



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Araçatuba

RENATA DE OLIVEIRA ALVES

**INFLUÊNCIA DA INCORPORAÇÃO DE QUERCETINA EM
GÉIS CLAREADORES SOBRE A EFICÁCIA ESTÉTICA,
MICRODUREZA E RUGOSIDADE DO ESMALTE DENTÁRIO**

Araçatuba- SP

2024

RENATA DE OLIVEIRA ALVES

**INFLUÊNCIA DA INCORPORAÇÃO DE QUERCETINA EM
GÉIS CLAREADORES SOBRE A EFICÁCIA ESTÉTICA,
MICRODUREZA E RUGOSIDADE DO ESMALTE DENTÁRIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista (UNESP), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Cirurgiã -Dentista.

Orientador: Prof. Tit. Alberto Carlos Botazzo Delbem

Araçatuba-SP
2024

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso aos meus queridos pais, **Rubenilton Pereira Alves** e **Aurelia Marciana Oliveira Machado**. Foi através do vosso amor, apoio incondicional e sacrifício que consegui alcançar a graduação. Vocês sempre acreditaram em mim, mesmo nos momentos mais desafiadores, e me mostraram que a educação é o melhor caminho a seguir. Compreenderam minha ausência e me deram forças para continuar. Sou profundamente grata por tudo o que fizeram e dedicam-se diariamente. Esta conquista é tanto minha quanto de vocês. Amo vocês e me orgulho imensamente de suas trajetórias. Vocês são verdadeiramente incríveis!

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, que fez com que meus objetivos fossem alcançados e por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação ao longo desta trajetória.

Aos meus pais, **Rubenilton Pereira Alves** e **Aurelia Marciana Oliveira Machado**, expresso minha profunda gratidão por sempre acreditarem em mim e por oferecerem todo o suporte necessário para a realização dos meus sonhos. Mesmo sem a oportunidade de cursar o ensino superior, vocês sempre me mostraram que a educação é o melhor caminho a seguir. Compreenderam minha ausência em diversos momentos, e eu jamais teria alcançado meus objetivos sem vocês. Vocês são minhas maiores inspirações, e me orgulho imensamente das suas trajetórias. Essa conquista é nossa!

Aos meus irmãos, **Márcio Matheus** e **Nykolas George**, que sempre me admiram e torcem pelo meu sucesso. Eu amo muito vocês, e esses anos longe foram extremamente difíceis sem a nossa convivência diária.

À minha avó **Faranaide**, cujo nome é inspirado na unidade de medida “Fahrenheit”, mas, ao contrário desta escala, o meu amor por ela é imensurável. A vovó demonstra seu amor de inúmeras maneiras, especialmente orando para que meus caminhos sejam sempre abençoados. O seu nível de inteligência e conhecimento é altamente inspirador, assim como a sua oratória, que é ímpar. Obrigada por me ensinar tanto. Vó, eu te amo, e essa conquista é nossa!

À Professora **Nágila Khalil Ruiz**, minha primeira e incrível inspiração acadêmica. Sua dedicação à profissão e sua busca pela excelência no ensino me marcaram profundamente. A experiência de aprendizado com a Professora Nágila mudou completamente minha perspectiva sobre a educação e teve um impacto profundo em minha vida pessoal. Apesar de sua rigidez e pulso firme em sala de aula, ela nunca conseguiu esconder sua doçura e amor pela profissão, bem como pelos seus alunos. Sou profundamente grata e me sinto privilegiada por ter tido a oportunidade de ser sua aluna. O seu brilhantismo continuará a me guiar e inspirar ao longo da minha jornada.

Ao meu grande amigo **Matheus Raghianti**, que se tornou um irmão para mim e tem sido um companheiro inseparável nesta trajetória. Tive a honra de ser sua dupla de clínica e de vida desde o início desta jornada, e não tenho dúvidas de que seremos ótimos colegas de profissão (é imprescindível ter um contato na cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial). Cada ocasião que passamos juntos nos fortaleceu. Aprendi tantas coisas com você, desde comer mais legumes até ser mais confiante. Uma vez ouvi que a intimidade com uma pessoa pode ser mensurada pela quantidade de sal ingerido juntos. Nesse caso, compartilhamos muitas pitadas de sal e vivenciamos inúmeras situações, e, assim como este mineral, sua presença realçou a minha vida. Independentemente das circunstâncias, você sempre foi um verdadeiro amigo. Seu talento, sabedoria e resiliência são extremamente admiráveis e agradeço a Deus por tê-lo ao meu lado neste intenso percurso.

À minha querida amiga **Vitória Pizzolato**, que tive a imensa sorte de encontrar neste caminho. Foi um privilégio ser sua companheira em diversos momentos: nas clínicas, nos treinos e na jornada da vida. Se há pessoas evoluídas neste mundo, sem dúvidas, a Vitória é uma delas. Sua doçura encanta profundamente. Estar ao seu lado tornou esta trajetória muito mais leve e prazerosa. Sua amizade é um presente inestimável que me ajudou a enfrentar os desafios com mais serenidade. Admiro e me inspiro na sua potencialidade, inteligência e talento. Sou profundamente grata por tudo.

Ao **Gabriel Pereira Nunes**, cuja orientação excepcional e amizade tornaram esta jornada acadêmica inesquecível. Gabriel, é impossível pensar em você sem associar foco, determinação, sucesso e perfeccionismo. Seu talento, inovação e genialidade são inspirações constantes. Sua disposição para ajudar, combinada com seu brilhantismo acadêmico, me ensinaram lições valiosas tanto na pesquisa quanto na vida. Obrigada por me ajudar não apenas no desenvolvimento deste trabalho, mas também por me impulsionar em todas as minhas conquistas pessoais e no universo acadêmico. É uma honra tê-lo como mentor e amigo. Você é uma verdadeira potência, Gab. Muito obrigada por tudo!

Ao meu querido amigo **Lucas Gomes**, que me manteve sempre próxima à arte durante todo este processo e me ofereceu apoio em diversos momentos. Sua inteligência, sensibilidade e dedicação são verdadeiramente inspiradoras para mim. Agradeço imensamente pela sua amizade e por todo o companheirismo durante este período.

À **Faculdade de Odontologia de Araçatuba-FOA/UNESP** por ser uma universidade de excelência, e muito estruturada com o corpo docente com extrema competência, que me permitira obter os conhecimentos teóricos e práticos para que eu exerça a minha profissão. Além de todos os funcionários e técnicos que colaboram para que a instituição funcione de maneira adequada.

À **UNESP**, pela concessão dos auxílios de permanência estudantil que viabilizaram minha estadia na cidade de Araçatuba, em São Paulo. A permanência estudantil desempenhou um papel crucial em minha formação, especialmente a moradia estudantil, que oferece uma excelente estrutura e apoio por parte da FOA/UNESP.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)**, pelo apoio financeiro, concedido por meio do Processo nº 2022/14256-6 para a execução deste estudo.

Agradeço a banca examinadora, Prof^o **Alberto Carlos Botazzo Delbem**, Prof^a **Tamires Passadori Martins**, e à Prof^a **Thayse Yumi Hosida**, por aceitarem compor a banca avaliadora, contribuindo assim para a melhora deste estudo, e por fazer parte de um momento tão importante em minha vida.

Ao Professor **Alberto Carlos Botazzo Delbem**, reconhecido como um pesquisador renomado e altamente respeitado, sempre acessível e disposto a esclarecer minhas dúvidas, quero expressar minha sincera gratidão. Tenho profunda admiração e respeito pelo seu trabalho. Através do seu exemplo, aprendi a verdadeira importância da dedicação e do compromisso com a pesquisa. Agradeço imensamente pela oportunidade de trabalhar sob sua orientação.

À Professora **Tamires Passadori Martins**, com quem tive o privilégio de trabalhar diretamente durante a minha pesquisa, sempre demonstrando muita paciência e prestatividade. Sua contribuição foi fundamental e seu ensinamento foi valioso para o meu desenvolvimento. Além disso, sua habilidade clínica é notável e admirável. Agradeço imensamente por todo o apoio prestado durante este processo.

À Professora **Thayse Yumi Hosida**, cuja habilidade de ensino e domínio de conhecimento teórico se refletem diretamente em sua prática clínica. Agradeço sinceramente pela generosidade de compartilhar seu tempo e expertise, contribuindo de forma significativa para o sucesso deste trabalho.

