

RUAN PINTO MENDES

**Avaliação da microdureza e cor no tratamento clareador
caseiro associado a biovidros**

São Paulo
2022

RUAN PINTO MENDES

**Avaliação da microdureza e cor no tratamento clareador
caseiro associado a biovidros**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo Programa de Pós-graduação em Odontologia para obter o título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Biomateriais

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Capel Cardoso

São Paulo

2022

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Mendes, Ruan Pinto.

Avaliação da microdureza e cor no tratamento clareador caseiro associado a biovidros / Ruan Pinto Mendes; orientador Paulo Eduardo Capel Cardoso -- São Paulo, 2022.

110 p. : fig., tab., graf. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de concentração: Biomateriais. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida.

1. Clareamento dental. 2. Microdureza. 3. Cor. 4. Material bioativo. I. Cardoso, Paulo Eduardo Capel. II. Título.

Mendes RPM. Avaliação da microdureza e cor no tratamento clareador caseiro associado a biovidro. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: 09/04/2022

Banca Examinadora

Prof.(a) Dr.(a).: Rafael Yagüe Ballester

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento: **Aprovado**

Prof.(a) Dr.(a): Fernanda de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza

Instituição: Universidade de São Paulo (Ribeirão Preto)

Julgamento: **Aprovado**

Prof.(a) Dr.(a): Ana Beatriz Silva Sousa

Instituição: Universidade de Ribeirão Preto

Julgamento: **Aprovado**

À minha família, meu porto seguro

Aos meus pais, Maria e Jorge, por sempre apoiarem a minha trajetória e tornarem meu sonho em realidade. Por serem meu porto seguro e sempre me deixarem voar sem medo.

Aos meus irmãos e cunhada, George, Raul e Jéssyca, por sempre motivarem a seguir o meu caminho e estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis.

À minha madrinha e segunda mãe, Rosa, por sempre acreditar e torcer por mim.

Sem vocês, não conseguiria estar aqui hoje. Toda a minha admiração e carinho a vocês.

Obrigado!

AGRADECIMENTOS

Agradeço à **Deus**, por estar sempre abençoando a minha vida e a minha trajetória que eu escolhi. Por ter me dado todas as ferramentas possíveis para que eu pudesse alcançar os meus objetivos. A Sua proteção e guia me fez chegar até aqui e irá me permitir chegar mais longe.

Aos meus pais, **Maria e Jorge**, por serem meu porto seguro e por todo amor, carinho e proteção que me dão todos os dias e que, apesar da distância, sempre se mostraram presentes e que eu nunca estava sozinho nessa jornada. Todo o apoio, incentivo, confiança e admiração de vocês me tornaram a pessoa que eu sou hoje. Aos meus irmãos, **George e Raul**, por serem sempre os meus melhores amigos e serem, para mim, modelos de pessoas e profissionais que um dia eu desejo alcançar. Obrigado pelos conselhos de vida, por sempre me escutarem, consolarem nos momentos mais difíceis e sempre me protegerem como o irmão mais novo. À minha cunhada, **Jéssyca**, que esteve ao meu lado em toda a escrita da minha dissertação, me dando conselhos e dicas para que eu conseguisse finalizar o meu mestrado da melhor maneira possível. Obrigada por ser essa irmã que sempre me ajudou e segue sempre torcendo pelas minhas conquistas.

Aos meus amigos da faculdade de odontologia, **Vinícius Braz, Carol Ortiz, Juliana Novais, Euler Ignácio e Matheus Nogueira** por deixarem a minha trajetória mais leve e sempre serem o meu refúgio. Obrigado pelos risos, pela amizade, por todo o suporte que vocês me deram e o privilégio de poder levar vocês para a minha vida. Aos meus amigos que moram comigo, **Luiz Gustavo e Lohanna**, que acompanharam, de perto, todo o meu mestrado e que sempre me ajudaram em todos os momentos dessa fase. Obrigado por dividirem comigo essa vida de pós-graduando, vocês foram essenciais.

Às minhas colegas de laboratório do Departamento de Biologia Oral e Biomateriais, **Joyce Martins e Júlia Buosi**, que foram extremamente acolhedoras quando eu cheguei no departamento e por me ajudarem em todas as dúvidas que tive ao decorrer dos anos. A ajuda de vocês foi essencial, no qual sem ela não poderia concluir a pesquisa. Obrigado por todos os ensinamentos, disponibilidade e paciência comigo. Aos meus colegas de laboratório, **Letícia Morgado, Letícia Maranhão,**

Leandro Santis e **Mylena**, por todas as conversas, dicas e ajuda que me deram. Obrigado por tonarem as nossas rotinas mais divertidas e leves.

Agradeço aos professores do Departamento de Biologia Oral e Biomateriais, **Prof. Dr. Igor Medeiros**, **Profa. Dra. Alyne Simões**, **Prof. Dr. Paulo César**, **Profa. Dra. Josete Meira**, por todos os ensinamentos que vocês me deram ao longo desses anos, tanto em relação a conteúdo, quanto em ensinamentos de vida profissional e de como ser um bom professor. Em especial ao **Prof. Dr. Rafael Ballester**, **Prof. Dr. Roberto Braga**, **Prof. Dr. Fernando Neves** e **Prof. Dr. Victor Arana-Chavez**, que acompanham de perto minha trajetória. Obrigado por sempre estarem disponíveis em me ajudar quando eu mais precisava, pelo carinho e preocupação que sempre tiveram comigo, isso foi essencial para que eu me sentisse acolhido na Faculdade de Odontologia.

À **Profa. Dra. Fernanda Panzeri**, da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, por ser uma professora incrível e que transmitia conhecimento de maneira fácil, divertida e extremamente prazerosa. Obrigado por todos esses ensinamentos e por toda a ajuda que recebi. Toda a minha admiração e carinho a você.

Agradeço imensamente à **Jomara Cardoso**, uma grande colaboradora e incentivadora deste trabalho. Obrigado por todo o suporte, carinho, dicas que você me deu durante todos esses anos. Você é uma mulher poderosa!

Aos meus professores da Universidade Federal do Maranhão, **Prof. Dr. José Roberto de Oliveira Bauer**, **Prof. Dr. José Ferreira Costa** e **Prof. Dr. Breno Mont'Alverne Haddade Silva**, por me apresentarem o mundo da pesquisa e abrirem as portas para que eu pudesse chegar onde eu estou. Obrigado a todo o conhecimento, confiança, incentivo e carinho.

Ao técnico, **Antônio Carlos Lascala**, que me ajudou sempre que podia no departamento. Obrigado pela disponibilidade e paciência em me ensinar a usar os equipamentos do laboratório, pois, sem você, jamais conseguiria fazer a pesquisa. Agradeço ao técnico do Laboratório de Biologia Oral, **Douglas Nasedal**, por ter me ajudado a preparar as soluções para a pesquisa e por me fazer sentir bem-vindo no laboratório. Muito obrigado.

Às secretárias, **Rosa Cristina Nogueira** e **Elidamar Guimarães**, por toda a dedicação e disponibilidade para me ajudar sempre possível. Obrigado pelas conversas diárias e pelos conselhos dados, vocês foram essenciais na minha trajetória. À **Dona**

Fran, por todas as conversas de corredores e pelo café que era indispensável de manhã cedo. Obrigado por todo o carinho e pela preocupação em me ver todos os dias no laboratório.

À **Clínica Capel**, por ter aberto as portas para que eu pudesse executar minha pesquisa e por toda estrutura oferecida.

Ao **Laboratório de Materiais Vítreos (LaMaV)**, por ter fornecidos os materiais necessários para a pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)** – Código de financiamento 001. Portaria nº289, de 28 de dezembro de 2018.

À **Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo** que me acolheu e deu todo o suporte. Obrigado pela oportunidade.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Agradeço infinitamente ao **Prof. Dr. Paulo Eduardo Capel Cardoso**, por ter sido um orientador incrível e ter dividido comigo tanto conhecimento. Lembro como se fosse hoje a primeira vez que conversarmos, e o senhor demonstrou tanto carinho, confiança e aceitou me orientar. Nos primeiros dias da faculdade, você mostrou tanta preocupação com o meu bem-estar na cidade, me senti extremamente acolhido. O senhor me apresentou a pessoas incríveis, abriu dezenas de oportunidades de conhecimento, me ensinou a ser uma pessoa melhor, sempre me tratou de igual para igual e sempre exigiu o melhor de mim, o que eu agradeço imensamente, isso é um ensinamento único e que eu tive a oportunidade de ter. Mesmo com todas as adversidades da vida, o senhor nunca deixou de dar seu máximo, e como já disse uma vez, coordenou uma disciplina com tanta dedicação e excelência, no qual tive oportunidade de participar durante toda a minha pós-graduação. O senhor é um homem guerreiro, incrível e não há palavras suficientes para que eu possa transcrever o quanto você foi importante na minha jornada. Muito obrigado por ter me guiado, e deixo, aqui, toda a minha admiração, carinho e respeito que tenho pelo senhor.

“São nossas escolhas que mostram quem realmente somos, muito mais do que
nossas habilidades.”

Albus Dumbledore

RESUMO

Mendes RP. Avaliação da microdureza e cor no tratamento clareador caseiro associado a biovidros [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2022. Versão corrigida.

Este estudo tem como objetivo avaliar a influência de um gel clareador de peróxido de carbamida à 16% (Whiteness Perfect, FGM, Joinville, SC, Brasil) associados a biomateriais (Biosilicato® ou biovidro F18®), na alteração de cor e microdureza do esmalte e dentina de dentes bovinos. Um espectrofotômetro odontológico (VITA Easyshade Compact, Vident, Brea, CA, USA) foi utilizado para obter as coordenadas de cor (L^* , a^* , b^*), e diferença de cor foi avaliada através do sistema CIELAB (ΔE_{ab}), CIEDE2000 (ΔE_{00}) e índice de clareamento (ΔWID). Foram selecionados 123 dentes bovinos, cor A2 e seccionados usando uma máquina de corte (Isomet 1000, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, EUA). foram seccionados transversalmente 63 desses dentes, com uma porção de esmalte e dentina, para o teste de microdureza (microdureza Knoop), com espessura de 4mm, e divididos, por sorteio, em 3 grupos ($n=21$); 60 dentes foram preparados para a avaliação da mudança de cor (métodos CIELAB, CIEDE2000 e WID), cortados em fragmentos de 7mm X 7mm X 4mm, e divididos, por sorteio, em 3 grupos ($n=20$). Todos os fragmentos foram embutidos em tubos de PVC (policloreto de vinila) com auxílio de resina acrílica quimicamente ativada (Jet, Artigos Odontológicos Clássico Ltda, Brasil) resultando em corpos de prova de 15mm de altura e 20mm de diâmetro. Tanto o teste de microdureza quanto as medições de cor foram realizados inicialmente. Para o grupo controle, os espécimes receberam tratamento clareador com gel clareador de peróxido de carbamida 16%; para o grupo Biosilicato, os espécimes receberam o tratamento clareador associado ao Biosilicato® a 2%; e para o grupo F18®, os espécimes receberam tratamento clareador associado ao biovidro F18 a 2%. O gel foi aplicado na superfície na quantidade de 0,06 gramas no grupo controle e 0,06 gramas mais 2% de material bioativo para os outros dois grupos, pesados com balança analítica de precisão (Adventurer Pro Analytical Balance 260g, Ohaus Corporation, New Jersey, EUA). O gel foi aplicado diariamente, por 8 horas, durante 14 dias consecutivos, conforme orientação do fabricante. Diariamente, ao final do tempo de aplicação, o gel era removido e os espécimes eram imersos em saliva artificial e armazenados a 37°C. Após o tratamento clareador, foram realizadas novas medidas de microdureza e cor. Os resultados de microdureza Knoop

em esmalte e dentina, coordenadas de cor (L^* , a^* , b^*) e o índice de clareamento inicial e final (WI_D inicial e final) foram submetidos à ANOVA de medidas repetidas de dois fatores, seguida do teste de Tukey para contraste de média ($\alpha = 0,05$). As medidas de diferença de cor de ΔE_{ab} , ΔE_{00} e variação do índice de clareamento (ΔWI_D) foram submetidas a ANOVA de medidas repetidas de um fator. Para o grupo controle houve redução estatisticamente significativa nos valores de microdureza do esmalte após o tratamento clareador ($p < 0,05$). Os grupos Biosilicato® e F18® tiveram aumento estatisticamente significativo na microdureza Knoop ($p < 0,05$), quando comparados aos seus valores antes do tratamento. Em relação à dentina, houve, no grupo controle, redução estatisticamente significativa da microdureza após o tratamento clareador ($p < 0,05$), o que também foi observado para os grupos associados ao Biosilicato® e F18®. O grupo de tratamento associado ao Biosilicato® obteve a menor diminuição no valor de microdureza Knoop em dentina, seguido do tratamento associado ao F18®. O grupo controle, por outro lado, teve a maior diminuição da microdureza, sendo estatisticamente diferente dos demais ($p < 0,05$). Em relação aos parâmetros de luminosidade (L^*), a^* e b^* , todos os grupos tiveram aumento estatisticamente significativo no valor quando comparados aos valores iniciais ($p < 0,05$). Quanto à diferença de cor, os três grupos apresentaram ΔE_{ab} sem diferença estatisticamente significativa entre eles ($p > 0,05$). Em relação ao índice de clareamento, após o tratamento clareador, os três grupos tiveram aumento significativo do WI_D , que foi estatisticamente diferente dos valores iniciais ($p < 0,05$). Ao comparar o fator grupo, os três tipos de tratamento não apresentaram diferença estatisticamente significativa no WI_D final ($p > 0,05$). Diante disso, o uso de materiais bioativos associados a um agente clareador reduz os efeitos negativos do tratamento, sem diminuir sua eficácia clareadora.

Palavras-chave: Clareamento. Microdureza. Cor. Material Bioativo.

ABSTRACT

Mendes RP. Evaluation of microhardness and color change in at-home bleaching associated with bioglass [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2022. Versão corrigida.

The aim of this study was to evaluate the influence of a 16% carbamide peroxide whitening gel (Whiteness Perfect, FGM, Joinville, SC, Brazil), associated with biomaterials (Biosilicate® or F18® bioglass), on the color change and microhardness of enamel and dentin of bovine teeth. A dental spectrophotometer (Vita Easyshade Zahnfabrik) was used to obtain the color coordinates (L^* , a^* , b^*), and color change was evaluated using the CIELAB, CIEDE2000 and Whiteness Index (ΔWID). One hundred twenty-three bovine teeth, shade A2, were selected and sectioned using a cutting machine (Isomet 1000, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA). Sixty-three of these were sectioned transversally, with a portion of enamel and dentin, for the microhardness test (Knoop microhardness), with a thickness of 4mm, and evenly divided into 3 groups ($n=21$); 60 teeth were prepared for the color change evaluation (CIELAB, CIEDE2000 and WID methods), cut into 7mm X 7mm X 4 mm specimens, and evenly divided into 3 groups ($n=20$). All specimens were set in in PVC tubes (polyvinyl chloride) with the aid of chemically activated acrylic resin (Jet, Artigos Odontológicos Clássico Ltda, Brazil) resulting in specimens 15mm in height and 20mm in diameter. Both microhardness test and color measurements were carried out. For the control group, the specimens received bleaching treatment with 16% carbamide peroxide bleaching gel; for the Biosilicate Group, specimens received the bleaching treatment associated with Biosilicate® at 2%; and for the F18® group, specimens received bleaching treatment associated with bioglass F18 at 2%. The gel was applied to the surface in an amount of 0.06 grams in the control group and 0.06 grams plus 2% of biomaterial for the other two groups, weighed with a precision analytical balance (Adventurer Pro Analytical Balance 260g, Ohaus Corporation, New Jersey, USA). The gel was applied daily, for 8 hours for 14 consecutive days, according to the manufacturer's instruction. Daily, at the end of the application time, gel was removed, and the specimens were immersed in artificial saliva and store at 37°C. After the whitening treatment new microhardness and color measurements were performed. The results of Knoop microhardness in enamel and dentin, color coordinates (L^* , a^* , b^*) and the initial and final whiteness index WID were subjected to two-way repeated measures ANOVA,

followed by Tukey test for mean contrast ($\alpha=0.05$). The measures for color difference of ΔE_{ab} , ΔE_{00} and whiteness variation using whiteness index ΔWID were subjected to one-way repeated measures ANOVA. For the control group there was a statistically significant reduction in microhardness values for enamel after the bleaching treatment ($p<0.05$). The Biosilicate® and F18® groups had a statistically significant increase in Knoop microhardness ($p<0.05$), when compared to their values before treatment. In relation to dentin, there was, in the control group, a statistically significant reduction in microhardness after the bleaching treatment ($p<0.05$), which was observed for the groups associated with Biosilicate® and F18®, as well. The treatment group associated with Biosilicate® obtained the smallest decrease in the Knoop microhardness value, followed by the treatment associated with F18®. The control group, on the other hand, had the greatest decrease in microhardness, being statistically different from the others ($p<0.05$). Regarding the parameters of luminosity (L^*), a^* and b^* , all groups had a statistically significant increase in value when compared to the initial values ($p<0.05$). In terms of color difference, the three groups presented ΔE_{ab} with no statistically significant difference between them ($p>0.05$). Regarding the whiteness index, after the bleaching treatment, the three groups had a significant increase in WID , which was statistically different from the initial values ($p<0.05$). When comparing the group factor, the three types of treatment had no statistically significant difference in the final WID ($p>0.05$). The use of bioactive materials associated with a bleaching agent reduces the negative effects of the treatment, without diminishing its whiteness effectiveness.

Keywords: Tooth Bleaching. Hardness. Color. Bioglass

LISTA DE FIGURAS

- Figura 4.1 – Escolha do dente bovino (A) e polimento com escova de Robinson em baixa rotacao e pedra-pomes (B). 60
- Figura 4.2 – Fixação do dente bovino no mandril de alumínio (A) na máquina de corte Isomet 1000 com rotação a 200 RPM (B e C) e secção do dente com espessura de 4mm (D) 61
- Figura 4.3 – Fragmento para microdureza com espessura de 4mm(A) e análise de cor com tamanho de 7x7mm (B)..... 61
- Figura 4.4 – Polimento dos corpos de prova na máquina EcoMet 300 com rotacao a 300 RPM (A), utilizando lixa d'água de carbetto de silício (B) e intercalando com ultrassom Kondortech com frequência de 42kHz (C e D) 63
- Figura 4.5 – Fixação dos fragmentos de microdureza e análise de cor com auxilio de uma fita adesiva dupla face (3M) e placa de vidro (A), embutidos em tubos de PVC com resina acrílica autopolimerizável (JET) (B), obtendo-se os corpos de prova com a superfície exposta (C: ΔKHN ; D: análise de cor). 63
- Figura 4.6 – Pesagem das substancia em balança analítica de precisão (Adventurer™) (A), mistura da solução de saliva artificial com barra magnética ajustada na velocidade 4 (B) e ajuste do pH com ácido clorídrico e hidróxido de sódio feita em laboratório (C), armazenamento da solução no frasco e colocado sob refrigeração à 4°C (D)..... 64
- Figura 4.7 – Tabela montada em Excel para classificar os fragmentos em ordem decrescente e obter um ranking em relação a média de $\Delta KHN_{inicial}$ 66

Figura 4.8 – Médias de $\Delta KHN_{inicial}$ em esmalte dos corpos de prova colocadas em ranking decrescente	67
Figura 4.9 – Médias de $\Delta KHN_{inicial}$ em dentina dos corpos de prova colocadas em ranking decrescente	67
Figura 4.10 – Médias dos rankings de esmalte e dentina para obtenção de um novo ranking geral decrescente.	68
Figura 4.11 – Tabela montada em Excel para classificar os corpos de prova em ordem crescente (A) e obter um ranking em relação ao parâmetro de Luminosidade (L^*) baseado no sistema CIELAB, para divisão dos grupos (B).	69
Figura 4.13 – Pesagem do gel clareador Whiteness Perfect à 16% (0,06g) com auxílio de uma balança analítica de precisão (A) e aplicação do gel em toda a superfície do corpo de prova (B).	69
Figura 4.14 – Pesagem dos biovidros (Biosilicato® e F18®) e do gel clareador com auxílio de uma balança analítica de precisão (A e B); mistura feita por 10 segundos com uma espátula metálica em uma placa de vidro (C e D).	70
Figura 4.15 – Aplicação da mistura do gel clareador com o biovidro à 2% em toda a superfície do corpo de prova.	71
Figura 4.16 – Aplicação de uma carga estática de 50 gramas por 15 segundos em esmalte, com um identador de pirâmide alongada, utilizando o microdurômetro HMV-2 Series.	72

Figura 4.17 – Posicionamento do corpo de prova no microdurômetro HMV-2 Series com a sua superfície paralela a base do aparelho, com auxílio de um aplainador.....	72
Figura 4.18 – Endentação em forma de pirâmide alongada com microdurômetro HMV-2 feitas em esmalte e dentina próxima a linha da junção amelodentinária	72
Figura 4.19 – Leitura dos corpos de prova para análise de cor por um espectrofotômetro de reflexão (VITA Easyshade Compact) com auxílio de uma guia de EVA (Whiteness, FGM) contendo um orifício central de 5 mm de diâmetro.....	73
Figura 4.20 - Desenho do delineamento experimental	77

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 6.1 – Médias e desvios-padrão dos valores de microdureza Knoop (KHN) do esmalte em função do tipo de tratamento e do tempo da leitura. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa (two-way repeated measures ANOVA / teste de Tukey ($\alpha = 0.05$)). 80
- Gráfico 6.2 – Médias e desvios-padrão dos valores de microdureza Knoop (KHN) da dentina em função do tipo de tratamento e do tempo da leitura. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa (two-way repeated measures ANOVA / teste de Tukey ($\alpha = 0.05$)). 81
- Gráfico 6.3 – Médias e desvios-padrão dos valores de ΔE_{ab} em função do tipo de tratamento. Limite de perceptibilidade (PT) definido para 1,20. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa (one-way ANOVA ($\alpha = 0.05$)). 82
- Gráfico 6.4 – Médias e desvios-padrão dos valores de ΔE_{00} em função do tipo de tratamento. Limiares de perceptibilidade (PT) definido para 0,80. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa (one-way ANOVA ($\alpha = 0.05$)). 84
- Gráfico 6.5 – Médias e desvios-padrão dos valores de ΔWl_D em função do tipo de tratamento. Limite de perceptibilidade (PT) definido para 0,72. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa (one-way ANOVA ($\alpha = 0.05$)). 85

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Cronologia da evolução no tratamento clareador.	43
Quadro 4.1 - Descrição do material utilizado para a pesquisa.....	58
Quadro 4.2 - Ensaio, grupos experimentais e quantidade de corpos de prova.....	59
Quadro 4.3 - Substâncias utilizadas para preparo de saliva artificial.....	66

LISTA DE TABELAS

- Tabela 5.1 – Médias e desvios-padrão dos valores das coordenadas de cor (L^* , a^* , b^*) em função do tipo de tratamento e do tempo da leitura. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa (two-way repeated measures ANOVA / teste de Tukey $\alpha = 0.05$) 82
- Tabela 5.2 - Médias e desvios-padrão dos valores de ΔW_{ID} inicial e ΔW_{ID} final em função do tipo de tratamento. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa (two-way repeated measures ANOVA / teste de Tukey ($\alpha = 0.05$)) 85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ΔE_{00}	Diferença de cor pelo sistema CIEDE2000
ΔE_{ab}	Diferença de cor pelo sistema CIELAB
ΔWI_D	Diferença de índice de clareamento
ACP	Fosfato de cálcio amorfo
ADA	Associação odontológica americana
ANOVA	Análise de variância
BG	Bioglass 45S5
BS	Biosilicato®
$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$	Hidroxiapatita
CaO	Óxido de cálcio
CEUA	Comitê de Ética no Uso de Animais
CIEDE2000	Comissão Internacional de Iluminação (Delta 2000)
CIELAB	Comissão Internacional de Iluminação (Delta 1976)
EVA	Copolímero etileno/acetato de vinila
FOUSP	Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo
GPa	Gigapascal
HCA	Hidroxiapatita carbonatada
HD	Hipersensibilidade
HO^-	Ânion hidróxido
HOO^-	Ânion perhidroxila
ISO/TR	Organização Internacional para Padronização/Relatório Técnico
JAD	Junção amelodentinária
K^+	Íon potássio
KHN	Microdureza Knoop
LaMaV	Laboratório de Materiais Vítreos
LED	Diodo de emissor de luz

ml	Mililitro
mm	Milímetro
mm ²	Milímetros quadrado
Na ₂ O ₂	Peróxido de Sódio
NBS-USA	Departamento Nacional de Estatística dos Estados Unidos da América
nm	Nanômetro
OO ⁻	Super óxido
P ₂ O ₅	Pentóxido de fósforo
pH	Potencial hidrogênico
PT	Limite de perceptibilidade
PVC	Policloreto de vinila
RPM	Rotação por minuto
SiO ₂	Dióxido de Silício
SiO ₂ –Na ₂ O–K ₂ O–MgO–CaO–P ₂ O ₅	Biovidro F18®
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
WI _D final	Índice de clareamento final
WI _D inicial	Índice de clareamento inicial

