



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

GABRIELLA DE FARIAS BATISTA

**Efeito de um gel clareador contendo hexametáfosfato e fluoreto
sobre a eficácia clareadora, microdureza e difusão trans-
amelodentinária**

Araçatuba
2023

GABRIELLA DE FARIAS BATISTA

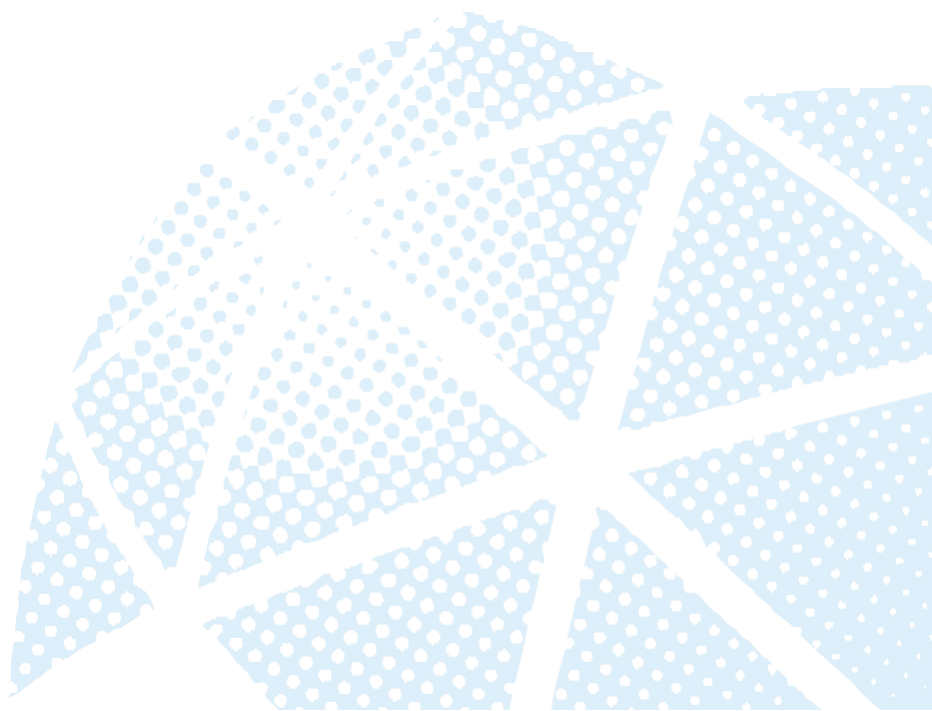
**Efeito de um gel clareador contendo hexametáfosfato e fluoreto
sobre a eficácia clareadora, microdureza e difusão trans-
amelodentinária**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Odontologia de Araçatuba da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho” – UNESP, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Titular Alberto Carlos Botazzo Delbem

Araçatuba
2023

Dedico este trabalho primeiramente à Deus que iluminou meus passos e pensamentos, e aos meus pais, Inês e Reginaldo, por acreditarem em mim e fazer ser possível esse sonho, minha formação.



AGRADECIMENTOS

Estes agradecimentos são direcionados àqueles que me acompanharam ao longo desta jornada. Para os que, indiretamente ou diretamente, estiveram se fizeram presentes.

Deus

O responsável por me sustentar até aqui e por fortalecer meu coração, durante essa trajetória, por me abençoar com saúde, fé, constância, garra, resiliência e empatia, por cuidar, com tanto zelo, de cada passo meu, abrindo portas e me guiando em lugares que jamais imaginei chegar, á você imensa gratidão.

Meus Pais

Inês e Reginaldo, vocês foram e são minha base e exemplo de vida, sem vocês isso não seria possível. Obrigada pelo amor incondicional, pela compreensão e todo suporte para que eu pudesse chegar até aqui. Ao meu pai, por nunca medir esforços para que os meus sonhos se tornassem realidade. Obrigada por sempre acreditar em mim muito mais do que eu mesma acredito, por ter me incetivar a ir em busca dos meus sonhos, por me ajudar a acreditar na minha capacidade e nunca me desamparar. A minha mãe, agradeço por tudo que me proporcionou, desde de gestos afetivos como a constante preocupação em me ver e fazer feliz. Por sempre estar ali independente da dificuldade ou distancia, por ser meu ponto de paz nos momentos de crise. Obrigada por tudo.

Minha Vó

Maria ou Leta, como a maioria conhece, que é sinônimo de coragem e determinação na minha concepção, meu porto seguro, minha segunda mãe, que sempre se fez presente mesmo que longe, com seus áudios incrivelmente carinhosos. Obrigada por cada momento ao seu lado.

Meu Irmão

Gustavo, por sempre partilhar comigo os melhores momentos, por sempre conseguir tirar um sorriso do meu rosto independente da situação. Sou muito grata por ter com quem contar.

A toda minha família, tanto materna como paterna, por me demonstrarem que tenho sempre pra onde voltar, que tenho uma família incrível, um lar. Agradeço também aos que olham por mim do céu, nunca os esquecerei.

Meus Amigos

Evelyn, como sou privilegiada por sua amizade, sua presença ao longo desses anos tornou tudo muito mais fácil, eu sou eternamente grata a você, que nunca mediu esforços quando o assunto era nossa amizade e que não só, sempre torceu pela minha felicidade, como também sempre os incetivou. É eterno o reconhecimento e carinho que tenho por ti. Obrigada minha irmã de outra mãe.

A Mayra, Sabrina, Yasmin, Isabella e Paloma, amigas de longa data, desde o ensino fundamental mais precisamente, que apoiaram mesmo sendo mais de 500km de distância e sempre fizeram com que essa distância fosse segundo plano, por sempre se fazerem presente, um eterno agradecimento. Obrigada por cada palavra de conforto e zelo durante essa caminhada. Vocês fazem parte da minha história, da minha essência.

Aos meus colegas de faculdade, desse mundo tão lindo que é a Foa, vocês foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Eu amo vocês e os guardarei de modo eterno em meu coração. Vocês que dividiram momentos excepcionais ao meu lado, sendo na alegria com as festas, como também nas vésperas de provas ou quando o peito apertava de tanta saudade de casa. Ter vocês aqui foi um verdadeiro presente e que pretendo levar para toda a vida.

A Maria Paula por ter sido uma grande amiga-irmã em Araçatuba, minha metadinha. Sempre estive ao meu lado me aconselhando e me apoiando em tudo que fiz. Obrigada por ter vivenciado esses anos comigo, me ajudado a superar cada dificuldade e comemorando cada vitória. Falar de você só me vem coisas boas, por cada momento ímpar ao seu lado. De tantas pessoas que conheci, você com certeza é uma das que levarei para toda minha vida.

Monara, Mariana e Gabi, vocês foram minhas primeiras amizade, desde do primeiro dia de aula, e assim que conheci já tive a certeza que faria a diferença em minha vida. Como esquecer os momentos vividos, as conversas que superavam os estudos, as noites de filme com pipoca e brigadeiro, as jantinhas, ou melhor a noite de karaóke. Foram inúmeros os momentos de convívio que marcaram nossa amizade.

Matheus Macario, voce foi excepcional em tudo na minha vida araçatubense, principalmente, pelo companheirismo. Vou me recordar infindavelmente de cada momento ao seu lado, desde academia às festas. Sua amizade é um dos maiores presentes que o destino me apresentou, e o caminho até aqui teria sido muito mais difícil sem você ao meu lado, me arrancando milhares de risadas sem esforço algum, apenas por ser você.

Matheus fonseca, você foi essencial no meu primeiro ano, a pessoa mais alto astral e bondosa que ja conheci, tudo se tornava mais fácil e mais tranquilo com sua presença. Obrigado por fazer a diferença em minha vida. Dono do melhor abraço, o jeitinho carioca de ser. Te levarei para sempre comigo.

Lauriene e Iza Ellen, mesmo as conhecendo no decorrer desta caminhada, vocês foram cruciais para que os meus dias se tornassem melhores. Eu agradeço pela amizade, pelos conselhos, pelo carinho e por serem minha família aqui.

