



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

RAFAEL DASCANIO

**ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DE COR, RUGOSIDADE DE
SUPERFÍCIE E POTENCIAL REMINERALIZADOR DE GÉIS DE
ALTA CONCENTRAÇÃO CONTENDO BIOVIDRO**

PIRACICABA

2021

RAFAEL DASCANIO

**ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DE COR, RUGOSIDADE DE
SUPERFÍCIE E POTENCIAL REMINERALIZADOR DE GÉIS DE
ALTA CONCENTRAÇÃO CONTENDO BIOVIDRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Cirurgião Dentista.

Orientador: Prof(a). Dr(a). Vanessa Cavalli Gobbo

Coorientador: Ms(a). Camila Siqueira Silva Coelho

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO PELO ALUNO RAFAEL DASCANIO E ORIENTADO PELA PROF(A). DR(A). VANESSA CAVALLI GOBBO.

PIRACICABA

2021

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

D16a Dascanio, Rafael, 1998-
Análise da alteração de cor, rugosidade de superfície e potencial remineralizador de géis de alta concentração contendo biovidro / Rafael Dascanio. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Vanessa Cavalli Gobbo.

Coorientador: Camila Siqueira Silva Coelho.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Dentes - Clareamento. 2. Peróxido de hidrogênio. 3. Biovidro. I. Cavalli, Vanessa, 1977-. II. Coelho, Camila Siqueira Silva, 1994-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

Informações adicionais, complementares

Teeth - Bleaching

Hydrogen peroxide

Bioglass

Área de concentração: Dentística

Titulação: Cirurgião-Dentista

Data de entrega do trabalho definitivo: 17-05-2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Amélia Dascanio, minha mãe, pelo empenho que teve em tantos anos, a mim e à minha família. Com suor construiu e almejou tudo o que temos, e em sua humanidade sonhou comigo e concretizou minhas vitórias. Seu olhar bondoso enxergou além, suas mãos carinhosas trabalharam incansavelmente, seus ombros carregaram o fardo pesado. Hoje, pode respirar aliviada, porque o sonho sonhado juntos torna-se realidade.

AGRADECIMENTOS

À professora Dra. Vanessa Cavalli Gobbo, que serviu de inspiração e apoio para a realização de projetos científicos, desenvolvimento de raciocínio crítico e habilidade práticas, sendo cruciais para a minha formação profissional e pessoal.

À doutoranda e mestra Camila Siqueira Silva Coelho que me acompanhou e me co-orientou nos projetos científicos, ensinando-me e guiando-me para a elaboração e organização de roteiros práticos para a realização e conclusão de pesquisas.

Aos meus pais, que se esforçaram para me proporcionar um estudo de qualidade durante toda a minha formação, dando ênfase na importância da educação para a conquista da liberdade e da contemplação da vida em sua plenitude.

Aos meus companheiros de trajetória, Bianca Cardozo, Giulia Spada, Matheus Paschoaletto, Nathália Reiche e Thaís Branco que serviram de inspiração nessa caminhada e a quem eu devo a partilha dos melhores momentos vividos que não são resumidos em palavras, mas sim, sentidos com a alma. Nossas histórias se encontraram por um momento, estabelecendo uma conexão eterna e duradoura.

Aos meus irmãos de vida, Ivan Carotti e Dinah Zamboni, que são exemplos de respeito, integridade e conduta. Se fizeram presentes, me quiseram bem, vibraram com minhas conquistas e me apoiaram em todos os momentos. Que a vida seja generosa comigo para que eu possa tê-los para sempre ao meu lado retribuindo todo o amor que um dia sentiram por mim.

À Universidade Estadual de Campinas e a todos os docentes que proporcionaram a troca de conhecimentos e habilidades para a minha formação profissional e pessoal, com dedicação notória que modifica milhares de histórias.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), no processo 123971/2019-05, que financiou tal pesquisa com uma bolsa de estudos, sendo de extrema importância para a elaboração e desenvolvimento da pesquisa brasileira.

RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar a alteração de cor, rugosidade e microdureza de superfície do esmalte submetido ao clareamento com géis clareadores de PH (35%) associados a diferentes concentrações de biovidro 45S5® (BV). Blocos de esmalte foram submetidos ao tratamento com (n=10): CP (controle positivo) gel PH 35%; PH BV: PH associado a BV nas concentrações de 0, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%; (CN) controle negativo, sem tratamento. O clareamento foi realizado em 3 sessões/ 40 min com intervalo de 7 dias. Entre as sessões e até 14 dias após o término do clareamento, os blocos foram mantidos em saliva artificial (37 °C). A alteração de cor (ΔE_{00}), de luminosidade (ΔL), de eixo a^* (Δa), de eixo b^* (Δb), a rugosidade (ΔRa), e a microdureza de superfície (KNH) foram avaliados em baseline (T0), 24h e 14 dias após o término do clareamento (T1 e T2). Foi realizado o cálculo de porcentagem de perda de dureza superficial (%PDS). Os dados foram submetidas a ANOVA e teste Tukey ($\alpha= 0,05$). O BV foi caracterizado através de MEV e EDS. A adição do BV ao gel clareador evitou a perda de esmalte dentário quando comparado ao CP imediatamente após ao clareamento. No intervalo de 14 dias, apenas 10%BV apresentou melhores resultados. Não houve diferença nos valores de ΔRa , ΔL e Δa entre os grupos. Não foi observada diferenças entre os grupos que apresentavam PH nas variáveis ΔE_{00} e Δb . A adição de BV não afetou a eficácia clareadora do PH e o grupo 10%BV apresentou maior potencial remineralizador.

Palavras-chave: Clareamento. Peróxido de hidrogênio. Biovidro.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the color change, roughness, and microhardness of the enamel surface submitted to whitening with HP bleaching gels (35%) associated with different 45S5® bioglass (BG) concentration. Enamel block were subjected to treatment with (n = 10): PC (positive control) gel 35% HP; HP BG: HP associated with BG at concentrations of 0, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%; (NC) negative control, without treatment. Bleaching was performed in 3 sessions / 40 min with 7-days intervals. The blocks were immersed in artificial saliva (37 °C) among sessions and up to 14 days after bleaching. Color change (ΔE_{00}), brightness (ΔL), a * axis (Δa), b * axis (Δb), roughness (ΔRa), and surface microhardness (KNH) were evaluated in baseline (T0), 24h and 14 days after the end of the whitening (T1 and T2). The percentage surface hardness loss (% SHL) was calculated and BG was characterized by SEM and EDS. Data were submitted to ANOVA and Tukey test ($\alpha = 0.05$). The addition of BG to the bleaching gel prevented mineral loss compared to the CP immediately after whitening. Within 14 days, only 10% BG showed better results. No differences were found among groups concerning ΔRa , ΔL , and Δa . No differences were found among groups containing HP regarding ΔE_{00} and Δb variables. The addition of BG did not affect the whitening efficacy of HP, and the 10% BG group showed greater remineralizing potential.

Key words: Whitening. Hydrogen peroxide. Bioglass.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	11
3 PROPOSIÇÃO	17
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1 Delineamento experimental.....	18
4.2 Caracterização da partícula de 45s5®.....	18
4.3 Preparo dos blocos.....	18
4.4 Preparo dos géis experimentais.....	19
4.5 Protocolo clareador.....	20
4.6 Microdureza de superfície	21
4.7 Rugosidade de superfície.....	21
4.8 Alteração de cor.....	22
4.9 Análise estatística.....	22
5 RESULTADOS	23
6 DISCUSSÃO.....	27
7 CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS	31
APÊNDICE 1 – ESTUDO PILOTO.....	36
ANEXO 1 – VERIFICAÇÃO DE ORIGINALIDADE E PREVENÇÃO DE PLÁGIO	39

1 INTRODUÇÃO

A alteração de cor dentária é uma das queixas mais relatadas em pacientes que buscam tratamento estético (Bortolatto, 2013). Além disso, dentes escuros são o motivo de maior insatisfação em relação à estética dental, e torna o clareamento o procedimento mais procurado no consultório odontológico (Souza et al., 2017). Tal estudo é reafirmado por Rodriguez Martinzez et al. (2019), apontando a cor como fator mais importante no equilíbrio do sorriso, pois a desarmonia de cor é mais rapidamente percebida do que outros desequilíbrios estéticos.

A técnica do clareamento dentário tem a vantagem de ser realizada sob o controle do dentista, exigindo menos tempo total de clareamento e evitando a exposição de partes moles e risco de ingestão de material (Kossatz et al., 2011; Al-Harbi et al., 2013). Tal procedimento se apresenta de três diferentes versões para o paciente, com diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio (PH) e modo de aplicação: o clareamento de consultório com agentes oxidantes para uso profissional contendo altas concentrações de peróxido de carbamida (PC, 35-37%) e de peróxido de hidrogênio (30-35%); o clareamento caseiro aplicado pelo paciente em uma placa dental, contendo até 20% de PC e 10% PH; e o clareamento misto vinculando ambas as técnicas (Baratieri e Monteiro, 2015).

O clareamento de consultório é executado por um agente oxidante, o peróxido de hidrogênio (PH) ou de carbamida (PC) em altas concentrações, que por possuir baixo peso molecular é capaz de se difundir pelos espaços interprismáticos do esmalte (Basting et al., 2012). A molécula de PH atua por meio da decomposição em radicais livres e inespecíficos (espécies reativas de oxigênio – EROs), que clivam moléculas grandes e pigmentadas em menores e menos pigmentados por um processo de reação de oxi-redução (Kawamoto e Tsujimoto, 2004; Tezel et al., 2007).