LISTA DE SÍMBOLOS

%	porcentagem
°	graus
*	asterisco
°C	graus(s) Celsius
n	números de espécimes por grupo
=	igual a
<	menor que
>	maior que
+	adição
-	subtração
®	marca registrada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	35
2	REVISÃO DA LITERATURA	39
2.1	HISTÓRICO DO CLAREAMENTO EM ODONTOLOGIA	39
2.2	MATERIAIS CLAREADORES DENTAIS NA ATUALIDADE	44
2.2.1	Mecanismo de ação dos géis clareadores	45
2.3	FATORES DAS ALTERAÇÕES DE COR DOS DENTES	46
2.4	COMPOSIÇÃO DOS TECIDOS DENTÁRIOS	47
2.4.1	Esmalte	47
2.4.2	Dentina	48
2.5	EFEITOS ADVERSOS DO CLAREAMENTO DENTAL	48
2.6	MATERIAIS UTILIZADOS PARA MINIMIZAR OS EFEITOS ADVERSOS	49
2.6.1	Agentes dessensibilizantes	49
2.6.2	Biovidro e vitrocerâmicas bioativas	51
3	PROPOSIÇÃO	55
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	55
3.2	HIPÓTESES	55
4	MATERIAL E MÉTODOS	57
4.1	ASPECTOS ÉTICOS	57
4.2	ESTUDO PILOTO	57
4.3	DESENHO DO EXPERIMENTO	57
4.4	CONFEÇÃO DOS ESPÉCIMES	59
4.4.1	Seleção dos dentes e obtenção dos fragmentos	59
4.5	OBTENÇÃO DOS CORPOS DE PROVA	62
4.5.1	Corpos de prova para o ensaio de Microdureza Knoop (KHN)	62
4.5.2	Corpos de prova para análise de cor	63
4.6	PREPARAÇÃO DE SALIVA ARTIFICIAL	64
4.7	SORTEIO E DIVISÃO DOS CORPOS DE PROVA POR GRUPO	66
4.7.1	Sorteio e divisão dos corpos de provas para Microdureza Knoop (KHN)	66
4.7.2	Sorteio e divisão dos corpos de provas para análise de diferença de cor	68

4.8	TRATAMENTO CLAREADOR.....	69
4.9	TESTE DE MICRODUREZA	71
4.10	ANÁLISE DAS DIFERENÇAS DE COR PELOS SISTEMAS CIELAB (ΔE_{AB}) E CIEDE2000 (ΔE_{00})	73
4.11	ÍNDICE DE CLAREAMENTO BASEADO NO SISTEMA CIELAB (WI_D)	75
4.12	LIMITE DE PERCEPTIBILIDADE DE COR NA ODONTOLOGIA.....	76
4.13	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	78
5	RESULTADOS	79
5.1	MICRODUREZA KNOOP	79
5.1.1	Microdureza knoop em esmalte	79
5.1.2	Microdureza knoop em dentina.....	80
5.2	ANÁLISE DE COR PELO SISTEMA CIELAB E CIEDE2000	81
5.2.1	Coordenadas do espaço de cor (L^* , a^* , b^*)	81
5.2.2	Diferença de cor pelo sistema CIELAB (ΔE_{ab})	82
5.2.3	Diferença de cor pelo sistema CIEDE2000 (ΔE_{00})	83
5.2.4	Índice de clareamento (WI_D inicial, WI_D final, ΔWI_D)	84
6	DISCUSSÃO	87
6.1	MICRODUREZA KNOOP EM ESMALTE E DENTINA	88
6.2	ANÁLISE DE COR PELOS SISTEMA CIELAB E CIEDE2000	91
7	CONCLUSÃO.....	95
	REFERÊNCIAS	97
	ANEXO	109

1 INTRODUÇÃO

O clareamento dental é um tratamento comum na prática clínica diária do cirurgião dentista, já que a procura por procedimentos estéticos atualmente é grande (1). Além disso, a cor da estrutura dental influencia no padrão da estética do sorriso, pois sua alteração é de fácil percepção. Portanto, diagnosticar de forma correta a causa das alterações cromáticas, é de suma importância, pois conhecendo a etiologia, o tratamento adequado é corretamente selecionado. (2)

A cor dentária é determinada pela dentina (3) e alterações extrínsecas e/ou intrínsecas podem interferir. Frequentemente manchas extrínsecas estão relacionadas aos hábitos do paciente, como por exemplo a ingestão frequente de bebidas ou de alimentos com pigmentação, como refrigerante, cafés, chás, vinho, cenoura, beterraba, sucos industrializados ou, até mesmo, o consumo de cigarro. As manchas intrínsecas são consequências do consumo de antibióticos, como a tetraciclina, exposição a grandes concentrações de fluoreto. Outra influencia principal é a partir da formação do dente com alterações estruturais de desenvolvimento, como a amelogenese imperfeita ou dentinogênese imperfeita. (2)

Ademais, outra causa para as manchas intrínsecas são as situações de trauma dental. Este evento pode ocasionar a hemorragia pulpar e também a calcificação total da câmara pulpar, no qual o clareamento interno é frequentemente indicado. Adjunto as situações de trauma dental, e, portanto, de competência do endodontista, a eventual necrose pulpar pode ocasionar a formação de produtos e subprodutos no interior do canal radicular que levam à alteração da cor da estrutura dental. (4)

Um dos principais tratamentos utilizados para se obter uma estética dentária satisfatória, de baixo custo e devolvendo a cor original do elemento dental, é o clareamento dental realizado em consultório sob altas concentrações de peróxido de hidrogênio (35% - 38%) ou o paciente realizando em sua própria casa com gel de clareamento de baixas concentrações (5% – 22%) de peróxido de carbamida. (5)

Efeitos colaterais deste clareamento podem acontecer, como diminuição da microdureza do esmalte, aumento da rugosidade e sensibilidade dentária. Após o clareamento, o uso domiciliar de creme dental e enxaguatório bucal com caráter dessensibilizante é uma alternativa para reduzir a sensibilidade. Por outro lado, os tratamentos em consultório podem oferecer uma ampla gama de opções, como o uso

de lasers de baixa potência combinados ou não com agentes dessensibilizantes tópicos. (7)

Em condições adequadas, o clareamento dental é considerado uma abordagem segura, mais fácil e de baixo custo para o tratamento clareador de dentes vitais e não vitais, mas, a hipersensibilidade dentária continua sendo um grande desafio. (11)

Diante disso, alternativas vêm sendo estudadas para melhorar o processo do tratamento clareador, como os biovidros e vitrocerâmicas bioativas. O primeiro biovidro a ser descoberto pelo professor Dr. Larry Hench foi o 45S5 (BG), desenvolvida na década de 60. A sua composição de 46,1 mol. % SiO_2 , 24,4 mol. % Na_2O , 26,9 mol. % CaO e 2,6 mol. % de P_2O_5 , que possui um bom índice de bioatividade, estimula a formação de hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), além de promover a remineralização dos tecidos do dente através da reação com os fluídos corporais, porém sua principal desvantagem seria a sua baixa resistência mecânica. (12, 13)

O BG tem a capacidade de se aderir a dentina formando uma camada superficial de hidroxiapatita e ocluindo os túbulos dentinários, o que é uma ótima alternativa para o tratamento de hipersensibilidade dentinária, já que, ao contrário dos dessensibilizantes, sua ação tem efeito de longa duração. (12, 13)

Para melhorar sua resistência mecânica, é sabido que deve se ter uma cristalização controlada da sua microestrutura, porém essa cristalização pode diminuir ou até inibir a sua capacidade de bioatividade, por isso foram necessários mais estudos para produzir um material que tivesse boas propriedades mecânicas, mas que mantivesse um alto índice de bioatividade. (14, 15)

Com o avanço dos estudos, foi desenvolvido, pelo Laboratório de Materiais Vítreos (LaMaV) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) uma vitrocerâmica, chamada Biosilicato® (BS), a partir da composição do biovidro 45S5, com a cristalização controlada da sua microestrutura. (16-18)

Mesmo com resultados satisfatórios, a fórmula do biovidro foi aperfeiçoada, objetivando melhor performance do material. O biovidro F18 do sistema $\text{SiO}_2\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--MgO--CaO--P}_2\text{O}_5$, também desenvolvido pela LaMaV da Universidade Federal de São Carlos, possui ótimas propriedades mecânicas e tem um maior índice de bioatividade comparado aos outros biovidros, tendo um grande potencial para remineralização dentária e para tratar a HD. Apesar disso, por ser um material novo,

ele carece de estudos que comprovem sua real eficácia quando comparado a outros materiais disponíveis. (19, 20)

Dessa forma, visando os poucos estudos laboratoriais e clínicos que relatam o uso de biovidro e vitrocerâmicas bioativas no clareamento dental para tratamentos de hipersensibilidade dentária e remineralização dentária, torna-se extremamente relevante o desenvolvimento de pesquisas que verifiquem o efeito do Biosilicato® e do F18® quando associado ao gel clareador.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 HISTÓRICO DO CLAREAMENTO EM ODONTOLOGIA

O clareamento de dentes é citado na literatura há mais de 150 anos como uma das opções de tratamento estético. As primeiras menções foram feitas em 1850 por Dwinelle no “American Journal of Dental Science”, quando realizava tratamento endodôntico de abscessos e fissuras, no qual recomendava o uso da cal clorada (21)

Após isto, em 1862, o autor (22) preconiza o uso de ácido oxálico no clareamento dental, mas, só em 1877 acontece a primeira publicação, feita por Chapple (23), sobre a prática do clareamento utilizando esse ácido para remoção de diversos tipos de manchas. Outros estudos (24), e Atkinson, em 1879, apud Baratieri, propuseram o uso de hipoclorito de cálcio como agente clareador de dentes vitais e não vitais, chamado de solução Labarraque.

Diante do desenvolvimento de novos agentes clareadores, em 1884, o pesquisador (25) descreve o uso de peróxido de hidrogênio para clareamento de dentes não vitais. Esta é a primeira publicação científica sobre o uso dessa substância como agente clareador, sendo este usado até os dias de hoje.

Uma década depois, o autor (26) descreveu a técnica de ativação do agente clareador com a aplicação de corrente elétrica, com o objetivo de acelerar o processo de clareamento. O agente clareador, conhecido como Pyrozone, era composto por 5 partes de peróxido de hidrogênio a 25% e uma parte de éter.

Outra substância pesquisada como agente clareador foi o perborato de sódio misturado ao peróxido de hidrogênio a 30%, no qual, o pesquisador (27), em 1924, descreveu o uso dessa substância sobre o esmalte dentário após o tratamento endodôntico, com auxílio do calor como agente acelerador conhecido como técnica termocatálise.

Alguns anos depois, o cientista (28) desenvolveu um método para clarear dentes com fluorose, sendo o primeiro relato de clareamento para tratar este tipo de problema. O agente utilizado foi o Pyrozone com o auxílio de uma fonte de calor (instrumento aquecido) para acelerar a liberação de oxigênio da reação.

Em 1961, propuseram o uso do perborato de sódio agora misturado com água destilada, na forma de pasta, que era aplicado no dente durante várias sessões, e o agente clareador liberava peróxido de hidrogênio gradualmente. (29)

Ainda na década de 60, em 1967, foi proposto um protocolo chamado de “Walking bleaching” (30), baseado nos estudos de outro pesquisador (29), no qual substitui a água destilada por peróxido de hidrogênio a 25%, formando uma mistura conhecida por Superoxol. Essa técnica foi desenvolvida com a intenção de aumentar o efeito do clareamento, já que utilizava dois potentes agentes clareadores, com resultados mais rápidos.

Após isto, no início da década de 70, os autores (31) descreveram, pela primeira vez, a técnica de clareamento em dentes manchados por tetraciclina utilizando peróxido de hidrogênio a 35% e calor. Em 1984, foi introduzido a técnica de clareamento simultânea das duas arcadas com o peróxido de hidrogênio a 70% e fonte de calor (32). E em 1987, foram publicados estudos utilizando peróxido de hidrogênio a 35% associado com lâmpada de comprimento de onda longa. (33, 34)

Um marco importante para a história do clareamento dental se deu 2 anos mais tarde quando, em 1989, propuseram uma técnica inovadora utilizando, como agente clareador, o peróxido de carbamida a 10% com auxílio de moldeiras (nightguard), que foi chamado de tratamento caseiro supervisionado (35). Essa técnica foi descoberta, acidentalmente, quando o ortodontista Dr. Bill Klusmier prescrevia para os seus pacientes com gengivite um antisséptico bucal (gly-oxide), que continha peróxido de hidrogênio como agente ativo. O produto deveria ser aplicado a noite com o auxílio de uma moldeira individual. O autor descobriu que além da desinflamação gengival, os dentes tornaram-se mais claros. Com o passar do tempo, essa técnica foi se popularizando e sendo usada com maiores concentrações de carbamida (15%, 16%, 20% para tratamento caseiro e 35% e 37% para tratamento de consultório). (36)

A técnica caseira supervisionada surgiu como uma alternativa de tratamento clareador, que até então era realizado somente em consultório, e que tinha como principal efeito colateral a sensibilidade dental. Em 1991, os pesquisadores (37) publicaram os resultados de um estudo clínico onde afirmavam a segurança do tratamento, e que deveria ser o tratamento de escolha, na opinião dos autores.

Logo após, em 1993, descreveram 3 tipos de tratamento clareador para dentes vitais: o clareamento de consultório com a utilização de peróxido de hidrogênio em alta concentração (30%), o clareamento caseiro com peróxido de carbamida (técnica nightguard) e o clareamento caseiro com peróxido de hidrogênio a baixas concentrações (3 a 6%) (38).

Com a finalidade de acelerar os resultados dos tratamentos clareadores, novas técnicas foram introduzidas aos tratamentos clareadores de consultório. Os autores (39), em 1992, descreveram a técnica de clareamento utilizando peróxido de hidrogênio a 35% com a ativação por luz visível, no qual chegaram a conclusão de que esta técnica garantia ótimos resultados em menos tempo em relação ao tratamento clareador convencional, já que o uso da luz visível acelera a reação química do peróxido de hidrogênio. Além disso, os autores consideravam a técnica mais segura em relação a técnica com auxílio de uma fonte de calor. Já nos anos 2000, fizeram uso de laser e fotopolimerizador no tratamento clareador, no qual não conseguiram determinar se os agentes ativadores melhoravam o tratamento clareador. (40)

Entretanto, ainda no início dos anos 2000, foi preconizado o clareamento com LED associado a laser infravermelho, apresentando um bom controle da sensibilidade durante o procedimento operatório, menos contato do agente clareador com o dente, menor aumento de temperatura no substrato e obtendo bons resultados no clareamento. (41)

Com o objetivo de encontrar mais resultados sobre o uso do laser e LED no clareamento dental, os autores (42), em 2020, pesquisaram sobre a efetividade de diferentes técnicas de clareamento, incluindo a utilização dos lasers de diodo e érbio, no qual encontraram aumento de sensibilidade pós-operatória tanto no convencional quanto no laser de diodo. Já o laser de érbio demonstrou bons resultados frente a sensibilidade.

Buscando novas estratégias para diminuir os efeitos adversos do gel clareador, novas técnicas vêm surgindo, como a utilização de LED violeta sem o uso do gel clareador. Estudos mostram que é possível clarear os dentes apenas com o LED violeta, já que o pico de absorbância das moléculas pigmentadas do esmalte coincide com banda de emissão do LED violeta com comprimento de onda de 405nm, causando um efeito fotolítico nas moléculas (9). Há de se esperar que essa técnica melhore a hipersensibilidade pós-operatória e não afete de maneira negativa a microdureza. (43-46)

Apesar de todas essas novas abordagens, atualmente a sensibilidade trans e pós-operatória ainda é o principal efeito adverso do tratamento clareador. Os agentes remineralizadores e dessensibilizantes, como nitrato de potássio e fluoreto de sódio, incorporados aos géis clareadores com a finalidade de diminuir os efeitos adversos

do clareamento dental, também não resolvem o problema. Assim, materiais como biovidros e vitrocerâmica bioativas vem sendo estudados para verificar a sua eficácia contra a sensibilidade no tratamento clareador.

Quadro 2.1 - Cronologia da evolução no tratamento clareador

Autor	Ano	Tratamento Clareador
Dwinelle	1850	Cal clorada
Atkinson e Chapple	1862 e 1877	Ácido oxálico
Taff e Atkinson	1878	Solução Labarraque
Harlan	1884	Peroxido de hidrogênio
Westakle	1894	Pyrozone com aplicação de corrente elétrica
Printz	1924	Perborato de sódio com peroxido de hidrogênio associado a uma fonte de calor
Ames	1937	Pyrozone associado a uma fonte de calor para tratamento de fluorose
Spasser	1961	Perborato de sódio misturado com água destilada
Nutting & Poe	1967	Superoxol (Walking Bleaching)
Cohen e Parkins	1970	Peroxide de hidrogênio à 35% e fonte de calor em dentes manchados por tetraciclina
Zaragoza	1984	Clareamento das duas arcadas simultâneas, utilizando peróxido de hidrogênio à 70% e fonte de calor
Feinmain	1987	Peroxido de hidrogênio associado a lâmpada de comprimento de onda longa
Heywood e Heymann	1989	Peroxido de carbamida à 10% com auxílio de moldeiras (nightguard)
Hanosh e Hanosh	1992	Peroxido de hidrogênio à 35% associado a luz visível
White et al.	2000	Peroxido de hidrogênio associado a laser e fotopolimerizador
Zanin e Brugnera	2004	Peroxido de hidrogênio associado a LED e laser infravermelho
Panhóca	1017	LED violeta sem o uso de gel clareador

Fonte: o autor.

2.2 MATERIAIS CLAREADORES DENTAIS NA ATUALIDADE

Apesar da literatura apresentar diferentes agentes clareadores, a totalidade dos produtos na atualidade apresenta o peróxido de hidrogênio ou seu antecessor, o peróxido de carbamida, como principal ingrediente ativo.

Neste sentido, há duas abordagens para o tratamento de clareamento dental: técnica de consultório e caseira supervisionada (47). Na primeira, são empregados géis à base de peróxido de hidrogênio em alta concentração (entre 25% e 40%), que podem ainda receber a aplicação ou não de luz visível (de 400nm a 470nm) na tentativa de potencializar o resultado do clareamento (48). O gel é aplicado após a proteção dos tecidos moles com compósitos fotoativados especificamente desenvolvidos para este fim.

Já na técnica caseira supervisionada, são usados géis de peróxido de hidrogênio em baixa concentração (10 a 14%), ou peróxido de carbamida, em concentrações que variam entre 10% a 22%. (49)

Há ainda a possibilidade de combinar as duas técnicas maximizando os resultados. Já para dentes não-vitais, onde o escurecimento é muito mais intenso, recomenda-se a utilização da técnica de clareamento em consultório. (50)

Ainda sobre a técnica de consultório, pesquisadores (51) afirmam que, para atingir o grau de satisfação do paciente, são necessárias, em média, 5 sessões em dentes com tons mais escurecidos. Como desvantagem, essa técnica aumenta o custo do tratamento e pode levar a grandes sensibilidades trans e pós-operatórias.

Para dentes não vitais pode-se utilizar tanto o peróxido de hidrogênio, quanto o perborato de sódio (52). Pela técnica imediata, se utiliza o peróxido de hidrogênio na parte externa do dente e no interior da câmara pulpar. E na técnica mediata, o agente clareador utilizado é o perborato de sódio associado a água destilada ou misturado com peróxido de hidrogênio. (53, 54)

Já na técnica de clareamento caseiro supervisionado, o gel clareador é aplicado pelo paciente, por meio de moldeiras individuais, com a supervisão do dentista. São utilizados géis com baixas concentrações de peróxido, principalmente o peróxido de carbamida entre 10 e 22%, ou o peróxido de hidrogênio com concentrações de 4% a 14%, com variação de tempo de aplicação de acordo com a recomendação do fabricante e a prescrição do dentista (55). Esse tratamento garante resultados com

menor sensibilidade se comparado à maioria dos tratamentos de consultório, porém, como desvantagem, exige um maior tempo de tratamento. (56)

A associação das técnicas de consultório e caseira é considerada o melhor tratamento clareador atualmente, já que ele garante resultados mais rápidos e estáveis ao longo prazo por combinar as vantagens dos dois tratamentos. A técnica consiste, primeiramente, em sessões de clareamento no consultório com um agente clareador em concentrações mais altas, e, posteriormente, é realizado a técnica caseira supervisionada. (57-61)

2.2.1 Mecanismo de ação dos géis clareadores

O mecanismo de ação dos agentes clareadores ainda é assunto de estudo e precisa ser melhor entendido. O processo do clareamento dental se dá com a decomposição do peróxido de hidrogênio, que irá gerar íons e radicais livres, que dado o seu baixo peso molecular, irão penetrar em esmalte e dentina, e através de uma reação química com os pigmentos dos dentes, irá clarear a estrutura dental (55, 62). O peróxido de carbamida também é bastante usado no clareamento dental, no qual, sua decomposição resulta em peróxido de hidrogênio (que também irá se dissociar em íons e radicais livres), uréia, entre outros componentes. Assim, o agente clareador que irá reagir com os pigmentos do dente é o peróxido de hidrogênio. (63-66)

Independentemente de usarmos peróxido de hidrogênio ou de carbamida, o processo clareador consiste em uma reação química de oxirredução, tendo como alvo os pigmentos presentes na estrutura dental. Tais pigmentos têm em suas moléculas grupos cromóforos, substâncias estas responsáveis pela cor, e que são, na sua maioria, compostos orgânicos de cadeia longa, que apresentam ligações simples e duplas e possuem diferentes radicais, grupamentos químicos e anéis contendo heteroátomos. Essas moléculas são degradadas através de uma reação de oxirredução, que envolve transferência de elétrons. Essa transferência acontece entre um agente redutor, que é uma espécie química que doa elétron para o meio, e um oxidante, que capta estes elétrons. (67, 68)

Sendo assim, o peróxido de hidrogênio atua como um agente oxidante que, à medida que se desloca pela estrutura do dente, se dissocia e produz radicais livres instáveis, como: radicais hidroxila ($\text{HO}\bullet$) sob condições alcalinas; radicais perhidroxila ($\text{HOO}\bullet$), ânion superóxido (OO^-) e ânion perhidroxila (HOO^-). Esses radicais tem a

capacidade de receber elétrons livres dos pigmentos (agente redutor), que altera as suas estruturas químicas quebrando suas ligações duplas, eliminando o caráter cromóforo. Ou seja, essas moléculas serão clivadas em moléculas mais simples, que no final do processo serão eliminados parcialmente ou totalmente da estrutura do dente por difusão. (55, 56)

O ponto de saturação do clareamento ocorre quando as moléculas do pigmento param de ser quebradas (69). Consequentemente, o sucesso dos agentes clareadores dependerá da capacidade de ele penetrar na estrutura dental e permanecer tempo suficiente para quebrar a molécula pigmentada.