“Poucos são os que se podem orgulhar e alegrar por, na sua vida, possuírem uma amizade verdadeira e de tantos anos quanto as que possuo .” altairtico.

Minha Banca

Meu Orientador Profº Alberto Delbem, que teve um papel fundamental na concretização deste trabalho, permitindo que eu fizesse parte da pesquisa e a realizasse com propriedade e peculiaridade. Agradeço por me orientar com esse trabalho, assim como minha bolsa Fapesp. Por toda atenção e comprometimento, sou grata a todas as oportunidades e todo o ensinamento.

Gabriel Nunes, que sempre foi um anjo em toda a minha trajetória acadêmica, que me acolheu de abraços abertos, e me ensinou tudo de uma forma sempre tão disposta e leve. Me sinto honrada de poder aprender cada dia mais ao seu lado, pois voce é um exemplo de profissional a qual sempre me espelhei. Sempre estarei na torcida.

Profº. Maria Cristina, agradeço pela pessoa e profissional extraordinária que a senhora é, por sempre nos tratar com muito carinho e paciência. Continue sendo essa pessoa altruista e bondosa, que Deus sempre ilumine seus passos. Sempre terá minha admiração. Você faz com que seus alunos se sintam únicos e especiais.

UNESP

Gratidão, pois me acolheu durante esses anos, com uma formação de excelência e grandes oportunidades. Agradeço a todos os funcionários que dela fazem parte, sempre foram muito queridos e atenciosos.

Agradeço à Atlética por toda organização e incentivo ao esporte, por poder participar do InterUnesp e jogado handebol, um esporte que fez parte da minha infância.

Gratidão à Turma 64, por cada troca, por cada amizade feita ao longo destes anos. Levarei em minhas memórias todos os momentos.

” O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada. Caminhando e semeando, no fim, terás o que colher. ”

Cora Corali

“Se consegues sonhar consegues fazê-lo. Lembre-se sempre de que tudo isso começou com um sonho (...).”

Walt Disney

BATISTA, G. F. **Efeito de um gel clareador contendo hexametáfosfato e fluoreto sobre a eficácia clareadora, microdureza e difusão trans-amelodentinária.** 2023. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2023.

RESUMO

Este estudo avaliou in vitro os efeitos do gluconato de cálcio (CaGlu), fluoreto de sódio (NaF), hexametáfosfato de sódio (HMP) e NaF/TMP adicionados a um gel clareador de peróxido de hidrogênio a 35% (H_2O_2) sobre a mudança de cor e dureza do esmalte. Discos de esmalte/dentina bovina ($n = 150$) foram divididos de acordo com o gel clareador: 35% H_2O_2 (H_2O_2); 35% $H_2O_2 + 0.1\%$ NaF (H_2O_2/NaF); 35% $H_2O_2 + 1\%$ HMP (H_2O_2/HMP); 35% $H_2O_2 + 0.1\%$ NaF + 1% HMP ($H_2O_2/NaF/HMP$) and 35% $H_2O_2 + 2\%$ CaGlu ($H_2O_2/CaGlu$). Os géis clareadores foram colocados três vezes (40 min/sessão) em um período de 7 dias entre cada aplicação. Em seguida, determinou-se a alteração da cor (ΔE), o índice de clareamento (ΔWI_D), a porcentagem de perda de dureza superficial (% SH) e a dureza transversal (ΔKHN). Os dados foram submetidos à ANOVA, seguida do teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,05$). Todos os géis clareadores apresentaram alterações significativas de cor após o tratamento ($p < 0,001$). ΔE e ΔWI_D foram semelhantes entre os géis avaliados. Todos os tratamentos clareadores reduziram a mineral (% SH e ΔKHN), principalmente entre 0 e 40 μm em profundidade no esmalte. O grupo $H_2O_2/NaF/HMP$ produziu os menores valores de perda mineral, e o grupo $H_2O_2/CaGlu$ apresentou os maiores valores em relação aos demais grupos ($p < 0,001$). É possível concluir que a adição de NaF/HMP ao agente clareador em consultório não interferiu na eficácia do clareamento e reduziu a desmineralização do esmalte. A associação de NaF/HMP ao gel clareador pode ser usada como uma nova abordagem para minimizar os efeitos adversos dos subprodutos H_2O_2 e com eficácia clínica semelhante.

Palavra- chaves: Clareadores Dentários; Peróxidos; Fosfatos; Fluoreto de Sódio; Estética; Desmineralização Dentária.

BATISTA, G. F. **Evaluation of bleaching efficacy, microhardness, and trans-amelodentinal diffusion of a novel bleaching agent for an in-office technique containing hexametaphosphate and fluoride.** 2023. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2023.

ABSTRACT

This study evaluated *in vitro* the effects of calcium gluconate (CaGlu), sodium fluoride (NaF), sodium hexametaphosphate (HMP), and NaF/TMP added to a 35% hydrogen peroxide (H_2O_2) bleaching gel on the color change and enamel hardness. Enamel discs/bovine dentin ($n = 150$) were divided according to the bleaching gel: 35% H_2O_2 (H_2O_2); 35% H_2O_2 + 0.1% NaF (H_2O_2/NaF); 35% H_2O_2 + 1% HMP (H_2O_2/HMP); 35% H_2O_2 + 0.1% NaF + 1% HMP ($H_2O_2/NaF/HMP$) and 35% H_2O_2 + 2% CaGlu ($H_2O_2/Caglu$). The bleaching gels were applied three times (40 min/session) at 7-day intervals between each application. Then, color alteration (ΔE), whitening index (ΔWI_D), percentage of surface hardness loss (% SH) and cross-sectional hardness (ΔKHN) were determined. Data were submitted to ANOVA, followed by the Student-Newman-Keuls test ($p < 0.05$). All bleaching gels showed significant color changes after treatment ($p < 0.001$). ΔE and ΔWI_D were similar among the evaluated gels. All treatments reduced mineral (%SH and ΔKHN), mainly between 0 and 40 μm deep in the enamel. The $H_2O_2/NaF/HMP$ group produced the lowest values of mineral loss, and the $H_2O_2/CaGlu$ group presented the highest values about the other groups ($p < 0.001$). It is possible to conclude that the addition of NaF/HMP to the in-office bleaching agent did not interfere with the bleaching efficacy and reduced enamel demineralization. The association of NaF/HMP to the bleaching gel can be used as a novel approach for minimizing the adverse effects of H_2O_2 by-products and with similar clinical efficacy.

Keywords: Tooth Bleaching Agents; Peroxides; Phosphates; Sodium Fluoride; Esthetics; Tooth Demineralization.

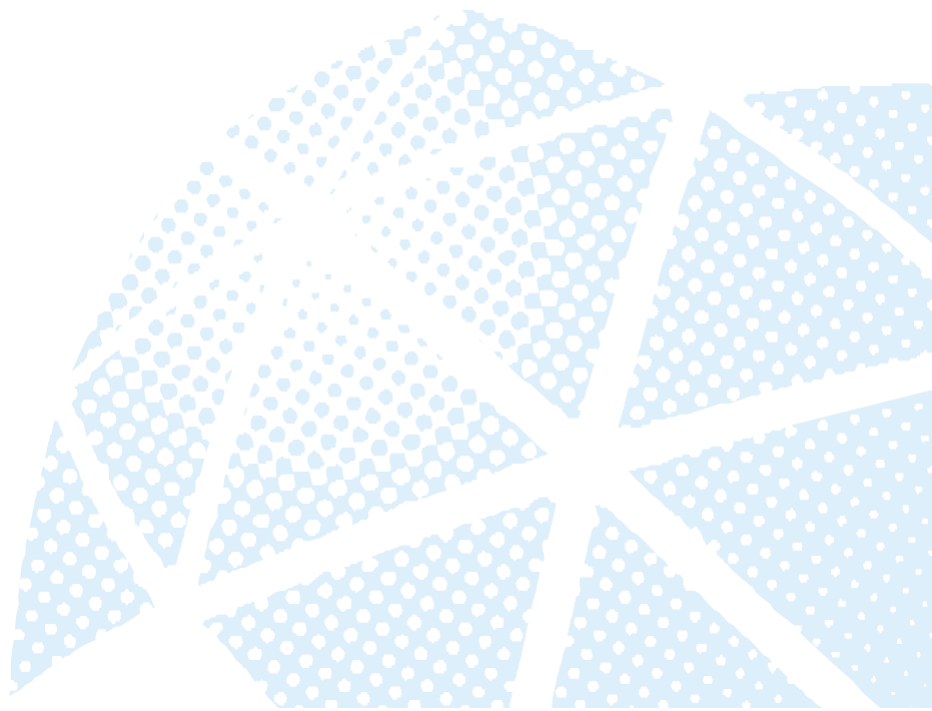
LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios ($\pm$ DP) de dureza superficial inicial (SHi) e final (SHf), porcentagem de perda de dureza superficial (%SH) e área integrada ($\text{KHN} \times \mu\text{m}$), de acordo com os géis experimentais ($n = 10$).