*“Educação não transforma o mundo.
Educação muda pessoas.
Pessoas transformam o mundo”.*

Paulo Freire

RESUMO

ALVES, R. O. Influência da incorporação de quercetina em géis clareadores sobre a eficácia estética, microdureza e rugosidade do esmalte dentário. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2024.

O objetivo deste trabalho foi avaliar *in vitro* a adição de diferentes concentrações (0,25%, 0,5% e 1%) de quercetina a géis clareadores a base de peróxido de hidrogênio (PH) a 35% sobre alteração de cor, microdureza e rugosidade do esmalte dentário. Os géis clareadores foram: 1) Controle negativo (sem tratamento); 2) Peróxido de hidrogênio a 35% (35% PH); 3) PH + 0,25% Quercetina (35%PH/0,25%QC); 4) PH + 0,5% Quercetina (35%PH/0,5%QC); 5) PH + 1% Quercetina (35%PH/1%QC). Os géis foram aplicados uma única vez, durante 3 sessões de 40 minutos/sessão, a cada 7 dias, totalizando 21 dias. Os discos permaneceram em saliva artificial, a qual foi renovada diariamente. Em seguida, foi avaliada a alteração de cor por espectrofotometria de reflexão quantificado (ΔE_{ab} , ΔWID e ΔE_{00}). Também foi determinada a dureza e rugosidade de superfície do esmalte dentário, antes e após o procedimento clareador. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Student–Newman–Keuls ($p < 0,05$). Todos os géis clareadores apresentaram mudanças significativas de cor após o tratamento ($p < 0,001$). ΔE_{ab} , ΔE_{00} e ΔWID foram semelhantes entre os géis avaliados. A perda de dureza e alteração de rugosidade foram maiores para o grupo 35% PH ($p < 0,0001$) e, o grupo 35%PH/1%QC não promoveu alteração de rugosidade e perda de dureza ($p > 0,05$). É possível concluir que a adição de 1% de quercetina ao agente clareador não interfere na eficácia do clareamento, reduz a desmineralização e alteração de rugosidade do esmalte dentário

Palavras-Chave: Clareamento dental; Esmalte Dentário; Dureza; Peróxido de Hidrogênio; Quercetina.

ABSTRACT

ALVES, R. O. Influence of quercetin incorporation in whitening gels on aesthetic efficacy, microhardness, and roughness of dental enamel. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2024.

The aim of this study was to evaluate *in vitro* the addition of different concentrations (0.25%, 0.5%, and 1%) of quercetin to 35% hydrogen peroxide-based whitening gels on color change, microhardness, and roughness of dental enamel. The whitening gels were: 1) Negative control (no treatment); 2) 35% hydrogen peroxide (35% HP); 3) HP + 0.25% quercetin (35%HP/0.25%QC); 4) HP + 0.5% quercetin (35%HP/0.5%QC); 5) HP + 1% quercetin (35%HP/1%QC). The gels were applied once, during 3 sessions of 40 minutes per session, every 7 days, totaling 21 days. The disks remained in artificial saliva, which was changed daily. Subsequently, the color change was evaluated using reflection spectrophotometry quantified (ΔE_{ab} , ΔWI_D , and ΔE_{00}). Surface hardness and roughness of dental enamel were also determined before and after the whitening procedure. Data were analyzed by analysis of variance (ANOVA), followed by the Student-Newman-Keuls test ($p < 0.05$). All whitening gels showed significant color changes after treatment ($p < 0.001$). ΔE_{ab} , ΔWI_D , and ΔE_{00} were similar among the evaluated gels. Hardness loss and roughness change were greater for the 35% HP group ($p < 0.0001$), while the 35%HP/1%QC group did not promote roughness change or hardness loss ($p > 0.05$). It can be concluded that the addition of 1% quercetin to the whitening agent does not interfere with the bleaching efficacy and reduces demineralization and roughness change of dental enamel.

Keywords: Dental bleaching; Dental Enamel; Hardness; Hydrogen Peroxide; Quercetin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma das análises	16
Figura 2. Valores médios (dp) da alteração de cor total (ΔE) por Comissão Internationale de l'Eclairage (CIE) de acordo com géis clareadores e momento de análise (n = 12)	22
Figura 3. Valores médios (dp) do índice de clareamento em odontologia (ΔWI_D) de acordo com géis clareadores e momento de análise (n = 12)	23
Figura 4. Valores médios (dp) da alteração de cor pelo CIEDE2000 (ΔE_{00}) de acordo com géis clareadores e momento de análise (n = 12)	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores médios (dp) da rugosidade de superfície (Ra inicial e final), 24
dureza de superfície (SH inicial e final) e alteração de dureza de superfície
(%SH) de acordo com os grupos (n=12)

LISTA DE ABREVIATURAS

PH Peróxido de hidrogênio

QC Quercetina

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. MATERIAIS E MÉTODOS	16
2.1 Delineamento Experimental	16
2.2 Preparação dos Discos de Esmalte/Dentina	17
2.3 Seleção das Amostras e Distribuição Para Os Testes	17
2.4 Composição Dos Géis Clareadores e Grupos Experimentais	18
2.5 Tratamento Com Géis Clareadores	18
2.6 Experimento Para Análise Da Alteração De Cor	18
2.6.1 Pigmentação Dos Discos De Esmalte/Dentina	19
2.6.2 Mensuração Da Cor	19
2.7. Ensaios De Dureza De Superfície E Rugosidade	20
2.7.1. Preparo Das Superfícies De Esmalte Dos Discos	20
2.7.2 Análise Da Dureza De Superfície	20
2.7.3 Avaliação de rugosidade do esmalte	21
2.8 Análise Estatística	21
3. RESULTADOS	22
4. DISCUSSÃO	25
5. CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

O clareamento dental tornou-se um procedimento popular para pacientes que buscam melhorar a aparência da cor de seus dentes [Takamizawa et al., 2023]. O clareamento em consultório (técnica in-office) é amplamente adotado no tratamento estético dentário devido à sua alta taxa de sucesso [Alkahtani et al., 2020]. Atualmente, o agente clareador mais utilizado em procedimentos de clareamento dental é o peróxido de hidrogênio (PH) [Alkahtani et al., 2020; Carey, 2014]. A ação do PH na alteração cromática dental ocorre pela oxidação de estruturas orgânicas, resultando em pigmentos menores e mais fáceis de serem eliminados [Gomes et al., 2017; Carey, 2014; Eimar et al., 2012].

Embora o resultado estético seja satisfatório, ainda existem desafios relacionados ao tratamento clareador, como proporcionar ao paciente uma técnica confortável e rápida [Alkahtani et al., 2020; Joiner et al., 2006], além de minimizar o risco de sensibilidade dentária durante e/ou após o procedimento, uma vez que a sensibilidade pode ser um obstáculo para alguns pacientes continuarem o tratamento. Estudos relatam que o clareamento pode reduzir as propriedades mecânicas do esmalte, causar desmineralização nos dentes submetidos ao procedimento, assim como uma diminuição na dureza e alteração da rugosidade do esmalte [Gruba et al., 2023; Akabane et al., 2021; D'Amario et al., 2012; Kimyai et al., 2017]. Quanto maior a concentração de peróxido de hidrogênio e maior o tempo de exposição do tecido dental ao produto clareador [Benetti et al., 2017], maior é a liberação de espécies reativas de oxigênio, cujos efeitos nos tecidos duros e na polpa têm sido cada vez mais questionados [Buchalla et al., 2007; Benetti et al., 2004].

Para abordar tais problemáticas, diferentes ingredientes ativos têm sido testados na composição do gel clareador, visando prevenir ou minimizar eventos de desmineralização ou sensibilidade dentária durante as terapias de clareamento [Antunes et al., 2023; Dos Anjos et al., 2023; Junior et al., 2022; Akabane et al., 2021; Chen et al., 2008]. O uso de substâncias antioxidantes associadas ao tratamento clareador é destacado na literatura por seu potencial em neutralizar e/ou reverter os efeitos oxidativos do PH, além de mostrar-se biocompatível quando adicionados a materiais restauradores e melhorar a capacidade de adesão [Fattah et al., 2022; Bulut et al., 2005]. Entre as diversas abordagens avaliadas, os flavonoides são compostos naturais reconhecidos por suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, sendo

a quercetina o principal flavonoide presente na dieta humana [Song et al., 2020]. Sua ação antioxidante é obtida através de suas propriedades sequestrantes de radicais livres e pela capacidade de quelar íons metálicos [Xu et al., 2019]. O consumo de quercetina apresenta diversos efeitos terapêuticos benéficos para o organismo humano, como a inibição da carcinogênese química e biológica [Rather & Bhagat, 2020], efeito cardioprotetor [Patel et al., 2018] e função nefroprotetora [Alasmari, 2021]. No contexto odontológico, a incorporação de quercetina tem sido avaliada em diversos materiais dentários [Mehmood et al., 2021; Wei et al., 2021; Hashemi et al., 2018; Catauro et al., 2015].