O clareamento promovido pelo PH é eficaz, contudo, consequências na estrutura do esmalte vêm sendo estudadas, e efeitos adversos foram demonstrados como alterações na estrutura cristalina do tecido dentário (Cavalli et al., 2009), além da diminuição da microdureza, aumento da rugosidade de superfície e alteração na proporção Ca/P após tratamento clareador (Berger et al., 2010; Liporoni et al., 2010). Os efeitos dos agentes clareadores no esmalte têm sido uma preocupação clínica,

pois podem promover alteração do conteúdo inorgânico e alterações morfológicas da superfície (Lago, 2017).

Devido às possíveis alterações que ocorrem na estrutura do esmalte após o clareamento com peróxido de hidrogênio, a adição de agentes que apresentem ação remineralizadora é positiva para a estrutura mineral. Desta maneira, a formulação de um agente clareador que contenha aditivos capazes de reverter a perda mineral do esmalte, torna-se necessária. Um desses agentes é o biovidro 45S5® (BV), material altamente biotolerável, possuindo notável osteocondutividade, osteoindutividade e biodegradabilidade controlável (Andersson et al., 1991). Em meios aquosos, este material é capaz de formar hidroxicarbonato de apatita que se assemelha ao mineral biológico, sendo amplamente utilizado na regeneração óssea e engenharia de tecidos (Andersson et al., 1991). Estudos têm demonstrado o potencial do BV em prevenir e restaurar defeitos do esmalte induzido por agentes clareadores (Burwell et al., 2009; Rehder et al., 2009).

O Biovidro 45S5® é um cálcio, fosfato de sódio e silicato bioativo, que estimula a formação de hidroxiapatita [$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$] e a remineralização dos tecidos duros dentários, por meio da reação com os fluídos corporais (Sauro, 2010). Um estudo prévio comprovou que as partículas do Biovidro 45S5® têm capacidade de adesão à dentina e formação de camada de hidroxiapatita semelhante à composição do esmalte dos dentes e túbulos dentinários (Frazão, 2015).

Embora as evidências sejam sólidas em relação ao efeito do biovidro 45S5® como agente remineralizante com potencial de prevenir alterações morfológicas no esmalte, pouca evidência é encontrada sobre a utilização deste biovidro associado ao clareamento. A razão talvez esteja no fato do biovidro ser altamente reativo e instável quando associado ao PH. Entretanto, uma vez que os benefícios de sua utilização são notáveis em grande parte dos estudos, a abordagem para contornar esta problemática foi adicioná-lo a um espessante para substituir o espessante do agente comercial. Desta forma, este estudo teve como objetivo avaliar a alteração de cor, morfologia e conteúdo mineral do esmalte clareado com PH 35% associado a géis experimentais com diferentes concentrações de biovidro 45S5®.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Deng et al. (2013) realizaram um estudo para avaliar o efeito do biovidro 45S5® antes, durante e após o tratamento clareador com peróxido de hidrogênio 35%. Os blocos foram alocados em seis grupos de maneira aleatória: controle negativo (água destilada deionizada), BV (suspensão de biovidro), PH (peróxido de hidrogênio), BV antes do HP, BV após HP e BV durante HP (suspensão com BV + HP). Para todos os grupos foi utilizado apenas uma concentração de BV. Foi avaliada a cor, microdureza (superficial e longitudinal) e morfologia (MEV e EDXS) dos blocos antes e depois do protocolo clareador. Quando avaliados os resultados de alteração de cor, nenhuma diferença foi encontrada nos grupos que apresentavam HP, concluindo que tal partícula não interfere no potencial clareador do composto ativo. Quando avaliados as análises de conteúdo mineral, observou-se que a utilização do BV antes ou após o tratamento com HP promoveu menor porcentagem de perda de dureza de superfície (%PDS) quando comparado ao grupo tratado apenas com HP, porém sem a partícula. Já quando o BV foi utilizado durante o tratamento clareador o valor de %PDS foi estatisticamente menor que os demais grupos tratados com HP. Na avaliação da microdureza em profundidade, observou-se que próximo a superfície não houve diferença entre os grupos que o BV foi utilizado, contudo em maiores profundidades, houve melhores resultados quando a partícula foi usada antes ou durante o tratamento clareador. Os autores concluíram que o uso de BG durante a HP trouxe melhor efeito protetor e que BV pode servir como um adjunto biomimético promissor para a terapia de clareamento para prevenir/restaurar o dano ao esmalte induzido por agentes clareadores.

Em 2014, foi avaliado um novo tratamento para esmalte em início de desmineralização usando 45S5 biovidro por Barky et al. Verificou-se a possibilidade de formar uma pasta de ácido fosfórico com Bioglass® 45S5 em lesões de cárie de esmalte induzida artificialmente. Além disso, foi examinada a durabilidade da camada recém-formada por abrasão por escovação simulada. As amostras foram divididas nos grupos: Grupo I - nenhum biovidro aplicado e sem escovação simulada; Grupo II - com biovidro, sem escovação simulada; Grupo III - sem biovidro, com escovação e Grupo IV - com biovidro e com escovação. Foi encontrado descalcificação do esmalte superficial e a formação de uma lesão erosiva do esmalte do Grupo I e queda no conteúdo de cálcio, e superfície de esmalte aspecto de esmalte erodidas. Foi difícil

detectar qualquer lesão erosiva residual observada em espécimes do Grupo II quando biovidro gel foi aplicado na área da lesão, sendo observada uma nova camada formada acima do nível da superfície de esmalte de controle não desmineralizado, e uma cobertura de 100% da superfície do esmalte com estruturas cristalinas densamente compactadas. Grupo III demonstrou irregularidades no esmalte com diminuição no cálcio e fósforo, e uma superfície desmineralizada áspera. Grupo IV mostrou a resistência da camada mineral recém-formada à abrasão e cobertura de 100% da superfície com camada homogênea sem sinais de desmineralização do esmalte. Com a análise XD os grupos I e III mostraram o padrão da hidroxiapatita (HA) e os grupos II e IV apresentaram após 7 dias. Os autores puderam concluir que a pasta contendo biovidro formou uma camada de interação com o esmalte fosfato de cálcio livre. Tal camada mostrou-se resistente à abrasão e transformou-se em hidroxi-cristais de apatita na solução remineralizante após 14 dias.

Bakry, et al 2014, realizaram um estudo com Bioglass® 45S5 para a análise do efeito de uma pasta de biovidro no esmalte exposto a desafio erosivo. Utilizaram 100 molares humanos não-cariados, e as lesões de esmalte foram induzidas a partir da aplicação de suco de laranja com o pH 3,85 por 1h de imersão com agitação magnética contínua. Os espécimes desmineralizados foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos: Grupo 1 (grupo flúor) aplicação de gel de flúor por 5 min; Grupo 2 (grupo flúor 24h) aplicação de gel de flúor por 24 h, sem lavagem; Grupo 3 (grupo biovidro) aplicação do biovidro na superfície; Grupo 4 (grupo controle), sem aplicação. Todas as amostras foram armazenadas por 24 h em solução remineralizante (CaCl_2 1,5 mM, NaH_2PO_4 0,9 mM, KCl 0,13 M e NaN_3 5 mM, pH 7,0). Foi preparada uma pasta de biovidro em solução de ácido fosfórico. A microdureza longitudinal e a morfologia foram avaliadas. A aplicação da pasta remineralizadora promoveu remineralização em secção transversal. Já as análises de MEV/EDS mostraram que o grupo controle, grupo flúor 24h e grupo flúor apresentaram esmalte com superfície rugosa após o desafio da erosão. O esmalte tratado com biovidro mostrou cobertura de toda superfície com uma camada rica em cálcio e fosfato, com a presença de vestígios de sílica. Os autores concluíram que a aplicação do biovidro 45S5® pode auxiliar no tratamento de lesões erosivas incipientes do esmalte de forma eficaz.

Pintado-Palomino, et. al (2015), elaboraram um estudo clínico sobre o uso de agentes dessensibilizante durante o clareamento dental, avaliando a eficácia destes. Participantes (140) foram distribuídos aleatoriamente de acordo com o agente clareador utilizado (T1 ou T2). Posteriormente, os participantes alocados em T1 e T2 foram distribuídos aleatoriamente em sete grupos, classificando um número de zero (controle) a seis que representaram os produtos dessensibilizantes. Cada participante do grupo T1 recebeu um kit de tratamento contendo placas individuais para arcadas dentárias feitas sob medida, uma seringa (3 g) de gel de branqueamento contendo 16% de peróxido de carbamida (CP) e instruções para usar o gel clareador por 4h/dia por 14 dias. Cada participante do grupo T2 recebeu a aplicação de PH 35% (HP) por 45 min. Grupos D1 (dentífrício com 7.5% Biosilicato), D2 (dentífrício Sensodyne) e D3 (dentífrício Odontis RX): os participantes escovaram os dentes 3x/dia com os dentífrícios dessensibilizante por 14 dias quando associado ao clareamento caseiro ou 13 dias associado ao clareamento em consultório. Para os grupos D4 (pasta biosilicato com água destilada 1:1), D5 (pasta biovidro 45S5® com água destilada 1:1) e D6 (dessensibilizante com nanohidroxiapatita). A sensibilidade dentária (TS) foi avaliada segundo uma escala visual analógica (VAS) de 0-10, na qual 0 se referia a 'Sem dor' e 10 refere-se a 'dor intolerável' após a aplicação de um estímulo de ar frio e estímulo tátil (um explorador dental). TS não aumentou significativamente ao longo dos dias de tratamento para os participantes dos grupos D1, D3 e D6 e do grupo controle, mas aumentou significativamente para os participantes tratados com D2 e D5. Em relação ao agente dessensibilizante, a análise estatística mostrou que os participantes do grupo D5 apresentaram maiores médias para TS. Nas primeiras 72 horas após uma única sessão de clareamento em consultório com 35% HP, TS foi maior em pacientes que não usaram dessensibilizantes. Quando o clareamento em consultório com 35% HP foi associado a D2, D4, e D5 não ocorreu alteração de TS ao longo do período do estudo. Os autores concluíram que as formulações experimentais (biosilicato e biovidro 45S5®) mostraram bons resultados para o controle de TS, mas não avaliou se essas formulações podem interferir na eficácia do clareamento.