LISTA DE FIGURAS

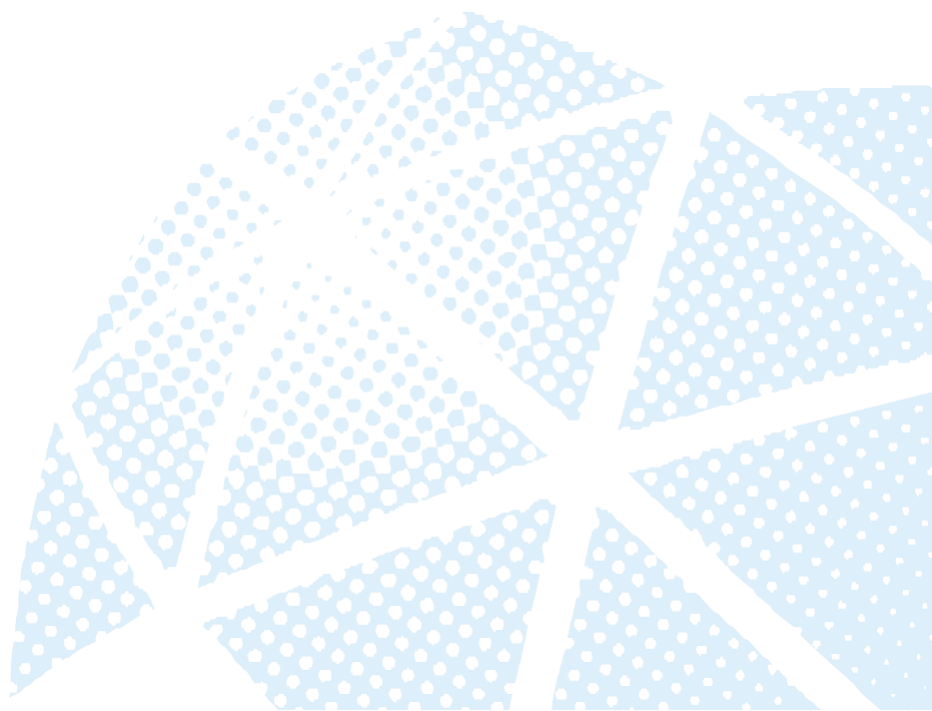
Figura 1. Valores médios ($\pm$ DP) de alteração de cor total (ΔE) (A) e índice de clareamento em odontologia (ΔWID) (B) pela Comissão Internacional de l'Eclairage (CIE) de acordo com os géis clareadores e tempo de análise ($n = 10$).

Figura 2. Gráfico do perfil de dureza em secção transversal em função da profundidades no esmalte ($n=10$) de acordo com os géis clareadores.



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
2.1 Formulação dos géis clareadores e determinação dos grupos experimentais.....	13
2.2 Delineamento experimental.....	13
2.3 Análise de alteração de cor.....	14
2.3.1 Seleção e distribuição de discos de esmalte/dentina.....	14
2.3.2 Preparo e pigmentação de discos de esmalte/dentina	14
2.3.3 Tratamento com gel clareador e medição de alteração de cor.....	14
2.4 Análise de dureza superficial e transversal	15
2.5 Análise estatística.....	16
3 RESULTADOS	16
4 DISCUSSÃO	16
5 CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	19



1. Introdução

A beleza é uma combinação de qualidades que desperta admiração através dos sentidos, principalmente a visão. Uma das principais formas de expressá-la é pelo sorriso [Arroyo et al., 2021]. A aparência de um sorriso associa-se com a autoconfiança e interações sociais [Lukez et al., 2015]. Dentre os diversos métodos estéticos disponíveis no mercado odontológico, o clareamento dental tornou-se um dos procedimentos mais solicitados pelos pacientes [Akabane et al., 2021; Carey, 2014]. Com isso, tem-se buscado aperfeiçoar cada vez mais as técnicas para otimizar os procedimentos, aumentando a longevidade, efetividade e reduzindo os efeitos indesejáveis decorrentes do clareamento, como a sensibilidade dentária [Vilela et al., 2021; de Paula et al., 2015; Briso et al., 2014].

Na técnica *in office* é utilizado um agente clareador com alta concentração (35-38%) de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), assim, as constantes trocas preconizadas pelos fabricantes causam grande preocupação, uma vez que potencialmente podem causar danos aos tecidos mineralizados e ao tecido pulpar [Soares et al. 2015; Soares et al., 2016; Akabane et al. 2021]. Alguns estudos relatam que o clareamento pode causar uma desmineralização nos dentes submetidos ao procedimento, assim como uma diminuição na dureza do esmalte [D'Amario et al., 2012; Trindade et al., 2019; de Carvalho et al., 2020; Akabane et al., 2021], como também outros estudos mostram que o clareamento não causa nenhuma alteração estrutural do esmalte [Sasaki et al., 2009; Sa et al., 2012]. No entanto, sabe-se que quanto maior a concentração de H_2O_2 e maior o tempo de exposição do tecido dental ao produto clareador [Benetti et al., 2017; Sa et al., 2012; Carey, 2014], maior é a liberação de espécies reativas de oxigênio e os seus efeitos em tecidos duros e na polpa. Mesmo com as evidências científicas apontadas, o tratamento estético clareador de consultório com um gel de alta concentração de H_2O_2 ainda é o mais utilizado pelos clínicos e preferido pelos pacientes [de Paula et al., 2015; Vilela et al., 2021].

Dessa maneira, há necessidade de buscar estratégias e adoção de novas posologias que minimizem esses efeitos indesejáveis decorrentes do procedimento clareador. Uma possível alternativa seria baseada na adição de agentes remineralizantes na composição do gel clareador [Kutuk et al., 2018; Kyaw et al., 2018; Wang et al., 2015]. Dentre estes agentes, o hexametáfosfato de sódio (HMP) é um polifosfato cíclico inorgânico que apresenta a capacidade de reduzir a difusão de H^+ no esmalte dentário, uma vez que retém esse íon na sua estrutura, o que também minimiza a propagação de ácido no esmalte, contribuindo para reduzir o processo de desmineralização dos tecidos dentários [Dalpasquale et al., 2017; Da Camara et al., 2016]. Em adição a isso, também foi verificado que este sal facilita a difusão de cálcio e fosfato [Camara, 2015; Gonçalves et al., 2018].

Estudos *in vitro* demonstraram que os efeitos da associação do HMP e NaF dependem da proporção molar entre estes compostos [da Camara et al., 2015; da Camara et al., 2016; Gonçalves

et al., 2018], de forma que a concentração ideal de HMP a ser utilizada é de 1% em formulações de dentifrício contendo 1100 ppm NaF [da Camara et al., 2015, da Camara et al., 2016]. Além disso, diversos estudos mostraram que associação deste sal com NaF auxilia na inibição da desmineralização e favorece o processo de remineralização dos substratos dentários [Camara et al., 2015; Gonçalves et al., 2018].