2.3 FATORES DAS ALTERAÇÕES DE COR DOS DENTES

As discussões sobre a etiologia das alterações de cor da estrutura dental acontecem há muito tempo e são importantes no planejamento do tratamento clareador. Em 1993, foi proposto uma classificação e que é simples e ao mesmo tempo completa. Nela as alterações são classificadas quanto a sua origem: por fatores extrínsecos ou intrínsecos. (70)

As alterações extrínsecas são muito frequentes, resultado do depósito de substâncias na superfície do dente, que podem penetrar através no esmalte (71). Elas podem ser decorrentes da ingestão de bebidas e alimento que possuem grupos cromóforos, como: café, chá, refrigerantes, vinho, beterraba, cenoura, etc. Além disso, o hábito de fumar tabaco, utilização em excesso de medicamentos como clorexidina, ou, até mesmo, acúmulo de biofilme e bactérias cromogênicas podem acarretar manchas de origem extrínsecas. (48, 71-74)

Já as alterações por fatores intrínsecos podem ser de origem pré-eruptiva ou pós-eruptiva. As pré-eruptivas são as alterações de cor causadas por uso excessivo de flúor ou de tetraciclina, ou defeitos dos tecidos, como amelogênese e dentinogênese imperfeita. As pós-eruptivas são provocadas por traumatismo, necrose, reabsorção de dentina ou deposição fisiológica de dentina secundária. (48)

2.4 COMPOSIÇÃO DOS TECIDOS DENTÁRIOS

2.4.1 Esmalte

O esmalte dental apresenta como principal característica sua alta dureza, sendo considerado o tecido mais mineralizado do corpo humano (73). Apresenta 96% de conteúdo inorgânico, composta por fosfato de cálcio cristalino e de apatita que pode estar apresentado nas formas hidroxí, carbonatada ou fluoretada. Além disso, os 4% são de água e material orgânico, que consiste em proteínas, proteoglicanos e lipídios. (73, 75)

Apesar da fase inorgânica ser composta principalmente por cálcio e fosfato, ela apresenta pequenas quantidade de outros elementos químicos como: alumínio, bário, estrôncio, magnésio, vanádio, ferro, estrôncio, potássio e zinco, possuindo alta dureza, que varia entre 3,1 a 4,7 GPa. Não possui colágeno, mas há proteínas que garantem o desenvolvimento do esmalte e servem de base para sustentação da estrutura na fase de desenvolvimento. (76, 77)

Analisando o esmalte microscopicamente, é apresentado algumas regiões superficiais aprismáticas, interprismáticas e prismáticas. O esmalte aprismático caracteriza-se por cristais de hidroxiapatita perpendicular à superfície, organizados uniformemente de maneira paralela entre si. O esmalte interprismático se encontra entre os prismas e possui menor grau de mineralização. Já o esmalte prismático caracteriza-se pela maior quantidade de prismas organizados em colunas, que passam por toda a estrutura do tecido. (78)

Apesar do esmalte ser considerado o tecido mais mineralizado e duro do corpo humano, observa-se um grau de permeabilidade. A presença dos espaços intercristalinos, que podem conter o material orgânico, atua como uma via de difusão de substâncias. (76)

O esmalte jovem é considerado como um tecido semipermeável, que permite a passagem de água e substâncias com baixo peso molecular. Ao longo do tempo, o esmalte vai se tornando menos permeável, pois, incorpora íons como o flúor, cálcio e fósforo, formando a fluorapatita e diminuindo o tamanho dos poros. (77)

Mesmo assim, o estudo realizado por Atkinson, mostrou a capacidade do esmalte ser semipermeável ou permeável, dependendo do peso molecular dos íons, que de acordo com ele, se deve a presença da matéria orgânica do esmalte. (79)

2.4.2 Dentina

A dentina é considerada um tecido mineralizado constituída por 70% de matéria orgânica, 20% de matéria orgânica e 10% de água, que quando comparado ao esmalte é considerado um tecido menos mineralizado, menos duro e mais permeável, cuja principal função estrutural é garantir suporte mecânico para o esmalte. A sua fase inorgânica é composta por cristais de hidroxiapatita pobre em cálcio, e a sua fase orgânica é constituída por colágeno tipo I, frações de colágeno tipo III e V, proteoglicanos, glicoproteínas e proteínas não colágenos. (79-82)

A densidade dos túbulos dentinários varia de acordo com a região da dentina. Esses túbulos convergem em direção a câmara pulpar, e por apresentar maior quantidade de dentina peritubular na região próximo à junção amelodentinária (JAD) (750nm) do que na região próximo a câmara pulpar (400nm), há maior presença de túbulos próximo a polpa (cerca de 45.000 a 60.000 túbulos por mm²) do que na JAD (cerca de 15.000 a 20.000 túbulos por mm²), o que garante maior permeabilidade dentinária na região próxima a polpa. (83)

Além disso, esses túbulos alojam extensões celulares dos odontoblastos e a presença do fluido dentinário, que se orienta bidirecionalmente, e garante sensibilidade pulpar. Essa sensibilidade é explicada pela teoria de Brannstrom, na qual se dá através da movimentação rápida do fluido, em resposta aos estímulos de frio, calor ou pressão osmótica. Ademais, os túbulos dentinários servem como uma via de difusão para substâncias que podem desencadear uma resposta sensitiva do tecido pulpar. (84)

2.5 EFEITOS ADVERSOS DO CLAREAMENTO DENTAL

Estudos demonstram que o principal efeito adverso do tratamento clareador é a sensibilidade dentária, desencadeada especialmente quando da ingestão de alimentos ou bebidas frias. Além disso, pesquisas comprovam que outros efeitos do clareamento podem ocorrer no esmalte que são: diminuição da dureza superficial alterações de rugosidade superficial, degradação da estrutura mineral e alterações morfológicas (85, 86). Do ponto de vista de alguns autores (87), estas alterações de esmalte aumentam a sua permeabilidade tendo como consequência a sensibilidade transitória ao frio. Outros estudos relatam que a maior difusão do peróxido de

hidrogênio pelos tecidos dentários, devido ao seu baixo peso molecular e pela sua capacidade de desnaturar proteínas do tecido pulpar, que podem resultar em reações pulpares. (63, 88, 89)

Essas reações pulpares são consideradas reversíveis, caso o tratamento clareador seja interrompido, e, apesar de não haver consenso, alguns estudos relacionam a alta concentração de peróxido de hidrogênio e o longo período de uso com uma maior hipersensibilidade. (90)

Quando se fala em composição química, alguns estudos mostram a perda de cálcio, principalmente quando o agente clareador utilizado é o peróxido de hidrogênio (91). Em 2004, alguns pesquisadores avaliaram a rugosidade, a morfologia e a microdureza de dentes humanos, nos quais observaram um aumento significativo na rugosidade superficial e diminuição da sua microdureza. (92)

Quanto à microdureza, estudos mostram que maiores concentrações de géis, além de longo período de tratamento, apresentam como efeito maiores reduções da microdureza do esmalte. Em 2010, foi avaliado a microdureza de esmalte após o tratamento clareador com peróxido de hidrogênio a 35%, com ou sem a presença de cálcio em sua composição, no qual foram encontrados valores menores de microdureza em géis que não continham cálcio. (93)

2.6 MATERIAIS UTILIZADOS PARA MINIMIZAR OS EFEITOS ADVERSOS

Para minimizar esses efeitos adversos, medidas como: o uso de dessensibilizantes como tratamento, ou, até mesmo, incorporado nas formulações dos géis clareadores (94), e o uso coadjuvante de materiais bioativos têm sido pesquisado.

2.6.1 Agentes dessensibilizantes

Dentre os agentes dessensibilizantes utilizados para tratar a sensibilidade dental, os mais empregados são o nitrato de potássio e o fluoreto de sódio. (94-96) O efeito do nitrato de potássio como dessensibilizante ocorre, pois os íons K⁺ atravessam toda a estrutura dentária (97), despolarizam e impedem a condução do impulso nervoso. Já o flúor atua no processo de remineralização da estrutura dental, principalmente em dentina, onde pode ocorrer o selamento e obliteração dos túbulos dentinários. (98)

Existem ainda outros dessensibilizantes, normalmente incorporados em dentifrícios, como o fluoreto estanoso, o cloreto de estrôncio, o oxalato de potássio e o fosfato de cálcio. (94-96)

Alguns estudos foram feitos para analisar a eficácia desses dessensibilizantes frente ao tratamento clareador. Em 2018, os autores (99) realizaram um estudo randomizado triplo-cego que tinha como objetivo avaliar o risco e a intensidade da sensibilidade e a alteração de cor em um clareamento caseiro. Como agente dessensibilizante utilizaram o nitrato de potássio a 3% e 0,2% de fluoreto de sódio e gel de peróxido de carbamida a 10% sem dessensibilizante previamente incorporado a formula (Whiteness Perfect, FGM). A incorporação do agente dessensibilizante ao gel clareador não diminuiu a sensibilidade dentinária.

Porém, outros estudos (100), no ano de 2015, em uma revisão sistemática, avaliaram a eficácia do nitrato de potássio e fluoreto de sódio como agente dessensibilizantes e concluíram que esses agentes reduzem a sensibilidade dental do tratamento clareador.

De acordo com a literatura, os túbulos dentinários são efetivamente obliterados com flúor quando se há oferta de cálcio e de ânions como fosfato. Além disso, é provável que a incorporação do fluoreto a dentina seja interrompida devido as variações de pH que ocorre na boca (101). Desta forma, foram desenvolvidos substancias que possam fornecer cálcio e fosfato para a estrutura dental, junto com o fluoreto, para ajudar a obliterar os túbulos dentinários. (87)

Apesar de praticamente 100% dos clareadores possuírem os agentes dessensibilizantes nitrato de potássio e flúor, a sensibilidade trans e pós operatória nos tratamentos caseiros supervisionados ainda persiste, assim fica claro que outras abordagens são necessárias. O uso de materiais bioativos como o fosfato de cálcio amorfo e biovidros são abordagens diferentes que devem ser avaliadas.

A American Dental Association (ADA), desenvolveu uma substância à base de cálcio e fósforo, chamado de ACP (amorphous calcium phosphate), cuja função é remineralizar a estrutura dental, além de ter capacidade de reduzir a sensibilidade ao frio e calor, pois, quando aplicado na superfície do esmalte, eles são capazes de obliterar os túbulos dentinários. (87)

2.6.2 Biovidro e vitrocerâmicas bioativas

Esses materiais bioativos foram descobertos e desenvolvidos por Hench, na década de 60, com o desenvolvimento do Bioglass 45S5 (BG), que é composto por NaO, CaO, P₂O₅ e SiO₂. O BG é um material altamente biocompatível, com propriedades osteoindutoras e osteocondutoras (62, 102). Em meio aquoso, esse material bioativo tem a capacidade de formar hidroxiapatita carbonatada (HCA), que é semelhante ao mineral biológico (hidroxiapatita), o que promove uma forte ligação interfacial entre eles, por isso foi muito utilizado na regeneração óssea e na engenharia de tecidos. (62, 103, 104)

O BG tem a capacidade de prevenir ou tratar os defeitos estruturais causados pela desmineralização, e por causa da formação da camada de HA, se for utilizado antes, durante e após o tratamento clareador caseiro supervisionado, pode contribuir para a redução ou eliminação da sensibilidade. Além disso, por ser um sal alcalino, o BG também é capaz de tamponar a acidez dos géis clareadores, quando incorporado, o que pode reduzir a desmineralização. (105)

A partir desse material bioativo, outros produtos foram derivados para aplicação na odontologia, como o PerioGlas (NovaBone Osteobiologics, Jacksonville, FL, EUA) e NovaMin (NovaMin Technology, Alachua, FL, EUA). Alguns estudos mostraram que esse material pode obliterar os túbulos dentinários, inibir a desmineralização da dentina, além de promover a sua remineralização (106). Além disso, outro estudo (107) mostrou que a camada de HCA permanece fortemente aderida aos túbulos dentinários, sendo capaz de resistir a ácidos e abrasivos. Ademais, é possível encontrar outros estudos in vitro feitos com o NovaMin, que demonstram a capacidade desses materiais bioativos em selar os túbulos dentinários de 35% a 75%, quando aplicado sobre a estrutura dentária. (108)

Com o avanço dos estudos dos materiais bioativos e com o interesse de se desenvolver um produto com melhores características, ou seja, melhores propriedades mecânicas associando a um alto índice de bioatividade, a criação de materiais vitrocerâmicos a partir da cristalização controlada de vidros semelhantes ao BioGlass 45S5 foi vista como uma opção promissora. (16)

Diante disso, o Laboratório de Materiais Vítreos (LaMaV) da Universidade Federal de São Carlos desenvolveu uma vitrocerâmica bioativa denominada de Biosilicato(R) (P₂O₅-Na₂O-CaO-SiO₂), que tem a composição próxima ao Bioglass®

45S5, mas, com propriedades mecânicas superiores, já que a sua microestrutura apresenta cristalinidade de 99,5% e um alto índice de bioatividade, além de apresentar mais tenacidade na sua forma monolítica, partículas mais regulares e ter uma melhor usinabilidade. (16)

Um dos primeiros usos do Biosilicato® em odontologia e que obteve ótimos resultados, foi para tratar a HD como alternativa aos produtos que utilizam sais de potássio, estanho, entre outros mais, e que atuam sobre a ativação neural e transmissão de dor, mas que possuem ação temporária (16-18, 109, 110). Diferente deles, o Biosilicato® produz uma resposta do tecido biológico ao entrar em contato com ele, com a capacidade de se depositarem e ocluírem os túbulos dentinários a partir da formação de HA em sua superfície, o que diminui drasticamente a hipersensibilidade e de maneira mais rápida (111). A sua vantagem em relação aos vidros bioativos seria a capacidade de criar partículas mais regulares e menos abrasivas e que poderia ser usado no tratamento da hipersensibilidade incorporados aos dentifrícios. (16, 112, 113)

Um estudo feito com Biosilicato® em alta concentração associado a dentifrícios foi capaz de influenciar positivamente na remineralização dental, além de diminuir a hipersensibilidade. Então, levando em consideração suas propriedades, a utilização da vitrocerâmica bioativa no tratamento clareador aparenta ser bastante promissor. (114)

Apesar da hipersensibilidade pós operatória passar em poucos dias e de maneira gradual, alternativas para evitá-la pode ser útil para pacientes que possuem dentes muito sensíveis antes do tratamento clareador, além de ajudar na remineralização do esmalte dentário. Um estudo feito in vitro com géis clareadores caseiros associados ao Biosilicato® mostrou que a dentina tratada apresentou túbulos dentinários ocluídos quando comparado ao grupo que não recebeu o biovidro, porém os autores afirmam precisar de mais estudos, já que não houve diferença significativa (115). Outros estudos in vitro demonstraram um ótimo poder remineralizador quando comparado a outras substâncias, com resultados satisfatórios em relação a obliteração dos túbulos dentinários, levando apenas 24 horas para formação de HA superficial recobrando toda a dentina, podendo ser uma boa alternativa para hipersensibilidade dentinária. (116, 117)

Além do in vitro, há estudo in vivo feito com 142 pacientes para testar o Biosilicato® como tratamento de HD comparado a outros produtos, apresentando melhor redução imediata e a longo prazo da sensação dolorosa. (111)

Mais recentemente, um outro biovidro, chamado F18 de composição $\text{SiO}_2\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--MgO--CaO--P}_2\text{O}_5$, foi desenvolvido pelo mesmo laboratório que produziu o Biosilicato® (LaMaV) da Universidade Federal de São Carlos. Esse novo biovidro apresenta maior bioatividade, efeito bactericida, estabilidade em relação a cristalização precoce, além de ter rápida liberação iônica que pode neutralizar um meio ácido e reduzir a desmineralização quando comparado aos outros biovidros, porém, não existe muito estudos que compare com outros produtos oferecidos pelo mercado. (19, 20)

Um estudo in vitro e in vivo comparou o uso do F18 com outros produtos disponíveis no mercado frente à remineralização e ao tratamento da HD, apresentando um ótimo poder de remineralização tanto para o F18, quanto para o Biosilicato® em relação aos outros produtos (saliva artificial, flúor gel acidulado e verniz fluoretado). Além disso, nos resultados in vivo, o F18 se apresentou como uma alternativa efetiva para o tratamento da HD. (19)

Porém, mais estudos são necessários para que comprove a real eficácia dos novos biovidros, principalmente quando se trata de HD causada pelo tratamento clareador. A associação dos biovidros e vitrocerâmicas bioativas associado ao gel clareador pode ser um tratamento viável para a HD pós clareamento.

3 PROPOSIÇÃO

Com base no exposto, o objetivo geral deste estudo foi avaliar o efeito da associação do Biosilicato® e do F18® a um gel clareador à base de peróxido de carbamida 16% em relação a alterações de cor e de microdureza de esmalte e de dentina de dentes bovinos, após tratamento clareador seguindo as instruções do fabricante do gel utilizado.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar uma análise comparativa da cor dos dentes e da microdureza do esmalte e da dentina de dentes bovinos, antes e após o tratamento com o gel clareador caseiro de peróxido de carbamida (Whiteness Perfect a 16%, FGM, Joinville, SC, Brasil) com ou sem adição da vitrocerâmica Biosilicato® ou biovidro F18® a partir dos seguintes testes:

1. Microdureza Knoop
2. Alteração de cor, avaliando os parâmetros L^* , a^* , b^* , ΔE (CIELAB e CIE2000)
3. Índice de clareamento (WI_D)

3.2 HIPÓTESES

Nula: Os três tratamentos clareadores produzirão melhora dos parâmetros de cor e piora da microdureza em esmalte e dentina

Alternativa: O tratamento clareador caseiro com biovidro produzirá mudança semelhante ao controle no que se refere a cor, sem mudança significativa da microdureza

4 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada no laboratório do Departamento de Biomateriais e Biologia Oral da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

4.1 ASPECTOS ÉTICOS

O presente estudo foi submetido ao Comitê de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (CEUA), onde obteve a isenção de sua análise (Protocolo CEUA/FOUSP), pois o estudo se trata de uma pesquisa feita com dentes bovinos obtidos em frigoríficos. (Anexo A)

4.2 ESTUDO PILOTO

O estudo piloto foi realizado para investigar a viabilização do experimento e poder ajustar os detalhes da metodologia futura. Para isto, foi utilizado uma N menor de corpos de prova para avaliar as variáveis aplicadas, resultados e o desvio-padrão. Desta forma, alguns ajustes no processo de confecção de corpos de prova foram feitos:

- a) Foi necessário redimensionar o tamanho do espécime para análise de cor, para que a leitura com o espectrofotômetro fosse feita de maneira adequada (ponta do aparelho perpendicular a superfície do corpo de prova). Os corpos de prova foram submetidos a politriz para planificar a superfície.
- b) Os corpos de prova ficaram armazenados em estufa a 37°C durante todo o tratamento clareador para simular a cavidade bucal.

4.3 DESENHO DO EXPERIMENTO

Para realização do experimento foram utilizados 123 dentes bovinos, hígidos, de cor A2, uma vitrocerâmica bioativa (Biosilicato®), um biovidro (F18®), um gel

clareador à base de peróxido de carbamida 16% e saliva artificial (Quadro 4.1). Foram confeccionados 63 corpos de prova para microdureza (n=21) e 60 corpos de prova para análise de cor (n=20). Os corpos de prova foram divididos em 3 grupos, de acordo com o gel a ser aplicado, como descrito no Quadro 4.2. Para o teste de microdureza knoop foi utilizado um microdurômetro HMV-2 Series (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) e para a análise espectrofotométrica utilizou-se um espectrofotômetro por refletância (VITA Easyshade Compact, Vident, Brea, CA, USA).

Quadro 4.1 - Descrição do material utilizado para a pesquisa

Material	Fabricante	Composição
Biosilicato®	LaMaV (UFSCAR)	*Sistema Quaternário P_2O_5 - Na_2O - CaO - SiO_2
Biovidro F18®	LaMaV (UFSCAR)	* SiO_2 - Na_2O - K_2O - MgO - CaO - P_2O_5
Clareador Whiteness Perfect 16%	FGM	*Peróxido de Carbamida, Carbopol neutralizado, Nitrato de potássio, Fluoreto de sódio, Umectante (Glicol), Água deionizada.
Saliva artificial	Pesquisador (FOUSP)	Cloreto de Cálcio, Benzoato de Sódio, Fosfato monobásico de sódio, Cloreto de Potássio, Trizma, Água deionizada

Fonte: *fornecido pelo fabricante.

Quadro 4.2 - Ensaio, grupos experimentais e quantidade de corpos de prova

Ensaio	Grupo	Sigla	Biovidro	Quantidade	Total
Microdureza Knoop	1	GC	Sem	21	63
	2	GB	Biosilicato®	21	
	3	GF	F18®	21	
Análise de cor	1	GC	Sem	20	60
	2	GB	Biosilicato®	20	
	3	GF	F18®	20	
					123

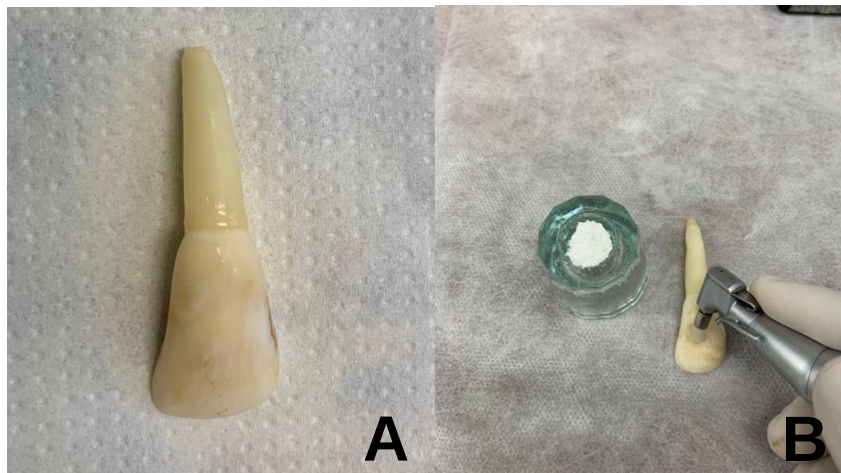
Fonte: o autor.

4.4 CONFECÇÃO DOS ESPÉCIMES

4.4.1 Seleção dos dentes e obtenção dos fragmentos

Foram selecionados 123 incisivos inferiores bovinos hígidos, sendo 63 para o teste de microdureza e 60 para análise espectrofotométrica/cor. Os dentes foram obtidos em frigorífico, depois de limpos foram selecionados apenas os dentes sem defeitos superficiais, desgastes ou trincas (Figura 4.1A). Após isto, foi feita a profilaxia com escova de Robinson (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) em baixa-rotação (Kavo® do Brasil Indústria e Comércio Ltda., Joinville, SC, Brasil), pedra-pomes (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e água e, então, os dentes na tonalidade desejada (A2) foram armazenados sob refrigeração a 4°C, imersos em uma solução de água destilada (Figura 4.1B).

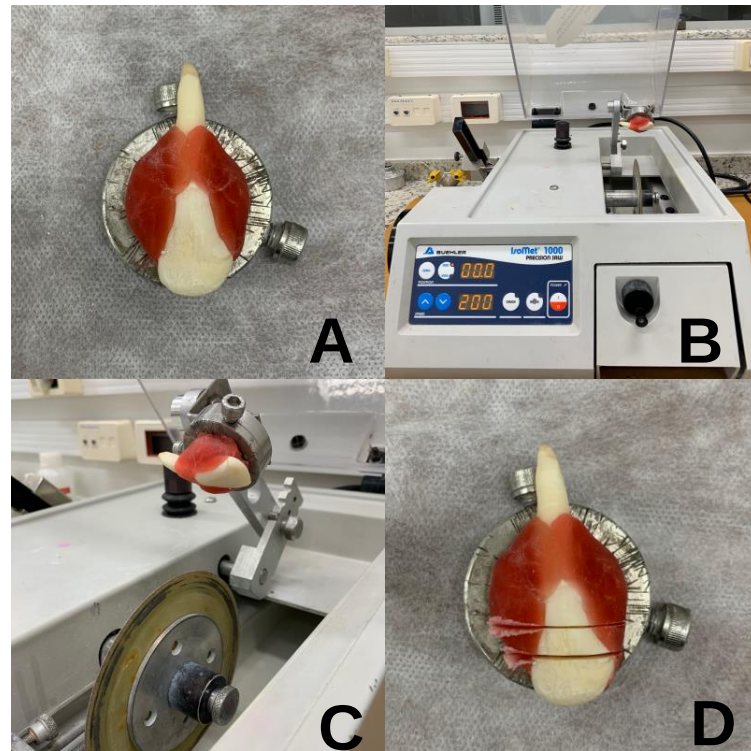
Figura 4.1 – Escolha do dente bovino (A) e polimento com escova de Robinson em baixa rotação e pedra-pomes (B)



Fonte: o autor.