Park et al. (2018), investigaram os efeitos do vidro bioativo 45S5® na microdureza da superfície do esmalte clareado. Pré-molares humanos foram submetidos ao peróxido de carbamida a 15%, durante 8h por 14 dias. As amostras

foram divididas em 3 grupos para a aplicação do agente remineralizador: grupo AS (armazenado em saliva artificial- controle negativo); grupo BAG (vidro bioativo 45S5®, com proporção com água destilada 1:1 e aplicado à superfície do esmalte sem agitação mecânica por 4 horas) e grupo FV (verniz fluoretado, aplicado por 4 horas conforme fabricante). A microdureza foi avaliada antes do protocolo clareador, imediatamente após os 14 dias consecutivos de clareamento, e após a remineralização em 1, 7 e 14 dias. Em todos os três grupos, a microdureza diminuiu após o clareamento. Tais valores aumentaram significativamente nos grupos BAG e FV em comparação com os valores do grupo AS em 1 e 7 dias após a remineralização. Porém aos 14 dias após a remineralização, não foram encontradas diferenças entre os grupos. Os autores concluíram que a aplicação do PC a 15% reduz a microdureza do esmalte, e os agentes remineralizantes como vidro bioativo e verniz fluoretado aumentam a velocidade de remineralização, e a saliva aumenta lentamente a microdureza de forma a não apresentar diferença significativa após 2 semana. Os autores observaram que o vidro bioativo forma depósitos superficiais de material mineralizado no esmalte.

Uma revisão crítica nos conceitos modernos para clareamento dental foi realizada por Epple et al. (2019), para resumir e discutir os agentes clareadores em seus métodos e no ponto de vista químico. Uma revisão de literatura abrangente foi realizada sobre produtos e agentes de clareamento dentário, sendo eles: abrasivos (remoção mecânica de manchas), agentes anti-deposição (prevenção de deposição de cromóforos), corantes (destinados a promover a cor branca), proteases (degradação de proteínas), peróxidos (oxidação de cromóforos orgânicos) e surfactantes (remoção de compostos hidrofóbicos da superfície do dente). Os autores chegaram à conclusão de que, para o clareamento existem dois métodos: o clareamento químico por peróxido, levando a bons resultados especialmente quando é realizado com altas concentrações e a limpeza mecânica que depende de abrasivos adequados, sendo esses mais duros do que manchas, mas menos duro do que o esmalte. Os modos de ação de muitos agentes clareadores ainda são desconhecidos, fazendo-se necessário a formulação de estudos para compreender os mecanismos de ação do ponto de vista químico e biológico, que é um requisito importante para o desenvolvimento de formulações de clareamento dentário mais eficientes.

Ubalde, et al. 2019, estudou os efeitos dos agentes bioativos (Biovidro 45S5® e Biosilicato) sobre a cinética da mineralização da dentina após o clareamento da dentina. Oitenta terceiros molares humanos não erupcionados foram extraídos e transformados em discos. Destes discos, 60 foram reservados para teste de adesão por microtração (μ TBS) e análise da força físico-química posterior usando espectroscopia micro-Raman (MRS), enquanto 20 foram cortados em quatro pequenos pedaços e usados para testes bioativos. Os espécimes foram divididos em seis grupos com base em protocolo de tratamento: Grupo 1, controle sem tratamento na dentina; Grupo 2: com apenas tratamento com biovidro; Grupo 3: com apenas tratamento com biosilicato; Grupo 4: com clareamento na dentina; Grupo 5: com clareamento na dentina e aplicação do biovidro e Grupo 6: clareamento na dentina e aplicação do biosilicato. Durante os 14 dias de tratamento clareador, os espécimes foram armazenados em uma estufa a 37°C e o agente clareador foi substituído após o sétimo dia. Para os grupos em que o tecido dentinário foi clareado, o tratamento remineralizador foi realizado 14 dias após a conclusão do tratamento de clareamento para eliminar quaisquer subprodutos residuais do agente de branqueamento. As superfícies foram atacadas com ácido fosfórico 37% por 10 segundos, seguido por enxague com água por 1 minuto. Após o condicionamento ácido, o tratamento remineralizador foi realizado com dois agentes diferentes, biovidro 45S5®, e o experimental biosilicato. A análise bioativa foi realizada para investigar a capacidade do BG e BS de induzir remineralização na dentina. Os espectros iniciais de MRS foram obtidos antes do tratamento (como grupo de controle), após os procedimentos de clareamento e condicionamento ácido, e após a aplicação do agente de remineralização, realizados após 1 dia, 5 dias e 15 dias no espectro Raman. Além disso, os espectros de MRS de BG e BS foram obtidos para caracterizar suas estruturas químicas. A relação da matriz mineral demonstrou que tratamento remineralizante com ambos os agentes (Biovidro e Biosilicato) melhoram o conteúdo mineral da dentina após o condicionamento ácido. No grupo controle apenas imerso na saliva, demonstrou que apenas a saliva não foi suficiente para remineralizar a superfície, que foi comprovadamente desgastante com o agente clareador nos grupos em que apenas receberam o tratamento branqueador. Mesmo assim, a remineralização com BG e BS restaurou esta perda mineral com deposição mineral imediatamente após o tratamento de remineralização com BG (CD-BG), e 24h após a utilização do BS (CD-BS). Os resultados de μ TBS indicaram que o clareamento

diminuiu significativamente os valores de μ TBS da dentina e ambos os tratamentos BG e BS resultaram em valores de adesão mais elevados. Os autores puderam concluir nesse estudo que ambos os materiais bioativos apresentam alta capacidade de remineralização em dentina clareada.

O efeito remineralizante do vidro bioativo 45S5® sobre cárie artificial na dentina foi pesquisado por Wu et. al (2020). Para tal, 40 pré-molares humanos foram submetidos a lesão de cárie artificial e divididos aleatoriamente em quatro grupos (n = 10): Grupo 1: pasta BAG contendo o 45S5®; grupo 2: fluoreto de sódio e pasta de glicerina; grupo 3: 10% CPP-ACP e grupo 4: água deionizada. Todos os discos foram submetidos a ciclos de pH de 28 dias, que consistia em solução de desmineralização de 4 h seguida por uma solução de remineralização de 20 h. Todos os discos foram coletados para teste após a ciclagem de pH. Três discos de cada grupo embutidos em resina foram fotografados usando microscópio de força atômica (AFM) a fim de analisar as mudanças na morfologia da superfície. Sete discos de cada grupo foram selecionados aleatoriamente para medir a microdureza inicial (VHNba), antes do ciclo de pH (VHNde) e após o ciclo de pH (VHNre). Concluiu-se que a fibra colágena da dentina não foi exposta nos grupos em que se utilizou vidro bioativo 45S5®, flúor e CPP-ACP, apresentando precipitação mineral na dentina peritubular e pequenos espaços de remineralização na dentina inter-tubular e intratubular. Já no grupo controle negativo os túbulos dentinários se apresentaram alargados quando comparados aos outros grupos, o que indica desmineralização parcial. Os grupos que utilizaram vidro bioativo, CPP-ACP e flúor apresentaram maior microdureza ao comparar o grupo que utilizou água deionizada após 28 dias de ciclo de pH. A partir das imagens em microscopia confocal de varredura a laser (CLSM), pode-se observar uma região de precipitação mais larga no grupo com vidro bioativo quando comparado ao flúor tratado e o grupo controle, bem como a profundidade da zona de remineralização significativamente maior em tal grupo do que nos outros grupos, demonstrando capacidade promissora de precipitação e na remineralização de lesões de cárie. O vidro bioativo 45S5® promoveu deposição mineral na camada superficial da lesão, levando à conclusão de ser escolha terapêutica para o manejo da cárie.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a alteração de cor, rugosidade e conteúdo mineral na superfície após a utilização de géis experimentais contendo biovidro 45S5® (BV) associado a altas concentrações de peróxido de hidrogênio (PH).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delineamento experimental

Foi realizado um estudo in vitro e cego (para análise), no qual blocos de esmalte bovino foram submetidos aos seguintes grupos de tratamento: CN (controle negativo; sem tratamento), BV (PH associado a diferentes concentrações de espessante contendo BV: 0% , 2,5%, 5%, 7,5%, 10% e CP (controle positivo, gel clareador comercial, Total Blanc Office, Nova DFL). Os blocos (n = 10 / grupo) foram distribuídos aleatoriamente entre os grupos após seleção por microdureza de superfície e alocados por cor e rugosidade. Os blocos foram submetidos a 3 sessões de clareamento, no qual foi realizada aplicação única do gel por 40 min, em seguida foram lavados com água destilada. Entre cada sessão foi realizado um intervalo de 7 dias entre cada sessão. No intervalo de cada sessão e após o término do clareamento até a última análise, os blocos foram mantidos em saliva artificial (pH 7,0) à 37°C. A alteração de cor ($\Delta E00$), de luminosidade (ΔL), de eixo a^* (Δa), de eixo b^* (Δb), a rugosidade (R_a), e a microdureza de superfície (Kg/mm^2) foram avaliados em 3 tempos: inicial (baseline - T0), 24h e 14 dias após o término do clareamento (T1 e T2). Foi realizado o cálculo de $\Delta E00$, porcentagem de perda de dureza superficial (%PDS) e variação de rugosidade de superfície (ΔR_a) utilizando os tempos T0 e T1 ($\Delta E00_1$, %PDS_1 e ΔR_a_1), assim como T0 e T2 ($\Delta E00_2$, %PDS_2 e ΔR_a_2).

4.2 Caracterização da partícula de 45S5®

O pó de vidro bioativo foi caracterizado por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectroscopia de raios X por dispersão de energia (EDS). O EDS ($\mu EDS1300$, Shimadzu, Japão) foi utilizado para examinar a morfologia da superfície e os constituintes do biovidro 45S5®.