Com base no exposto, espera-se que o HMP possa reduzir a desmineralização do esmalte e favorecer o processo de remineralização [Neves et al., 2018]. Portanto, seria válido avaliar se a adição do HMP aos agentes clareadores usados na técnica *in office* com alta concentração de peróxido de hidrogênio pode causar um efeito positivo sobre a possível alteração superficial do esmalte e consequentemente diminuir a sensibilidade dental temporária decorrente do tratamento clareador, sem alterar sua eficácia clínica. Partindo desse pressuposto, o objetivo deste estudo foi avaliar *in vitro* a adição do hexametáfosfato de sódio (HMP) na concentração de 1% associado ao fluoreto de sódio (NaF) a 0,1% a géis clareadores a base de PH a 35% sobre a eficácia estética e dureza do esmalte.

2. Materiais e Métodos

2.1. Formulação dos géis clareadores e determinação dos grupos experimentais

Os géis clareadores foram fabricados pela Oralls - Empresa de Inovação em Saúde Bucal (São José dos Campos, SP, Brasil), sem pigmentação e acondicionados em seringas aplicadoras. Os componentes básicos dos géis eram compreendido por espessante (12% de Carbopol), agente clareador (35% H_2O_2), glicerina e água (qs) e NaOH requerido a manutenção do pH de aproximadamente 7,0. Dependendo do grupo experimental, 0.1% de NaF e/ou 1% de HMP foi adicionado (Da Camara et al., 2015 ; Da Camara et al., 2016). Um gel clareador comercial (de mercado) contendo 35% de H_2O_2 e 2% de CaGlu, pH neutro (Whiteness HP Blue, FGM, Joinville, SC, Brasil), foi usado como controle positivo. Assim, foram definidos cinco géis clareadores experimentais: 1) peróxido de hidrogênio a 35% (H_2O_2); 2) 35% H_2O_2 + 0.1% NaF (H_2O_2 /NaF); 3) 35% H_2O_2 + 1% HMP (H_2O_2 /HMP); 4) 35% H_2O_2 + 0.1% NaF + 1% HMP (H_2O_2 /NaF/HMP); 5) 35% H_2O_2 + 2% de gluconato de cálcio (H_2O_2 /CaGlu).

2.2 Delineamento Experimental

Discos de esmalte/dentina (5,7 mm de diâmetro x 3,5 mm de espessura) foram obtidos de dentes incisivos bovinos. Os discos foram limpos em água deionizada e armazenados em solução salina fisiológica contendo 0,1% de timol a 4°C (Borges et al., 2015). Em seguida, eles foram aleatoriamente distribuídos em cinco grupos experimentais de géis clareadores (n = 10/ grupo) distribuídos conforme descrito no item anterior. O tamanho da amostra de 10 discos de esmalte/dentina foi baseado em um estudo piloto, adotando a dureza superficial e transversal como

desfechos primários, 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%. Após a pigmentação dos discos de esmalte, os géis clareadores foram aplicados uma vez (40 min / sessão), a cada 7 dias, por 3 sessões totalizando 14 dias.

2.3 . Análise de alteração de cor

2.3.1 . Seleção e distribuição de discos de esmalte / dentina

Após a obtenção dos discos, foi realizada uma leitura inicial preliminar dos valores de cor, de acordo com a Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), que utiliza o sistema de cores CIE $L^* a^* b^*$ (Borges et al., 2015; Sulieman et al., 2003). Os discos de esmalte/dentina foram fixados em suportes de silicone preto com diâmetro de 5,7 mm e espessura de 3,5 mm, padronizando a incidência do feixe de luz no espectrofotômetro Visible Ultraviolet Reflection (Modelo UV-2450, Shimadzu, Kyoto, Japão), com comprimento de onda variando de 400 nm a 700 nm, sob iluminação padrão D65 e ângulo de iluminação / observação de 45/0°. As leituras foram realizadas na superfície vestibular do esmalte, definindo os valores $L^* a^* b^*$ iniciais dos discos de esmalte/dentina como padrão neste experimento.

2.3.2 . Pigmentação de discos de esmalte / dentina

Para a pigmentação dos discos de esmalte/dentina, estes foram armazenados em microtubos (Kasvi K6-0150, 1,5 mL, São José dos Pinhais, PR, Brasil) contendo 1 mL de infusão de chá preto à temperatura ambiente. A infusão foi feita com 1,6 g de chá preto (Chá Matte Leão, Curitiba, PR, Brasil) para cada 100 mL de água deionizada (Sulieman et al., 2003). O processo de pigmentação foi monitorado por 6 dias, e a infusão foi trocada diariamente. Em seguida, foi determinada a alteração da cor. Os discos foram divididos aleatoriamente (Excel, Microsoft Corporation, EUA) em 5 grupos experimentais ($n = 10$).

2.3.3 . Tratamentos com gel clareador e medição de alteração de cor

Após a pigmentação, os géis clareadores foram aplicados na superfície do esmalte (0,04 mL), por 40 min, utilizando uma seringa doseadora e um microbrush (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil). Durante 14 dias, 3 sessões de clareamento foram realizadas em intervalos de 7 dias. Os géis foram removidos com gaze, seguida de lavagem com água deionizada por 30 s. Entre as sessões de clareamento, os discos foram mantidos em recipientes plásticos individuais contendo 2 mL de saliva artificial (Borges et al., 2015) 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 (Akabane et al., 2021). A saliva artificial foi renovada todos os dias. A mensuração das cores foi realizada após a 1ª, 2ª e 3ª sessões de clareamento, bem como no 7º e 14º dias após o término do clareamento. Em seguida, foram calculadas as diferenças absolutas (Δ) das coordenadas de cor (L^* , a^* , b^*) entre a análise do tempo (pós-coloração, pós-clareamento e

pós 7 e 14 dias) e os valores iniciais: ΔL^* (valor positivo indica mais luminosidade; negativo indica mais escuro), Δa^* (positivo indica mais vermelho; negativo indica mais verde) e Δb^* (positivo indica mais amarelo; negativo indica mais azul). Para determinar a alteração total da cor entre as três coordenadas, foi utilizada a seguinte fórmula: $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ (Borges et al., 2015 ; Sulieman et al., 2003). Posteriormente, o *whiteness index for dentistry* (WI_D) foi determinado de acordo com a seguinte equação: $\Delta WI_D = 0.511 L^* - 2.324a^* - 1.100b^*$.

2.4. Análise de dureza superficial e em secção transversal

Os discos de esmalte/dentina tiveram sua superfície de esmalte planificada. As superfícies foram polidas sequencialmente usando discos de papel de carboneto de silício resfriado a água com granulação 600, 800 e 1200 (Extec Corp., Enfield, CT, IL, EUA), com um polimento final usando um disco de feltro (EXTEC® Multi-Cloth™, Extec Corp., CT, IL, EUA) umedecido com uma suspensão de diamante de 0,25 μ (EXTEC I Suspensões de Diamante Permanente, Extec Corp., Enfield, CT, IL, EUA) (esmalte removido: $\sim 120 \mu\text{m}$). Após o polimento, a dureza superficial inicial (SHi) foi realizada usando um testador de dureza Micromet 5114 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) com um indentador de diamante Knoop sob 25 g por 10 s. Em cada disco, cinco indentações foram realizadas com uma distância de 100 μm entre si [Gonçalves et al., 2018; Emerenciano et al., 2018]. Os discos de esmalte/dentina foram selecionados por SHi e divididos aleatoriamente (Excel, Microsoft Corporation, EUA) nos 5 grupos experimentais previamente definidos ($n = 10$) com valores médios (DP) variando de 363,2 (7,4) a 363,8 (7,8) KHN. Em seguida, os discos foram submetidos a três sessões de clareamento, conforme descrito anteriormente. Após as 3 sessões clareadoras, a dureza superficial final (SHf) foi determinada para calcular a porcentagem de perda de dureza superficial ($\% SH = [(SHf - SHi) / SHi] \times 100$) [Akabane et al., 2021].

Após a determinação do SHf, os discos de esmalte/dentina foram seccionados ao meio, e uma das metades foi incluída em resina acrílica e polida conforme descrito anteriormente. A dureza da seção transversal foi realizada com o testador de dureza Micromet 5114 Knoop, com carga de 5 g por 10 s. Três sequências de indentações equidistantes foram realizadas a 100 μm uma da outra e a 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 160 e 180 μm da superfície. Os valores médios em todos os 3 pontos de medição em cada distância da superfície foram então calculados. A área integrada abaixo da curva ($\text{KHN} \times \mu\text{m}$) foi calculada pela regra trapezoidal [Emerenciano et al., 2018; Akabane et al., 2021].

