *Front Dent Med.* 2022; 3:1– 5.
41. Torres CRG, Crastechini E, Feitosa FA, Pucci CR, Borges AB. Influence of pH on the effectiveness of hydrogen peroxide whitening. *Oper Dent.* 2014; 39(6): 261– 68.

## ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA EM ANIMAIS (CEUA)



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Araraquara  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



### CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada ***"AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS NA ANATOMIZAÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO COM DIFERENTES RESINAS BULK FILL"***, registrada com o nº 22/2019, sob a responsabilidade do(a) **Prof(a). Dr(a). Andréa Abi Rached Dantas** – que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela **COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA** em reunião de 18/10/2019.

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| Finalidade          | ( ) Ensino (X) Pesquisa Científica   |
| Vigência do Projeto | Fevereiro/2021                       |
| Espécie/linhagem    | Gado Nelore                          |
| Nº de animais       | 80 dentes bovinos                    |
| Peso/Idade          | -                                    |
| Sexo                | -                                    |
| Origem              | Mondelli Indústria de Alimentos S.A. |

  
**Prof. Dr. PAULO SÉRGIO CERRI**  
 Vice Coordenador da CEUA

**Não autorizo a publicação deste trabalho pelo prazo de 2 anos após a data da defesa (somente após 24 de fevereiro de 2025).**

**(Direitos de Publicação reservado ao autor)**

**Araraquara, 24 de fevereiro de 2023**

**Tatiane Miranda Manzoli**