4.3 Preparo dos blocos

Os incisivos bovinos foram extraídos, limpos e armazenados em solução de timol 0,1% a 4 °C. Foram selecionados 100 dentes sem trincas e defeitos de esmalte. As raízes foram cortadas em disco diamantado em baixa velocidade (Isomet,

Buehler; Lake Bluff, 8 Illinois) sob refrigeração 2 mm abaixo da junção cimento-esmalte. Em seguida, blocos (5 mm x 5 mm) foram obtidos da região central da coroa. A área correspondente à dentina foi planificada em politriz (Arotec Ind. Com., São Paulo, Brasil) com lixa de carboneto de silício #600, sob refrigeração. A superfície externa do esmalte de cada bloco foi planificada com lixas de óxido de alumínio #400, 600 e 1.200. Os blocos foram polidos usando suspensões aquosas de diamante (3 µm, Metaldi Supreme, Buehler, Lake Bluff, Illinois) e panos de polimento (Buehler, Lake Bluff, Illinois), e ultrassonicamente limpos em água destilada por 10 minutos. Foram selecionados 70 blocos de esmaltes, os quais foram divididos aleatoriamente nos grupos de estudo após a realização de microdureza de superfície, os quais apresentavam valores de microdureza que variaram + ou - 10% da média geral obtida (média: 410,74/ desvio padrão: 21,6)



Figura 1 - Preparo e obtenção dos blocos de esmalte/dentina.

4.4 Preparo dos géis experimentais

Foi utilizado um espessante à base de BV, com concentrações de 0%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10%, preparado com carbopol / glicerina - (50% p / p) - frasco 1. O frasco 2 contendo PH 35% era utilizado a partir do gel clareador Total Blanc Office® (Total Blanc Office®, Nova DFL, Brasil). A mistura dos dois frascos foi realizada imediatamente antes das sessões de clareamento, de acordo com as recomendações do fabricante (Tabela 1).

Tabela 1 - Material usado no estudo

Agente em estudo	Componentes
Total Blanc Office® (Total Blanc Office®, Nova DFL, Brasil)	1 seringa 0,92g de Peróxido de Hidrogênio 35%
0% Biovidro 45S5®	Carbopol/glicerina - (50% p / p) + 0,92g de Peróxido de Hidrogênio 35%
2,5% Biovidro 45S5®	Carbopol/glicerina - (50% p / p) + 0,92g de Peróxido de Hidrogênio 35% + 2,5% Biovidro 45S5®
5% Biovidro 45S5®	Carbopol/glicerina - (50% p / p) + 0,92g de Peróxido de Hidrogênio 35% + 5% Biovidro 45S5®
7,5% Biovidro 45S5®	Carbopol/glicerina - (50% p / p) + 0,92g de Peróxido de Hidrogênio 35% + 7,5% Biovidro 45S5®
10% Biovidro 45S5®	Carbopol/glicerina - (50% p / p) + 0,92g de Peróxido de Hidrogênio 35% + 10% Biovidro 45S5®

4.5 Protocolo clareador

O gel clareador utilizado possui um sistema de duas seringas: 1) Peróxido de hidrogênio 35% (Total Blanc Office® Gel, Nova DFL) e 2) Espessante (descrito no gel clareador 45S5®-biovidro (BV)). Os géis clareadores foram aplicados sobre toda a superfície do esmalte em camada de 1 mm de espessura por 40 minutos, seguida de lavagem com água purificada. Esse protocolo foi realizado em três sessões, com intervalo de sete dias entre cada sessão. Após o protocolo de clareamento e até 14 dias após a 3ª sessão de clareamento, os blocos de esmalte foram mantidos em saliva artificial (1,5 mM Ca, 0,9 mM P, 150 mM KCL, 0,1 M tampão Tris, pH 7,0) (Queiroz et al., 2008) e a temperatura controlada (37 °C).

4.6 Microdureza de superfície

A microdureza da superfície do esmalte dos blocos foi obtida por meio de 3 impressões na região central do bloco, com penetrador tipo Knoop (Pantec HVS 1000, Panambra, São Paulo, Brazil), separadas por 100 μm de distância entre elas, com carga estática de 50 g por 5 s. Após as leituras, foi realizado o cálculo de porcentagem de perda de dureza de superfície (%PDS), utilizando os tempos T0 e T1 (%PDS_1), assim como T0 e T2 (%PDS_2), através da fórmula: %PDS= (Microdureza inicial (T0) - Microdureza final(T1 ou T2) *100) / Microdureza inicial.

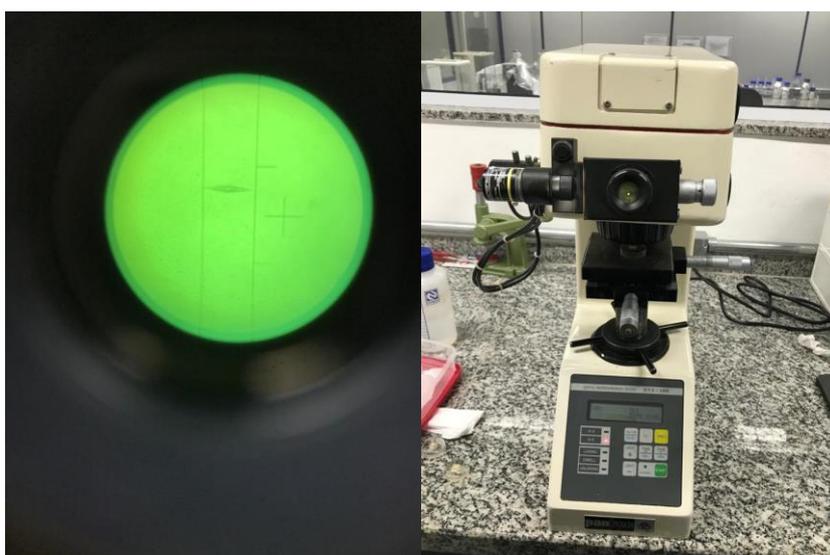


Figura 2 - Análise de microdureza de superfície

4.7 Rugosidade de superfície

A rugosidade de superfície média (Ra) foi avaliada com o rugosímetro (Surfcorder SE1200, Kosakalab, Tóquio, Japão), na qual foram realizadas três leituras equidistantes em cada amostra, sendo que o resultado foi obtido pela média das três leituras. Após as leituras, foi realizado o cálculo de variação de rugosidade de superfície (ΔRa) utilizando os tempos T0 e T1 (ΔRa_1), assim como T0 e T2 (ΔRa_2), através da fórmula: Rugosidade final (T1 e T2) – Rugosidade inicial (T0).



Figura 3 - Análise de rugosidade de superfície.

4.8 Alteração de cor

Os valores das coordenadas de cor pelo sistema CIE (Comission Internationale de l'Eclairage) utilizando as coordenadas L^* a^* b^* foram obtidos em espectrofotômetro digital, onde “L” representa a luminosidade e varia de 0 (preto) a 100 (branco), “a” e “b” representam, respectivamente, os graus de verde/vermelho e azul/amarelos dos espécimes. Os dados foram coletados nos seguintes momentos: tempo inicial (T0, baseline), 24 h após a 3ª sessão (T1) e após 14 dias do tratamento clareador (T2). Foram calculados valores de ΔL , Δa e Δb levando em consideração 1 (T2 – T0) e (T3 – T0). Além disso, os valores de alteração de cor (ΔE_{00}) de cada amostra foram obtidos por meio do sistema CIEDE2000, conforme descrito em Paravina et al. (2015).

4.9 Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise exploratória de normalidade no software estatístico SPSS 23 (IBM). Os valores de ΔE_{00} , ΔL , Δa , Δb , %PDS e ΔRa foram submetidos aos testes ANOVA um-fatores e Tukey. Para todas as análises, foi considerado um nível de significância de 5%

5 RESULTADOS

Na figura 4 é possível observar que os grupos com biovidro 45S5® em sua composição apresentaram os menores valores de porcentagem de perda de dureza de superfície (% PDS), 24h após a 3ª sessão de clareamento, sendo semelhante ao grupo controle negativo, o qual não teve nenhum tratamento clareador ($p > 0,05$). Neste tempo de avaliação, apenas o grupo 5% BV foi apresentado % PDS semelhante aos grupos 0% BV e CP (PH 35% sem BV em sua composição) ($p \geq 0,05$). Quando avaliado após 14 dias da última sessão do clareamento, foi observado que apenas o grupo 10% BV mostrou menor % PDS comparado aos grupos 0% BV e CP.

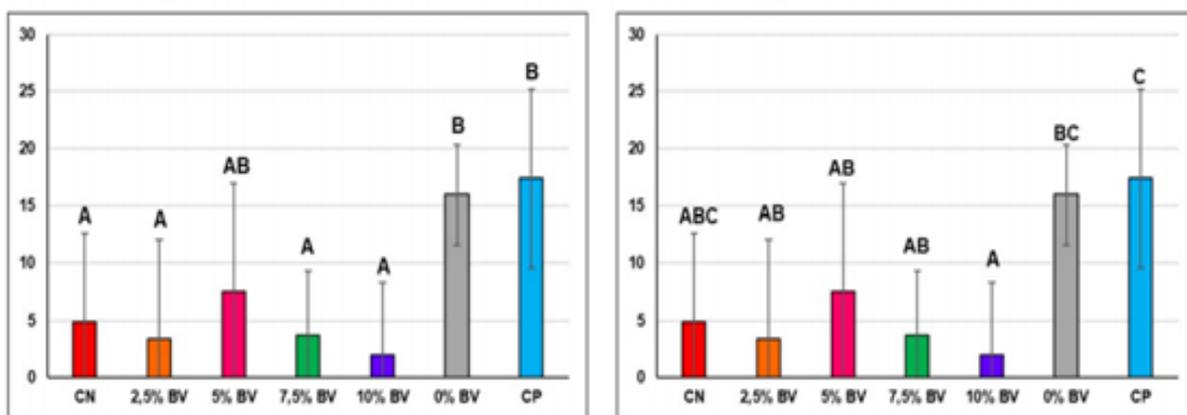


Figura 4 - Média e desvio padrão de % PDS_1 (T0 e T1) e %PDS_2 (T0 e T2) de acordo com o protocolo clareador. Letras distintas indicam que houve diferença significativa entre os grupos ($p \leq 0,05$)

Na figura 5 é possível observar que os valores de ΔRa 24 horas ou 14 dias após a 3ª sessão de clareamento não apresentaram diferenças entre os grupos estudados ($p = 0,222$ e $0,192$, respectivamente).