2.5. 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, os diferentes géis clareadores e o tempo de análise foram considerados como fatores de variação e, como variáveis, os parâmetros CIE: L^* , a^* , b^* , ΔE e ΔWI_D . Os dados foram homogêneos e submetidos à análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas, seguida do teste de comparação múltipla de Student-Newman-Keuls. Para análise de dureza, os valores foram considerados como variáveis e os géis clareadores como fator de variação. Os valores foram homogêneos e foram submetidos à análise de variância a um critério seguida do teste de Student-Newman-Keuls.

3. Resultados

Os agentes clareadores avaliados promoveram alteração significativa do ΔE após as sessões clareadoras ($p < 0,001$). Todos os tratamentos apresentaram desempenho similar em todos os períodos avaliados ($p > 0,05$). A alteração da cor foi contínua desde a primeira sessão de clareamento, com mínima recuperação parcial da cor após 14 dias de estabilização cromática (Fig. 1). Em ΔWI_D , todos grupos promoveram alterações de cor graduais após as sessões clareadoras ($p < 0,001$). Após 14 dias do clareamento, somente os grupo 35% H_2O_2 apresentou uma recuperação parcial significativa do índice de clareamento ($p < 0,05$) (Fig. 1).

Todos os géis clareadores levaram à perda de dureza (Tabela 1) e a maior perda de dureza foi aproximadamente entre as profundidades de 0 e 40 μm no esmalte para todos os grupos testados (Fig. 2). Comparado ao grupo 35% H_2O_2 , a adição de NaF reduziu a perda de dureza superficial (SHf: $p < 0,001$; %SH: $p < 0,001$), e CaGlu teve as maiores perdas na superfície e na parte interna do esmalte. O gel clareador contendo 35% de H_2O_2 /NaF/HMP levou aos menores valores de perda de dureza (SHf: $p < 0,001$; %SH: $p < 0,001$; KHN $\times \mu m$: $p < 0,001$; respectivamente) seguido por H_2O_2 /NaF (Tabela 1). Além disso, pode-se notar que os valores de dureza do grupo H_2O_2 /NaF/HMP foram maiores em todos os perfis (Fig. 2).

4. Discussão

Atualmente novas posologias de clareamento são desenvolvidas para minimizar os efeitos adversos dessa terapia sem interferir em sua efetividade clínica. No presente estudo, a adição dos agentes remineralizantes NaF e/ou HMP não alterou a eficácia estética do gel clareador a 35% de H_2O_2 ; entretanto, reduziu a perda mineral.

Foi sugerido que os valores de ΔE^* acima de 3,3 são alterações de cor clinicamente perceptíveis [Stober et al., 2001; Vichi et al., 2004]. Valores de ΔE entre 3 a 8 são moderadamente visíveis e acima de 8 são extremamente perceptíveis [Araújo et al., 2013]. De acordo com esse

parâmetro, no presente estudo, todos os geis avaliados apresentaram alteração de cor clinicamente relevante após o protocolo clareador adotado. Vários ensaios demonstraram que as terapias tradicionais de clareamento dental em consultório usando agentes com altas concentrações de H_2O_2 por 30 a 45 minutos produzem uma alteração intensa na cor do dente já na primeira sessão clínica e menos alterações cromáticas nas sessões subsequentes [Suliman et al., 2005; Kossatz et al., 2011; Akabane et al., 2021]. Segundo Sun [2000], isso ocorre porque as moléculas mais escuras reagem mais facilmente com os radicais livres, causando grande impacto visual logo na primeira aplicação do clareamento dental com um agente de alta concentração.

A estabilidade cromática pós-operatória é tão importante quanto a capacidade de clareamento durante o tratamento. Ao longo do período pós tratamento (7 e 14 dias) houve manutenção da cor para todos os géis clareadores avaliados no presente estudo. De acordo com Bizhang et al. [2007], a degradação da cor é mínima e linear ao longo do tempo, mostrando estabilidade de cor adequada após o término do tratamento em 18 meses. A eficácia clareadora bem como sua manutenção é derivada de uma grande difusão de H_2O_2 nos prismas do esmalte e reação com as moléculas dos cromóforos resultando em maior reflexão e menor absorção de luz [Kwon et al., 2002]. O índice de clareamento para odontologia (ΔWI_D) indica que valores mais altos correspondem a dentes mais brancos, e ΔWI_D mais baixo (incluindo valores negativos) denota dentes mais escuros. Os resultados ΔWI_D positivos para todos os grupos indicaram a capacidade de clareamento dos agentes [Perez et al., 2016], e não foram observadas diferenças entre os grupos experimentais após 14 dias da conclusão do clareamento (estabilização cromática). Embora ΔE seja um parâmetro importante para observar mudanças de cor com base nos parâmetros L^* , a^* , b^* , devemos ter em mente que não deve ser interpretado individualmente, mas em conjunto com outras variáveis, como ΔWI_D , que correlacionam a cor com a proximidade do branco [Perez et al., 2016]. De modo geral, os resultados da análise de cor sugere que mesmo adicionando os agentes NaF e/ou HMP, o H_2O_2 foi capaz de se difundir através do esmalte e da dentina e reagir com matéria orgânica e bioorgânica, ou produtos residuais biológicos dos tecidos dentários, e proporcionar o clareamento por meio da oxidação dos pigmentos.

Em contrapartida, os produtos da decomposição do H_2O_2 não reagem apenas com as moléculas do cromóforo de cor escura, mas também nas orgânicas (como proteínas, lipídios e substâncias que mancham os dentes) [Elfallar et al., 2015] e componentes inorgânicos do esmalte [Jiang et al., 2008]. Assim, os geis clareadores provocaram alterações na dureza do esmalte dentário submetido ao protocolo clareador adotado neste estudo. De acordo com estudos anteriores, as alterações no componente mineral do esmalte produzidas por radicais livres de peróxido ocorreriam apenas na parte mais externa do esmalte [Jiang et al., 2008; Ushigome et al., 2009] a 10 μm abaixo da superfície [Ushigome et al., 2009]. Diferentemente, os resultados do presente estudo mostraram uma grande redução da dureza em profundidade principalmente na região até 50 μm da superfície (Fig. 2), em conformidade com o estudo de Cavalli et al. [2011]

que observaram perda de dureza até 60 μm de profundidade da superfície externa do esmalte. Isso mostra que o H_2O_2 não tem apenas um efeito oxidante, mas também um efeito ácido [Jiang et al., 2008], essa achado é interessante, uma vez que o pH de todos os geis foram previamente ajustados a neutralidade (pH = 7,0) para impedir a desmineralização do esmalte devido à acidez do produto [Xu et al., 2011]. Ressalta-se que diferentemente de estudos anteriores, o protocolo clareador estabelecido neste estudo foi a aplicação do produto em três sessões de 40 minutos, o que pode explicar a maior perda mineral, visto que o tempo de exposição ao agente clareador e o número de sessões influenciam na observação de alterações na dureza do esmalte.

De acordo com a ISO 28399, uma redução de até 10% na dureza do esmalte é aceitável para procedimentos de clareamento [Torres et al., 2019]. Baseado nessas informações, apenas o gel $\text{H}_2\text{O}_2/\text{NaF}/\text{HMP}$ apresenta uma perda de dureza superficial dentro da aceitabilidade (Tabela 1). Este resultado é atribuído principalmente ao efeito sinérgico decorrente da associação NaF/HMP incorporada no agente clareador. Vale ressaltar que o HMP forma fortes complexos com íons metálicos [Andreola et al., 2004; Cochrane et al., 2008] no ambiente oral, que adsorve-se à superfície do esmalte e retém os íons carregados CaF^+ e Ca^{2+} através da substituição de Na^+ na estrutura cíclica, levando a uma formação [van Wazer et al., 1950] reticular através da ligação de Ca^{2+} a uma ou mais moléculas de HMP. Através dessas múltiplas ligações, as moléculas de HMP formam uma camada de fosfatos condensados alterando a permeabilidade seletiva do esmalte [van Dijk et al., 1980] e nesse caso, com aumento da seletividade a cátions. Além disso, o HMP é um fosfato cíclico carregado negativamente que leva a uma maior quantidade de sítios doadores de elétrons na superfície do esmalte e, conseqüentemente, aumenta a adsorção de espécies iônicas como Ca^{2+} , H_2PO_4^- e $\text{CaH}_2\text{PO}_4^+$ [Danelon et al., 2020; Gonçalves et al., 2018; Neves et al., 2018; Dalpasquale et al., 2017], que são importantes para aumentar a difusão de flúor, cálcio e fosfato no esmalte.