Quanto ao seu desempenho no tratamento clareador, o uso de quercetina após a terapia clareadora resultou em melhora nas propriedades mecânicas do esmalte e significativa recuperação da resistência de adesão de bráquetes ortodônticos [Moradian et al., 2022; Shansedin et al., 2017]. Além disso, o uso de flavonoides tem reduzido o efeito citotóxico do PH, atenuando os danos causados pelo estresse oxidativo promovido por este agente [Kanno et al., 2003]. Apesar dos resultados positivos da adição de flavonoides à composição do gel clareador, a capacidade de minimizar os efeitos adversos do clareamento ainda é pouco conhecida. Dessa forma, seria interessante verificar se a adição de quercetina pode inibir ou minimizar as alterações no substrato dentário decorrentes do alto potencial oxidante do PH e da liberação de espécies reativas de oxigênio.

Considerando esses fatores, a alta concentração de PH no produto e as constantes trocas recomendadas pelos fabricantes causam preocupação devido aos potenciais danos à polpa. Portanto, novas alternativas de clareamento em consultório precisam ser avaliadas. Diante do exposto, pode-se hipotetizar que a adição de quercetina ao PH em alta concentração pode minimizar as alterações estruturais do esmalte decorrentes da terapia clareadora. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar *in vitro* a adição de quercetina em diferentes concentrações (0,25%, 0,5% e 1%) ao peróxido de hidrogênio a 35% sobre o efeito estético, microdureza e rugosidade de superfície do esmalte. A hipótese nula deste estudo é que não existe diferença no efeito clareador, na microdureza e na rugosidade de superfície do esmalte exposto aos géis clareadores contendo quercetina.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Delineamento experimental

Para a realização do estudo, discos de esmalte/dentina com 5,7mm de diâmetro foram obtidos de dentes incisivos bovinos. A fim de evitar a proliferação bacteriana, os dentes limpos foram armazenados em solução salina fisiológica contendo timol a 0,1% e mantidos em refrigerador em temperatura aproximada a 4°C até o início da fase experimental. O tamanho da amostra (n) de 12 discos de esmalte/dentina por grupo foi baseado em um estudo piloto, adotando a dureza de superfície e em secção longitudinal como desfechos primários, com diferença média entre os grupos (10 e 2800, respectivamente), desvio padrão (4 e 1500, respectivamente), um erro α de 5% e um erro β de 10%. Os discos foram divididos aleatoriamente em cinco grupos experimentais (n = 12), de acordo com os tratamentos: 1) Controle negativo (sem tratamento); 2) Peróxido de hidrogênio a 35% (PH); 3) PH + 0,25% Quercetina; 4) PH + 0,5% Quercetina; 5) PH + 1% Quercetina. O tratamento consistiu na aplicação dos géis uma única vez, durante 3 sessões de 40 minutos/sessão, a cada 7 dias, totalizando 21 dias. Os discos permaneceram na saliva artificial entre as sessões de tratamento, sendo a saliva artificial renovada diariamente. Após os tratamentos, os discos foram analisados quanto à alteração de cor, microdureza e rugosidade de superfície, conforme mostrado na Figura 1.

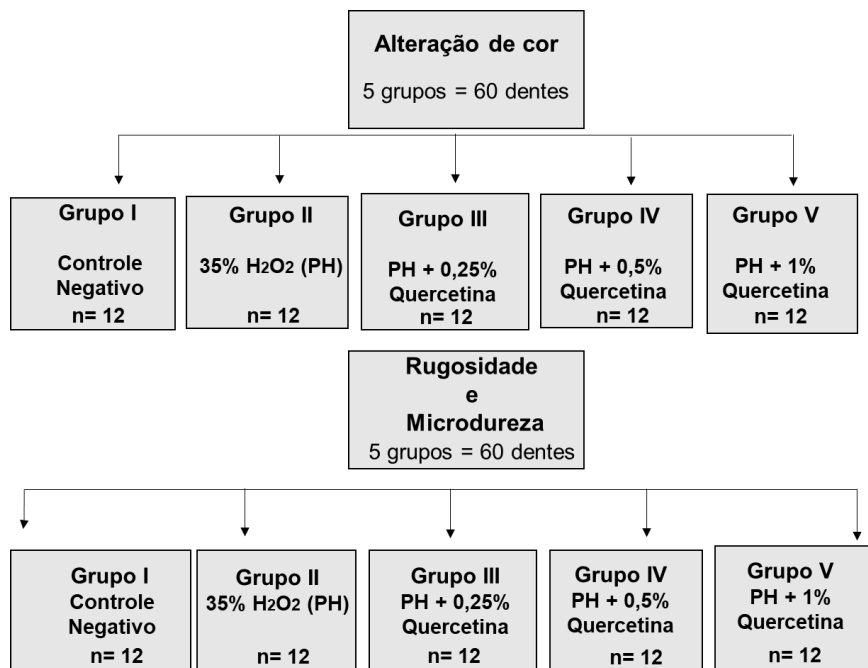


Figura 1. Fluxograma das análises

Fonte:Elaborado pela autora (2022)

2.2 Preparação dos discos de esmalte/dentina

Foram utilizados 120 incisivos bovinos obtidos a partir de animais com idade entre 24 e 36 meses. Após a extração e obtenção dos dentes, os mesmos foram limpos mecanicamente através de curetas periodontais e em seguida foram submetidos à profilaxia com auxílio de pedra pomes e água. Para evitar a proliferação bacteriana os dentes limpos foram armazenados em solução de timol a 0,1% e mantidos em refrigerador em temperatura aproximada a 4°C até o início da fase experimental [Borges et al., 2015; Caneppele et al., 2016]. Após a limpeza, os dentes tiveram as raízes separadas da coroa na junção amelocementária. Em seguida, as coroas foram fixadas em um dispositivo acoplado à plataforma de uma furadeira de bancada (modelo FGC-16, Ferrari, São Paulo, SP, Brasil), e com auxílio de uma ponta diamantada para corte de vidro (8 mm em diâmetro, Dinser Diamond Tools Ltda, Sacomã, SP, Brasil), sob constante irrigação, foram obtidos discos de esmalte/dentina com 5,7 mm de diâmetro a partir do terço médio da face vestibular de cada dente.

Inicialmente, todos os discos foram submetidos à regularização da superfície dentinária por meio de movimentos giratórios manuais sobre lixas de óxido de alumínio de granulação 400 e 600 (T469-SFNoton, Saint-Gobain Abrasives Ltda., Jundiaí, SP, Brasil), até que obtivessem a espessura de 3,7 mm (1,3 mm de esmalte e 2,4 mm de dentina \pm 0,2 mm), medidos em paquímetro digital (modelo 500-144B, Mitutoyo Sul América Ltda, SP, Brasil). Ao final do uso de cada lixa, os discos foram limpos em água deionizada utilizando ultrassom (Unique USC 1400, Indaiatuba, SP, Brazil), operado a 40 Hz e 135 W durante 20 minutos a temperatura ambiente [Favretto et al., 2018]. Os discos foram estocados em ambiente umedecido com solução de timol a 0,1% a 4°C, após o preparo dos discos.

2.3. Seleção das amostras e distribuição para os testes

Após a obtenção dos discos, os mesmos foram submetidos a uma leitura inicial prévia dos valores de cor, de acordo com o estabelecido pela Comissão Internacionaled e l'Eclairage – CIE (Comissão Internacional sobre Iluminação), que permite a especificação de percepções de cores em modelos tridimensionais. Para isto, foi utilizado o aparelho espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta Visível (Modelo UV-2450, Shimadzu, Kyoto, Japão), que utiliza o sistema de cores CIE L*a*b* [Sulimanet al., 2003; Borges et al., 2015; Caneppele et al., 2016]. Obtidos os valores

L*a*b*, foi calculada a média de toda a amostragem, sendo selecionados inicialmente os 200 discos dentais que apresentaram valores de L*a*b* mais próximos do valor médio, respeitando a tolerância de 5%. Em seguida, as amostras foram divididas aleatoriamente para os experimentos, utilizando-se 60 discos para as análises de alteração de cor e 60 discos para análise de rugosidade e dureza de superfície.