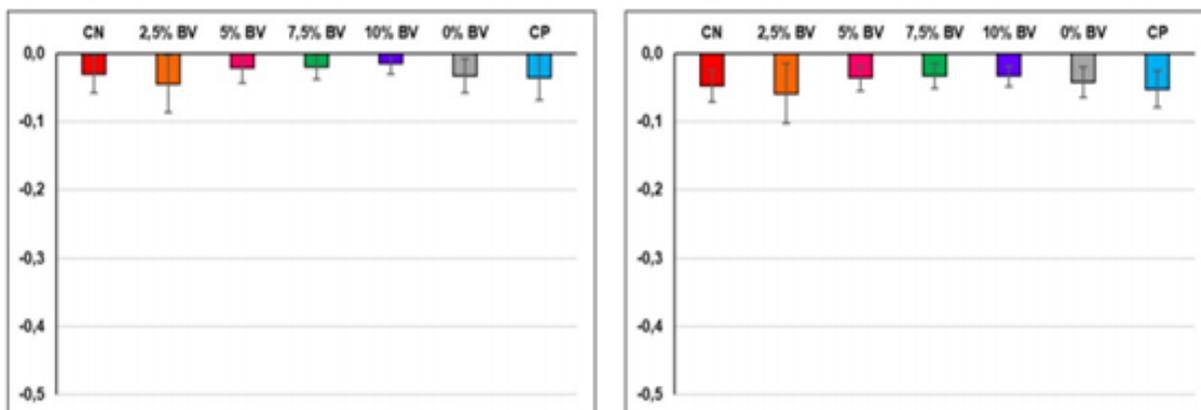


Figura 5 - Média e desvio padrão de ΔRa_1 (T1 - T0) e ΔRa (T2 - T0) de acordo com o protocolo clareador

Os resultados de alteração de cor $\Delta E00$ estão descritos na Figura 6. É observado que os grupos que possuem PH em sua composição apresentaram valores semelhantes, de forma que o biovidro não afetou neste parâmetro ($p \geq 0,05$). Tanto para $\Delta E00_1$ e $\Delta E00_2$ apenas o grupo controle negativo diferiu dos demais com menores valores de alteração de cor.

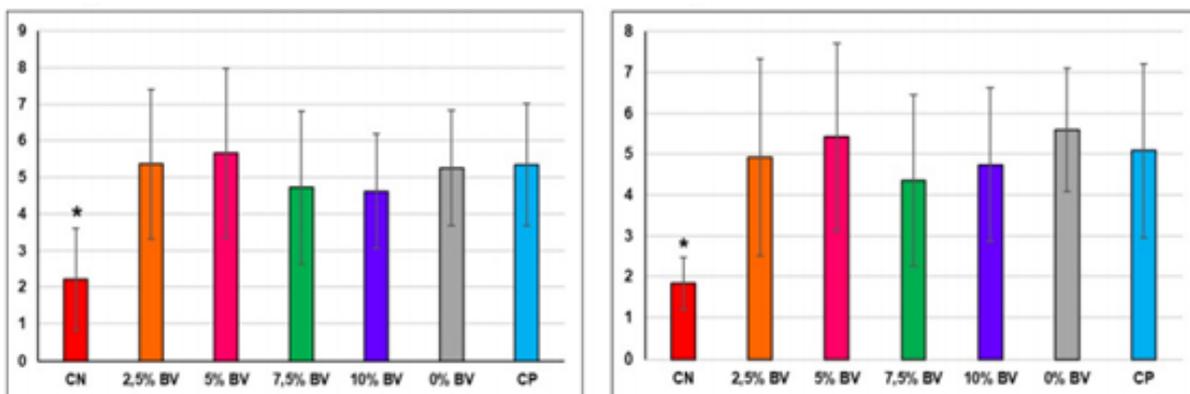


Figura 6 - Média e desvio padrão de $\Delta E00_1$ (T1 - T0) e $\Delta E00$ (T2 - T0) de acordo com o protocolo clareador. Asterisco indica diferença estatística ($p \leq 0,05$)

Quando avaliadas a variação nas coordenadas L^* e a^* é possível observar que para os valores de ΔL (ΔL_1 e ΔL_2) e Δa (Δa_1 e Δa_2) não foi encontrada diferença significativa entre os grupos estudados ($p \geq 0,05$) (Figuras 7 e 8).

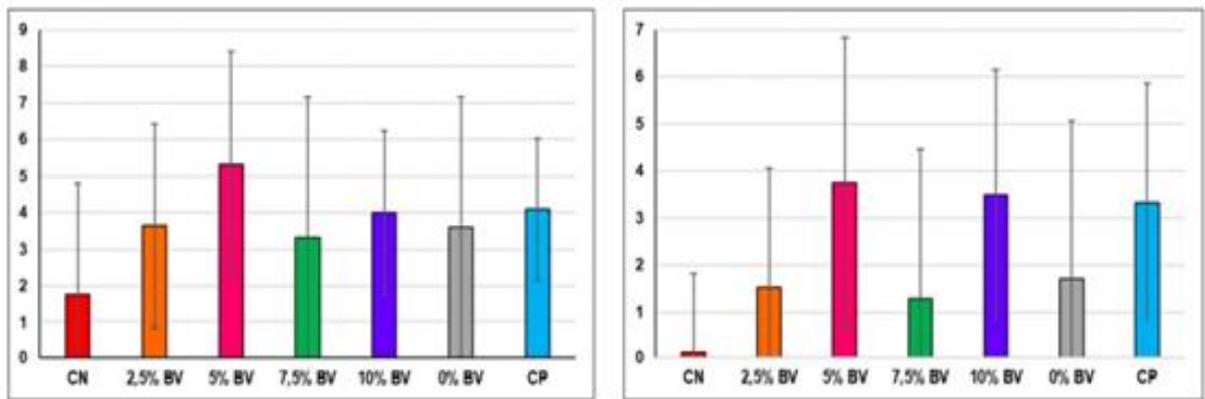


Figura 7 - Média e desvio padrão de ΔL_1 (T1 - T0) e ΔL_2 (T2 - T0) de acordo com o protocolo clareador.

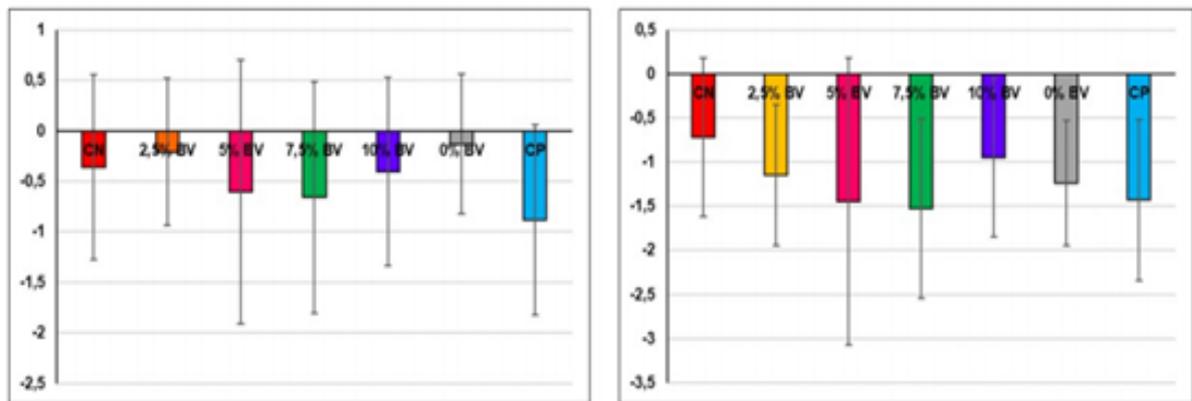


Figura 8 - Média e desvio padrão de Δa_1 (T1 - T0) e Δa_2 (T2 - T0) de acordo com o protocolo clareador

Já quando avaliamos a variação da coordenada b^* (figura 6), foi observado que para Δb_1 como para Δb_2 os grupos que continuam PH apresentaram valores similares entre si ($p \geq 0,05$). Além disso, os valores de Δb para o grupo CN foram estatisticamente diferentes dos demais grupos ($p \leq 0,05$).