Recentemente, um estudo mostrou que a adsorção do HMP fornece mais sítios de ligação ao fosfato de cálcio e promove a supersaturação desses íons próximos à superfície do esmalte [Neves et al., 2018], o que explica a capacidade do HMP em reduzir a desmineralização desse substrato (Tabela 1; Fig. 2). Em adição a isso, os resultados apóiam ao possível efeito de que a presença de HMP/NaF no gel clareador possivelmente minimiza as alterações na matriz orgânica do esmalte, uma vez que a remoção ou degradação da matriz orgânica do esmalte tem demonstrado redução significativa de suas propriedades mecânicas [Baldassari et al., 2008], pois produtos derivados do H_2O_2 no clareamento dental dá origem a radicais livres de oxigênio instáveis que são capazes de induzir mudanças estruturais nas proteínas da matriz, localizadas entre os cristalinos e na área da bainha de haste, assim como alteração significativa das proteínas interrod do esmalte [Elfallar et al. 2015].

Ao contrário de estudos anteriores [Torres et al., 2019 ; Cavalli et al., 2018], a adição de cálcio e flúor não reduziu a perda de dureza superficial e transversal (Tabela 1). Possivelmente,

os melhores resultados com a adição de flúor são devidos a uma concentração mais elevada (0,2%-1,1% NaF) [Cavalli et al., 2011, Cavalli et al., 2018] do que a utilizada em nosso estudo (NaF 0,1%). Para o cálcio, existem formulações com concentrações semelhantes às do presente estudo (2% CaGlu) que demonstraram reduzir a perda mineral [China et al., 2014], ao contrário dos dados presentes e de outros estudos já reportados na literatura [da Costa Soares et al., 2013; Torres et al., 2019; Akabane et al., 2021]. De acordo com estudos anteriores [Furlan et al., 2017; Cavalli et al., 2018] o CaGlu é incompatível com agentes oxidantes fortes e não pode ser liberado durante a decomposição do clareamento [Basting et al., 2012].

Assim, é possível realizar um protocolo de clareamento dental em consultório eficiente e menos agressivo aos tecidos mineralizados com a suplementação de NaF/HMP em géis clareadores. No entanto, estudos clínicos são necessários para confirmar a eficácia do uso de NaF/HMP no agente clareador, bem como as respostas biológicas aos tecidos duros dentais e pulpares.

5. Conclusão

Levando em consideração os dados obtidos e as limitações do modelo experimental, podemos concluir que: (1) a adição de NaF/HMP ao gel clareador não interfere na eficácia do clareamento; (2) a adição de HMP e NaF na composição do gel clareador ao peróxido de hidrogênio a 35% reduz significativamente a perda de dureza em superfície e transversal no esmalte.

Referências

- Andreola F, Castellini E, Manfredini T, Romagnoli M. The role of sodium hexametaphosphate in the dissolution process of kaolinite and kaolin. *The Journal of the European Ceramic Society* 2004;24:2113-24.
- Araújo LS, Santos PH, Anchieta RB, Catelan A, Briso ALF, Zaze ACF. Mineral loss and color change of enamel after bleaching and staining solutions combination. *J Biomed Opt.* 2013;18:108004–6.
- Arroyo Cruz G, Orozco Varo A, Montes Luna F, Jiménez-Castellanos E. Esthetic assessment of celebrity smiles. *J Prosthet Dent.* 2021;125(1):146-150. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.12.006.
- Baldassarri M, Margolis HC, Beniash E. Compositional determinants of mechanical properties of enamel. *J Dent Res.* 2008; 87(7):645-9. doi: 10.1177/154405910808700711.
- Basting R, Amaral F, França F, Flório F. Clinical comparative study of the effectiveness of and tooth sensitivity to 10% and 20% carbamide peroxide home-use and 35% and

- 38% hydrogen peroxide in-office bleaching materials containing desensitizing agents. *Oper Dent* 2012; 37:464–473.
- Benetti F; Gomes-Filho JE; Ferreira, LL; Ervolino E; Briso ALF; Araujo GS; Dezan-Júnior E; Cintra LTA. 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; Pucci CR; Torres CRG. 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 transdental penetration of hydrogen peroxide applied to cracked or microabraded enamel. *Oper Dent* 2014;39:166-173.
- Cavalli V, Rodrigues LK, Paes-Leme AF, Soares LE, Martin AA, Berger SB, Giannini M. Effects of the addition of fluoride and calcium to low-concentrated carbamide peroxide agents on the enamel surface and subsurface. *Photomed Laser Surg*. 2011;29(5):319-25. doi: 10.1089/pho.2010.2797.
- Cavalli V, Rosa DAD, Silva DPD, Kury M, Liporoni PCS, Soares LES, Martins AA. Effects of experimental bleaching agents on the mineral content of sound and demineralized enamels. *J Appl Oral Sci*. 2018 Oct 4;26:e20170589. doi: 10.1590/1678-7757-2017-0589.
- Cochrane HJ, Saranathan S, Cai F, Cross KJ, Reynolds EC. Enamel subsurface lesion remineralisation with casein phosphopeptide stabilised solutions of calcium, phosphate and fluoride. *Caries Res* 2008;42:88-97.
- Carey CM. Tooth whitening: what we now know. *J Evid Based Dent Pract*. 2014;14 Suppl:70-6. doi: 10.1016/j.jebdp.2014.02.006.
- 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.
- Da Camara DM, Pessan JP, Francati TM, Santos Souza JA, Danelo M, Delbem AC. Synergistic effect of fluoride and sodium hexametaphosphate in toothpaste on enamel demineralization in situ. *J Dent* 2015; 43(10):1249-54.
- Da Camara DM, Pessan JP, Francati TM, Souza JA, Danelon M, Delbem AC. Fluoride toothpaste supplemented with sodium hexametaphosphate reduces enamel demineralization in vitro. *Clin Oral Investig* 2016; 20(8):1981-85.
- da Costa Soares MU, Araújo NC, Borges BC, Sales Wda S, Sobral AP. Impact of remineralizing agents on enamel microhardness recovery after in-office tooth bleaching therapies. *Acta Odontol Scand*. 2013;71(2):343-8. doi: 10.3109/00016357.2012.681119.