2.4 Composição dos Géis Clareadores e Grupos Experimentais

Os géis foram manipulados no laboratório de Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de Araçatuba. Os géis clareadores não possuíam pigmentação (transparentes) e foram acondicionados em seringas aplicadoras. A base dos géis foi constituída por espessante (Carbopol a 12%) e agente clareador (Peróxido de hidrogênio a 35%). Estiveram presentes na formulação glicerina e água (q.s.p.), e o NaOH necessário para que o gel apresente o pH de aproximadamente 7,0. Dependendo do grupo experimental foi adicionado a formulação Quercetina a 0,25%, 0,5% ou 1%. Assim foram definidos 5 grupos experimentais: 1) Controle negativo (sem tratamento); 2) Peróxido de hidrogênio a 35% (PH); 3) PH + 0,25% Quercetina; 4) PH + 0,5% Quercetina; 5) PH + 1% Quercetina.

2.5 Tratamento com Géis Clareadores

Após a seleção das amostras conforme o item 2.3, os géis foram aplicados sobre a superfície do esmalte (0,04 mL), por 40 minutos, com auxílio da seringa dosadora e microbrush. O tratamento consistiu em três sessões clareadoras com intervalo de 7 dias entre as sessões. Para remoção dos géis, após o período de tratamento, foi utilizada gaze e lavagem com água deionizada por 30 segundos a fim de remover qualquer resíduo sobre os discos. Durante o período entre os tratamentos, os discos foram mantidos em recipientes individuais contendo 2 mL de saliva artificial [Efeoglu et al., 2005; Borges et al., 2015; Gonçalves et al., 2016] com a seguinte formulação: 1,5 mmol/L de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$; 0,9 mmol/L de $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; 150 mmol/L de KCl; em 0,1 mol/L de tampão cacodilato de sódio, pH 7,0 [Gruba et al., 2023; Akabane et al., 2021]. A saliva artificial foi renovada diariamente durante todo o protocolo experimental.

2.6 Experimento para Análise da Alteração de cor

2.6.1 Pigmentação dos discos de esmalte/dentina

O processo de pigmentação foi realizado utilizando-se discos de esmalte/dentina (n=12/grupo), totalizando 60 amostras, armazenados em microtubos tipo eppendorfs contendo 1 mL de infusão de chá preto à temperatura ambiente. A infusão foi realizada empregando 1,6 g de chá preto (Chá Matte Leão, Curitiba, PR, Brasil) para cada 100 mL de água destilada/deionizada [Sulieman et al., 2003]. O processo de pigmentação foi monitorado durante 6 dias, sendo feita a troca da solução diariamente. Os tubos contendo a solução e os espécimes foram mantidos em temperatura ambiente durante todo o processo. Concluído o tratamento pigmentante, realizou-se a segunda seleção das amostras, de forma semelhante à descrita anteriormente.

2.6.2 Mensuração da cor

Os espécimes foram submetidos à mensuração de suas cores em espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta Visível, Modelo UV-2450 (Shimadzu, Kyoto, Japão), a cada sessão de consultório, bem como após o término do tratamento. Este aparelho utiliza o modelo de cores CIE L*a*b*, estabelecido pela Comissão Internationale de l'Eclairage – CIE, que permite a especificação de percepções de cores em modelos tridimensionais [Sulieman et al., 2003; Borges et al., 2015; Caneppele et al., 2016].

As leituras foram realizadas na superfície vestibular dos espécimes, e comparadas à leitura inicial, através do comprimento de onda versus reflexão. A axial “L” é conhecida como luminosidade e se estende de 0 (preto) a 100 (branco perfeito). A coordenada “a” representa a quantidade de vermelho (valores positivos) e de verde (valores negativos), enquanto a coordenada “b” representa a quantidade de amarelo (valores positivos) e de azul (valores negativos) [Sulieman et al., 2003; Borges et al., 2015; Caneppele et al., 2016].

Para realização da leitura foram confeccionados suportes de silicone preto como diâmetro (5,7mm) e espessura (3,5mm) para que os discos de esmalte/dentina possam se encaixar perfeitamente no suporte, padronizando a posição do espécime e fazendo com que o feixe de luz atinja sempre o mesmo local (figura 1). Os tempos de análise dessa parte do estudo foram: T0- leitura inicial; T1- após a primeira sessão clareadora; T2- após a segunda sessão clareadora; T3- após a terceira sessão de clareamento. Objetivando analisar a estabilização cromática, os espécimes ainda foram analisados em T4- quatorze dias após o término do tratamento.

A partir dos valores iniciais e pós-tratamento, foram calculados os valores de

alteração de L^* (ΔL), a^* (Δa) e b^* (Δb). A alteração de cor total foi calculada pela fórmula: $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ [Suliman et al., 2003; Borges et al., 2015; Caneppele et al., 2016]. A avaliação colorimétrica também foi determinada em termos de ΔWID (Índice de clareamento para odontologia), $\Delta E00$ (alteração de cor - CIEDE2000), ΔL (diferença de luminosidade), Δa (diferença de vermelho * verde) e Δb (diferença de amarelo * azul) usando cálculos valores médios de “L”, “a”, “b”, “C” e “h” [Sharma et al., 2004].

2.7 Ensaios de Dureza de Superfície e Rugosidade

2.7.1 Preparo das Superfícies de Esmalte dos Discos

Os discos tiveram sua superfície de esmalte polida sequencialmente utilizando discos de papel de carboneto de silício refrigerado a água (granulação 600, 800 e 1200, Extec, Enfield, CT, USA) e máquina de polimento automática (Vector-Phoenix Beta, Buehler, Lake Bluff, IL, USA), operada com 4 lbs, 200 rpm e refrigeração a água. Os discos de esmaltes foram submetidos ao polimento final com um disco de feltro umedecido com solução aquosa diamantada (0,25 μm , Extec, Enfield, CT, USA). Ao final do uso de cada lixa, os discos foram limpos em água deionizada utilizando ultrassom (Unique USC 1400, Indaiatuba, SP, Brazil), operado a 40 Hz e 135 W durante 20 minutos a temperatura ambiente [Favretto et al., 2018]. Durante todo o preparo dos discos, os mesmos, foram estocados em ambiente umedecido com solução de timol a 0,1% a 4°C [Borges et al., 2015; Caneppele et al., 2016]. Como critério de inclusão, os discos deveriam apresentar uma superfície plana, sem riscos trincas ou hipoplásicas.

2.7.2 Análise da dureza de superfície

Após planificação da superfície de esmalte e polimento, foi analisado a dureza (Knoop) de superfície inicial (SHI, 330,0 a 370,0 KHN) [Gruba et al., 2023; Akabane et al., 2021], dos discos de esmalte (n=12/grupo), utilizando o microdurômetro Micromet 5114 hardness tester (Buehler, Lake Bluff, USA) e o software Buehler OmniMet (Buehler, Lake Bluff, USA), com carga de 25 gramas por 10 segundos. Em cada espécime foram realizados 5 impressões superficiais, com distância de 100 μm entre as endentações no sentido horizontal [China et al., 2014]. A seguir, os discos foram tratados com os géis clareadores (item 3.4) de acordo com o regime experimental descrito no item 3.5. Após o período de 21 dias, foram realizadas outras 5 impressões

superficiais, distantes a 100 µm das impressões de SHI, para determinação da dureza de superfície final (SHF) e cálculo da porcentagem de perda de dureza de superfície %SH, através da seguinte fórmula: [%SH = ((SHF – SHI)/SHI)/100].