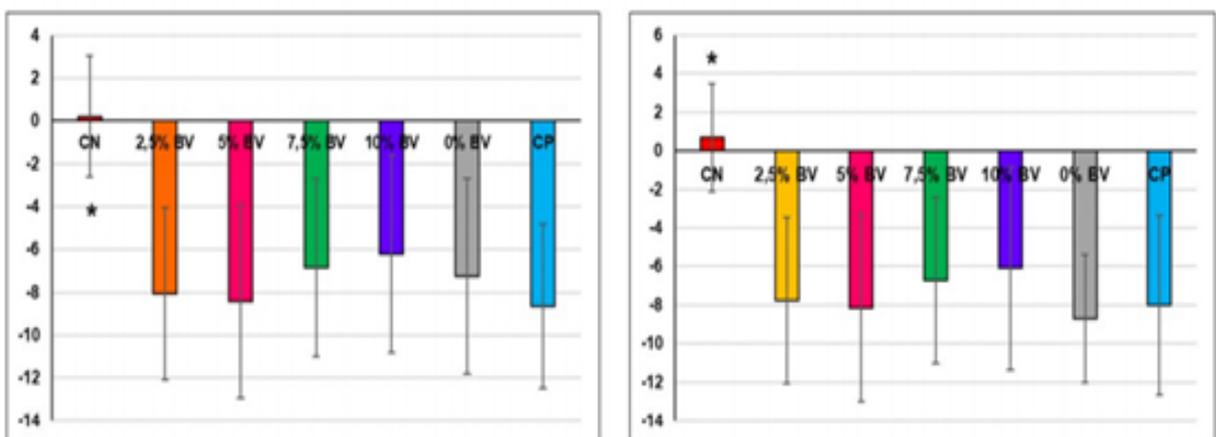


Figura 9 - Média e desvio padrão de Δb_1 (T1 - T0) e Δb_2 (T2 - T0) de acordo com o protocolo clareador. Asterisco indica diferença estatística ($p \leq 0,05$)

Na imagem de MEV é observado que há aglomeração dessas partículas (Fig. 7), as quais apresentam superfície irregular e dimensão máxima de aproximadamente 10 μm . A característica irregular da superfície, é um recurso que pode resultar em maior bioatividade da partícula. Já quando avaliado a composição através de EDS, foram observadas altas concentrações de sílica (Si), cálcio (Ca), sódio (Na), carbono (C) e fósforo (P).

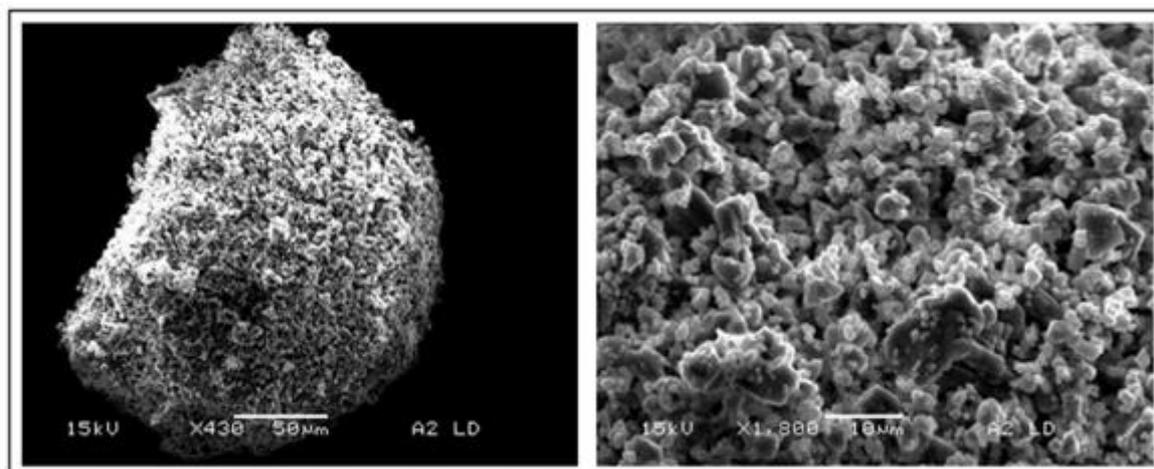


Figura 10 - Imagem de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) da partícula de biovidro 45S5® (Aumento de 430 e 1.800 vezes, respectivamente)

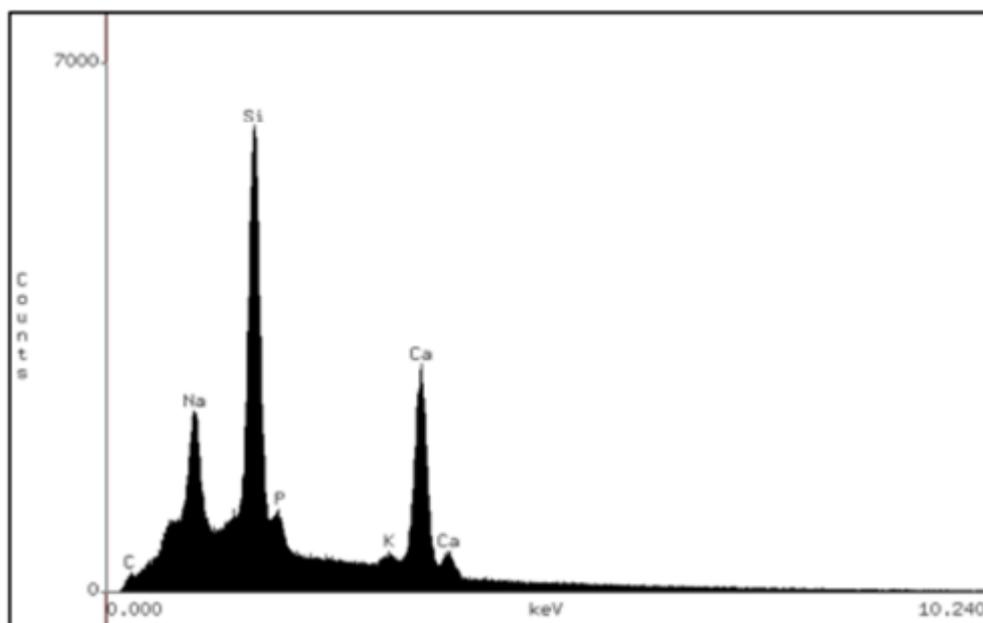


Figura 11 - Avaliação qualitativa da partícula de biovidro 45S5® por espectroscopia de raios X por dispersão de energia (EDS).

6 DISCUSSÃO

Aumento da perda mineral do esmalte, depressões e porosidades da superfície do esmalte foram relatados após o clareamento com PH (Cavalli et al., 2009; Xu et al., 2011). Tal fato deve-se à reação de oxi-redução do agente clareador, a qual pode levar à dissolução das matrizes dentárias orgânicas e inorgânicas até o momento em que permanece apenas o dióxido de carbono e a água, finalizada a decomposição do agente (Soldani et al., 2010). Dessa forma, o uso de agentes remineralizantes, como vidros bioativos e vitrocerâmicas, associado ao tratamento clareador é desejável, uma vez que esses materiais promovem interação positiva com tecidos dentários (Hench, 2005; Siqueira et al., 2011; Miguez-Pacheco et al., 2015).

Esta interação foi observada neste estudo, no qual os valores de perda de microdureza de superfície foram menores para os grupos que apresentaram biovidro 45S5® em sua composição, possivelmente demonstrando que esses materiais possuem a capacidade de formar uma camada de hidroxicarbonato apatita (HCA) em superfícies (Gjorgievska et al., 2011). Desta maneira, podem ser usados para prevenir alteração de conteúdo mineral no esmalte após o clareamento dental. Esses achados corroboram com o estudo de Deng (2013), no qual uso de biovidro durante o clareamento com PH pode reduzir mais efetivamente a perda mineral do esmalte, ao mesmo tempo que mantém a integridade da superfície do esmalte, demonstrando efeito protetor ideal em comparação ao uso de biovidro pré/pós-clareamento.

Sabe-se que o biovidro é classificado como um composto inorgânico, na classe dos materiais altamente biocompatíveis, o qual reage em ambientes aquosos para liberar Ca^{2+} , Na^{+} e PO_4^{3-} (Burwell et al., 2009). A reação ocorre por meio de uma rápida troca iônica de Na^{+} com H^{+} ou H_3O^{+} na interface vidro/líquido, confirmada pelo rápido aumento inicial de pH e Na^{+} , e permite que Ca^{2+} e PO_4^{3-} sejam liberados para formar reservatório iônico supersaturado para a apatita do esmalte. Após a dissolução da rede biovidro, os silanóis sofreram um rearranjo por policondensação e serviram como local de nucleação. A disposição de cálcio livre e fosfato junto com partículas de biovidro não dissolvidas formaram uma camada protetora rica em fosfato de cálcio na superfície do esmalte (Curtis et al., 2010; Deng et al., 2013).

Estudos anteriores mostram que após a utilização de agentes clareadores à base de PH em alta concentração há aumento na rugosidade de superfície do esmalte (Majeed et al., 2008; Araújo et al., 2013; Sasaki et al., 2015; Pimenta-Dutra et al., 2017; Eskelsen et al., 2018). Contudo, nesse estudo foi observado que não houve diferença entre os grupos estudados quanto a variação de rugosidade, nos dois tempos avaliados, resultado corroborado por estudos semelhantes já realizados (Pintado-Palomino et al., 2015; de Carvalho et al., 2020).

O clareamento dental é alcançado pela decomposição do PH em radicais ativos de oxigênio (EROs), os quais irão decompor as ligações duplas ou oxidar outras frações químicas na cadeia conjugada do cromóforo (Joiner, 2006). Os resultados de $\Delta E00$ demonstraram que a adição do biovidro 45S5® não afetou na eficácia clareadora desses géis, uma vez que foram semelhantes ao controle positivo (gel clareador comercial). Além disso, esses géis apresentaram excelente perceptibilidade e aceitabilidade clínica ($\Delta E00 \geq 0,8$ e $1,8$, respectivamente) (Paravina et al., 2019). Todos os grupos de clareamento apresentaram padrão de mudança de cor típico de valores b^* diminuídos (menor amarelamento da superfície), fato consistente com estudos anteriores (Deng et al., 2013). Embora seja provável que os depósitos de biovidro possam prejudicar a penetração do peróxido de hidrogênio e impedir a eficácia do clareamento, essa hipótese não foi confirmada, pois os valores de $\Delta E00$ foram equivalentes entre todos os grupos de clareamento (Deng et al., 2013)

O biovidro 45S5® foi desenvolvido por Hench em 1969 (Hench, 2006), e apresenta em sua composição 45% SiO₂; 24,5% CaO; 24,5% Na₂O e 6% P₂O₅ (p/p). Nas imagens de MEV foi possível observar as características desse material vítreo, o qual apresenta uma superfície irregular (Chen et al., 2009). Quando analisada a composição da partícula, foi observado a presença dos quatro elementos básicos da composição (Si, Na, Ca e P) (Rezabeigi et al., 2014), os quais condizem com a formulação inicial.