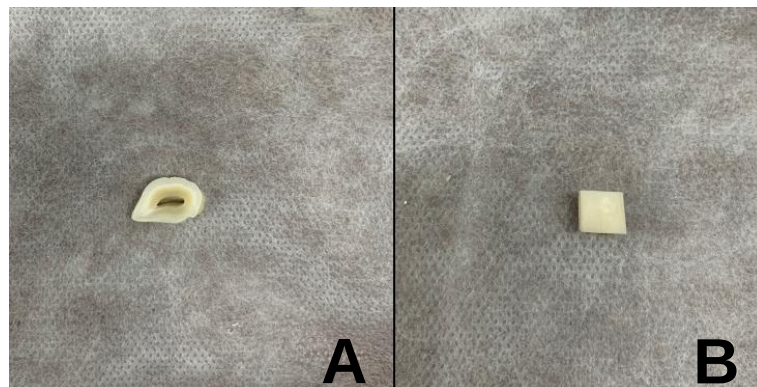
Os dentes bovinos foram fixados com cera pegajosa (Lysanda Produtos Odontológicos Ltda, São Paulo, SP, Brasil) em tubo PVC (policloreto de vinila) e o seccionamento dos dentes foi realizado com disco diamantado dupla-face (Buehler UK Ltd, Lake Bluff, IL, EUA) com rotação a 200 rpm sob constante refrigeração e o corpo de prova acoplado no mandril de alumínio para amostra, em uma máquina de cortes (Isomet 1000, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, EUA) com o objetivo de obter fragmentos do terço médio dos dentes bovinos. Foram feitos dois cortes perpendiculares ao longo eixo do dente e paralelos entre si com uma distância de 4mm e desprezando a espessura do disco diamantado dupla-face de 0,3mm, selecionando o terço médio do dente (Figura 4.2) e obtendo um fragmento de 4mm de espessura para microdureza e 7x7x4 mm para análise de cor (Figura 4.3).

Figura 4.2 – Fixação do dente bovino no mandril de alumínio (A) na máquina de corte Isomet 1000 com rotação a 200 RPM (B e C) e secção do dente com espessura de 4mm (D)



Fonte: o autor.

Figura 4.3 – Fragmento para microdureza com espessura de 4mm (A) e análise de cor com tamanho de 7x7mm (B)



Fonte: o autor.

4.5 OBTENÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

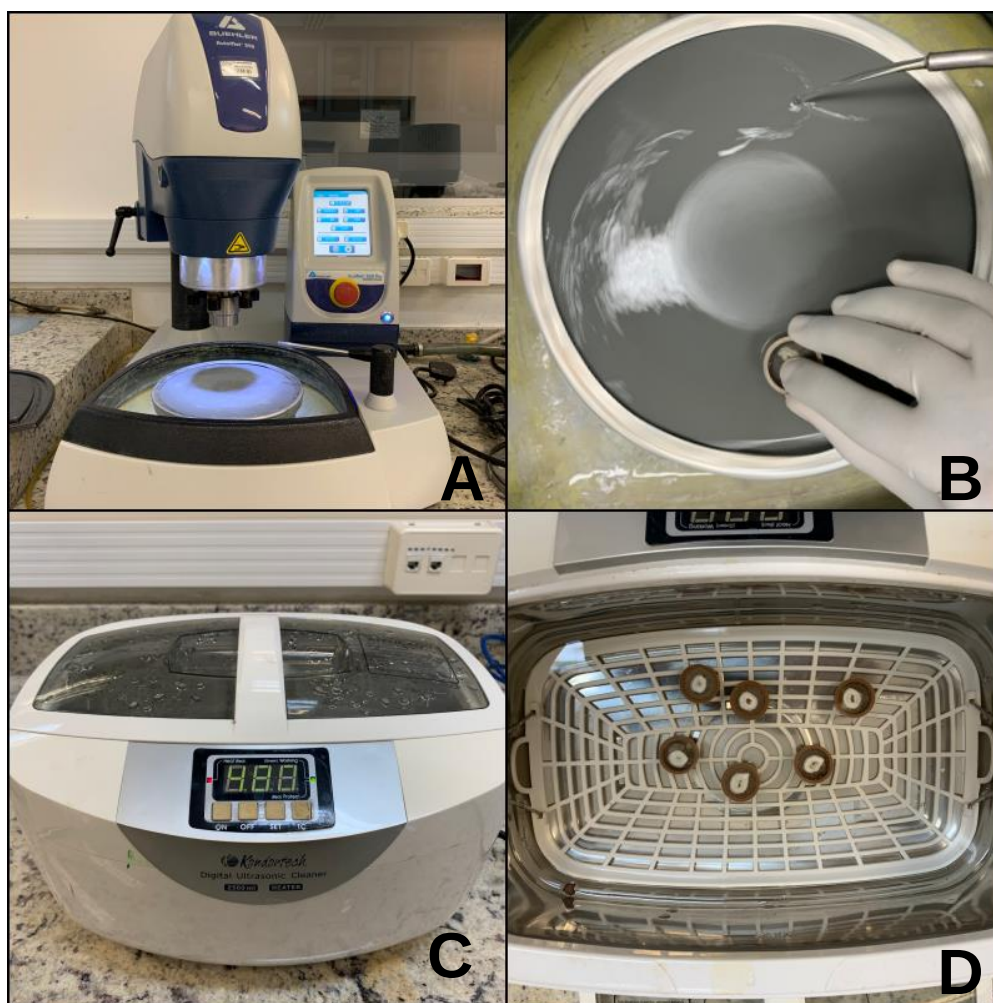
4.5.1 Corpos de prova para o ensaio de Microdureza Knoop (KHN)

Após o corte, os fragmentos para ensaio de microdureza foram embutidos em tubos de PVC de 15 mm de altura e 25 mm de diâmetro com auxílio de uma resina acrílica autopolimerizável incolor (JET, Artigos Odontológicos Ltda, Brasil), protegendo a superfície do esmalte e dentina com uma fita adesiva dupla face (Scotch™, 3M do Brasil, Sumaré, SP, Brasil), com a finalidade de deixar essa superfície, que contém a junção amelo-dentinário, exposta (Os fragmentos para análise de cor foram embutidos, polidos, identificados e armazenados seguindo a mesma metodologia usada nos corpos de prova para o ensaio de dureza (Seção 4.5.1), porém, os fragmentos foram deixados apenas com a superfície do esmalte exposta (Figura 4.5). O polimento dos corpos de prova para planificar a superfície foi feita utilizando lixas d'água de carbetto de silício com granulações 600, 800, 1200 e 1500, durante 2 minutos para cada uma das lixas. Entre cada troca do disco de lixa de polimento, os espécimes eram lavados em água corrente e colocados em um ultrassom com frequência de 42 kHz de 81W durante 5 minutos (Figura 4.4).

Figura 4.5 Depois de esperar por 1 hora para total polimerização da resina, cada corpo de prova foi lixado e polido manualmente, até a obtenção de uma superfície lisa e polida. Esse procedimento foi realizado em uma politriz com rotação de 300 RPM (EcoMet 300, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, EUA), utilizando lixas d'água de carbetto de silício com granulações de 600, 800, 1.200, 1.500, 2.000, 2.400 e 3.000 (Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, EUA), sob refrigeração (Figura 4.4B). Entre cada troca do disco de lixa de polimento, para impedir que os grãos da lixa anterior interferissem na qualidade de polimento das lixas seguintes os corpos de prova eram lavados com água em abundância e imersos em um ultrassom com frequência de 42 kHz de 81W (Kondortech Digital Ultrasonic Cleaner, Kondortech Industria e Comercio Ltda., São Carlos, Brasil) durante 5 minutos, sendo que após o uso das últimas duas lixas, o tempo no ultrassom era dobrado, 10 minutos (Figura 4.4). Após isto, todos os corpos de prova foram identificados por um número escrito na lateral do cano de PVC com auxílio de uma ponta diamantada (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) em motor de alta rotação (Kavo® do Brasil Indústria e Comércio Ltda., Joinville, SC, Brasil). O polimento dos corpos de prova serviu para padronizar as superfícies de esmalte e dentina e para

a realização do teste de microdureza knoop. As amostras foram armazenadas em saliva artificial à 37°C por 24 horas.

Figura 4.4 – Polimento dos corpos de prova na máquina EcoMet 300 com rotação a 300 RPM (A), utilizando lixa d'água de carbeto de silício (B) e intercalando com ultrassom Kondortech com frequência de 42kHz (C e D)



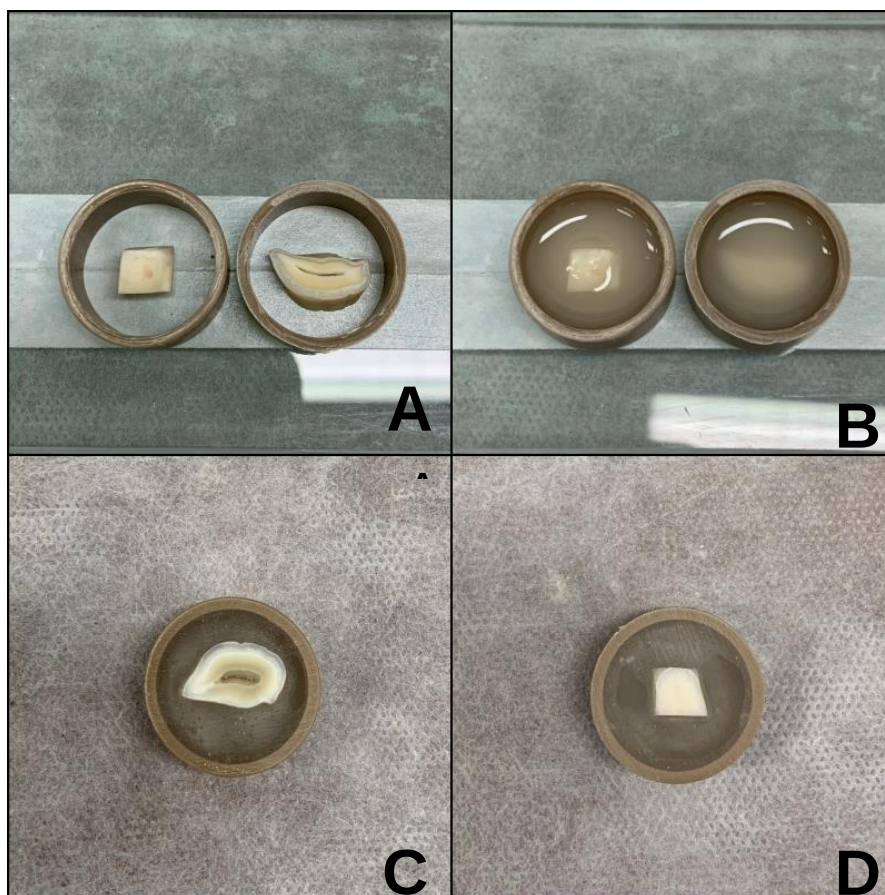
Fonte: o autor.

4.5.2 Corpos de prova para análise de cor

Os fragmentos para análise de cor foram embutidos, polidos, identificados e armazenados seguindo a mesma metodologia usada nos corpos de prova para o ensaio de dureza (Seção 4.5.1), porém, os fragmentos foram deixados apenas com a superfície do esmalte exposta (Figura 4.5). O polimento dos corpos de prova para planificar a superfície foi feita utilizando lixas d'água de carbeto de silício com granulações 600, 800, 1200 e 1500, durante 2 minutos para cada uma das lixas. Entre

cada troca do disco de lixa de polimento, os espécimes eram lavados em água corrente e colocados em um ultrassom com frequência de 42 kHz de 81W durante 5 minutos (Figura 4.4).

Figura 4.5 – Fixação dos fragmentos de microdureza e análise de cor com auxílio de uma fita adesiva dupla face (3M) e placa de vidro (A), embutidos em tubos de PVC com resina acrílica autopolimerizável (JET) (B), obtendo-se os corpos de prova com a superfície exposta (C: Δ KHN; D: análise de cor)



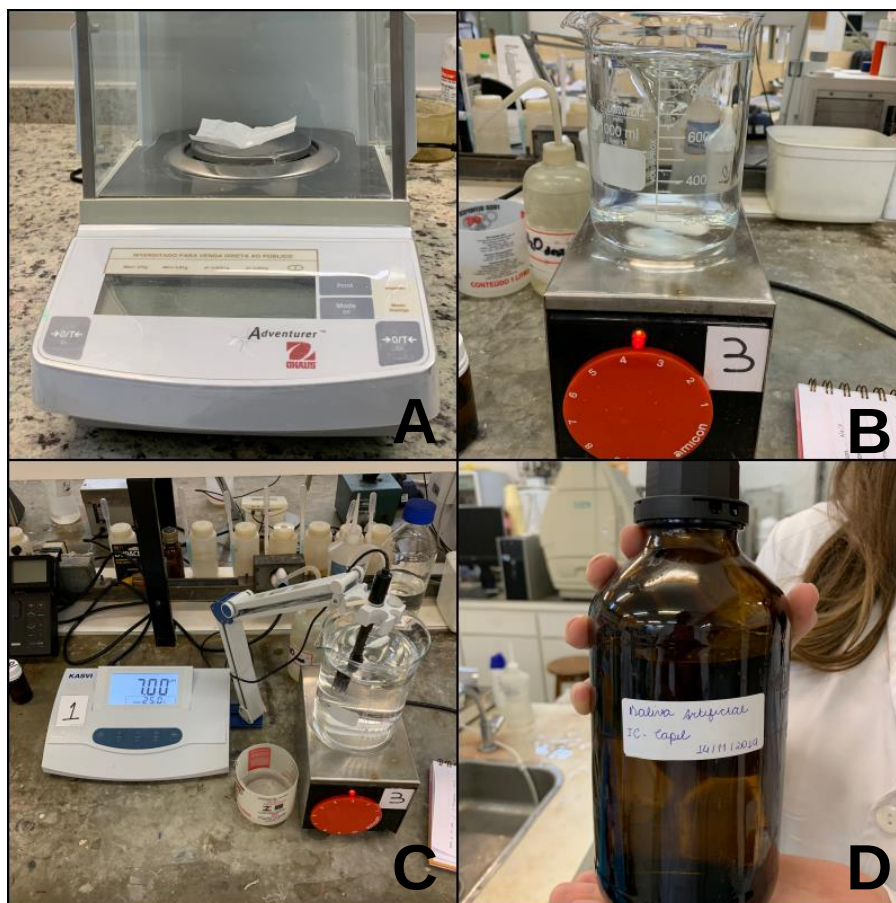
Fonte: o autor.

4.6 PREPARAÇÃO DE SALIVA ARTIFICIAL

A solução de saliva artificial foi preparada conforme o estudo (118). Foram colocados 800 ml de água destilada em um Becker que foi mantido sob constante agitação com uma barra magnética (Figura 4.6B). As substâncias necessárias para o preparo da solução de saliva artificial foram adicionadas na ordem apresentada no Quadro 4.3, com sua respectiva massa molar pesada com o auxílio de uma balança analítica (Figura 4.6A). Após total mistura, o pH da solução foi aferido e ajustado com solução ácida ou básica para atingir o pH neutro (pH=7) (Figura 4.6C) e, por fim, com

auxílio de um balão volumétrico, a solução foi completada com água destilada até atingir 1000ml. A solução foi armazenada em um frasco e colocada sob refrigeração à 4°C.

Figura 4.6 – Pesagem das substancia em balança analítica de precisão (Adventurer™) (A), mistura da solução de saliva artificial com barra magnética ajustada na velocidade 4 (B) e ajuste do pH com ácido clorídrico e hidróxido de sódio feita em laboratório (C), armazenamento da solução no frasco e colocado sob refrigeração a 4°C (D)



Fonte: o autor.

Quadro 4.3 - Substâncias utilizadas para preparo de saliva artificial

Substância	g/Mol
<i>Cloreto de Cálcio</i>	110,98
<i>Benzoato de Sódio</i>	144,11
<i>Fosfato monobásico de Sódio</i>	119,98
<i>Cloreto de Potássio</i>	74,55
<i>Trizma</i>	121,14

Fonte: autor. (115)

4.7 SORTEIO E DIVISÃO DOS CORPOS DE PROVA POR GRUPO

O sorteio dos corpos de prova foi feito para dividi-los de maneira aleatória, mas equilibrada entre os grupos, de modo que inicialmente fossem homogêneos (sem diferenças significantes no teste de ANOVA) quanto a grandeza a ser avaliada no teste,

4.7.1 Sorteio e divisão dos corpos de provas para Microdureza Knoop (ΔKHN)

Foi criado uma planilha no Excel, de acordo com a Figura 4.7 e, então, os valores da microdureza do esmalte e da dentina, medidos antes do tratamento clareador (Seção 4.9), foram colocados na planilha para se obter a média de cada corpo de prova, todos identificados de acordo com a coluna 'FRAGMENTO'.

Figura 4.7 – Tabela montada em Excel para classificar os fragmentos em ordem decrescente e obter um ranking em relação a média de $KHN_{inicial}$

GRUPO	FRAGMENTO	MÉDIA RANKING	RANKING ESMALTE	RANKING DENTINA	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK MÉDIA	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	MÉDIA
1	1	#DIV/0!			248	233	219	223	239	232,4	80,3	75,9	70,8	75,4	74,8	75,44
2	2	#DIV/0!			282	288	296	288	314	293,6	86,5	84,5	84,5	85,2	77	83,54
3	3	#DIV/0!			196	196	212	227	227	211,6	50,6	49,7	49,7	58,7	53,9	52,52
4	4	#DIV/0!			255	296	299	280	255	277	93,3	91,2	85,2	89,1	83,3	88,42
5	5	#DIV/0!			257	285	274	235	248	259,8	74,8	77	75,4	75,9	77,5	76,12
6	6	#DIV/0!			252	267	280	285	264	269,6	76,4	80,3	79,8	71,3	72,3	76,02
7	7	#DIV/0!			209	210	202	218	205	208,8	68,9	74,3	69,4	68,9	68	69,9
8	8	#DIV/0!			269	269	280	233	296	269,4	74,8	81,5	70,8	77	78,6	76,54
9	9	#DIV/0!			210	219	233	248	269	235,8	74,3	70,3	77,5	83,9	77	76,6
10	10	#DIV/0!			243	250	262	231	243	245,8	80,9	74,8	77,5	76,4	83,3	78,58
11	11	#DIV/0!			264	241	231	231	225	238,4	77,5	65,8	70,3	74,8	72,8	72,24
12	12	#DIV/0!			212	223	233	250	274	238,4	61,7	53	54,6	54,3	54,9	55,7
13	13	#DIV/0!			185	221	216	207	188	203,4	64,1	73,3	64,1	65,4	68,9	67,16
14	14	#DIV/0!			169	219	235	274	221	223,6	60,9	64,6	64,6	62,1	64,6	63,36
15	15	#DIV/0!			202	227	237	212	239	223,4	83,3	80,9	80,9	81,5	76,4	80,6
16	16	#DIV/0!			246	277	274	274	274	269	59,4	55,9	60,6	53	52,7	56,32
17	17	#DIV/0!			267	269	311	338	318	300,6	97,8	82,1	84,5	96,3	95,5	97,04
18	18	#DIV/0!			288	308	288	308	308	300	72,3	72,3	84,5	83,3	79,2	80,28
19	19	#DIV/0!														
20	20	#DIV/0!														

Fonte: o autor.

Após isto, as médias da microdureza do esmalte foram classificadas da maior para menor e numeradas de acordo com o ranking (Figura 4.8). Da mesma forma foi feito com as médias da microdureza da dentina (Figura 4.9).

Figura 4.8 – Médias de KHN_{inicial} em esmalte dos corpos de prova colocadas em ranking decrescente

1	GRUPO	FRAGMENTO	MÉDIA RANKING	RANKING ESMALTE	RANKING DENTINA	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK MÉDIA	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	MÉDIA
2		32	1	1		323	341	324	356	372	343,2	72,8	70,3	70,6	82,7	78,6	75
3		19	2	2		267	269	311	338	318	300,6	97,8	97,8	97,8	96,3	95,5	97,04
4		20	3	3		288	308	288	308	308	300	72,3	82,1	84,5	83,3	79,2	80,28
5		2	4	4		282	288	296	288	314	293,6	86,5	84,5	84,5	85,2	77	83,54
6		21	5	5		274	285	299	296	288	288,4	77	79,2	74,3	83,9	83,3	79,54
7		22	6	6		296	267	288	293	293	287,4	88,4	83,3	83,3	85,2	89,8	86
8		35	7	7		280	255	290	288	299	282,4	74,8	86,5	77,5	78,6	75,4	78,56
9		33	8	8		272	290	299	280	259	280	82,7	83,3	89,8	76,4	77,5	81,94
10		23	9	9		277	288	288	296	248	279,4	84,5	86,5	73,8	75,9	71,3	78,4
11		4	10	10		255	296	299	280	255	277	93,3	91,2	85,2	89,1	83,3	88,42
12		31	11	11		267	272	259	282	293	274,6	86,5	77,5	87,8	76,4	76,4	80,92
13		6	12	12		252	267	280	285	264	269,6	76,4	80,3	79,8	71,3	72,3	76,02
14		8	13	13		269	269	280	233	296	269,4	74,8	81,5	70,8	77	78,6	76,54
15		18	14	14		246	277	274	274	274	269	59,4	55,9	60,6	53	52,7	56,32
16		24	15	15		264	262	264	257	280	265,4	71,3	74,3	76,4	69,4	64,1	71,1
17		29	16	16		216	277	282	264	267	261,2	69,4	68,5	68,5	69,4	71,3	69,42
18		5	17	17		257	285	274	235	248	259,8	74,8	77	75,4	75,9	77,5	76,12
19		26	18	18		257	235	255	272	239	251,6	65	69,9	70,8	73,8	65,4	68,98

Fonte: o autor.

Figura 4.9 – Médias de KHN_{inicial} em dentina dos corpos de prova colocadas em ranking decrescente

1	GRUPO	FRAGMENTO	MÉDIA RANKING	RANKING ESMALTE	RANKING DENTINA	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK MÉDIA	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	MÉDIA
2		19	1,5	2	1	267	269	311	338	318	300,6	97,8	97,8	97,8	96,3	95,5	97,04
3		4	6	10	2	255	296	299	280	255	277	93,3	91,2	85,2	89,1	83,3	88,42
4		22	4,5	6	3	296	267	288	293	293	287,4	88,4	83,3	83,3	85,2	89,8	86
5		2	4	4	4	282	288	296	288	314	293,6	86,5	84,5	84,5	85,2	77	83,54
6		33	6,5	8	5	272	290	299	280	259	280	82,7	83,3	89,8	76,4	77,5	81,94
7		31	8,5	11	6	267	272	259	282	293	274,6	86,5	77,5	87,8	76,4	76,4	80,92
8		17	18,5	30	7	202	227	237	212	239	223,4	83,3	80,9	80,9	81,5	76,4	80,6
9		20	5,5	3	8	288	308	288	308	308	300	72,3	82,1	84,5	83,3	79,2	80,28
10		21	7	5	9	274	285	299	296	288	288,4	77	79,2	74,3	83,9	83,3	79,54
11		10	14,5	19	10	243	250	262	231	243	245,8	80,9	74,8	77,5	76,4	83,3	78,58
12		35	9	7	11	280	255	290	288	299	282,4	74,8	86,5	77,5	78,6	75,4	78,56
13		23	10,5	9	12	277	288	288	296	248	279,4	84,5	86,5	73,8	75,9	71,3	78,4
14		9	17,5	22	13	210	219	233	248	269	235,8	74,3	70,3	77,5	83,9	77	76,6
15		8	13,5	13	14	269	269	280	233	296	269,4	74,8	81,5	70,8	77	78,6	76,54
16		5	16	17	15	257	285	274	235	248	259,8	74,8	77	75,4	75,9	77,5	76,12
17		6	14	12	16	252	267	280	285	264	269,6	76,4	80,3	79,8	71,3	72,3	76,02
18		1	21,5	26	17	248	233	219	223	239	232,4	80,3	75,9	70,8	75,4	74,8	75,44
19		32	9,5	1	18	323	341	324	356	372	343,2	72,8	70,3	70,6	82,7	78,6	75

Fonte: o autor.