2.7.3 Avaliação de rugosidade do esmalte

Assim como a análise de dureza de superfície, a análise da rugosidade da superfície foi mensurada inicialmente e após o protocolo final com os grupos experimentais (descritos no item 3.4) usando um perfilômetro (modelo SJ-401, Mitutoyo, Kawasaki, Japão), que foi calibrado previamente as leituras. Este instrumento é equipado com uma agulha de diamante com um raio de 2 mm. Para fazer medições da rugosidade, a agulha é movida a uma velocidade constante de 0,1 mm/s com uma carga de 5 N. O valor de corte foi definido em 0.25 mm. A rugosidade da superfície foi caracterizada pela rugosidade média (Ra) que é o valor da média aritmética de todas as distâncias absolutas do perfil de rugosidade a partir da linha de centro, dentro do comprimento de medida. Valores de Ra para cada amostra foram tomados ao longo do diâmetro sobre um comprimento padrão de 0,25 mm. Três medições foram registradas em cada amostra em três locais distintos, paralelo, oblíquo e perpendicular [Fernandes et al., 2020].

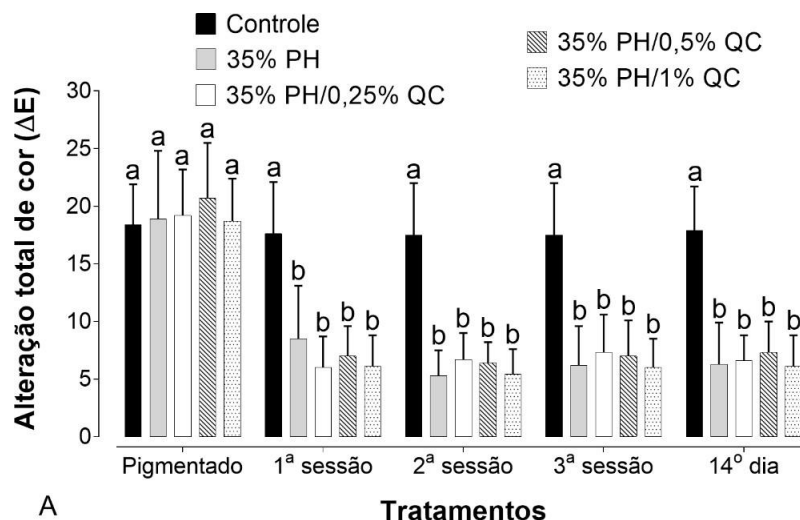
2.8 Análise estatística

Para análise estatística, foi utilizado o programa estatístico Sigmaplot® for Windows versão 12.0, com nível de significância de 5%. Para os dados de alteração de cor, dureza e rugosidade, os diferentes géis clareadores e a análise do tempo foram considerados como fatores de variação e, como variáveis, os parâmetros CIE: L*, a*, b* e ΔE_{ab} ; ΔWID ; ΔE_{00} , SH e Ra. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas, seguida do teste de comparação múltipla de Student-Newman-Keuls.

3 RESULTADOS

Os géis clareadores proporcionaram alteração de cor significativa (ΔE_{ab}) após as terapias clareadoras ($p < 0,05$). O efeito clareador foi mais pronunciado na primeira sessão, com uma alteração de cor progressiva e constante nas sessões subsequentes (Fig. 2). Ao comparar os diferentes géis clareadores, não foi observada diferença estatisticamente significativa na eficácia clareadora (ΔE_{ab}) ($p > 0,05$). Além disso, em termos de ΔWI_D , os grupos experimentais também apresentaram alterações cromáticas graduais e contínuas após as sessões do tratamento, resultando em amostras mais brancas, entretanto, com similar efeito entre os géis ($p > 0,05$) (Fig. 3). Para ΔE_{00} , os géis clareadores promoveram alterações de cor clinicamente perceptíveis ($\Delta E_{00} > 0,8$), e independentemente do momento avaliado, todos os géis apresentaram ação clareadora similar ($p > 0,05$) (Fig. 4). Nas três variáveis (ΔE , ΔWI_D e ΔE_{00}), todos agentes clareadores avaliados mantiveram o efeito clareador estável 14 dias após a conclusão do tratamento ($p > 0,05$).

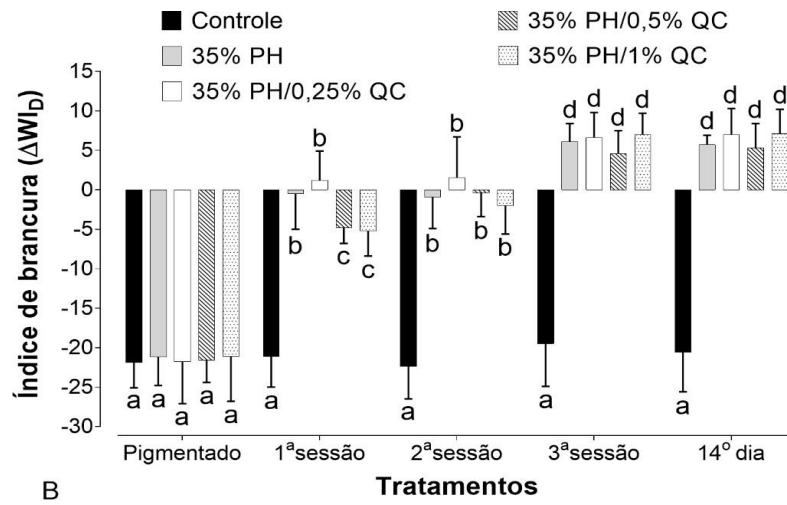
Figura 2. Valores médios (dp) da alteração de cor total (ΔE) por Comissão Internacionale de l'Eclairage (CIE) de acordo com géis clareadores e momento de análise (n = 12).



Fonte:Elaborado pela autora (2023)

Letras minúsculas sobrescritas distintas indicam diferença estatística entre os géis clareadores em cada momento de análise e entre os momentos de análise para cada gel clareador (Student-Newman-Keuls; $p < 0,05$).

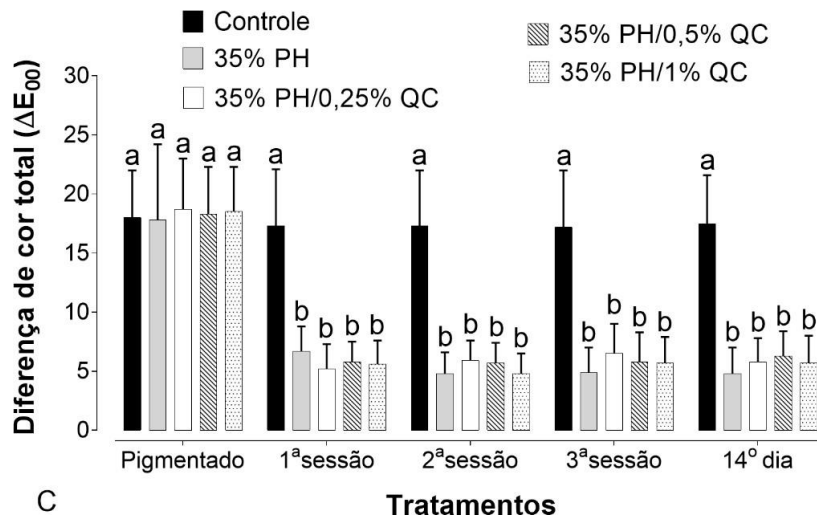
Figura 3. Valores médios (dp) do índice de clareamento em odontologia (ΔW_{1D}) de acordo com géis clareadores e momento de análise (n = 12).



Fonte:Elaborado pela autora (2023)

Letras minúsculas sobrescritas distintas indicam diferença estatística entre os géis clareadores em cada momento de análise e entre os momentos de análise para cada gel clareador (Student-Newman-Keuls; $p < 0,05$).

Figura 4. Valores médios (dp) da alteração de cor pelo CIEDE2000 (ΔE_{00}) de acordo com géis clareadores e momento de análise (n = 12).



Fonte:Elaborado pela autora (2023)

Letras minúsculas sobrescritas distintas indicam diferença estatística entre os géis clareadores em cada momento de análise e entre os momentos de análise para cada gel clareador (Student-Newman-Keuls; $p < 0,05$).