- Dalpasquale G, Delbem ACB, Pessan JP, Nunes GP, Gorup LF, Neto FNS, de Camargo ER, Danelon M. Effect of the addition of nano-sized sodium hexametaphosphate to fluoride toothpastes on tooth demineralization: an in vitro study. *Clin Oral Investig*. 2017;21(5):1821-1827. doi: 10.1007/s00784-017-2093-3.
- Danelon M, Garcia LG, Pessan JP, Passarinho A, Camargo ER, Delbem ACB. Effect of Fluoride Toothpaste Containing Nano-Sized Sodium Hexametaphosphate on Enamel Remineralization: An in situ Study. *Caries Res*. 2019;53(3):260-267. doi: 10.1159/000491555.
- 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.
- de Carvalho AC, de Souza TF, Liporoni PC, Pizi EC, Matuda LA, Catelan A. Effect of bleaching agents on hardness, surface roughness and color parameters of dental enamel. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(7):e670-e675. doi:10.4317/jced.56913
- de Paula EA, Nava JA, Rosso C, Benazzi CM, Fernandes KT, Kossatz S, Loguercio AD, Reis A. In-office bleaching with a two- and seven-day intervals between clinical sessions: A randomized clinical trial on tooth sensitivity. *J Dent*. 2015 Apr;43(4):424-9. doi: 10.1016/j.jdent.2014.09.009.
- Elfallah HM, Bertassoni LE, Charadram N, Rathsam C, Swain MV. Effect of tooth bleaching agents on protein content and mechanical properties of dental enamel. *Acta Biomater*. 2015; 20:120-128. doi: 10.1016/j.actbio.2015.03.035.
- Emerenciano NG, Botazzo Delbem AC, Pessan JP, Nunes GP, Souza Neto FN, de Camargo ER, Danelon M. In situ effect of fluoride toothpaste supplemented with nano-sized sodium trimetaphosphate on enamel demineralization prevention and biofilm composition. *Arch Oral Biol*. 2018;96:223-229. doi: 10.1016/j.archoralbio.2018.09.019.
- Furlan IS, Bridi EC, Amaral FLBD, França FMG, Turssi CP, Basting RT. Effect of high- or low-concentration bleaching agents containing calcium and/or fluoride on enamel microhardness. *Gen Dent* 2017; 65:66–70
- Gonçalves FMC, Delbem ACB, Pessan JP, Nunes GP, Emerenciano NG, Garcia LSG, Quintero LCB, Neves JG, Danelon M. Remineralizing effect of a fluoridated gel containing sodium hexametaphosphate: An in vitro study. *Arch Oral Biol* 2018; 90: 40-44.
- Jiang T, Ma X, Wang Y, Tong H, Shen X, Hu Y, Hu J. Investigation of the effects of 30% hydrogen peroxide on human tooth enamel by Raman scattering and laser-induced fluorescence. *J Biomed Opt*. 2008;13(1):014019. doi: 10.1117/1.2870114.
- Kossatz S, Dalanhil AP, Cunha T, Loguercio A, Reis A. Effect of light activation on tooth

- sensitivity after in-office bleaching. *Oper Dent*. 2011;36(3):251-7. doi: 10.2341/10-289-C.
- Kyaw KY, Otsuki M, Segarra MS, Tagami J. Effect of sodium fluoride pretreatment on the efficacy of an in office bleaching agent: an *in vitro* study. *Clin Exp Dent Res*. 2018; 4(4):113-118.
- Kutuk ZB, Ergin E, Cakir FY, Gurgan S. Effects of in- office bleaching agent combined with different desensitizing agents on enamel. *J Appl Oral Sci*. 2018; 8(27):e20180233.
- Lukez A, Pavlic A, Trinajstić Zrinski M, Spalj S. The unique contribution of elements of smile aesthetics to psychosocial well-being. *J Oral Rehabil*. 2015 ;42(4):275-81. doi: 10.1111/joor.12250.
- Mottola HA; Simpson BE; Gorin G. Absorptiometric determination of hydrogen peroxide in submicrogram amounts with leuco crystal violet and peroxidase as catalyst. *Anal Chem* 1970;42:410-411.
- Neves JG, Danelon M, Pessan JP, Figueiredo LR, Camargo ER, Delbem ACB. Surface free energy of enamel treated with sodium hexametaphosphate, calcium and phosphate. *Arch Oral Biol*. 2018; 90:108-112. doi: 10.1016/j.archoralbio.2018.03.008.
- Pérez MM, Ghinea R, Rivas MJ, Yebra A, Ionescu AM, Paravina RD, et al. Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. *Dent Mater*. 2016;32(3):461-7. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.12.008>
- Sa Y; Chen D; Liu Y; Wen W; Xu M; Jiang T; Wang Y. Effects of two in office bleaching agents with different pH values on enamel surface structure and color: an in situ vs. in vitro study. *J Dent* 2012;40:26-34.
- Sasaki RT; Arcanjo AJ; Flório FM; Basting RT. Micromorphology and microhardness of enamel after treatment with home-use bleaching agents containing 10% carbamide peroxide and 7.5% hydrogen peroxide. *J Appl Oral Sci* 2009;17:611-616.
- Soares DG, Basso FG, Scheffel DS, Hebling J, de Souza Costa CA. Responses of human dental pulp cells after application of a low-concentration bleaching gel to enamel. *Arch Oral Biol*. 2015; 60(9): 1428-36
- Soares DG, Marcomini N, Basso FG, Pansani TN, Hebling J, SouzaCosta CA. Indirect cytocompatibility of a low-concentration hydrogen peroxide bleaching gel to odontoblastlike cells. *Int Endod J*. 2016; 49(1): 26-36.
- Stober T, Gilde H, Lenz P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dent Mater*. 2001;17(1):87-94. doi: 10.1016/s0109-5641(00)00065-8.
- Suliman M, Addy M, Macdonald E, Rees JS. The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro. *J Dent*. 2005 Jan;33(1):33-40. doi:

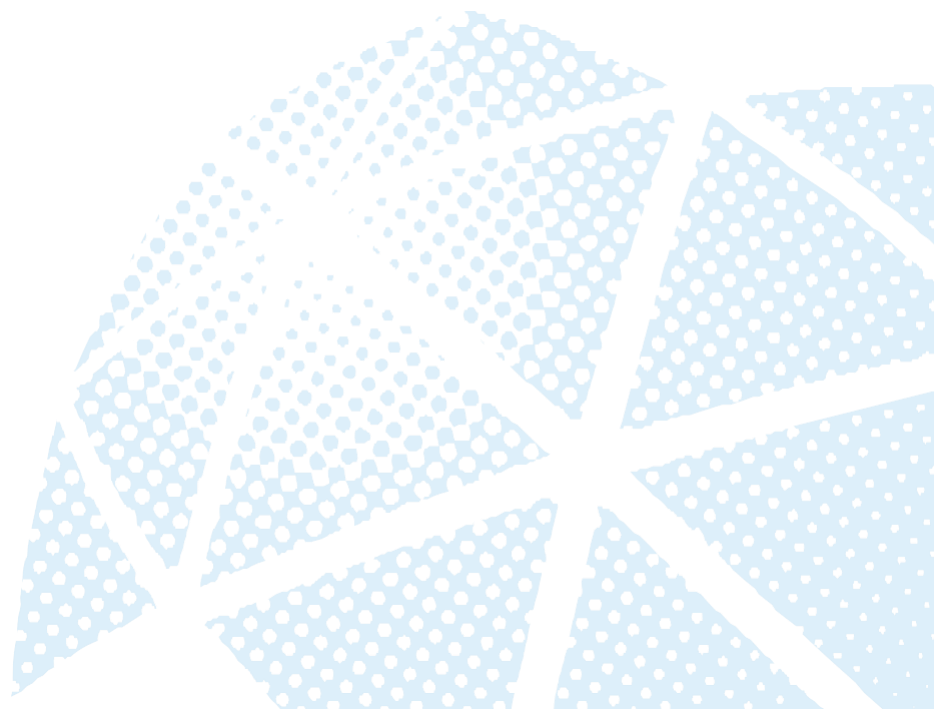
10.1016/j.jdent.2004.07.008.