Ao obter as duas médias e seus respectivos rankings, foi feita uma nova média entre os dois e obteve um novo ranking geral. Com isso, foi possível dividi-los para cada grupo de maneira equilibrada (Figura 4.10).

Figura 4.10 – Médias dos rankings de esmalte e dentina para obtenção de um novo ranking geral decrescente

2	GRUPO	FRAGMENTO	MÉDIA RANKING	RANKING ESMALTE	RANKING DENTINA	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK MÉDIA	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	HK INICIAL	MÉDIA
1		19	1,5	2	1	267	269	311	338	318	300,6	97,8	97,8	97,8	96,3	95,5	97,04
2		2	4	4	4	282	288	296	288	314	293,6	86,5	84,5	84,5	85,2	77	83,54
3		22	4,5	6	3	296	267	288	293	293	287,4	88,4	83,3	83,3	85,2	89,8	86
4		20	5,5	3	8	288	308	288	308	308	300	72,3	82,1	84,5	83,3	79,2	80,28
5		4	6	10	2	255	296	299	280	255	277	93,3	91,2	85,2	89,1	83,3	88,42
6		33	6,5	8	5	272	290	299	280	259	280	82,7	83,3	89,8	76,4	77,5	81,94
7		21	7	5	9	274	285	299	296	288	288,4	77	79,2	74,3	83,9	83,3	79,54
8		31	8,5	11	6	267	272	259	282	293	274,6	86,5	77,5	87,8	76,4	76,4	80,92
9		35	9	7	11	280	255	290	288	299	282,4	74,8	86,5	77,5	78,6	75,4	78,56
10		32	9,5	1	18	323	341	324	356	372	343,2	72,8	70,3	70,6	82,7	78,6	75
11		23	10,5	9	12	277	288	288	296	248	279,4	84,5	86,5	73,8	75,9	71,3	78,4
12		8	13,5	13	14	269	269	280	233	296	269,4	74,8	81,5	70,8	77	78,6	76,54
13		6	14	12	16	252	267	280	285	264	269,6	76,4	80,3	79,8	71,3	72,3	76,02
14		10	14,5	19	10	243	250	262	231	243	245,8	80,9	74,8	77,5	76,4	83,3	78,58
15		5	16	17	15	257	285	274	235	248	259,8	74,8	77	75,4	75,9	77,5	76,12
16		9	17,5	22	13	210	219	233	248	269	235,8	74,3	70,3	77,5	83,9	77	76,6
17		24	18	15	21	264	262	264	257	280	265,4	71,3	74,3	76,4	69,4	64,1	71,1
18		17	18,5	30	7	202	227	237	217	239	223,4	83,3	80,9	80,9	81,5	76,4	80,6
19																	

Fonte: o autor.

Esse sorteio foi feito a partir de um comando do Excel criado pelo Prof. Dr. Rafael Yagüe Ballester e os corpos de prova foram divididos para cada grupo de 3 em 3, seguindo a ordem do ranking geral. Todos os corpos de prova foram imersos em solução de saliva artificial em recipientes diferentes, de acordo com seu grupo experimental, e armazenados na estufa a 37°C.

4.7.2 Sorteio e divisão dos corpos de provas para análise de diferença de cor

Foi criado uma tabela no Excel, de acordo com a Figura 4.11A, e inserido os parâmetros da análise de cor de cada corpo de prova, devidamente identificados pela coluna 'FRAG'.

Figura 4.11 – Tabela montada em Excel para classificar os corpos de prova em ordem crescente (A) e obter um ranking em relação ao parâmetro de Luminosidade (L^*) baseado no sistema CIELAB, para divisão dos grupos (B)

GRUPO	FRAG	RANKING	L^* inicial	a^* inicial	b^* inicial	GRUPO	FRAG	RANKING	L^* inicial	a^* inicial	b^* inicial
	1		84	-0,1	28,9		17	1	72,1	3,5	29,1
	2		89	-0,8	30,7		10	2	77,2	-1,6	21,5
	3		92	0,2	32,5		16	3	81,2	-0,1	27,7
	4		89,8	0,9	38,3		23	4	82	2,4	33,8
	5		88,5	1,2	34,8		12	5	82,3	1,4	28
	6		83,8	1,7	35		7	6	82,4	0,3	30,2
	7		82,4	0,3	30,2		9	7	83,1	-1	30,2
	8		87,8	0	31,3		30	8	83,1	1,8	33,5
	9		83,1	-1	30,2		6	9	83,8	1,7	35
	10		77,2	-1,6	21,5		1	10	84	-0,1	28,9
	11		88	1,4	34,4		31	11	84,9	-2,3	24,8
	12		82,3	1,4	28		22	12	86,2	-0,9	31
	13		90,5	0,7	31,1		24	13	86,4	2,4	38,5
	14		87,8	0,6	32,3		18	14	86,6	2,3	40,5
	15		86,9	2,5	35,9		20	15	86,8	-0,8	25,5
	16		81,2	-0,1	27,7		15	16	86,9	2,5	35,9
	17		72,1	3,5	29,1		25	17	87,4	0,3	32
	18		86,6	2,3	40,5		8	18	87,8	0	31,3
	19		89	-0,4	30		14	19	87,8	0,6	32,3
	20		86,8	-0,8	25,5		11	20	88	1,4	34,4
	22		86,2	-0,9	31		5	21	88,5	1,2	34,8
	23		82	2,4	33,8		2	22	89	-0,8	30,7
	24		86,4	2,4	38,5		19	23	89	-0,4	30
	25		87,4	0,3	32		28	24	89,7	-1	28,6
	26		90,2	-1,3	29,5		4	25	89,8	0,9	38,3
	27		90,3	0,1	32,9		26	26	90,2	-1,3	29,5
	28		89,7	-1	28,6		27	27	90,3	0,1	32,9
	29		91,2	-0,1	32,9		13	28	90,5	0,7	31,1
	30		83,1	1,8	33,5		29	29	91,2	-0,1	32,9
	31		84,9	-2,3	24,8		3	30	92	0,2	32,5

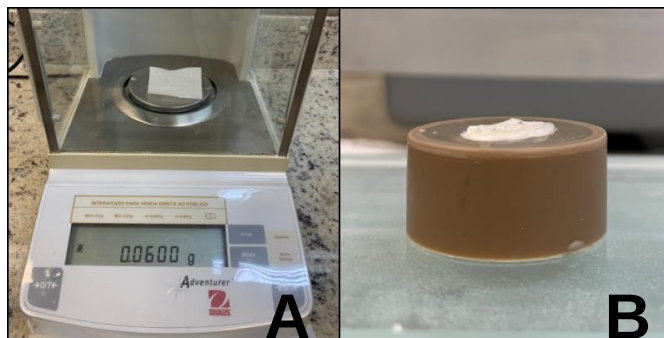
Fonte: o autor.

O ranking dos corpos de prova foi feito a partir do parâmetro de luminosidade (L^*) do espaço de cor $L^*a^*b^*$, medidos antes do tratamento clareador (Seção 4.10), colocando-os em ordem crescente e numerados de acordo com o ranking (Figura 4.11B). Após isto, a cada 3 corpos de prova eram sorteados para cada grupo experimental. Ao final, eram imersos em solução de saliva artificial em recipientes diferentes, de acordo com o seu grupo, e armazenados na estufa à 37°C.

4.8 TRATAMENTO CLAREADOR

Nos grupos sem adição do biovidro ($n=20$ e $n=21$), os géis foram aplicados na superfície dos corpos de prova (em esmalte nos corpos de prova para análise de cor e em esmalte e dentina nos corpos de prova para microdureza) com uma quantidade de 0,06 gramas, pesada com o auxílio de uma balança analítica (Balança Analítica Adventurer Pro 260g, Ohaus Corporation, New Jersey, USA), recobrimo toda a estrutura dental (Figura 4.12). Após isto, uma gota de 0,05ml de saliva artificial foi derramada na superfície do gel com auxílio de uma pipeta automática.

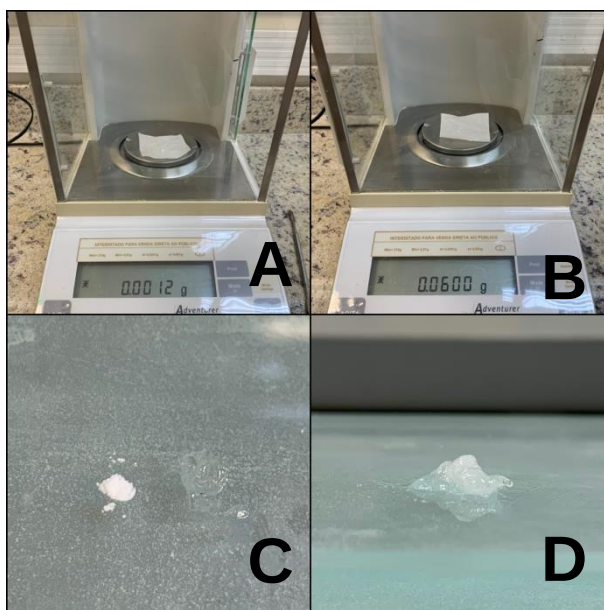
Figura 4.12 – Pesagem do gel clareador Whiteness Perfect à 16% (0,06g) com auxílio de uma balança analítica de precisão (A) e aplicação do gel em toda a superfície do corpo de prova (B)



Fonte: o autor.

Nos dois grupos com adição dos biovidros (n=20 e n=21) foi utilizado a proporção de 2% em peso do composto em relação a quantidade de gel utilizado (0,06 gramas), que foram pesados com o auxílio da balança analítica. A mistura foi feita por 10 segundos com o auxílio de uma espátula metálica e placa de vidro para que se obtivesse a total homogeneização do material bioativo (Figura 4.13). Após isto, o gel foi colocado na superfície dos fragmentos com o auxílio de espátula de plástico e armazenados na estufa a 37°C (Figura 4.14), como descrito no parágrafo acima.

Figura 4.13 – Pesagem dos biovidros (Biosilicato® e F18®) e do gel clareador com auxílio de uma balança analítica de precisão (A e B); mistura feita por 10 segundos com uma espátula metálica em uma placa de vidro (C e D)



Fonte: o autor.

Figura 4.14 – Aplicação da mistura do gel clareador com o biovidro à 2% em toda a superfície do corpo de prova



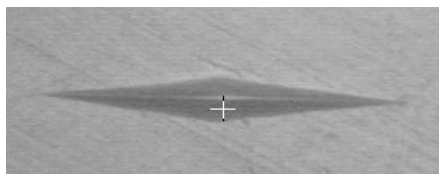
Fonte: o autor.

O gel permaneceu em contato com os corpos de prova diariamente por 8 horas consecutivas, aplicado de acordo com as recomendações do fabricante. Após este período, os géis foram removidos com gaze e lavados com jato de ar/água. Após cada ciclo de tratamento, os espécimes eram imersos em saliva artificial e armazenados em estufa à 37°C por 16 horas, completando 24 horas. Esse procedimento foi realizado ao longo de 14 dias consecutivos. O tempo total de armazenagem (em saliva artificial a 37°C) dos espécimes foi de 28 dias, sendo 14 dias decorrentes do tempo de tratamento clareador e mais 14 dias de armazenagem após a finalização do tratamento.

4.9 TESTE DE MICRODUREZA

Para se obter a microdureza em esmalte e em dentina dos corpos de prova de cada um dos três grupos (n=21), foi realizado o teste de microdureza Knoop, desenvolvido pela National Bureau of Standards (NBS-USA), no qual é utilizado um endentador de pirâmide alongada (Figura 4.15) com o auxílio do microdurômetro HMV-2 Series (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão).

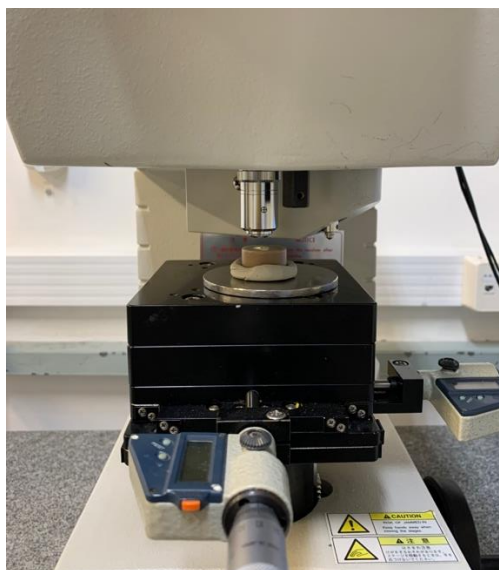
Figura 4.15 – Aplicação de uma carga estática de 50 gramas por 15 segundos em esmalte, com um identador de pirâmide alongada, utilizando o microdurômetro HMV-2 Series



Fonte: o autor.

Os corpos de prova eram removidos da saliva artificial, secados levemente com papel absorvente e, em seguida, posicionados no durômetro de tal forma que a superfície ficasse paralela à base (Figura 4.16)

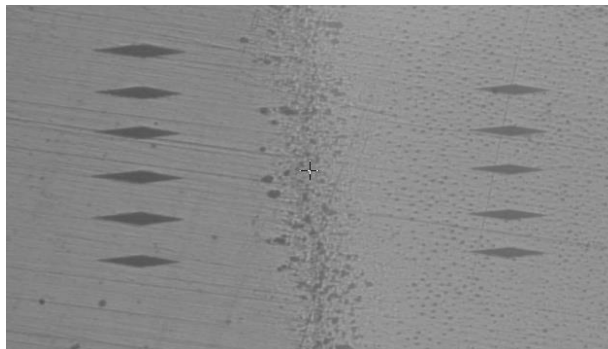
Figura 4.16 – Posicionamento do corpo de prova no microdurômetro HMV-2 Series com a sua superfície paralela a base do aparelho, com auxílio de um aplainador



Fonte: o autor.

Foi aplicada uma carga estática de 50 gramas por 15 segundos para esmalte e uma carga de 25 gramas por 15 segundos para a dentina. Foram realizadas 10 endentações em esmalte e 10 em dentina, sendo 5 endentações antes do tratamento clareador e 5 endentações após o tratamento clareador. Todas as marcações foram feitas paralelamente entre si e próxima a junção amelodentinária (Figura 4.17).

Figura 4.17 – Endentação em forma de pirâmide alongada com microdurômetro HMV-2 feitas em esmalte e dentina próxima a linha da junção amelodentinária



Fonte: o autor.

Com esse procedimento, foram obtidos os valores médios das medidas de microdureza, tanto para esmalte quanto para dentina, de todos os grupos experimentais. Desta forma, foi possível fazer uma comparação direta da mesma estrutura dental antes e após a aplicação do gel clareador com ou sem adição dos materiais bioativos, no que diz respeito ao ensaio de microdureza.

4.10 ANÁLISE DAS DIFERENÇAS DE COR PELOS SISTEMAS CIELAB (ΔE_{ab}) E CIEDE2000 (ΔE_{00})

Para análise de cor dos corpos desses grupos, foi utilizado o espectrofotômetro de reflexão (VITA Easyshade Compact, Vident, Brea, CA, USA) baseado no sistema CIE L^* , a^* , b^* , estabelecido pela Comissão Internationale de l'Eclairage – CIE (Comissão Internacional sobre Iluminação). Para que as medidas fossem feitas sempre na mesma posição no corpo de prova, foram confeccionadas moldeiras de EVA (copolímero etileno/acetato de vinila) (Whiteness do Brasil Industria Ltda, FGM, Joinville, SC, Brasil) para cada corpo de prova, e feito um orifício no centro da moldeira com o diâmetro de 5mm, semelhante ao da ponta do espectrofotômetro (Figura 4.18).

Antes do procedimento de leitura de cor, o aparelho foi calibrado conforme a orientação do fabricante. As leituras foram realizadas na superfície dos corpos de prova e obtidas antes e após os tratamentos clareadores.

Figura 4.18 – Leitura dos corpos de prova para análise de cor por um espectrofotômetro de reflexão (VITA Easyshade Compact) com auxílio de uma guia de EVA (Whiteness, FGM) contendo um orifício central de 5 mm de diâmetro



Fonte: o autor.

Foram comparadas as condições iniciais e finais a partir da diferença dos parâmetros L^* , a^* e b^* . O espaço de cor $L^*a^*b^*$ determina de modo quantitativo a cor do objeto, com o parâmetro L^* representando o brilho (*lightness*), a^* representando a coordenada cromática vermelho-verde ($+a^*$ indica vermelho e $-a^*$ indica verde) e b^* representando a coordenada cromática amarelo-azul ($+b^*$ indica amarelo e $-b^*$ indica azul).

Esta diferença de cor (ΔE) será obtida pela seguinte fórmula:

$$\Delta E_{ab} = [(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2]^{1/2} \quad (1)$$

Onde L , a e b representam os parâmetros finais de cor dos grupos depois do tratamento clareador, e L_0 , a_0 e b_0 são os parâmetros iniciais medidos antes do tratamento clareador. (122, 123)

Apesar do sistema CIELAB ser rotineiramente utilizado na odontologia, o sistema CIEDE2000 vem ganhando espaço entre os dentistas e pesquisadores, sendo considerada a fórmula mais avançada para calcular diferença de cores, pois correlaciona com o fator de percepção visual (119-123). Diante disso, o sistema CIEDE2000 (ΔE_{00}) para cálculo de cor também foi utilizado. Este sistema inclui não

apenas luminosidade, croma e matiz, mas também uma interação entre as diferenças entre croma e matiz. A fórmula para o cálculo do ΔE_{00} é representada a seguir:

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)^2 + R_T \frac{\Delta C'}{K_C S_C} \frac{\Delta H'}{K_H S_H}} \quad (2)$$

Onde $\Delta L'$, $\Delta C'$ e $\Delta H'$ são as diferenças entre os valores iniciais e finais de luminosidade (L'), croma (C') e matiz (H'), respectivamente, entre os espécimes comparados. S_L , S_C e S_H são funções de ponderação que ajustam a diferença total de cor para variação na localização das coordenadas L' , a' , b' . K_L , K_C e K_H são termos de correção para condições experimentais que serão definidos como 1. Já o R_T é uma função de rotação que responde pela interação entre as diferenças do croma e matiz na região azul.

4.11 ÍNDICE DE CLAREAMENTO BASEADO NO SISTEMA CIELAB (WI_D)

Em 2016, alguns autores (124) propuseram um índice de clareamento (nível de “brancura”) para dentistas baseado nas coordenadas de cor (L^* , a^* , b^*) do sistema CIELAB. Este índice obedece a uma equação linear simples, que pode ser obtido a partir da fórmula:

$$WI_D = 0,511L^* - 2,324a^* - 1,100b^* \quad (3)$$

Este índice tem como objetivo evitar a subjetividade do fator visual na medição da cor dos dentes e, como vantagem, oferece uma análise de maneira bem simples: Valores altos indicam cores mais claras e valores baixos, incluindo os valores negativos, indicam cores mais escuras.

Diante disso, os índices dos corpos de prova foram obtidos a partir das leituras das coordenadas de cor (L^* , a^* , b^*) antes e após o tratamento clareador, obtendo-se o índice de clareamento inicial ($WI_{D \text{ inicial}}$) e final ($WI_{D \text{ final}}$).

A diferença do índice de clareamento (ΔWI_D) foi obtida a partir da equação a seguir:

$$\Delta WI_D = WI_{D \text{ final}} - WI_{D \text{ inicial}} \quad (4)$$

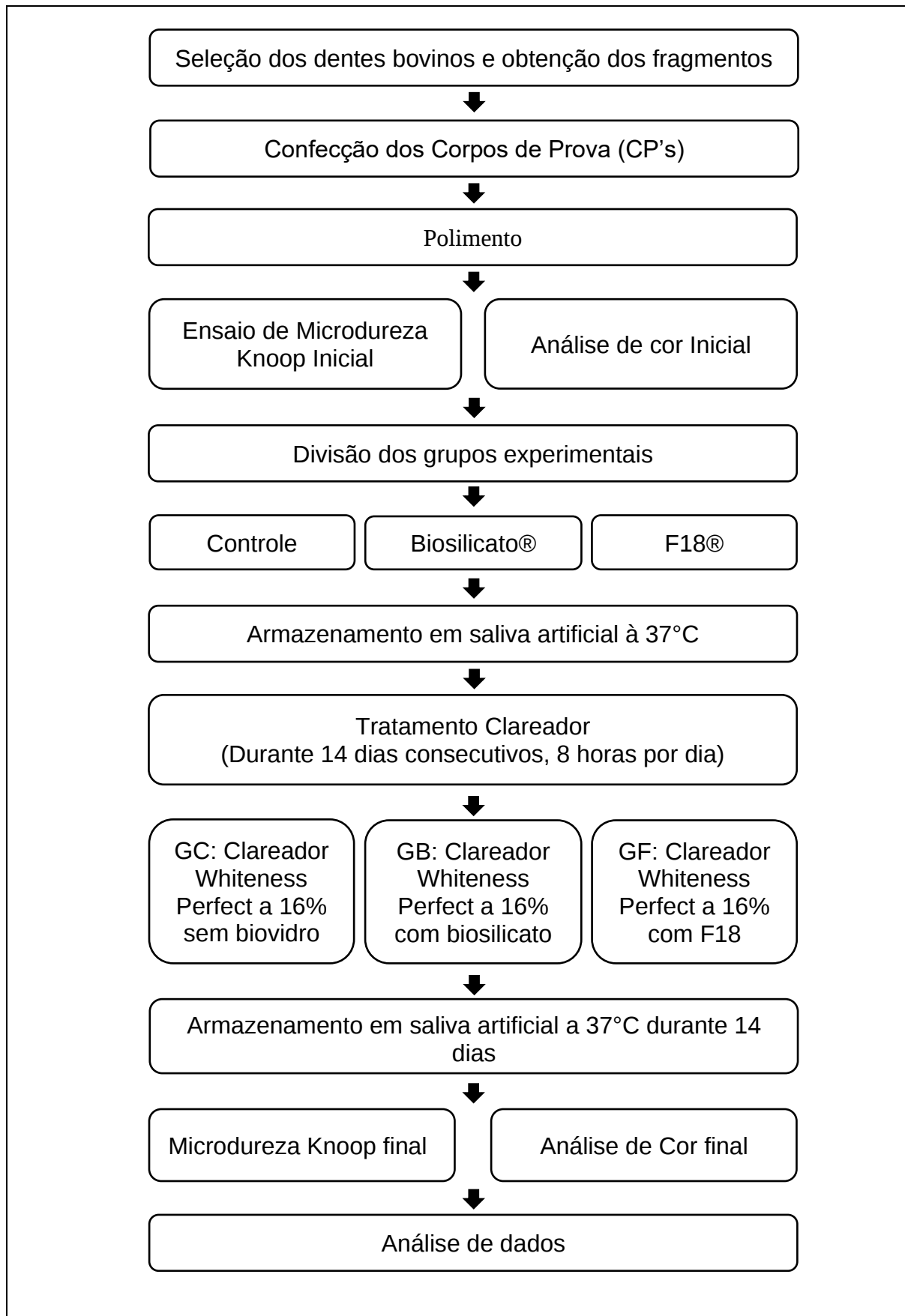
4.12 LIMITE DE PERCEPTIBILIDADE DE COR NA ODONTOLOGIA

A análise pelo caráter visual é um dos métodos mais utilizados para avaliar as diferenças de cor na odontologia, por isso, é imprescindível o conhecimento adequado dos limites de percepção da cor no espaço de cores. (125)

A diferença de cor perceptível é o valor que se refere a menor diferença de cor que um olho humano pode detectar, sendo que, se uma diferença de cor for percebida por 50% dos observadores, teremos um limiar de perceptibilidade de 50:50% (PT). Esse limite é quantificado a partir de uma combinação de testes de medição de cores visuais e instrumentais, que melhoram a interpretação da diferença de cor. (126)

Para avaliar as diferenças de cor foram utilizados os limiares de perceptibilidade para ΔE_{ab} e ΔE_{00} no valor de 1,2 e 08, respectivamente, de acordo com a ISO/TR 28642:2016. (127) Já para a diferença do índice de clareamento (WI_D) foi utilizado o valor de PT = 0,72 proposto pelo estudo feito por Pérez et al. (124)

Figura 4.19 - Desenho do delineamento experimental



Fonte: o autor.