O tratamento clareador reduziu significativamente os valores de dureza nos grupos experimentais, exceto nos grupos controle negativo e 35%PH/1% QC (Tabela 1). O grupo tratado com 35% PH apresentou a maior redução de dureza ($p < 0,001$; %SH: $p < 0,001$). A adição de 0,25 e 0,5% de quercetina aos geis clareadores resultaram em valores de dureza semelhantes ($p > 0,05$), contudo, esses grupos reduziram a perda mineral quando comparados ao grupo 35% PH ($p < 0,001$). De forma similar à análise de dureza, a rugosidade de superfície foi significativamente alterada pelos tratamentos com os geis 35% PH, 35%PH/0,25% QC e 35%PH/0,5% QC ($p < 0,05$). Os grupos controle negativo e 35%PH/1%QC apresentaram valores de rugosidade estatisticamente semelhantes aos observados antes procedimento clareador ($p > 0,05$; Tabela 1). Em ambas as variáveis, o tratamento com o gel 35% PH promoveu as maiores alterações no esmalte ($p < 0,001$), enquanto o tratamento com o gel 35%PH/1% QC não apresentou alterações significativas na dureza e rugosidade do esmalte ($p < 0,001$; Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios (dp) da rugosidade de superfície (Ra - inicial e final), dureza de superfície (SH - inicial e final) e alteração de dureza de superfície (%SH) de acordo com os grupos (n=12)

Grupos	Variáveis				
	Ra		SH		%SH
	Inicial*	Final	Inicial*	Final	
Controle	0.068 ^{aA} (0.015)	0.070 ^{aA} (0.018)	368.1 ^{aA} (5.7)	369.7 ^b (3.5)	0.4 ^a (1.0)
35%PH	0.071 ^{aA} (0.018)	0.116 ^{bB} (0.012)	368.1 ^{aA} (6.4)	307.4 ^{bB} (3.1)	-16.5 ^b (1.4)
35%PH/0,25% QC	0.068 ^{aA} (0.020)	0.088 ^{cB} (0.017)	368.3 ^{aA} (6.2)	347.6 ^{cB} (3.4)	-5.6 ^c (1.7)
35%PH/0,5% QC	0.071 ^{aA} (0.024)	0.084 ^{cB} (0.023)	368.0 ^{aA} (6.0)	354.5 ^{cB} (4.1)	-3.6 ^c (1.7)
35%PH/1% QC	0.069 ^{aA} (0.014)	0.073 ^{aA} (0.011)	368.0 ^{aA} (6.1)	365.5 ^{aA} (4.7)	-0.7 ^a (0.6)

Fonte:Elaborado pela autora (2023)

Letras maiúsculas distintas indicam diferença estatística entre os períodos de análise e letras minúsculas indicam diferença significativa entre as médias de cada variável (ANOVA-medidas repetidas, Student-Newman-Keuls, $p < 0,05$). *Linha de base: valores de dureza de superfície e rugosidade antes dos tratamentos de clareamento.

4 DISCUSSÃO

Este estudo *in vitro* avaliou a adição de diferentes concentrações de quercetina (0,25%, 0,5% e 1%) a géis clareadores contendo 35% de peróxido de hidrogênio em relação à eficácia estética, perda mineral e rugosidade do esmalte dentário. A hipótese nula de que a quercetina incorporada aos géis clareadores não alteraria o efeito clareador foi aceita, uma vez que a quercetina não interferiu no desempenho clareador do gel. No entanto, as hipóteses nulas de que a quercetina não promoveria alterações na perda mineral e na rugosidade do esmalte foram rejeitadas, pois a quercetina preveniu/reduziu tanto a desmineralização quanto as alterações de rugosidade do esmalte.

No presente estudo, as alterações de cor foram acentuadas logo na primeira sessão clareadora, corroborando achados anteriores de que o peróxido de hidrogênio promove um maior efeito de oxi-redução na primeira exposição, com alterações cromáticas menores em sessões subsequentes [Kwon et al., 2002; Akabane et al., 2021; Junior et al., 2022]. Em geral, todos os géis clareadores à base de PH foram equivalentes em termos de eficácia clareadora, independentemente dos métodos utilizados para avaliação cromática (ΔE_{ab} ; ΔWID e ΔE_{00}). Além disso, a alteração de cor foi considerada clinicamente perceptível a olho nu, pois os valores de ΔE_{ab} obtidos foram superiores a 3,3 [Vichi et al., 2004]. Ademais, os valores de ΔWID (Fig. 4) foram positivos após a conclusão do protocolo de clareamento, e o ΔE_{00} também foi superior a 3 (Fig. 5). Sabe-se que é necessário um $\Delta E_{00} > 0,8$ para verificar uma alteração de cor clinicamente perceptível [Paravina et al., 2019]. Assim, dentro dos parâmetros avaliados, independentemente da concentração de quercetina no gel clareador, todos os grupos experimentais à base de peróxido de hidrogênio demonstraram capacidade clareadora similar.

Conforme observado em estudo anterior [Łopusiewicz et al., 2021], há uma certa preocupação em relação à coloração amarelada da quercetina e sua possível influência nos parâmetros cromáticos. Desse modo, a possibilidade da adição de quercetina aos géis em alterar ou reduzir o efeito clareador, bem como o risco de pigmentação dentária, foram considerados. No entanto, nenhuma das três concentrações de quercetina utilizadas (0,25%, 0,5% e 1%) reduziu o efeito clareador do peróxido de hidrogênio (Figuras 2, 3, 4). A utilização de solução antioxidante após o clareamento dental vem sendo descrita na literatura pelo seu potencial em promover

uma interface adesiva intacta, neutralização do peróxido de hidrogênio e propriedades satisfatórias da superfície do esmalte, além de não alterar a estabilidade cromática de materiais restauradores [Strazzi-Sahyon et al., 2022; Strazzi-Sahyon et al., 2023]. Embora nenhum estudo tenha avaliado a incorporação da quercetina no gel clareador, um estudo recente [Lin et al., 2022] relatou que a quercetina aplicada como solução pré-tratamento à terapia clareadora não interferiu no efeito clareador na dentina, o que é corroborado pelos nossos resultados. Ademais, não observamos regressão de cor após 14 dias da conclusão do tratamento clareador nos grupos contendo quercetina. Dessa maneira, tais dados incentivam futuras abordagens clínicas que possivelmente apresentarão uma potencial alternativa clareadora para minimizar os efeitos nocivos do tratamento clareador sem comprometer seu desempenho clínico.

Em relação às análises de dureza e rugosidade, o grupo 35% PH exibiu os menores valores para SH e a maior alteração positiva de rugosidade (Ra) quando comparado aos demais grupos experimentais (Tabela 1). Essas alterações possivelmente estão relacionadas aos agentes à base de peróxido de hidrogênio, os quais, ao entrar em contato com o esmalte dentário, têm a capacidade de induzir modificações ou dissolução de estruturas mineralizadas [Gruba et al., 2023; Junior et al., 2022; Coceska et al., 2016]. Por outro lado, os grupos experimentais associados com quercetina apresentaram menores alterações de dureza e rugosidade de superfície, destacando-se a concentração de 1%, que sequer promoveu alterações. Esse efeito possivelmente está relacionado à capacidade deste agente flavonoide em reverter os danos causados pelo estresse oxidativo induzido pelo peróxido de hidrogênio [Remingante et al., 2023]. Além disso, o potencial de impedir a desmineralização e alteração de rugosidade também pode estar ligado à sua ação em aumentar a resistência ácida [Jiang et al., 2020], promover remineralização [Hosseinpour-Nader et al., 2023; Jiang et al., 2020; Epasingle et al., 2016] e reduzir o desgaste dentário erosivo [Chen et al., 2024; Capalbo et al., 2022; Jiang et al., 2020].

Estudos prévios já demonstraram que a aplicação de quercetina antes [Lin et al., 2022] ou após o clareamento [Moradian et al., 2022] tem melhorado a resistência de união de materiais restauradores. Esses achados também indicam que a quercetina exerce um efeito reverso sobre os processos oxidativos nos tecidos dentários mineralizados. Além de preservar as propriedades mecânicas do esmalte, intervenções odontológicas restauradoras concomitantes ao término do clareamento também são cruciais. Sabe-se que a utilização de soluções antioxidantes após o

clareamento se torna uma alternativa viável e eficaz para reverter a falha na força de adesão a materiais restauradores prejudicados pelo mecanismo de ação da terapia clareadora [Maddula et al., 2023; Olmedo et al., 2021].