Neste estudo, foram observados os cuidados necessários para padronização dos corpos de prova antes dos tratamentos, para que o efeito remineralizador do biovidro pudesse ser avaliado. Ainda, os modelos de remineralização e protocolos de tratamentos adotados, simularam as condições clínicas de utilização dos produtos. Porém, por se tratar de estudo laboratorial, está

sujeito às limitações inerentes à pesquisa *in vitro* e por se tratar de um agente experimental, há necessidade de análises para avaliar o processo de interação entre o BV e PH, assim como a interação destes com a superfície dos dentes e os tecidos adjacentes.

As diversas concentrações de biovidro 45S5® (BV) (0; 2,5; 5; 7,5 e 10%) na forma de gel experimental espessante associado ao gel clareador testadas não afetaram a eficácia clareadora em todas as concentrações estudadas. Contudo quando avaliado o potencial remineralizador, a formulação 10%BV apresenta-se como mais promissoras com melhores resultados imediatamente após o clareamento e até 14 dias após o clareamento. Esse estudo é a primeira etapa de uma série de trabalhos com o tema adição de biovidro a géis clareadores com peróxido de hidrogênio em alta concentração. Uma vez que obtivemos os resultados de alteração de cor semelhante ao gel clareador comercial, com menores alterações de conteúdo mineral sem prejudicar a eficácia do PH, novos testes deverão ser realizados para confirmar sua eficácia.

7 CONCLUSÃO

Dentre as limitações do presente estudo, pode-se concluir que:

a) A adição do biovidro 45S5® ao gel espessante não afetou a eficácia clareadora de gel de peróxido de hidrogênio de alta concentração;

b) Os valores de rugosidade de superfície não diferiram nos grupos estudados, seja ou não com a adição do biovidro 45S5®;

c) Os géis que apresentavam biovidro 45S5® com concentrações entre 2,5 e 10% apresentaram menores valores de perda de dureza de superfície após 24 h da última sessão de clareamento. Após 14 dias da última sessão, apenas a concentração de 10%BV apresentou uma menor perda de dureza de superfície.

REFERÊNCIAS¹

- Al-Harbi A, Ardu S, Bortolotto T, Krejci I. Effect of extended application time on the efficacy of an in-office hydrogen peroxide bleaching agent: an in vitro study. *Eur J Esthet Dent*. 2013 Summer;8(2):226-36.
- Andersson OH, Kangasniemi I. Calcium phosphate formation at the surface of bioactive glass in vitro. *J Biomed Mater Res*. 1991;25(8):1019–30.
- Araújo LS, Santos PH, Anchieta RB, Catelan A, Briso ALF, Zaze ACF, et al. Mineral loss and color change of enamel after bleaching and staining solutions combination. *J Biomed Opt*. 2013;18:108004-6.
- Araújo JLS, Reis BS, Gonçalves NM, Brum SC. Técnicas de clareamento dental: revisão de literatura. *Rev Pró-Univer SUS*. 2015;6(3):35-7.
- Bakry AS, Takahashi H, Otsuki M, Tagami J. Evaluation of new treatment for incipient enamel demineralization using 45S5 bioglass. *Dent Mater*. 2014;30:314-20.
- Bakry AS, Takahashi H, Otsuki M, Tagami J. The effect of a bioglass paste on enamel exposed to erosive challenge. *J Dent*. 2014;42:1458-63.
- Basting RT, Amaral FL, França FM, Flório FM. Clinical comparative study of the effectiveness of and tooth sensitivity to 10% and 20% carbamide peroxide home-use and 35% and 38% hydrogen peroxide in-office bleaching materials containing desensitizing agents. *Oper Dent*. 2012;37(5):464-73.
- Baratieti LN, Monteiro SJ. *Odontologia restauradora - fundamentos e possibilidades*. São Paulo: Santos; 2015.
- Berger SB, Cavalli V, Ambrosano GM, Giannini M. Changes in surface morphology and mineralization level of human enamel following inoffice bleaching with 35% hydrogen peroxide and light irradiation. *Gen Dent*. 2010;58(2):e74-9.
- Bortolatto JF, Pretel H, Neto CS, Andrade MF, Moncada G, Oliveira OBJ. "Effects of LED-laser hybrid light on bleaching effectiveness and tooth sensitivity: A

¹ De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors - Vancouver Group. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o PubMed.

Randomized Clinical Study,” *Laser Physics Letters*. 2013;10(8). doi: 10.1088/1612-2011/10/8/085601.

Burwell AK, Litkowski LJ, Greenspan DC. Calcium sodium phosphosilicate (NovaMinH): remineralization potential. *Adv Dent Res*. 2009;21(1):35–9.

de Carvalho AC, de Souza TF, Liporoni PC, Pizi EC, Matuda LA, Catelan A. Effect of bleaching agents on hardness, surface roughness and color parameters of dental enamel. *J Clin Exp Dent*. 2020 Jul;12(7):e670-e675.

Cavalli V, Arrais CAG, Giannini M. Influence of low-concentrated bleaching agents on the human enamel roughness and morphology. *Clín Pesq Odontol UNITAU*. 2009;1(1):14-9.

Chen X, Lei B, Wang Y, Zhao N. Morphological control and in vitro bioactivity of nanoscale bioactive glasses. *J Non-Cryst. Solids* 2009;355(13):791-6. doi: 10.1016/j.jnoncrysol.2009.02.005.

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.

Deng M, Wen HL, Dong XL, Li F, Xu X, Li H, et al. Effects of 45S5 bioglass on surface properties of dental enamel subjected to 35% hydrogen peroxide. *Int J Oral Sci*. 2013 Jun;5(2):103-10.

Eskelsen E, Catelan A, Hernades NMAP, Soares LES, Cavalcanti AN, Aguiar FHB, et al. Physicochemical changes in enamel submitted to pH cycling and bleaching treatment. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2018;10:281-6.

Epple M, Meyer F, Enax J. A Critical Review of Modern Concepts for Teeth Whitening. *Dent J (Basel)*. 2019 Aug 1;7(3):79. doi: 10.3390/dj7030079. PMID: 31374877; PMCID: PMC6784469

Frazão MCA, Silva GV, Linhares TS, Lago ADN, Lima DM. Biovidro 45S5: um avanço biotecnológico nos materiais restauradores da odontologia. *Rev Fac Odontol Lins*. 2015;25(2):47-55.

Gjorgievska E, Nicholson JW. Prevention of enamel demineralization after tooth bleaching by bioactive glass incorporated into toothpaste. *Aust Dent J*. 2011 Jun;56(2):193-200. doi: 10.1111/j.1834-7819.2011.01323.x.

Hench LL. The story of Bioglass®. *J Mater Sci Mater Med*. 2006 Nov;17(11):967-78. doi: 10.1007/s10856-006-0432-z.

Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent* 2006;34(7):412–19.

Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: a review. *J Dent*. 2017 Dec;67S:S3-S10. doi: 10.1016/j.jdent.2017.09.006.

Kawamoto, K. and Tsujimoto, Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. *J Endod*. 2004;30:45–50.

Kossatz S, Dalanhol AP, Cunha T, Loguercio A, Reis A. Effect of light activation on tooth sensitivity after in-office bleaching. *Oper Dent*. 2011 May-Jun;36(3):251-7.

Liporoni PC, Souto CM, Pazinato RB, Cesar IC, de Rego MA, Mathias P, et al. Enamel susceptibility to coffee and red wine staining at different intervals elapsed from bleaching: a photoreflectance spectrophotometry analysis. *Photomed Laser Surg*. 2010 Oct;28 Suppl 2:S105-9. doi: 10.1089/pho.2009.2627.

Lago ADN, Freitas PM, Araújo EMS, Matos AB, Garone-Netto N. Is It Necessary to Prepare the Enamel before Dental Bleaching? *Int J Dent*. 2017;2017:5063521. doi: 10.1155/2017/5063521.

Majeed A, Grobler SR, Moola MH, Rossouw RJ, van Kotze TJ. Effect of four different Opalescence tooth-whitening products on enamel microhardness. *SADJ*. 2008;63:282-4.

Miguez-Pacheco V, Hench LL, Boccaccini AR. Bioactive glasses beyond bone and teeth: emerging applications in contact with soft tissues. *Acta Biomater*. 2015;13:1-15.

Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2015;27(Suppl 1):S1-S9.

Park YH, Choi AN, Jung KW, Park JK, Kwon YH, Sung-Ae Son. (2018). Effects of Bioactive Glass on Microhardness of Bleached Enamel

Surface. 대한치과재료학회지, 45(1), 1-10. DOI: 10.14815 / kjdm.2018.45.1.1

Paquali EB, Anzileiro CAL. Estudo dos efeitos do clareamento dental sobre o esmalte: uma revisão das evidências para a indicação clínica. Perspectiva. 2014;38(141):99-108.

Pimenta-Dutra AC, Albuquerque RC, Morgan LS, Pereira GM, Nunes E, Horta MC, et al. Effect of bleaching agents on enamel surface of bovine teeth: A SEM study. J Clin Exp Dent. 2017;9:e46-50.20

Pintado-Palomino K, Tirapelli C. The effect of home-use and inoffice bleaching treatments combined with experimental desensitizing agents on enamel and dentin. Eur J Dent. 2015;9:66-73.

Queiroz CS, Hara AT, Paes Leme AF, Cury JA. pH-cycling models to evaluate the effect of low fluoride dentifrice on enamel de- and remineralization. Braz Dent J. 2018;19(1):21-7.