Os dados iniciais e finais de microdureza knoop e análise de cor foram, então, avaliados estatisticamente para verificação de possíveis alterações significantes (de cor e de microdureza) das amostras devido à presença ou não dos biovidros. A comparação entre os dois sistemas de medidas de diferença de cor e o índice de clareamento foi realizada e verificada a sua correlação.

O delineamento experimental do presente estudo está representado de forma esquemática na Figura 4.19.

4.13 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise estatística foi utilizado o software SigmaPlot 12.5 (Systat Software Inc., San Jose, California, USA). Primeiramente, os conjuntos de dados de cada teste foram verificados quanto à normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homoscedasticidade (teste de Levene), e considerados normais e homocedásticos. Os dados das coordenadas de cor (L^* , a^* , b^*), índice de clareamento (WI_D), microdureza knoop em esmalte e em dentina ($\Delta KHN_{\text{esmalte}}$ e $\Delta KHN_{\text{dentina}}$) foram submetidos a análise de variância de dois fatores de medidas repetidas (two-way repeated measures ANOVA) e teste de comparação múltipla (teste de Tukey), para contraste entre as médias. Os dados de diferença de cor pelos sistemas CIELAB (ΔE_{ab}), CIEDE2000 (ΔE_{00}) e a diferença do índice de clareamento (ΔWI_d) foram submetidos a análise de variância de um fator (one-way ANOVA). Em todos os casos, foi adotado um nível de significância de 5% ($\alpha = 0.05$).

5 RESULTADOS

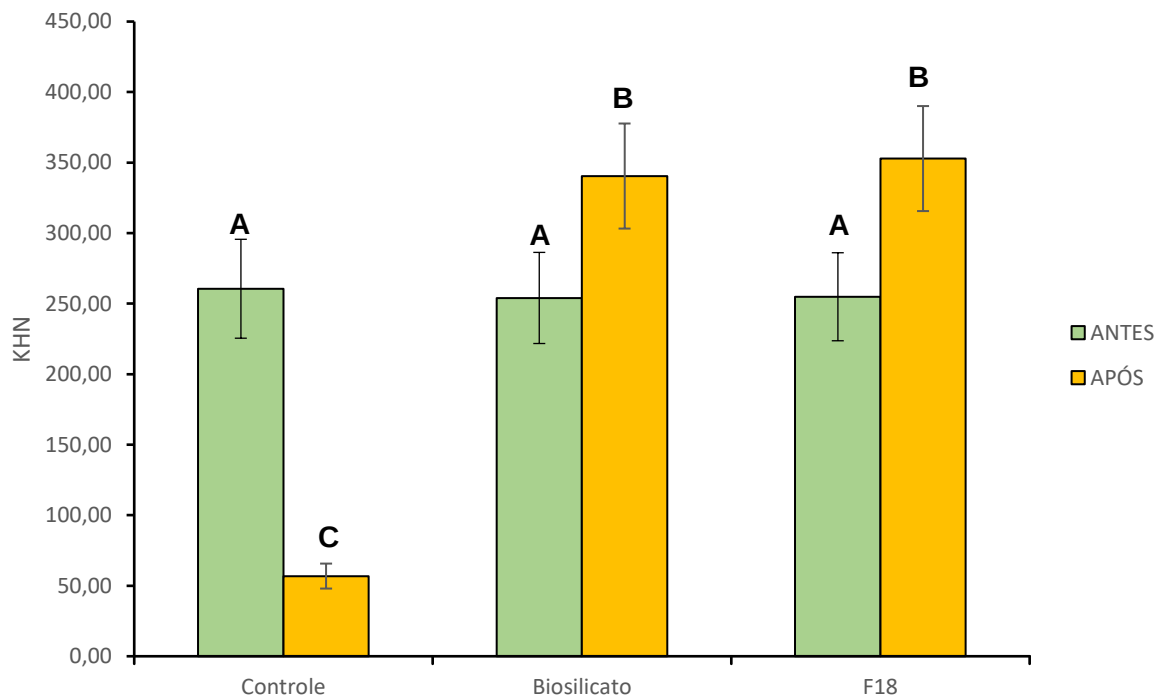
Os resultados da microdureza Knoop, coordenadas de cor (L^* , a^* , b^*), diferença de cor ΔE_{ab} , ΔE_{00} , índice de clareamento (WI_D inicial, WI_D final, ΔWI_D) antes e após o tratamento, estão apresentados em tabelas e gráficos.

5.1 MICRODUREZA KNOOP

5.1.1 Microdureza knoop em esmalte

Os resultados de microdureza knoop em esmalte, antes e após o tratamento, estão apresentadas no Gráfico 5.1. Os valores iniciais de microdureza knoop dos três grupos não apresentaram diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$), o que garante uma melhor análise dos efeitos do tratamento clareador (associado ou não aos biovidros). No grupo controle, no qual o tratamento foi realizado com o gel clareador de peróxido de carbamida à 16%, houve uma redução estatisticamente significativa da microdureza após o tratamento clareador ($p < 0,05$). Já os grupos em que o gel clareador de peróxido de carbamida à 16% foi associado ao Biosilicato® ou ao F18®, apresentaram um aumento da microdureza Knoop após o tratamento estatisticamente significativo ($p < 0,05$), quando comparados aos seus valores antes do tratamento. O grupo do tratamento associado ao F18® obteve o maior valor de microdureza Knoop, mas não foi estatisticamente significativo quando comparado ao grupo associado ao biosilicato ($p > 0,05$). Quando comparado ao grupo controle, os dois grupos com tratamento clareador associado aos biovidros, obtiveram valores maiores estatisticamente significantes ($p < 0,05$).

Gráfico 5.1 - Médias e desvios-padrão dos valores de microdureza Knoop (KHN) do esmalte em função do tipo de tratamento e do tempo da leitura. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa (two-way repeated measures ANOVA / teste de Tukey ($\alpha = 0.05$))

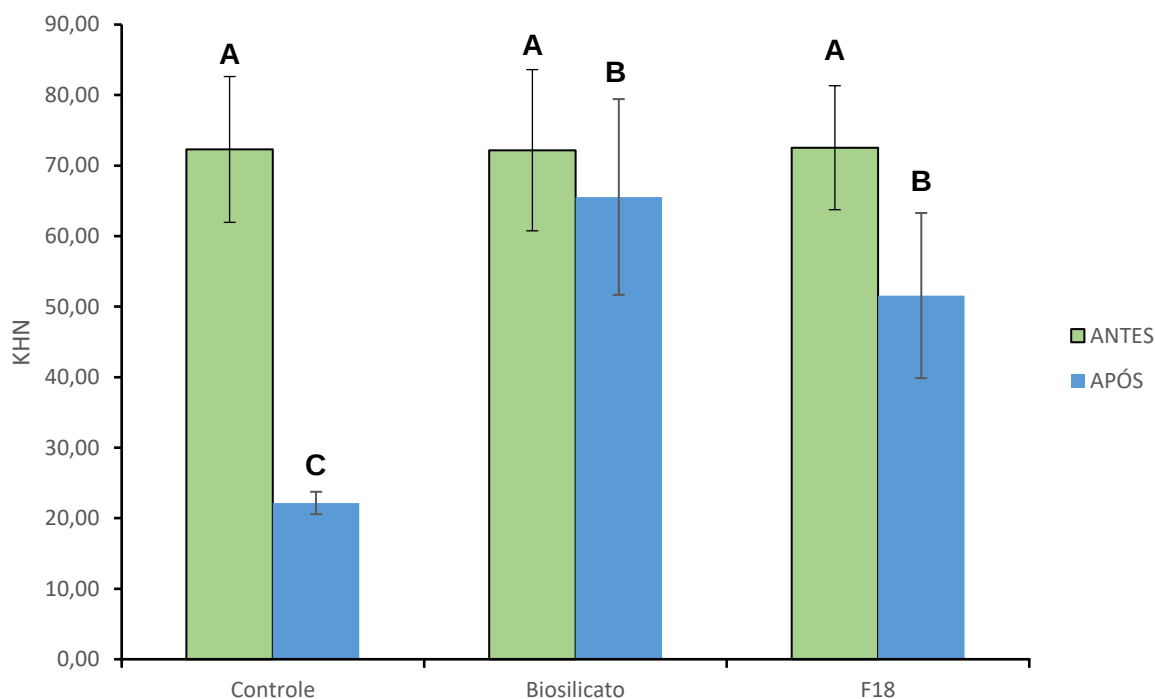


Fonte: o autor.

5.1.2 Microdureza knoop em dentina

Os resultados de microdureza knoop em dentina, antes e após o tratamento, estão apresentadas no Gráfico 5.2. Os valores iniciais de microdureza knoop dos três grupos não apresentaram diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$), o que garante uma melhor análise dos efeitos do tratamento clareador associado ou não aos biovidros. Todos os grupos experimentais apresentaram redução estatisticamente significativa da microdureza após o tratamento clareador ($p < 0,05$). O grupo do tratamento associado ao Biosilicato® obteve a menor diminuição do valor de microdureza Knoop, seguido do tratamento associado ao F18®. Já o grupo controle foi o que obteve a maior diminuição da microdureza, sendo estes resultados estatisticamente diferentes entre si ($p < 0,05$).

Gráfico 5.2 - Médias e desvios-padrão dos valores de microdureza Knoop (KHN) da dentina em função do tipo de tratamento e do tempo da leitura. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa (two-way repeated measures ANOVA / teste de Tukey ($\alpha = 0.05$))



Fonte: o autor.

5.2 ANÁLISE DE COR PELO SISTEMA CIELAB E CIEDE2000

5.2.1 Coordenadas do espaço de cor (L^* , a^* , b^*)

Os valores das coordenadas do espaço de cor (L^* , a^* , b^*), antes e após o tratamento clareador, estão apresentados na Tabela 5.1. Os valores das três coordenadas dos três grupos antes do tratamento não possuem diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$). Em relação ao parâmetro de luminosidade (L^*), todos os grupos apresentaram um aumento estatisticamente significativo quando comparados aos valores iniciais ($p < 0,05$). Quando comparados os valores finais dos três grupos entre si, não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). No parâmetro a^* , todos os grupos tiveram uma diminuição após o tratamento, sendo estatisticamente diferentes quando comparados aos seus valores iniciais ($p < 0,05$). Quando comparados os valores finais dos três grupos entre si, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p > 0,05$). Em relação ao parâmetro b^* ,

todos os grupos obtiveram uma redução estatisticamente significativa após o tratamento, ($p < 0,05$). Quando comparados os valores finais dos três grupos entre si, não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$).

Tabela 5.1 – Médias e desvios-padrão (em parênteses) dos valores das coordenadas de cor (L^* , a^* , b^*) em função do tipo de tratamento e do momento da leitura. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa (two-way repeated measures ANOVA / teste de Tukey $\alpha = 0.05$)

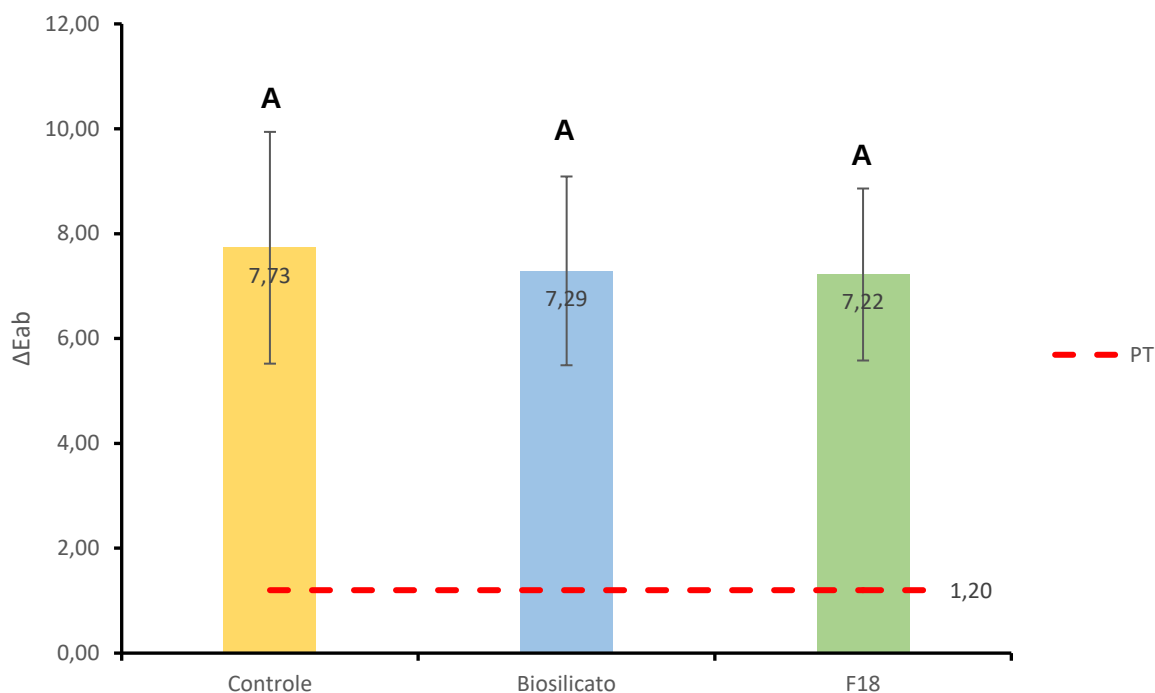
	Controle		Biosilicato		F18	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
L^*	83,21 (2,45) A	88,50 (2,26) B	84,22 (2,40) A	89,45 (1,66) B	83,12 (2,13) A	87,93 (2,11) B
a^*	1,32 (0,47) A	-0,95 (0,84) B	1,29 (0,51) A	-1,07 (0,54) B	1,21 (0,40) A	-1,29 (0,49) B
b^*	29,53 (3,19) A	25,42 (2,35) B	30,98 (3,39) A	27,07 (2,58) B	28,70 (2,51) A	24,69 (2,81) B

Fonte: o autor.

5.2.2 Diferença de cor pelo sistema CIELAB (ΔE_{ab})

Os valores de diferença de cor ΔE_{ab} dos grupos estão apresentados no Gráfico 5.3. Apesar do grupo controle ter obtido a maior média de ΔE_{ab} , não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre os três grupos experimentais, portanto o mesmo potencial clareador foi observado nos três tratamentos clareadores avaliados neste estudo. Os três grupos tiveram uma mudança de cor acima do limiar de perceptibilidade (PT: 1,20), demonstrando uma mudança de cor significativa para o fator visual.

Gráfico 5.3 - Médias e desvios-padrão dos valores de ΔE_{ab} em função do tipo de tratamento. Limite de perceptibilidade (PT) definido para 1,20. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa (one-way ANOVA ($\alpha = 0.05$))

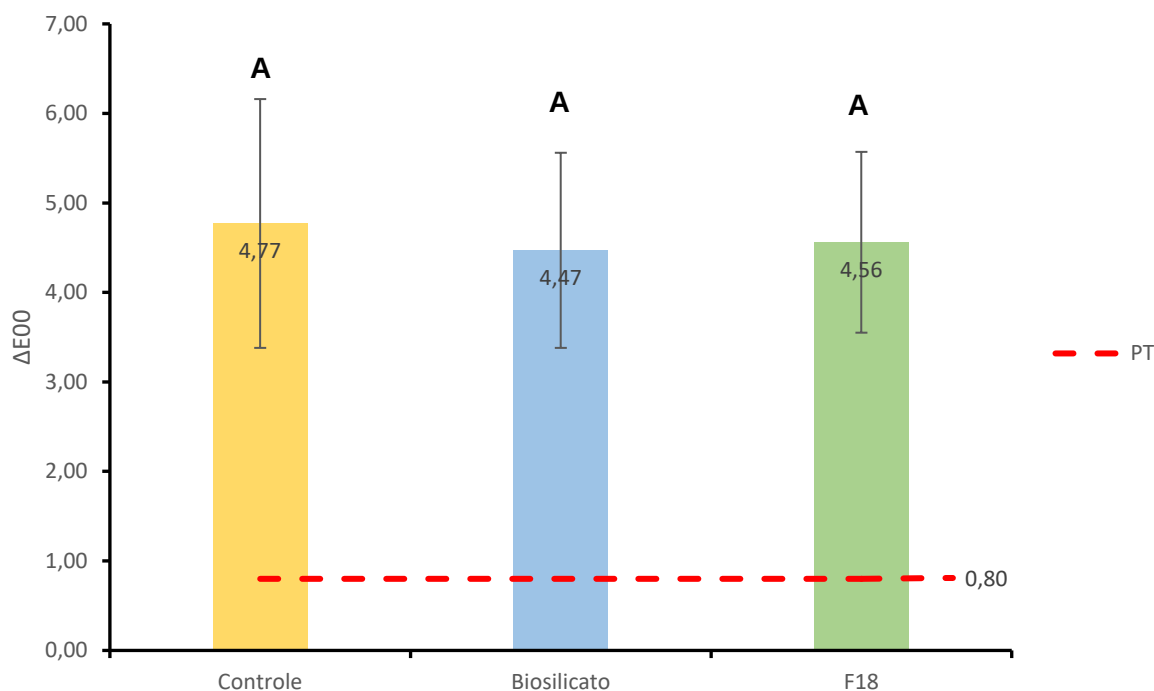


Fonte: o autor.

5.2.3 Diferença de cor pelo sistema CIEDE2000 (ΔE_{00})

Os valores de diferença de cor ΔE_{00} dos grupos estão apresentados no Gráfico 5.4. Apesar do grupo controle ter obtido o maior valor de ΔE_{00} , os três grupos se apresentaram sem diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$), revelando o mesmo potencial clareador nos três tipos de tratamento clareador. Os três grupos tiveram uma mudança de cor acima do limiar de perceptibilidade (PT: 0,80), demonstrando uma mudança de cor significativa para o fator visual.

Gráfico 5.4 - Médias e desvios-padrão dos valores de ΔE_{00} em função do tipo de tratamento. Limiares de perceptibilidade (PT) definido para 0,80. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa (one-way ANOVA ($\alpha = 0.05$))



Fonte: o autor.

5.2.4 Índice de clareamento (Wl_D inicial, Wl_D final, ΔWl_D)

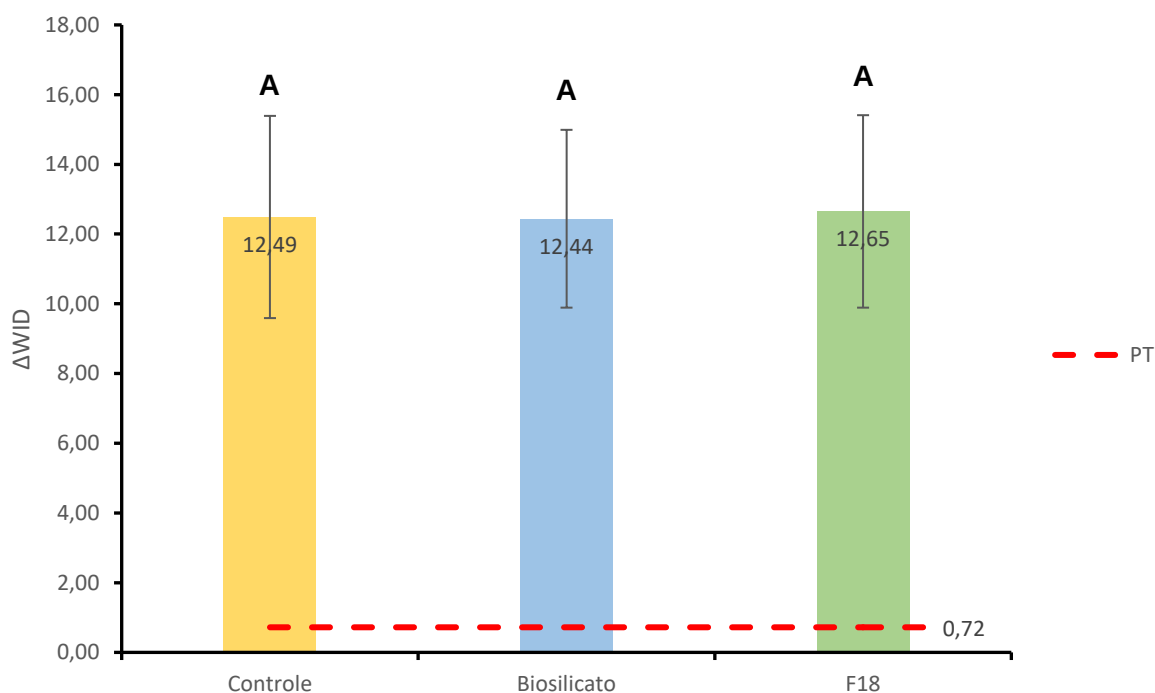
Os dados do índice de clareamento (Wl_D inicial, final e ΔWl_D) estão apresentados na Tabela 5.2 e Gráfico 5.5. O índice de clareamento inicial (nível de “brancura”) dos três grupos se apresentaram sem diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Após o tratamento clareador os três grupos tiveram um aumento significativo no Wl_D , sendo estatisticamente diferente dos valores iniciais. Quando comparado o fator grupo, os três tipos de tratamento não tiveram diferença estatisticamente significativa no Wl_D final ($p > 0,05$). Levando em consideração o ΔWl_D , os três grupos apresentaram os valores acima do limite de perceptibilidade (PT:0,72) e sem diferença estatisticamente significativa entre si ($p > 0,05$).

Tabela 5.2 - Médias e desvios-padrão dos valores de WI_D inicial e WI_D final em função do tipo de tratamento. Letras maiúsculas iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa entre os grupos e letras minúsculas iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa entre os momentos da leitura (two-way repeated measures ANOVA / teste de Tukey ($\alpha = 0.05$))

	Controle	Biosilicato	F18
WI_D inicial	6,97 (3,07) Aa	5,98 (3,74) Aa	8,11 (3,53) Aa
WI_D final	19,46 (3,11) Bb	18,42 (3,78) Bb	20,76 (3,47) Bb

Fonte: o autor.

Gráfico 5.5 - Médias e desvios-padrão dos valores de ΔWI_D em função do tipo de tratamento. Limite de perceptibilidade (PT) definido para 0,72. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa (one-way ANOVA ($\alpha = 0.05$))



Fonte: o autor.

6 DISCUSSÃO

O clareamento dental pode trazer diversos benefícios ao paciente quando se trata de estética, autoconfiança e recuperação de autoestima. Entretanto, esse tratamento pode apresentar efeitos adversos, na sua grande maioria transitórios, retratados na literatura, como: diminuição da microdureza dos tecidos dentais, alteração na morfologia da superfície, do conteúdo mineral do dente, degradação de colágeno da dentina e hipersensibilidade trans e pós-operatória, sendo este o efeito mais comum e o mais desafiador no tratamento clareador dental. (87, 128-130)

Por isso, algumas alternativas são utilizadas para reduzir esses efeitos adversos, como o uso de remineralizantes e diversos tipos de dessensibilizantes. Mas, várias dessas substâncias não geram o efeito desejado, o que leva à busca de outros materiais que sejam mais eficientes. (94-96)

Com o desenvolvimento do biovidro, surgiram estudos com o objetivo de analisar a sua eficácia frente aos efeitos adversos do tratamento clareador, e trouxeram resultados animadores (16, 19, 20, 114). Frente aos benefícios que estes materiais podem trazer, mais pesquisas devem ser feitas para se conhecer todos os seus efeitos sobre os tecidos minerais do dente.