O presente estudo apresenta algumas limitações importantes. Em primeiro lugar, foi utilizado um modelo experimental *in vitro* utilizando dentes bovinos pigmentados artificialmente. Embora esse modelo seja amplamente aceito na pesquisa de clareamento dental e tenha fornecido resultados relevantes comparáveis aos observados clinicamente [Sulieman et al., 2003], é importante reconhecer que existem diferenças entre os dentes humanos e bovinos que podem afetar os resultados. Além disso, foram estudadas posologias clareadoras experimentais com o objetivo de melhorar a segurança dos procedimentos de clareamento dentário. No entanto, é crucial destacar que os resultados obtidos em um ambiente controlado de laboratório podem não se traduzir diretamente para a prática clínica, onde uma variedade de fatores adicionais pode influenciar os resultados, como diferentes tipos de pigmentação dental e a possível redução da sensibilidade dentária. Portanto, é necessário realizar estudos clínicos adicionais para confirmar a eficácia e a segurança das formulações avaliadas neste estudo em um contexto clínico mais amplo.

Além disso, é essencial investigar os possíveis efeitos da quercetina na microdureza em profundidade do esmalte, bem como seu impacto na difusão trans-amelodentinária do peróxido de hidrogênio, que pode atingir o tecido pulpar. Diante do exposto, os resultados obtidos até o momento nesta investigação sugerem que a adição de quercetina ao gel clareador pode ser promissora. Este estudo é inovador ao constatar que há uma lacuna na literatura em relação à quercetina, especialmente no contexto do esmalte dentário associado ao procedimento clareador. No entanto, com base nos resultados desta pesquisa, torna-se relevante avaliar o comportamento dos géis experimentais como alternativas viáveis a serem testadas em futuras análises clínicas. Isso pode potencialmente levar ao desenvolvimento de terapias clareadoras com eficácia estética e biocompatibilidade, visando reduzir os efeitos adversos do clareamento dental e aumentar a segurança da técnica.

5 CONCLUSÃO

Com base nos dados obtidos e nas limitações do modelo experimental, podemos concluir que a adição de 1% de quercetina ao gel clareador contendo 35% de peróxido de hidrogênio reduz significativamente a perda de dureza de superfície do esmalte. Além disso, essa adição não interfere na eficácia do clareamento dental e não altera a rugosidade de superfície do esmalte.

REFERÊNCIAS

- Alasmari AF. Cardioprotective and nephroprotective effects of Quercetin against different toxic agents. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2021;25(23):7425-7439.
- Alkahtani R, Stone S, German M, Waterhouse P. A review on dental whitening. *J Dent.* 2020;100:103423. doi:10.1016/j.jdent.2020.103423
- Akabane STF, Danelon M, Nunes GP, Gruba AS, Alberto de Souza-Costa C, Caroline de Oliveira, Duque C, de Oliveira Gallinari M, Fraga Briso AL, Botazzo Delbem AC. Evaluation of the aesthetic effect, enamel microhardness and trans-amelodentinal cytotoxicity of a new bleaching agent for professional use containing trimetaphosphate and fluoride. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2021;114:104225.
- Antunes EVG, Basting RT, do Amaral FLB, et al. Titanium dioxide nanotubes in a hydrogen peroxide-based bleaching agent: physicochemical properties and effectiveness of dental bleaching under the influence of a poliwave led light activation. *Clin Oral Investig.* 2023;27(4):1745-1755. doi:10.1007/s00784-022-04802-5
- Arpornmaeklong P, Sareethammanuwat M, Apinyauppatham K, Boonyuen S. Characteristics and biologic effects of thermosensitive quercetin-chitosan/collagen hydrogel on human periodontal ligament stem cells. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2021;109(10):1656-1670.
- Benetti AR, Valera MC, Mancini MNG, Miranda CB, Balducci I. In vitro penetration of bleaching agents into the pulp chamber. *Int Endod J* 2004;37:120-124.
- Benetti F, Gomes-Filho JE, Ferreira, LL et al. Hydrogen peroxide induces cell proliferation and apoptosis in pulp of rats after dental bleaching in vivo. *Arch Oral Biol* 2017;81:103-109.
- Borges AB, Zanatta RF, Barros ACSM, Silva LC et al. Effect of hydrogen peroxide concentration on enamel color and microhardness. *Oper Dent* 2015;40:96-101.
- Briso ALF; Lima APB; Gonçalves RS; Gallinari MO; dos Santos PH. Transenamel and transdentinal penetration of hydrogen peroxide applied to cracked or microabraded enamel. *Oper Dent* 2014;39:166-173.
- Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser – a systematic review. *Dent Mater* 2007;23:586-596.
- Bulut H, Kaya AD, Turkun, M. Tensile bond strength of brackets after antioxidant treatment on bleached teeth. *European Journal of Orthodontics* 2005;27:466-471.
- Caneppele TMF, Torres CRG, Bresciani E. Analysis of the color and fluorescence alterations of enamel and dentin treated with hydrogen peroxide. *Braz Dent J* 2016;26:514-518.
- Capalbo LC, Delbem ACB, Dal-Fabbro R, Inácio KK, de Oliveira RC, Pessan JP. Effect of sodium hexametaphosphate and quercetin, associated or not with fluoride, on dentin erosion in vitro. *Arch Oral Biol.* 2022; 143:105541. doi: 10.1016/j.archoralbio.2022.105541.
- Carey CM. Tooth whitening: what we now know. *J Evid Based Dent Pract.* 2014;14 Suppl:70-76. doi:10.1016/j.jebdp.2014.02.006

Carlos NR, Pinto A, Amaral FD, França F, Turssi CP, Basting RT. Influence of staining solutions on color change and enamel surface properties during at-home and in-office dental bleaching: an in situ study. *Oper Dent* 2019;44(6):595-608.

Catauro M, Papale F, Bollino F, Piccolella S, Marciano S, Nocera P, Pacifico S. Silica/quercetin sol-gel hybrids as antioxidant dental implant materials. *Sci Technol Adv Mater*. 2015;16(3):035001.

Chen HP, Chang CH, Liu JK et al. Effect of fluoride containing bleaching agents on enamel surface properties. *J Dent* 2008; 36:718–725.

Chen JM, Cheng YL, Yang MH, Su C, Yu H. Enhancing the inhibition of dental erosion and abrasion with quercetin-encapsulated hollow mesoporous silica nanocomposites. *Front Bioeng Biotechnol*. 2024;12:1343329. Published 2024 Feb 8. doi:10.3389/fbioe.2024.1343329

China ALP, Souza NM, Gomes YSBL, Alexandrino LD, Silva CM. Effect of fluoride gels on microhardness and surface roughness of bleached enamel. *The Open Dent J* 2014;8:188-193.

Coceska E, Gjorgievska E, Coleman NJ, Gabric D, Slipper IJ, Stevanovic M, Nicholson JW. Enamel alteration following tooth bleaching and remineralization. *J Microsc*. 2016 Jun;262(3):232-44. doi: 10.1111/jmi.12357.

D'Amario M, D'Attilio M, Baldi M, De Angeli S F, Marzo G, Vadini M, et al. Histomorphologic alterations of human enamel after repeated applications of a bleaching agent. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2012;25:1021-1027.

Dos Anjos HA, Ortiz MIG, Aguiar FHB, et al. Effect of incorporation of calcium polyphosphate sub-microparticles in low-concentration bleaching gels on physical properties of dental enamel. *Odontology*. Published online December 26, 2023. doi:10.1007/s10266-023-00875-0

Efeoglu N, Wood D, Efeoglu C. Microcomputerised tomography evaluation of 10% carbamide peroxide applied to enamel. *J Dent* 2005;33:561–567.

Eimar H, Siciliano R, Abdallah MN, Nader AS, Amin WM, Martinez PP, et al. Hydrogen peroxide whitens teeth by oxidizing the organic structure. *J Dent* 2012;40:e25-e33.

Epasinghe DJ, Yiu C, Burrow MF. Effect of flavonoids on remineralization of artificial root caries. *Aust Dent J*. 2016;61(2):196-202. doi: 10.1111/adj.12367.

Fattah Z, Shafiei F, Rajabi F. Effect of Tannic Acid and Quercetin Antioxidants on Bond Strength of Resin Cement to Dentin after Internal Bleaching. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2022; 29;30(2):126-133.

Favretto CO, Delbem ACB, Moraes JCS Camargo ER et al. Dentinal tubule obliteration using toothpastes containing sodium trimetaphosphate microparticles or nanoparticles. *Clin Oral Investig* 2018 doi: 10.1007/s00784-018-2384-3.