- Suliman 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.
- Torres C, Zanatta RF, Silva TJ, Borges AB. Effect of Calcium and Fluoride Addition to Hydrogen Peroxide Bleaching Gel On Tooth Diffusion, Color, and Microhardness. *Oper Dent*. 2019;44(4):424-432. doi: 10.2341/18-113-L.
- 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.
- Ushigome T, Takemoto S, Hattori M, Yoshinari M, Kawada E, Oda Y. Influence of peroxide treatment on bovine enamel surface-cross-sectional analysis. *Dent Mater J*. 2009;28(3):315-23. doi: 10.4012/dmj.28.315.
- van Dijk JW, Borggreven JM, Driessens FC. The effect of some phosphates and a phosphonate on the electrochemical properties of bovine enamel. *Arch Oral Biol* 1980;25:591-595.
- van Wazer JR, Campanella DA. Structure and properties of the condensed phosphates. IV. Complex ion formation in polyphosphate solutions. *Journal of the American Chemical Society* 1950;72:655-63.
- Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater*. 2004;20(6):530-4. doi: 10.1016/j.dental.2002.11.001.
- Vilela AP, Rezende M, Terra RMO, da Silva KL, Sutil E, Calixto AL, Reis A, D Loguercio A, Farago PV. Effect of topical application of nanoencapsulated eugenol on dental sensitivity reduction after in-office dental bleaching: a randomized, triple-blind clinical trial. *J Esthet Restor Dent*. 2021;33(4):660-667. doi: 10.1111/jerd.12728.
- Wang YGJ, Jiang T, Liang S, Zhou Y, Matis BA. Evaluation of the efficacy of potassium nitrate and sodium fluoride as desensitizing agents during tooth bleaching treatment - A systematic review and meta- analysis. *J Dent*. 2015; 43(8): 913-23

Tabela 1. Valores médios ($\pm$ DP) de dureza superficial inicial (SHi) e final (SHf), porcentagem de perda de dureza superficial (%SH) e área integrada (KHN $\times$ μ m) de acordo com os géis experimentais (n = 10)

Geis Clareadores	Variáveis de Dureza (KHN)			
	SHi	SHf	%SH	KHN $\times$ μ m
H ₂ O ₂	363,2 ^a (7,4)	290,1 ^a (9,2)	-20,1 ^a (1,6)	18.019,1 ^a (1.174,8)
H ₂ O ₂ /NaF	363,4 ^a (7,8)	307,9 ^b (7,5)	-15,3 ^b (0,8)	18.621,9 ^a (633,1)
H ₂ O ₂ /HMP	363,4 ^a (7,7)	294,8 ^c (7,8)	-18,9 ^c (1,1)	18.425,6 ^a (438,8)
H ₂ O ₂ /NaF/HMP	363,3 ^a (7,9)	331,6 ^d (8,5)	-8,7 ^d (1,2)	20.461,8 ^b (485,4)
H ₂ O ₂ /CaGlu	363,8 ^a (7,8)	286,0 ^a (7,3)	-21,4 ^a (1,5)	17.062,8 ^c (784,9)

Letras distintas indicam diferença estatística entre os géis clareadores considerando cada variável (Teste de múltipla comparação de Student–Newman–Keuls, $p < 0,001$).



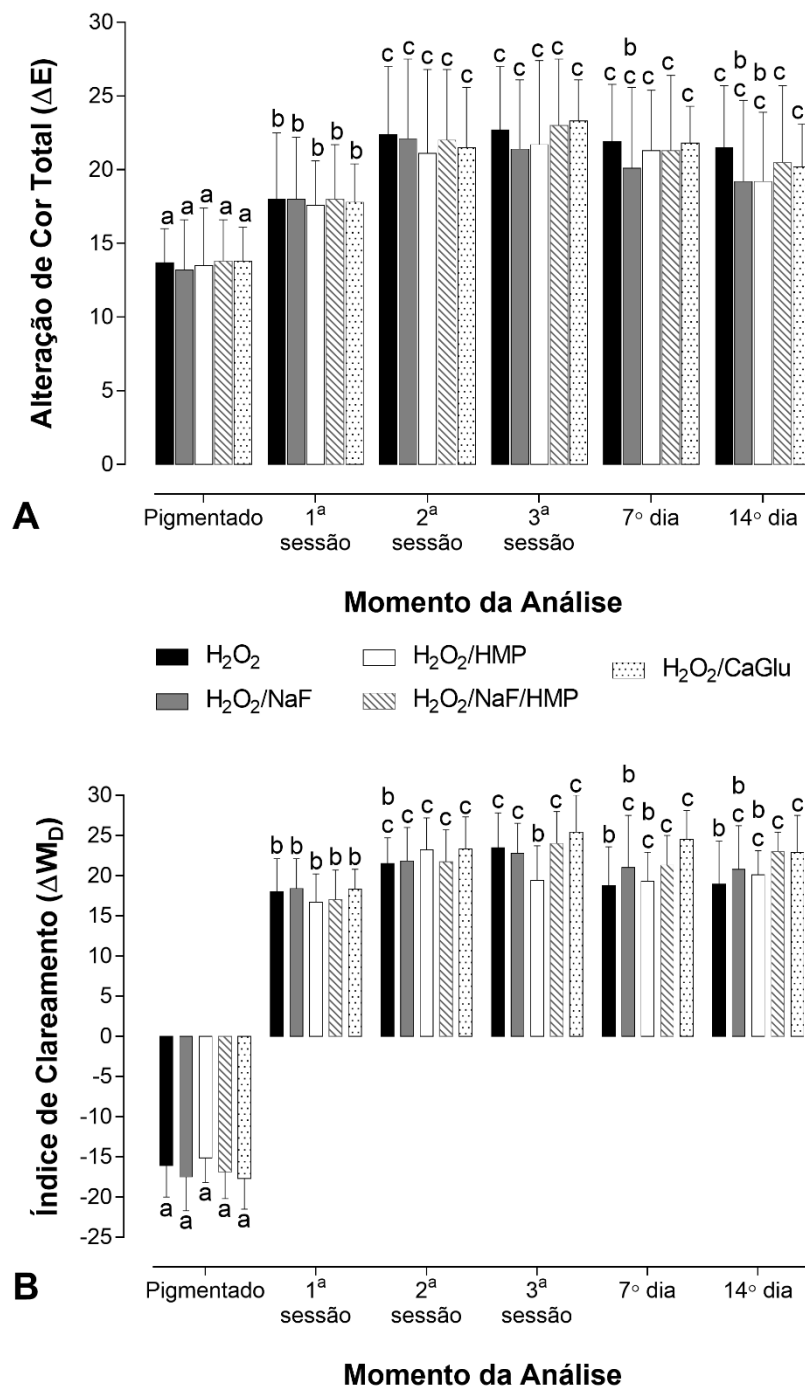


Figura 1. Valores médios ($\pm$ DP) de alteração de cor total (ΔE) (A) e índice de clareamento em odontologia (ΔWID) (B) pela Comissão Internacional de l'Eclairage (CIE) de acordo com os géis clareadores e tempo de análise (n =10).

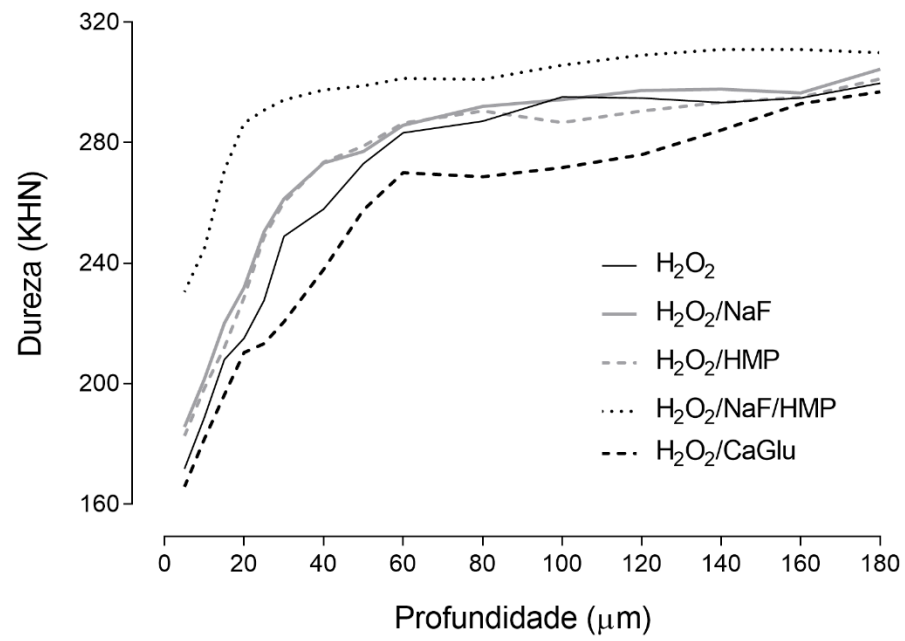


Figura 2. Gráfico do perfil de dureza em secção transversal em função da profundidades no esmalte (n=10) de acordo com os géis clareadores.