Diante do exposto, o intuito deste estudo foi avaliar alternativas de tratamento clareador caseiro supervisionado utilizando materiais bioativos, como a vitrocerâmica Biosilicato ® e o biovidro F18® associados a um gel clareador, com o objetivo de diminuir os efeitos adversos do tratamento sem afetar a sua eficácia clareadora. Para isso, foram analisados os efeitos das diferentes combinações de gel clareador e biomateriais, avaliando a microdureza do esmalte e da dentina (microdureza Knoop), além de análise de cor a partir dos sistemas baseados no espaço de cor mais utilizados na odontologia (CIELAB e CIEDE2000). (123)

Já há algum tempo, os géis utilizados para o clareamento caseiro supervisionado são formulados a partir do peróxido de carbamida em diversas concentrações. Nesse estudo, se optou pelo uso do peróxido de carbamida a 16% (Whiteness Perfect®), pois é o gel clareador mais utilizado e por já ter sido usado em outros experimentos prévios.

Desta forma, para avaliar de maneira mais precisa a influência dos biovidros no tratamento clareador, foi feito um estudo in vitro utilizando dentes bovinos, pela semelhança estrutural com os dentes humanos, que foram seccionados no terço

médio da coroa para confecção e obtenção dos corpos de prova, que tiveram sua superfície planificada e polida com intuito de permitir uma comparação mecânica e óptica entre os tratamentos, já que, sem essas características, não é possível fazer uma leitura dos dados de uma maneira adequada. A escolha do terço médio garantiu uma padronização das amostras, pois, as propriedades mecânicas, ópticas e o conteúdo mineral depende da densidade dos túbulos dentinários, do grau de mineralização, orientação dos prismas de esmalte e espessura dos tecidos dentários. (131, 132)

Para simular a cavidade bucal em termos de temperatura e umidade, os corpos de prova foram armazenados em estufa à 37°C durante todo o tratamento clareador, já que a temperatura pode influenciar na viscosidade e penetração dos géis clareadores (76, 133). Entre os intervalos do tratamento, os corpos de prova eram imersos em solução de saliva artificial e armazenados na estufa à 37°C.

6.1 MICRODUREZA KNOOP EM ESMALTE E DENTINA

O ensaio de microdureza é um teste bastante utilizado para determinar o impacto do tratamento clareador na estrutura dental. No presente estudo, foi observado uma diminuição da microdureza Knoop nos grupos controles de esmalte e dentina, como é mostrado nos Gráfico 5.1 e Gráfico 5.2. Estes resultados estão de acordo com os dados da literatura, que mostra que o uso de peróxido de carbamida à 16% é capaz de alterar a estrutura dental e diminuir a microdureza tanto do esmalte quando da dentina.

A desmineralização causada pelo tratamento clareador tem como uma das causas o baixo pH dos agentes clareadores e o seu contato com o tecido mineral por longos períodos, principalmente quando se trata de um gel clareador caseiro utilizado a noite, quando há uma diminuição do fluxo salivar, o que leva a diminuição do conteúdo mineral, como o cálcio e o fosfato, e consequentemente, a redução da microdureza. (134)

Pesquisadores avaliaram a microdureza do esmalte dental, a partir de um indentador Knoop, tratados com diferentes géis clareadores de peróxido de carbamida (antes e após o tratamento) durante um período de 14 dias. Os resultados obtidos a partir desse estudo revelaram uma diminuição da microdureza estatisticamente significativa. (135)

Outros estudos mostraram que houve, também, uma diminuição estatisticamente significativa da microdureza do esmalte após o clareamento, que corroboram com os achados deste estudo. (136, 137)

Por haver diminuição da microdureza dos tecidos dentários, entende-se que houve uma perda de mineral, tornando o esmalte mais suscetível a penetração do gel clareador. Já a redução da microdureza da dentina devido a perda de estrutura mineral, pode levar à exposição de túbulos dentinários, além da degradação de colágeno, podendo desencadear a hipersensibilidade dentinária. (87)

Neste estudo, para os grupos onde foi utilizada a associação do gel clareador com Biosilicato® ou com F18®, verificamos um aumento da microdureza do esmalte estatisticamente significativo quando comparado com seus valores iniciais, observados no Gráfico 5.1. Podemos atribuir esse aumento da microdureza ao Biosilicato® e ao F18, que garante o aumento na concentração dos íons cálcio, fósforo e fosfato após o contato com o tecido mineral. Com isso, esses materiais bioativos induzem, no local, a formação de hidroxiapatita, que possui a mesma composição química e estrutura dos tecidos dentários, e, conseqüentemente, aumento da microdureza. (62, 103)

Um estudo feito com Biosilicato® em alta concentração associado a dentifrícios foi capaz de influenciar positivamente na remineralização dental, além de diminuir a hipersensibilidade. Então, levando em consideração suas propriedades, e os resultados observados neste estudo, a utilização da vitrocerâmica bioativa no tratamento clareador aparenta ser bastante promissora. (114)

Outro estudo (138), que investiu a influência da vitrocerâmica na microdureza do esmalte de dentes bovinos no tratamento clareador com peróxido de carbamida à 16%, mostrou maiores valores da microdureza após o clareamento caseiro quando comparado ao grupo controle. Além disso, as imagens obtidas pelo microscópio eletrônico de varredura, sugeriu a deposição do material bioativo na superfície dos tecidos, o que corrobora com os resultados encontrados nesta pesquisa.

Outros autores investigaram a influência de diversos materiais bioativos na microdureza dos tecidos minerais submetidos a tratamento clareador. De acordo com os resultados, o Biosilicato® não conseguiu evitar as alterações negativa no esmalte. Essa divergência se deve ao fato da aplicação da vitrocerâmica ter sido feita apenas 1 vez por semana, durante 5 minutos, que pode não ter garantido tempo suficiente

para formação da camada superficial de hidroxiapatita. Porém, quando associado a outros materiais bioativos, ele foi capaz de aumentar a microdureza do esmalte. (115)

Em relação ao F18®, um estudo comparativo feito com diferentes produtos, incluído o Biosilicato, para avaliar a remineralização dentária concluiu que o uso do biovidro F18® aumentou a remineralização da superfície dental desmineralizada, confirmadas a partir da análise feita por microscópio eletrônico de varredura, obtendo-se maiores valores de dureza quando comparados ao grupo controle. Isso também foi observado para o grupo Biosilicato quando comparado ao grupo controle. (19)

Neste estudo, em relação à dentina, os grupos tratados com Biosilicato® e F18® apresentaram uma redução, estatisticamente significativa, da microdureza knoop em relação as medidas iniciais. Quando comparado os valores finais entre si, o grupo tratado com Biosilicato ® obteve a menor redução da microdureza, seguido do grupo tratado com F18, enquanto o grupo controle obteve a maior redução.

Um estudo (140) avaliou comparativamente, in vitro, os efeitos de agentes remineralizadores e dessensibilizantes na microdureza do esmalte e dentina, e observou na análise descritiva uma diminuição pequena da microdureza da dentina nos grupos tratados com Biosilicato®, o que corrobora com os achados deste estudo. Podemos atribuir essa diminuição na microdureza da dentina, mesmo com o uso dos biovidros, devido a seu maior conteúdo orgânico, menor taxa de cálcio e fosforo, cristais de apatita menores e alto conteúdo de carbonato (apatita carbonatada) o que torna o tecido muito mais suscetível a desmineralização do que o esmalte (141). Além disso, o gel clareador foi aplicado diretamente na dentina, o que aumenta a concentração do gel sobre o tecido, diferentemente do que aconteceria se fosse aplicado no esmalte, já que a concentração do gel chegaria na dentina, por difusão, em menor quantidade.

Apesar disso, neste estudo, os grupos Biosilicato® e o F18® tiveram capacidade de evitar uma queda drástica da microdureza knoop, como aconteceu no grupo controle. É nosso entendimento que o Biosilicato consegue produzir uma resposta do tecido biológico ao entrar em contato com ele, criando uma camada de hidroxiapatita e ocluindo os túbulos dentinários, o que pode diminuir a hipersensibilidade dentinária (62). O mesmo acontece com o biovidro F18®, que por ter rápida liberação iônica, pode neutralizar o meio ácido, o que explicaria a menor diminuição da microdureza na dentina encontrado neste estudo (20). A baixa

porcentagem do conteúdo de biovidro nos géis clareadores também pode ter influenciado esses resultados.

Na literatura há uma escassez de informação, principalmente quando se trata do biovidro F18, em relação a remineralização de dentina. Por isso, sugere-se que sejam realizados mais estudos laboratoriais, além de ensaios clínicos, para melhor compreensão do alcance dos biovidros.

6.2 ANÁLISE DE COR PELOS SISTEMA CIELAB E CIEDE2000

A análise de cor dos diferentes tratamentos avaliados neste estudo foi feita com o uso de um espectrofotômetro baseado no sistema de coordenadas CIE L^* , a^* , b^* , que é eficaz para a determinação de cor dos espécimes. Neste sistema, o parâmetro L^* indica a luminosidade, que pode variar de 0 a 100, onde o 0 corresponde ao preto e o 100 corresponde ao branco. Já os parâmetros a^* e b^* indicam as coordenadas cromáticas, onde os valores positivos de a^* e b^* indicam cor vermelha e amarela, respectivamente, e os valores negativos de a^* e b^* indicam a cor verde e azul, respectivamente.

Neste estudo foi realizada uma comparação dos valores de ΔE_{ab} e ΔE_{00} entre os grupos, cujos resultados estão apresentados no Gráfico 5.4 e no Gráfico 5.5, para verificar se a presença dos biovidros influenciariam na cor final. Apesar do sistema CIELAB ser muito difundido e utilizado na odontologia para analisar diferenças de cores, o uso do CIEDE2000 tem sido proposto como uma alternativa, pois corrige o fator de rotação, que melhora a interação entre o croma e diferenças de matiz na região azul, levando em consideração a percepção visual (122, 142). Para os 3 grupos avaliados, foram obtidos valores de ΔE_{ab} e ΔE_{00} maiores que o limite de perceptibilidade (1,20 e 0,8) e não houve diferença estatisticamente significativa entre os ΔE_{ab} e ΔE_{00} dos três grupos, portanto o mesmo potencial clareador foi observado nos três tratamentos clareadores avaliados neste estudo, mostrando que a presença dos materiais bioativos não afeta a eficácia do tratamento.

Como dito, a mudança de cor se deve à alteração dos parâmetros L^* , a^* , b^* medidos antes e após o tratamento. A partir da Tabela 5.1, pode-se perceber que no presente estudo houve um aumento estatisticamente significativo no parâmetro de luminosidade (L^*) nos 3 grupos, tendendo-se ao branco. Quando comparados os valores finais levando em consideração o fator grupo, não houve diferença

estatisticamente significativa. Em relação ao parâmetro b^* , nos 3 grupos avaliados houve uma diminuição estatisticamente significativa em relação aos valores iniciais, e não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Essa diminuição indica que os espécimes se tornaram menos amarelados. De acordo com a literatura (143), essa mudança nos dois parâmetros é o principal fator no efeito clareador, o que comprova que os três grupos tiveram a mesma eficácia no tratamento.

Um estudo avaliou, *in vitro*, a influência do Biosilicato® frente ao estresse oxidativo, penetração do gel clareador e eficácia clareadora com diferentes protocolos de tratamento clareador. O estudo concluiu que o grupo tratado com Biosilicato® minimiza os danos causados pelo gel clareador sem, contudo, alterar a sua eficácia clareadora, o que está de acordo com os resultados desta pesquisa (144). Em relação ao biovidro F18®, por ser um material bioativo novo, não há relatos prévios na literatura que avaliem sua influência no resultado de tratamentos clareadores.

Embora o sistema CIELAB e CIEDE2000 sejam utilizados rotineiramente na odontologia, ainda são métodos que podem diferir da percepção que se tem do efeito clareador. Diante disso, foi proposto um novo índice (WI_D) baseado nas coordenadas do sistema CIELAB, que correlaciona o efeito clareador com a percepção visual, no qual pode-se verificar se houve um clareamento ou escurecimento dental. Essa correlação é feita de maneira simples, onde maiores valores de WI_d indicam espécimes mais claros e, em contrapartida, menores valores (até mesmo negativos) indicam espécimes mais escuros. (124)

Sendo assim, neste estudo avaliou-se o WI_D inicial, WI_D final e ΔWI_D dos três grupos antes e após o tratamento clareador, para complementar os resultados de análise de cor, representados na Tabela 5.2 e no Gráfico 5.5. Após o tratamento, os três grupos apresentaram maiores valores WI_D final em relação aos valores WI_D inicial estatisticamente significantes, e, quando comparados os valores finais WI_D , considerando o fator grupo, não houve diferença estatisticamente significativa. Por ter apresentado valores maiores nos três grupos após o clareamento, sem diferença estatisticamente significativa entre eles, pode-se concluir que o Biosilicato® e o F18® não reduziram a eficácia clareadora do gel. Em relação ao ΔWI_D , observou-se valores acima do limite de perceptibilidade nos três grupos, sem diferença estatisticamente significativa entre eles, demonstrando eficácia clareadora perceptível aos olhos. Na literatura não há estudos prévios que utilizem este índice para avaliar a eficácia clareadora de tratamentos associados a biovidro.

Por fim, este estudo apresentou resultados promissores em relação ao uso de materiais bioativos na redução dos efeitos adversos causados pelo tratamento clareador. Mais estudos devem ser realizados acerca do potencial dos biovidros, principalmente do F18®.

7 CONCLUSÕES

Após a realização dos ensaios de microdureza e análises de cor foi possível constatar que:

- 1) O uso do gel clareador à base de peróxido de carbamida a 16% provocou redução da microdureza nos tecidos de esmalte e dentina.
- 2) O tratamento clareador realizado com a associação do Biosilicato® a 2% ao gel a base de peróxido de carbamida a 16%, assim como a associação do biovidro F18® a 2% ao mesmo gel, resultou em aumento da microdureza do esmalte e reduziu os efeitos adversos na dentina, sem afetar a eficácia clareadora do gel.

REFERÊNCIAS¹

1. Christensen GJ. The state of the art in esthetic restorative dentistry. *J Am Dent Assoc.* 1997 Sep;128(9):1315-7. doi: 10.14219/jada.archive.1997.0412. PMID: 9297955.
2. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J.* 2001 Mar 24;190(6):309-16. doi: 10.1038/sj.bdj.4800959. PMID: 11325156.
3. ten Bosch JJ, Coops JC. Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. *J Dent Res.* 1995 Jan;74(1):374-80. doi: 10.1177/00220345950740011401. PMID: 7876432.
4. Attin T, Paqué F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J.* 2003 May;36(5):313-29. doi: 10.1046/j.1365-2591.2003.00667.x. PMID: 12752645.
5. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser--a systematic review. *Dent Mater.* 2007 May;23(5):586-96. doi: 10.1016/j.dental.2006.03.018. Epub 2006 Jul 3. PMID: 16820199.
6. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc.* 2004 Feb;135(2):194-201; quiz 228-9. doi: 10.14219/jada.archive.2004.0151. PMID: 15005435.
7. Asnaashari M, Moeini M. Effectiveness of lasers in the treatment of dentin hypersensitivity. *J Lasers Med Sci.* 2013 Winter;4(1):1-7. PMID: 25606300; PMCID: PMC4281970.
8. Lago ADN, Ferreira WDR, Furtado GS. Dental bleaching with the use of violet light only: Reality or Future? *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2017 Mar;17:124-6. doi: 10.1016/j.pdpdt.2016.11.014. Epub 2016 Nov 27. PMID: 27902926.
9. Panhoca, Vitor. (2017). Dental Bleaching Using Violet Light Alone: Clinical Case Report. *Dentistry.* 2017 Jul 7. doi: 10.4172/2161-1122.1000459.
10. Zanin F. Recent Advances in Dental Bleaching with Laser and LEDs. *Photomed Laser Surg.* 2016 Apr;34(4):135-6. doi: 10.1089/pho.2016.4111. PMID: 27043762.
11. Maran BM, Burey A, de Paris Matos T, Loguercio AD, Reis A. In-office dental bleaching with light vs. without light: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2018 Mar;70:1-13. doi: 10.1016/j.jdent.2017.11.007. Epub 2017 Dec 29. PMID: 29289725.

12. Efflandt SE, Magne P, Douglas WH, Francis LF. Interaction between bioactive glasses and human dentin. *J Mater Sci Mater Med*. 2002 Jun;13(6):557-65. doi: 10.1023/a:1015174726415. PMID: 15348585.
13. Lee BS, Chang CW, Chen WP, Lan WH, Lin CP. In vitro study of dentin hypersensitivity treated by Nd:YAP laser and bioglass. *Dent Mater*. 2005 Jun;21(6):511-9. doi: 10.1016/j.dental.2004.08.002. Epub 2004 Dec 15. PMID: 15904693.
14. Marghussian V, Mesgar AS-M. Effects of composition on crystallization behaviour and mechanical properties of bioactive glass-ceramics in the MgO–CaO–SiO₂–P₂O₅ system. *Ceramics Int*. 2000;26(4):415-20.
15. Li, P., Yang, Q., Zhang, F. et al. The effect of residual glassy phase in a bioactive glass-ceramic on the formation of its surface apatite layer in vitro. *J Mater Sci Mater Med*. 1992;3:452–6; 1992. doi: <https://doi.org/10.1007/BF00701242>.
16. Siqueira RL, Zanotto EDJQn. Biosilicato®: histórico de uma vitrocerâmica brasileira de elevada bioatividade. *Química Nova* 2011;34:1231-41. doi: 10.1590/S0100-40422011000700023.
17. Ravagnani, C. Biosilicato® para promoção da saúde oral [dissertação]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas; 2003.
18. Zanotto ED, Ravagnani C, Peitl Filho O, Panzeri H, Lara EG, inventors. Process and compositions for preparing particulate, bioactive or resorbable biosilicates for use in the treatment of oral ailments. *Brasil Patente WO/2004/4199*. *Int Appl*. PCT/BR2004/000015. [citado 20 nov 2021]. Disponível em: patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2004074199
19. Barros ACP. Remineralização de lesão de cárie inicial por meio da aplicação de diferentes produtos. [dissertação]. Araraquara: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Odontologia; 2018.
20. Souza M, Renno A, Peitl O, Zanotto E. New highly bioactive crystallization-resistant glass for tissue engineering applications. *Transl Mater Res*. 2016;4. doi: 10.1088/2053-1613/aa53b5.
21. Dwinelle W. Ninth Annual Meeting of the American Society of Dental Surgeons. *Am J Dent Sci*. 1848 Oct;9(1):143-7. PMID: 30749528; PMCID: PMC6059622.
22. Atkinson CB. Bleaching teeth, when discolored from loss of vitality: means for preventing their discoloration and ulceration. *Dent Cosmos*. 1862;3:74-7.
23. Chapple JA. Hints and queries. *Dent Cosmos*. 1877;19:499.

24. Taft J. Bleaching Teeth: What Is the Best Method of Bleaching Teeth? *Am J Dent Sci.* 1878 Dec;12(8):364-71. PMID: 30753023; PMCID: PMC6103026.
25. Harlan AW. The removal of stains from the teeth caused by the administration of medicinal agents and the bleaching of pulpless teeth. *JAMA.* 1885;4(5):123-5. doi:10.1001/jama.1885.02390800011001c.
26. Westlake A. Bleaching Teeth by Electricity. *Am J Dent Sci.* 1895 Jul;29(3):101-2. PMID: 30757650; PMCID: PMC6118678.
27. Prinz H. Recent improvements in tooth bleaching. *Dent Cosmos.* 1924;66(5):558-60.
28. Ames JW. Removing Stains from mottled enamel. *Dent Cosmos.* 1937;24(10):1674-7.
29. Spasser HF. A simple bleaching technique using sodium perborate. *NY State Dent J.* 1961;27:332-4.
30. Nutting EB, Poe GS. Chemical bleaching of discolored endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am.* 1967 Nov;655-62. PMID: 5262487.
31. Cohen S, Parkins FM. Bleaching tetracycline-stained vital teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1970 Mar;29(3):465-71. doi: 10.1016/0030-4220(70)90151-9. PMID: 5263279.
32. Zaragoza VMT. Bleaching of vital teeth: technique. *Estomodeo.* 1984;9:7-30.
33. Feinman RA. Bleaching. A combination therapy. *CDA J.* 1987 Apr;15(4):10-3. PMID: 3472668.
34. Goldstein CE, Goldstein RE, Feinman RA, Garber DA. Bleaching vital teeth: state of the art. *Quintessence Int.* 1989 Oct; 20(10):729-37. PMID: 2517902.
35. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int.* 1989 Mar; 20(3):173-6. PMID: 2762507.
36. Cardoso PEC, Burlamaqui H, Lopes BA. Perguntas e respostas sobre o clareamento dental. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 2014;68(3):236-7.
37. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching: how safe is it? *Quintessence Int.* 1991 Jul;22(7):515-23. PMID: 1882044.
38. Haywood VB. Commonly asked questions about nightguard vital bleaching. *J Indiana Dent Assoc.* 1993 Sep-Oct;72(5):28-33. PMID: 7726993.
39. Hanosh FN, Hanosh GS. Vital bleaching: a new light-activated hydrogen peroxide system. *J Esthet Dent.* 1992 May-Jun;4(3):90-5. doi: 10.1111/j.1708-8240.1992.tb00670.x. PMID: 1389354.

40. White JM, Pelino J, Rodrigues R, Zwhalen BJ, Nguyen MH, Wu E, editors. Surface and pulpal temperature comparison of tooth whitening using lasers and curing lights. *Proceedings SPIE - The international Society for Optical Engineering*, 3910. *Lasers in Dentistry VI* [local desconhecido]: SPIE; 2000. doi: 10.1117/12.380813.
41. Zanin F, Brugnera Jr A, Marchesan MA, Pecora JD, editors. Laser and LED external teeth-bleaching. *Proceedings SPIE - The international Society for Optical Engineering*, 5313. *Lasers in Dentistry VI* [local desconhecido]: SPIE; 2004. doi: 10.1117/12.537428
42. Surmelioglu D, Usumez A. Effectiveness of different laser-assisted in-office bleaching techniques: 1-year follow-up. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*. 2020 Oct;38(10):632-9. doi: 10.1089/photob.2019.4741. Epub 2020 Apr 15. PMID: 32286911.
43. Panhóca VH, de Oliveira BP, Bagnato VS. Dental bleaching efficacy with light application: in vitro study. *Photodiag Photodyn Therapy*. 2015;3(12):357. doi: 10.1016/j.pdpdt.2015.07.128.
44. Kury M, Perches C, da Silva DP, André CB, Tabchoury CPM, Giannini M, Cavalli V. Color change, diffusion of hydrogen peroxide, and enamel morphology after in-office bleaching with violet light or nonthermal atmospheric plasma: An in vitro study. *J Esthet Restor Dent*. 2020 Jan;32(1):102-12. doi: 10.1111/jerd.12556. Epub 2019 Dec 16. PMID: 31845449.
45. Gallinari MO, Fagundes TC, da Silva LM, de Almeida Souza MB, Barboza A, Briso A. A new approach for dental bleaching using violet light with or without the use of whitening gel: Study of bleaching effectiveness. *Oper Dent*. 2019 Sep-Oct;44(5):521-9. doi: 10.2341/17-257-L. Epub 2019 Apr 25. PMID: 31021692.
46. Rastelli ANS, Dias HB, Carrera ET, de Barros ACP, Dos Santos DDL, Panhóca VH, Bagnato VS. Violet LED with low concentration carbamide peroxide for dental bleaching: A case report. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2018 Sep;23:270-2. doi: 10.1016/j.pdpdt.2018.06.021. Epub 2018 Jun 28. PMID: 29964222.
47. Kielbassa AM, Maier M, Gieren AK, Eliav E. Tooth sensitivity during and after vital tooth bleaching: A systematic review on an unsolved problem. *Quintessence Int*. 2015 Nov-Dec;46(10):881-97. doi: 10.3290/j.qi.a34700. PMID: 26396993.
48. Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dent J*. 2014 Apr;26(2):33-46. doi: 10.1016/j.sdentj.2014.02.002. Epub 2014 Mar 12. PMID: 25408594; PMCID: PMC4229680.
49. Hasson H, Ismail AI, Neiva G. Home-based chemically-induced whitening of teeth in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006 Oct 18;(4):CD006202. doi: 10.1002/14651858.CD006202. Update in: *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Dec 18;12:CD006202. PMID: 17054282.