Rezabeigi E, Wood-Adams PM, Drew RA. Synthesis of 45S5 Bioglass® via a straightforward organic, nitrate-free sol-gel process. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl. 2014 Jul;40:248-52.

Rodriguez-Martinez J, Valentine M, Sanchez-Martin M.J. Tooth whitening: From the established treatments to novel approaches to prevent side effects. J Esthet Restor Dent. 2019;31(5):431-40.

Rehder Neto FC, Maeda FA, Turssi CP, Serra MC. Potential agents to control enamel caries-like lesions. J Dent. 2009 Oct;37(10):786-90. doi: 10.1016/j.jdent.2009.06.008.

Sasaki RT, Catelan A, Bertoldo CE, Venêncio PC, Groppo FC, Ambrosano GMB, et al. Effect of 7.5% hydrogen peroxide containing remineralizing agents on hardness, color change, roughness and micromorphology of human enamel. Am J Dent. 2015;28:261-7.

Sauro S, Watson TF, Thompson I. Dentine desensitization induced by prophylactic and airpolishing procedures: an in vitro dentine permeability and confocal microscopy study. *J Dent*. 2010;38(5):411-22.

Siqueira RL, Zanotto ED. Biosilicate®: historical of a highly bioactive Brazilian glassceramic. *Quim Nova*. 2011;34:1231-4.

Soldani P, Amaral CM, Rodrigues JA. Microhardness evaluation of in situ vital bleaching and thickening agents on human dental enamel. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2010;30(2):203.

Souza Cr, et al. Reabilitação estética de dente anterior escurecido: relato de caso. *Arch Health Invest*, 2017;6(8):378-80.

Tezel H, Ertas OS, Ozata F, Dalgac H, Korcu ZO. Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. *Quintessence Int*. 2007;38:339-47.

Ubalde ALM, Pascotto RC, Sato F, Soares VO, Zanotto ED, Baesso ML. Effects of Bioactive Agents on Dentin Mineralization Kinetics After Dentin Bleaching. *Oper Dent*. 2020 May/Jun;45(3):286-96. doi: 10.2341/18-272-L.

Wu, Q., Mei, ML, Wu, X. *et al*. Efeito remineralizante do vidro bioativo 45S5 na cárie artificial em dentina. *BMC Oral Health* 20, 49 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12903-020-1038-4>

Xu B, Li Q, Wang Y. Effects of pH values of hydrogen peroxide bleaching agents on enamel surface properties. *Oper Dent* 2011;36(5):554–62.

APÊNDICE 1 – ESTUDO PILOTO

Foi realizado um estudo piloto com o objetivo de avaliar qual o espessante utilizar em associação com o biovidro, obtendo consistência ideal e sem interferir na eficácia clareadora do peróxido de hidrogênio (PH).45S5®

Foram utilizados blocos de esmalte/dentina bovino (n= 3/grupo) os quais foram pigmentados previamente com chá preto, e submetidos a 3ª sessões de clareamento com duração de 40 min e intervalo de 72h entre cada sessão. Como controle de clareamento, foi utilizado o gel comercial à base de peróxido de hidrogênio 35% (Total Blanc Office, Nova DFL). Foram testados 4 combinações de espessante: 1) Chemygel; 2) Carbopol/Glicerina (50% p/p); Chemygel/Natrozol (1:1); Carboximetilcelulose 6%, e a cada uma adicionado 5% do biovidro 45S5®. Os géis espessantes foram preparados previamente ao início das sessões de clareamento e armazenados em refrigeração.

Foi utilizado um sistema de duas seringas na proporção de 3 PH para 1 de espessante, sendo a seringa 1) peróxido de hidrogênio 35% (Total Blanc Office, Nova DFL), sendo essa seringa utilizada para todos os grupos. E a seringa 2) o espessante de acordo com o grupo de estudo. Foi analisado a consistência obtida após a mistura das duas seringas e a alteração de cor (ΔE_{1ab}).

Tabela 2 - Média e desvio padrão de ΔE_{ab} de acordo com o protocolo clareador

Gel Clareador		ΔE_{1ab}
Gel comercial (NovaDFL)		15,41 (12,97)
Gel experimental (Tipos de espessante)	Chemygel	13,29 (8,38)
	Carbopol/Glicerina	14,37 (1,40)
	Chemygel/Natrozol	15,56 (7,83)
	Carboximetilcelulose	11,38 (1,43)

Tabela 3 - Média e desvio padrão de ΔL de acordo com o protocolo clareador

Gel Clareador		L1	L2
Gel comercial (NovaDFL)		63,23 (17,7)	78,4 (5,9)
Gel experimental (Tipos de espessante)	Chemygel	65,17 (12,0)	79,5 (5,7)
	Carbopol/Glicerina	64,27 (1,6)	80,2 (1,7)
	Chemygel/Natrozol	67,8 (0,9)	87,0 (2,3)
	Carboximetilcelulose	70,57 (1,6)	84,2 (2,9)

Tabela 4 - Média e desvio padrão de Δa de acordo com o protocolo clareador

Gel Clareador		a1	a2
Gel comercial (NovaDFL)		13,03 (10,9)	3,9 (5,0)
Gel experimental (Tipos de espessante)	Chemygel	10,37 (6,6)	1,7 (0,5)
	Carbopol/Glicerina	10,43 (1,0)	2,03 (2,0)
	Chemygel/Natrozol	7,9 (2,7)	0,33 (1,0)
	Carboximetilcelulose	5,93 (1,8)	0,4 (0,3)

Tabela 5 - Média e desvio padrão de Δb de acordo com o protocolo clareador

Gel Clareador		b1	b2
Gel comercial (NovaDFL)		44,0 (4,6)	35,47 (10,2)
Gel experimental (Tipos de espessante)	Chemygel	36,87 (5,9)	29,53 (5,6)
	Carbopol/Glicerina	44,3 (1,1)	30,60 (9,0)
	Chemygel/Natrozol	39,63 (5,3)	26,33 (3,7)
	Carboximetilcelulose	37,33 (7,2)	26,27 (5,1)

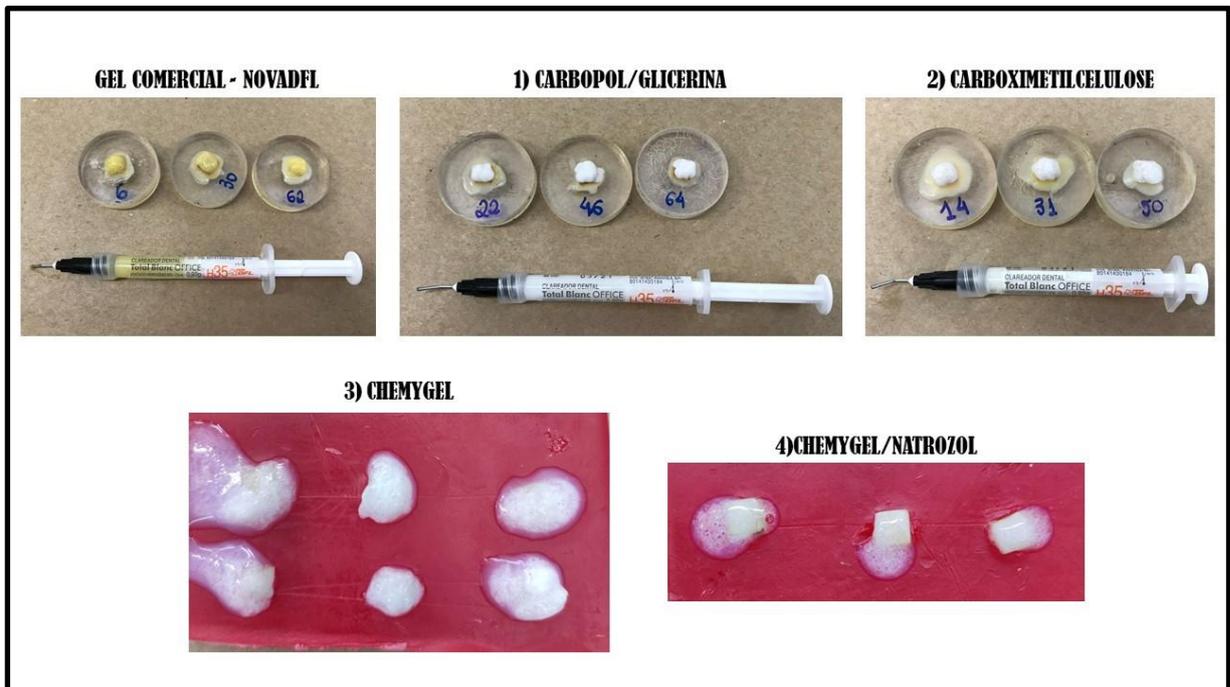


Figura 12 - Teste dos géis experimentais

ANEXO 1 – VERIFICAÇÃO DE ORIGINALIDADE E PREVENÇÃO DE PLÁGIO

TCC Rafael Dascanio

RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE

7 % ÍNDICE DE SEMELHANÇA	5 % FONTES DA INTERNET	5 % PUBLICAÇÕES	1 % DOCUMENTOS DOS ALUNOS
------------------------------------	----------------------------------	---------------------------	-------------------------------------

FONTES PRIMÁRIAS

1	docplayer.com.br Fonte da Internet	1 %
2	repositorio.unicamp.br Fonte da Internet	1 %
3	pesquisa.bvsalud.org Fonte da Internet	1 %
4	www.metodista.br Fonte da Internet	<1 %
5	www.scielo.br Fonte da Internet	<1 %
6	Submitted to Universidade Estadual de Campinas Documento do Aluno	<1 %
7	Hector Valentin Caballero Flores. "Desenvolvimento e caracterização de matrizes tridimensionais porosas a base de quitosana, gelatina e dentina em pó para aplicação em endodontia regenerativa", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de	<1 %