Fernandes RA, Strazzi-Sahyon HB, Suzuki TYU, Briso ALF, Dos Santos PH. Effect of dental bleaching on the microhardness and surface roughness of sealed composite resins. *Restor Dent Endod* 2020;45:e1

Gomes MN, Dutra H, Morais A, Sgura R, Devito-Moraes AG. In office bleaching during orthodontic treatment. *J Esthet Restor Dent* 2017;29:83-92.

Gonçalves RS, Costa CA, Soares DG, dos Santos PH, Cintra LT, Briso AL. Effect of different light sources and enamel preconditioning on color change, H₂O₂ penetration, and cytotoxicity in bleached teeth. *Oper Dent* 2016;41:83-92.

Gruba AS, Nunes GP, Marques MT, et al. Influence of bleaching gels formulated with nano- sized sodium trimetaphosphate and fluoride on the physicochemical, mechanical, and morphological properties of dental enamel. *J Dent*. 2023;139:104743. doi:10.1016/j.jdent.2023.104743

Hashemi MA, Kahnamouii SS, Aghajani H, Aghajani H, Frozannia K, Pournasrollah A, Sadegh R, Esmaeeli H, Ghadimi Y, Razmpa E. Quercetin Decreases Th17 Production by Down-Regulation of MAPK- TLR4 Signaling Pathway on T Cells in Dental Pulpitis. *J Dent (Shiraz)*. 2018;19(4):259-264.

Hosseinpour-Nader A, Karimi N, Ghafari HA. Ex-vivo effects of propolis quantum dots-nisin-nanoquercetin-mediated photodynamic therapy on *Streptococcus mutans* biofilms and white spot lesions. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2023 Mar; 41:103255. doi: 10.1016/j.pdpdt.2022.103255.

Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent* 2006;34:412- 419.

Kimyai S, Bahari M, Naser-Alavi F, Behboodi S. Effect of two different tooth bleaching techniques on microhardness of giomer. *J Clin Exp Dent* 2017;9:e249-e253.

Kanno S, Shouji A, Asou K, Ishikawa M. Effects of naringin on hydrogen peroxide-induced cytotoxicity and apoptosis in P388 cells. *J Pharmacol Sci*. 2003;92(2):166-170.

Jiang NW, Hong DW, Attin T, Cheng H, Yu H. Quercetin reduces erosive dentin wear: Evidence from laboratory and clinical studies. *Dent Mater*. 2020 Nov;36(11):1430-1436. doi: 10.1016/j.dental.2020.08.013.

Júnior NAN, Nunes GP, Gruba AS, Danelon M, da Silva LMAV, de Farias Batista G, Briso ALF, Delbem ACB. Evaluation of bleaching efficacy, microhardness, and transamelodentinal diffusion of a novel bleaching agent for an in-office technique containing hexametaphosphate and fluoride. *Clin Oral Investig*. 2022 Jul;26(7):5071- 5078. doi: 10.1007/s00784-022-04480-3

Lin XJ, Hong DW, Lu ZC, Yu H. Effect of quercetin pretreatment on the immediate and aged bond strength of bleached dentin. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2022 Nov;135:105476. doi: 10.1016/j.jmbbm.2022.105476.

Łopusiewicz Ł, Zdanowicz M, Macieja S, Kowalczyk K, Bartkowiak A. Development and Characterization of Bioactive Poly(butylene-succinate) Films Modified with Quercetin for Food Packaging Applications. *Polymers (Basel)*. 2021;13(11):1798. doi:10.3390/polym13111798

Maddula DC, Vasepalli M, Martha S, Birapu UKC, Punithavathy R, Raparla M. Comparative Evaluation of Effect of Different Antioxidants on Shear Bond Strength of Composites on Bleached Enamel: An In Vitro Study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2023;16(1):87-92. doi: 10.5005/jp-journals-10005-2480. PMID: 37020758

Mehmood N, Nagpal R, Singh UP, Agarwal M. Effect of dentin biomodification techniques on the stability of the bonded interface. *J Conserv Dent*. 2021;24(3):265-270.

- Moradian M, Saadat M, S Shiri MH, Sohrabniya F. Comparative evaluation of the ostbleaching application of sodium ascorbate, alpha-tocopherol, and quercetin on shear bond strength of composite resin to enamel. *Clin Exp Dent Res*. 2022;10.1002/cre2.655.
- Patel RV, Mistry BM, Shinde SK, Syed R, Singh V, Shin HS. Therapeutic potential of quercetin as a cardiovascular agent. *Eur J Med Chem*. 2018;155:889-904.
- Olmedo DERP, Kury M, Resende BA, Cavalli V. Use of antioxidants to restore bond strength after tooth bleaching with peroxides. *Eur J Oral Sci*. 2021 Apr;129(2):e12773. doi: 10.1111/eos.12773.
- Ortecho-Zuta U, De Oliveira-Duque CC, Leite M et al. Effects of Enzymatic Activation of Bleaching Gels on Hydrogen Peroxide Degradation Rates, Bleaching Effectiveness, and Cytotoxicity. *Operative Dentistry* 2019; 44: 414-423.
- Porto ICCM, Nascimento TG, Oliveira JMS, Freitas PH, Haimeur A, França R. Use of polyphenols as a strategy to prevent bond degradation in the dentin-resin interface. *Eur J Oral Sci*. 2018 Apr;126(2):146-158. doi: 10.1111/eos.12403.
- Rather RA, Bhagat M. Quercetin as an innovative therapeutic tool for cancer chemoprevention: Molecular mechanisms and implications in human health. *Cancer Med*. 2020;9(24):9181-9192.
- Remigante A, Spinelli S, Straface E, Gambardella L, Caruso D, Falliti G, Dossena S, Marino A, Morabito R. Antioxidant Activity of Quercetin in a H₂O₂-Induced Oxidative Stress Model in Red Blood Cells: Functional Role of Band 3 Protein. *Int J Mol Sci*. 2022 Sep 20;23(19):10991. doi: 10.3390/ijms231910991
- Shamsedin M, Arash V, Jahromi MB, et al. Efficacy of quercetin flavonoid in recovering the postbleaching bond strength of orthodontic brackets: A preliminary study. *J Orthod Sci*. 2017;6(1):16-21.
- Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Research & Application* 2004; 30(1), 21–30. doi:10.1002/col.20070.
- Soares DG, Marcomini N, Duque C, Bordini E et al. Increased whitening efficacy and reduced cytotoxicity are achieved by the chemical activation of a highly concentrated hydrogen peroxide bleaching gel. *Journal of Applied Oral Science* 2019; 27:01-08.
- Song X, Wang Y, Gao L. Mechanism of antioxidant properties of quercetin and quercetin- DNA complex. *J Mol Model*. 2020;26(6):133.
- Sulieman M, Addy M, Rees JS. Development and evaluation of a method in vitro to study the effectiveness of tooth bleaching. *J Dent* 2003;31:415-422.
- Strazzi-Sahyon HB, da Silva LMAV, Briso ALF, Dos Santos PH. In vitro study on how antioxidant solutions affect enamel surface characteristics and bonding interface of ceramic laminate veneers luting after dental bleaching. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2022 Sep;133:105322. doi: 10.1016/j.jmbbm.2022.105322.
- Strazzi-Sahyon HB, Seixas DA, Maluly-Proni AT, Briso A, Yoshimura HN, Constantino C, Dos Santos PH. Effect of Antioxidant Agents After Dental Bleaching on Color Stability and Mechanical Properties of Bonding Interface Components in Ceramic Laminate Veneer Luting. *Oper Dent*. 2023 Jul 1;48(4):391-403. doi: 10.2341/21-200-

L.

Takamizawa T, Aoki R, Saegusa M, et al. Whitening efficacy and tooth sensitivity in a combined in-office and at-home whitening protocol: A randomized controlled clinical trial. *J Esthet Restor Dent*. 2023;35(6):821-833. doi:10.1111/jerd.13033

Tredwin CJ, Naik S, Lewis NJ, Scully C. Hydrogen peroxide tooth whitening (bleaching) products: review of adverse effects and safety issues. *Br Dent J* 2006;200:371-376.

Trindade FZ, Ribeiro APD, Sacono NT, Oliveira CF, Lessa FC, Hebling J, Costa CA. Transenamel and trans- dentinal cytotoxic effects of a 35% H₂O₂ bleaching gel on cultured odontoblast cell lines after consecutive applications. *Int Endod J* 2009;42:516-524.