50. Savic Stankovic T, Popovic M, Karadzic B. The efficacy of “walking” bleach technique in endodontically treated teeth: Case report. *Stomatoloski Glasnik Srbije*. 2011;58:163-7. doi: 0.2298/SGS1103163S.
51. Bernardon J, Ferrari P, Vieira L, Maia HP. Avaliação do tempo de tratamento para a satisfação do paciente nas diferentes técnicas de clareamento. 27^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica 9-12 set. 2010; Águas de Lindóia, SP, Brasil. *Braz Oral Res*. 2010;24 Supl.1:271.
52. Kasuya AVB, Favarão IN, de Souza JL, Cardoso SA, Fonseca RB, Hoepfner MG. Longevidade de clareamento em dente não vital com associação de técnicas: relato de caso. *Rev Dent Press Estét*. 2012 abr-jun;9(2):104-13.
53. Carvalho BM. Técnica combinada de clareamento em dente tratado endodonticamente após traumatismo: estudo de caso. 2016. *Rev Odontol Univ Cid. São Paulo*. 2018 jul;29(3):289-99.
54. Lazzari JM. Avaliação do clareamento dental interno em dentes traumatizados e submetidos ao procedimento de revascularização pulpar [dissertação na internet]. Piracicaba: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba; 2017. [citado 20 nov 2021]. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/331604>.
55. Minoux M, Serfaty R. Vital tooth bleaching: biologic adverse effects-a review. *Quintessence Int*. 2008 Sep;39(8):645-59. PMID: 19107251.
56. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching--a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2003;14(4):292-304. doi: 10.1177/154411130301400406. PMID: 12907697.
57. Deliperi S, Bardwell DN, Papathanasiou A. Clinical evaluation of a combined in-office and take-home bleaching system. *J Am Dent Assoc*. 2004 May;135(5):628-34. doi: 10.14219/jada.archive.2004.0252. PMID: 15202756.
58. Martos J, Mendes MS, Rodrigues ESA, Torre EdN, Cruz LERdN, Silveira LFM. Clareamento em dentes vitalizados empregando-se o Sistema Twist Pen: relato de caso. *Clín Int J Braz Dent*. 2011abr-jun;7(2):194-200.
59. Zekonis R, Matis BA, Cochran MA, Al Shetri SE, Eckert GJ, Carlson TJ. Clinical evaluation of in-office and at-home bleaching treatments. *Oper Dent*. 2003 Mar-Apr;28(2):114-21. PMID: 12670065.
60. Francci C, Marson FC, Briso ALF, Gomes MN. Clareamento dental: técnicas e conceitos atuais:[revisão]. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2010 ago;64(1 n espec):78-89.
61. Martos J, Basso GR, Silveira LFM, dos Santos Ferla M, Bolfoni MR. Clareamento dentário de consultório associado ao clareamento caseiro. *Revista Dental Press Estet*. 2013 set;10(3):84-93.

62. Andersson OH, Kangasniemi I. Calcium phosphate formation at the surface of bioactive glass in vitro. *J Biomed Mater Res*. 1991 Aug;25(8):1019-30. doi: 10.1002/jbm.820250808. PMID: 1918106.
63. Bowles WH, Ugwuneri Z. Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. *J Endod*. 1987 Aug;13(8):375-7. doi: 10.1016/S0099-2399(87)80196-6. PMID: 3481804.
64. Fuss Z, Szajkis S, Tagger M. Tubular permeability to calcium hydroxide and to bleaching agents. *J Endod*. 1989 Aug;15(8):362-4. doi: 10.1016/S0099-2399(89)80073-1. PMID: 2637327.
65. Sampaio MD. Determinação do grau de clareamento interno de dentes bovinos submetidos a diferentes agentes clareadores [dissertação na internet]. Salvador. Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Odontologia; 2008 [citado 19 nov 2021]. Disponível em: repositorio.ufba.br/bitstream/ri/10507/1/Dissertacao%20Maira%20Dias%20Sampaio.pdf.
66. Legramandi DB. Resistência adesiva à dentina após clareamento dental [dissertação]. Bauru: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia de Bauru; 2005 [citado 2022-01-27]. doi:10.11606/D.25.2005.tde-30092005-094942.
67. Reinhardt JW, Balbierz MM, Schultz CM, Simetich B, Beatty MW. Effect of tooth-whitening procedures on stained composite resins. *Oper Dent*. 2019 Jan-Feb;44(1):65-75. doi: 10.2341/17-301-L. Epub 2018 Mar 23. PMID: 29570025.
68. Silva FM, Nacano LG, Pizi ECG. Avaliação clínica de dois sistemas de clareamento dental. *Rev Odontol Brasil Central*. 2012;21(57). doi: <https://doi.org/10.36065/robrac.v21i57.623>.
69. Conceição E, Masotti A. Princípios de estética aplicados à dentística. *Dentística - Saúde e estética*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed; 2007. Vol. 1, p. 298-318.
70. Baratieri LN, Monteiro Junior S, Andrada MACd, Vieira LCC. Clareamento dental. Sao Paulo: Quintessence; 1993
71. Macpherson LM, Stephen KW, Joiner A, Schäfer F, Huntington E. Comparison of a conventional and modified tooth stain index. *J Clin Periodontol*. 2000 Nov;27(11):854-9. doi: 10.1034/j.1600-051x.2000.027011854.x. PMID: 11073329.
72. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J*. 2001 Mar 24;190(6):309-16. doi: 10.1038/sj.bdj.4800959. PMID: 11325156.
73. Currey JD. Bones: structure and mechanics. New Jersey: Princeton University Press; 2006.

74. Nathoo SA. The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. *J Am Dent Assoc.* 1997 Apr;128 Suppl:6S-10S. doi: 10.14219/jada.archive.1997.0428. PMID: 9120149.
75. Gwinnett AJ. Structure and composition of enamel. *Oper Dent.* 1992;Suppl 5:10-7. PMID: 1470538.
76. Fejerskov O, Thylstrup A. *Embriologia e histologia oral humana.* Barcelona: Salvat; 1989.
77. Nanci A. *Ten Cate's oral histology: development, structure, and function.* [local desconhecido]: Elsevier Health Sciences; 2017.
78. Fava M, Watanabe I-S, Fava de Moraes F, da Costa RDRS. Observations on etched enamel in non-erupted deciduous molars: a scanning electron microscopic study. *Rev Odontol Univ Sao Paulo.* 1997 jul;11(3). doi:<https://doi.org/10.1590/S0103-06631997000300002>
79. Atkinson HF. An investigation into the permeability of human enamel using osmotic methods. *Br Dent J.* 1947 Nov 21;83(10):205-14. PMID: 18918880.
80. Johansen E. Microstructure of enamel and dentin. *J Dent Res.* 1964;43:Suppl:1007-20.
81. Junqueira L, Carneiro J. *Histologia básica: texto atlas.* 11ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2008.
82. Hegedüs C, Bistey T, Flóra-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent.* 1999 Sep;27(7):509-15. doi: 10.1016/s0300-5712(99)00006-8. PMID: 10507207.
83. Gómez M. Munõz: *Histologia e embriologia bucodental.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006.
84. Brannstrom M. The hydrodynamic theory of dentinal pain: sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. *J Endod.* 1986 Oct;12(10):453-7. doi: 10.1016/S0099-2399(86)80198-4. PMID: 3465849.
85. da Costa JB, McPharlin R, Paravina RD, Ferracane JL. Comparison of at-home and in-office tooth whitening using a novel shade guide. *Oper Dent.* 2010 Jul-Aug;35(4):381-8. doi: 10.2341/09-344-C. PMID: 20672721.
86. Albanai SR, Gillam DG, Taylor PD. An overview on the Effects of 10% and 15% carbamide peroxide and its relationship to dentine sensitivity. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2015 Jun;23(2):50-5. PMID: 26373197.
87. Pinheiro HB, Cardoso PE. Influence of five home whitening gels and a remineralizing gel on the enamel and dentin ultrastructure and hardness. *Am J Dent.* 2011 Jun;24(3):131-7. PMID: 21874930.

88. Cooper JS, Bokmeyer TJ, Bowles WH. Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents. *J Endod.* 1992 Jul;18(7):315-7. doi: 10.1016/S0099-2399(06)80479-6. PMID: 1402591.
89. Bistey T, Nagy IP, Simó A, Hegedus C. In vitro FT-IR study of the effects of hydrogen peroxide on superficial tooth enamel. *J Dent.* 2007 Apr;35(4):325-30. doi: 10.1016/j.jdent.2006.10.004. Epub 2006 Nov 20. PMID: 17116354.
90. Bortolatto JF, Pretel H, Floros MC, et al. Low Concentration H₂O₂/TiO₂ in Office Bleaching: A Randomized Clinical Trial. *J Dent Res.* 2014 Jul; 93(7 Suppl):66S-71S. doi:10.1177/0022034514537466.
91. Lewinstein I, Fuhrer N, Churaru N, Cardash H. Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. *J Prosthet Dent.* 2004 Oct;92(4):337-42. doi: 10.1016/j.prosdent.2004.07.019. PMID: 15507905.
92. Pinto CF, Oliveira Rd, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res.* 2004 Oct-Dec;18(4):306-11. doi: 10.1590/s1806-83242004000400006. PMID: 16089261.
93. Amaral PG, Sales GCdF, Santos RLd, Magalhães DBL, Gusmão ES. Influência da presença do cálcio em agentes clareadores e sua relação com a microdureza do esmalte dental humano. *Rev Bras Cienc Saúde.* 2010 jun;14(2):37-44.
94. Armênio RV. Avaliação clínica do flúor como dessensibilizante associado com o clareamento vital noturno com peróxido de carbamida a 16% [dissertação]. [local desconhecido]: Universidade do Oeste de Santa Catarina; 2006
95. Kihn PW, Barnes DM, Romberg E, Peterson K. A clinical evaluation of 10 percent vs. 15 percent carbamide peroxide tooth-whitening agents. *J Am Dent Assoc.* 2000 Oct;131(10):1478-84. doi: 10.14219/jada.archive.2000.0061. PMID: 11042989.
96. Miglani S, Aggarwal V, Ahuja B. Dentin hypersensitivity: Recent trends in management. *J Conserv Dent.* 2010 Oct;13(4):218-24. doi: 10.4103/0972-0707.73385. PMID: 21217949; PMCID: PMC3010026.
97. Markowitz K. Tooth sensitivity: mechanisms and management. *Compendium.* 1993 Aug;14(8):1032, 1034 passim; quiz 1046. PMID: 8269438.
98. Soares F, Sousa Jd, Maia C, Fontes C, Cunha L, Freitas AdJRSC. Clareamento em dentes vitais: uma revisão literária. *Rev Saude Com.* 2008;4(1):72-84.
99. Maran BM, Vochikovski L, de Andrade Hortkoff DR, Stanislawczuk R, Loguercio AD, Reis A. Tooth sensitivity with a desensitizing-containing at-home bleaching gel-a randomized triple-blind clinical trial. *J Dent.* 2018 May;72:64-70. doi: 10.1016/j.jdent.2018.03.006. Epub 2018 Mar 15. PMID: 29551346.

100. Wang Y, Gao J, 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 Aug;43(8):913-23. doi: 10.1016/j.jdent.2015.03.015. Epub 2015 Apr 22. PMID: 25913140.
101. Aranha ACC. Estudo in vivo da efetividade de diferentes métodos de dessensibilização dentinária em lesões cervicais não cariosas [dissertação]. Piracicaba: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia; 2003. [citado 19 nov 2021]. Disponível: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/290316>.
102. Bakry AS, Tamura Y, Otsuki M, Kasugai S, Ohya K, Tagami J. Cytotoxicity of 45S5 bioglass paste used for dentine hypersensitivity treatment. *J Dent*. 2011 Sep;39(9):599-603. doi: 10.1016/j.jdent.2011.06.003. Epub 2011 Jun 24. PMID: 21726598.
103. Hench LL. Bioceramics: from concept to clinic. *J Am Ceram Soc* 1991;74(7):1487-510. doi: 10.1111/j.1151-2916.1991.tb07132.x
104. Nganga S, Zhang D, Moritz N, Vallittu PK, Hupa L. Multi-layer porous fiber-reinforced composites for implants: in vitro calcium phosphate formation in the presence of bioactive glass. *Dent Mater*. 2012 Nov;28(11):1134-45. doi: 10.1016/j.dental.2012.08.005. Epub 2012 Aug 25. PMID: 22925703.
105. Burwell AK, Litkowski LJ, Greenspan DC. Calcium sodium phosphosilicate (NovaMin): remineralization potential. *Adv Dent Res*. 2009;21(1):35-9. doi: 10.1177/0895937409335621. Epub 2009 Jul 31. PMID: 19710080.
106. Curtis AR, West NX, Su B. Synthesis of nanobioglass and formation of apatite rods to occlude exposed dentine tubules and eliminate hypersensitivity. *Acta Biomater*. 2010 Sep;6(9):3740-6. doi: 10.1016/j.actbio.2010.02.045. Epub 2010 Mar 2. PMID: 20206307.
107. Burwell A, Jennings D, Muscle D, Greenspan DC. NovaMin and dentin hypersensitivity--in vitro evidence of efficacy. *J Clin Dent*. 2010;21(3):66-71. PMID: 21207916.
108. Farmakis ET, Kozyrakis K, Khabbaz MG, Schoop U, Beer F, Moritz A. In vitro evaluation of dentin tubule occlusion by Denshield and Neodymium-doped yttrium-aluminum-garnet laser irradiation. *J Endod*. 2012 May;38(5):662-6. doi: 10.1016/j.joen.2012.01.019. Epub 2012 Mar 11. PMID: 22515897.
109. Canadian Advisory Board on Dentin Hypersensitivity. Consensus-based recommendations for the diagnosis and management of dentin hypersensitivity. *J Can Dent Assoc*. 2003 Apr;69(4):221-6. PMID: 12662460.

110. Miller S, Gaffar A, Sullivan R, Heu R, Truong T, Stranick M. Evaluation of a new dentifrice for the treatment of sensitive teeth. *J Clin Dent*. 1994;5 Spec No:71-9. PMID: 8534377.
111. Tirapelli C, Panzeri H, Lara EH, Soares RG, Peitl O, Zanotto ED. The effect of a novel crystallised bioactive glass-ceramic powder on dentine hypersensitivity: a long-term clinical study. *J Oral Rehabil*. 2011 Apr;38(4):253-62. doi: 10.1111/j.1365-2842.2010.02157.x. Epub 2010 Sep 26. PMID: 20868428.
112. Hench LL. The story of Bioglass. *J Mater Sci Mater Med*. 2006;17(11):967-78.
113. Kokubo T, editor. *Bioceramics and their clinical applications*. Boca Raton: CRC Press; 2008.
114. Tirapelli C; Gava, IL, Duarte RS, Panzeri H, Zanotto ED, Peitl O. Dentifrício experimental com micro-partículas bioativas (Biosilicato): avaliação comparativa na remineralização dental. 27^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica 9-12 set. 2010; Águas de Lindóia, SP, Brasil. *Braz Oral Res*. 2010;24 Supl.1:231.
115. Pinheiro HB. Influência de materiais bioativos sobre a dureza, ultraestrutura e conteúdo mineral de dentes clareados: estudo in situ [dissertação] São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2012. doi: 10.11606/T.23.2012.tde-19032013-152939.
116. Tirapeli C, Panzeri H, Soares RG, Petil O, Zanotto ED. A novel bioactive glass-ceramic for treating dentin hypersensitivity. *Braz Oral Res*. 2010 Dec;24(4):381-7. doi: <https://doi.org/10.1590/S1806-83242010000400002>.
117. Tirapelli C, Panzeri H. Avaliação da eficácia de um biomaterial e conhecidos agentes dessensibilizantes no tratamento da hipersensibilidade dentinária: estudo in vitro e in vivo [tese] Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2007. doi: 10.11606/T.58.2007.tde-13122007-082300.
118. Vieira AE, Delbem AC, Sassaki KT, Rodrigues E, Cury JA, Cunha RF. Fluoride dose response in pH-cycling models using bovine enamel. *Caries Res*. 2005 Nov-Dec;39(6):514-20. doi: 10.1159/000088189. PMID: 16251798.
119. de Andrade IC, Basting RT, Lima-Arsati YB, do Amaral FL, Rodrigues JA, França FM. Surface roughness evaluation and shade changes of a nanofilled resin composite after bleaching and immersion in staining solutions. *Am J Dent*. 2011 Aug;24(4):245-9. PMID: 22016920.
120. Lago M, Mozzaquatro LR, Rodrigues C, Kaizer MR, Mallmann A, Jacques LB. Influence of bleaching agents on color and translucency of aged resin composites. *J Esthet Restor Dent*. 2017 Sep;29(5):368-77. doi: 10.1111/jerd.12261. Epub 2016 Sep 6. PMID: 27599875.

121. Della Bona A, Pecho OE, Ghinea R, Cardona JC, Paravina RD, Perez MM. Influence of bleaching and aging procedures on color and whiteness of dental composites. *Oper Dent*. 2019 Nov-Dec;44(6):648-58. doi: 10.2341/18-209-L. Epub 2019 Apr 12. PMID: 30978158.
122. Carter EC, Schanda Jn, Hirschler R, Jost S, Luo MR, Melgosa M, et al., editors. CIE 015 colorimetry. 4th ed. Viena: CIE; 2018. doi: 10.25039/TR.015.2018.
123. Gómez-Polo C, Portillo Muñoz M, Lorenzo Luengo MC, Vicente P, Galindo P, Martín Casado AM. Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. *J Prosthet Dent*. 2016 Jan;115(1):65-70. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.07.001. Epub 2015 Sep 26. PMID: 26412001.
124. Pérez Mdel M, Ghinea R, Rivas MJ, Yebra A, Ionescu AM, Paravina RD, Herrera LJ. Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. *Dent Mater*. 2016 Mar;32(3):461-7. doi: 10.1016/j.dental.2015.12.008. Epub 2016 Jan 6. PMID: 26778404.
125. Pérez Gómez MdM, Pecho O, Ghinea RI, Pulgar R, Della Bona A. Recent advances in color and whiteness evaluations in dentistry. *Curr Dent*. 2019;1:23-9. doi: 10.2174/2542579X01666180719125137.
126. Paravina RD. Critical appraisal. Color in dentistry: match me, match me not. *J Esthet Restor Dent*. 2009;21(2):133-9. doi: 10.1111/j.1708-8240.2009.00246.x. Erratum in: *J Esthet Restor Dent*. 2009;21(3):142. PMID: 19368605.
127. International Standardization Organization. ISO/TR 28642:2016-Dentistry: Guidance on colour measurement. Geneve: ISO; 2016.
128. Attin T, Schmidlin PR, Wegehaupt F, Wiegand A. Influence of study design on the impact of bleaching agents on dental enamel microhardness: a review. *Dent Mater*. 2009 Feb;25(2):143-57. doi: 10.1016/j.dental.2008.05.010. Epub 2008 Jul 16. PMID: 18635255.
129. Azer SS, Machado C, Sanchez E, Rashid R. Effect of home bleaching systems on enamel nanohardness and elastic modulus. *J Dent*. 2009 Mar;37(3):185-90. doi: 10.1016/j.jdent.2008.11.005. Epub 2008 Dec 23. PMID: 19108942.
130. Minoux M, Serfaty R. Vital tooth bleaching: biologic adverse effects-a review. *Quintessence Int*. 2008 Sep;39(8):645-59. PMID: 19107251.
131. de Ferraris MEG. Histología y embriología bucodental. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 1999.
132. de Ferraris MEG, Munoz AC. Histologia e embriologia bucodental. Argentina: Panamericana; Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006.
133. Gandolfi L, Galleguillos R. Rheology modifiers and consumer perception. *harry's comesicology*. 9ª ed. Melville: Chemical Publishing; 2015. p. 768-806.

134. 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 Jul;40 Suppl 1:e26-34. doi: 10.1016/j.jdent.2012.02.010. Epub 2012 Feb 27. PMID: 22381613.
135. Pinto CF, Oliveira Rd, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res*. 2004 Oct-Dec;18(4):306-11. doi: 10.1590/s1806-83242004000400006. PMID: 16089261.
136. de Oliveira R, Paes Leme AF, Giannini M. Effect of a carbamide peroxide bleaching gel containing calcium or fluoride on human enamel surface microhardness. *Braz Dent J*. 2005;16(2):103-6. doi: 10.1590/s0103-64402005000200003. PMID: 16475602.
137. da Costa JB, Mazur RF. Effects of new formulas of bleaching gel and fluoride application on enamel microhardness: an in vitro study. *Oper Dent*. 2007 Nov-Dec;32(6):589-94. doi: 10.2341/06-166. PMID: 18051009.
138. Pintado-Palomino K, Tirapelli C. The effect of home-use and in-office bleaching treatments combined with experimental desensitizing agents on enamel and dentin. *Eur J Dent*. 2015 Jan-Mar;9(1):66-73. doi: 10.4103/1305-7456.149645. PMID: 25713487; PMCID: PMC4319303.
139. Leite S, Ferreira AC, Batista A, Fernandes Neto J, de Oliveira T, Catão M. Avaliação da ação de um agente dessensibilizante na remineralização dos túbulos dentinários antes e após serem submetidos a clareamento dental: estudo in vitro. *Res Soc Develop*. 2021;10(7):e18810716474. doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16474>.
140. LeGeros RZ, Trautz OR, Klein E, LeGeros JP. Two types of carbonate substitution in the apatite structure. *Experientia*. 1969 Jan 15;25(1):5-7. doi: 10.1007/BF01903856. PMID: 5766584.
141. Luo M, Cui G, Rigg B. The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000. *Color Res Appl*. 2001 Oct;26(5):340-50. doi: <https://doi.org/10.1002/col.1049>.
142. Li Y. Tooth color measurement using Chroma Meter: techniques, advantages, and disadvantages. *J Esthet Restor Dent*. 2003;15 Suppl 1:S33-41. doi: 10.1111/j.1708-8240.2003.tb00316.x. PMID: 15000903.
143. Carminatti M. Avaliação in vivo e in vitro do Biosilicato® frente ao estresse oxidativo, penetração do peróxido de hidrogênio e eficácia clareadora [dissertação]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Odontologia; 2019.

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética no Uso de Animal



Fundada em 1900

"Em constante busca da excelência"

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO FACULDADE DE ODONTOLOGIA

Comissão de Ética no Uso de Animais

Tel. (11) 3091 7884

ceuafo@usp.br

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo CEUA/FOUSP N° **12/2021** referente ao projeto intitulado: "Avaliação da Microdureza e cor em Dente Bovinos Após Tratamento Clareador Associado a Biovidros", sob a responsabilidade do Prof. Dr. Paulo Eduardo Capel Cardoso, do Departamento de Biomateriais e Biologia Oral -FOUSP, foi analisado em reunião realizada em 30 de novembro de 2021 e considerado isento de análise da CEUA, por utilizar material (dentes) de origem animal da(s) espécie(s) Bos taurus (gado Nelore), proveniente de Frigorífico Fribal Frinchising LTDA.

São Paulo, 28 de janeiro de 2022.

Profa. Associada Dra. Silvia Vanessa Lourenço
Coordenadora da CEUA/FOUSP