



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

ÉRICA CRASTECHINI

**EFEITO DE AGENTES REMINERALIZANTES SOBRE A
MICRODUREZA, COR E DESGASTE DO ESMALTE DENTAL
CLAREADO**

2017

ÉRICA CRASTECHINI

**EFEITO DE AGENTES REMINERALIZANTES SOBRE A MICRODUREZA, COR E
DESGASTE DO ESMALTE DENTAL CLAREADO**

Tese apresentada ao curso de Odontologia do Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Área de Dentística.

Orientador: Prof. Adj. Carlos Rocha Gomes Torres
Coorientadora: Profa. Adj. Alessandra Bühler Borges

São José dos Campos

2017

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2016]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Crastechini, Érica

Efeito de agentes remineralizantes sobre a microdureza, cor e desgaste do esmalte dental clareado / Érica Crastechini. - São José dos Campos : [s.n.], 2017.

80 f. : il.

Tese (Doutorado em Odontologia Restauradora) - Pós-Graduação em Odontologia Restauradora - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2017.

Orientador: Carlos Rocha Gomes Torres

Coorientadora: Alessandra Buhler Borges

1. Clareamento dental. 2. Cor. 3. Remineralização dentária. 4. Dureza. 5. Abrasão dentária. I. Torres, Carlos Rocha Gomes , orient. II. Borges, Alessandra Buhler , coorient. III. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. V. Universidade Estadual Paulista (Unesp). VI. Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof Dr. Carlos Rocha Gomes Torres (Orientador)

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Profa. Dra. Taciana Marco Ferraz Caneppele

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Prof. Adj. Eduardo Bresciani

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Prof. Assoc. Carlos Eduardo Francci

Universidade de São Paulo (USP)

Faculdade de Odontologia

Prof. Dr. Ricardo Amore

Universidade Anhanguera de São Paulo

Faculdade de Odontologia

São José dos campos, 06 de fevereiro de 2017

DEDICATÓRIA

A Deus, meus pais José e Sandra, meu namorado Eduardo e aos meus amigos pelo amor, carinho e apoio.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder coragem para não desistir dos objetivos e mostrar o caminho nas horas incertas.

Ao meu orientador Prof. Adj. Carlos Rocha Gomes Torres, por sua dedicação, competência, e apoio, nas etapas laboratoriais, revisões e sugestões, fatores fundamentais para a conclusão deste trabalho.

À minha Coorientadora Prof.^a Adj. Alessandra Bühler Borges, por esclarecer dúvidas, compartilhando os seus conhecimentos e estando sempre disposta a ensinar e ajudar.

Aos meus Pais José e Sandra pelo amor, apoio, carinho, dedicação e motivação. Muitas vezes renunciaram aos seus sonhos, para que eu pudesse realizar os meus em todas as etapas da minha vida. Essa conquista é nossa.

Ao meu namorado Eduardo, pelo amor, carinho, apoio e compreensão.

Aos colegas e amigos de pós-graduação pelas nossas conversas, risadas, companheirismo e apoio em momentos difíceis.

Às técnicas de Laboratório Josiana e Fernanda, pela amizade, apoio e bom convívio.

À UNESP, na pessoa do diretor do Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos, Prof. Estevão Tomomitsu Kimpara.

Ao Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora, na pessoa do coordenador Prof. Alexandre Luiz Souto Borges e a vice-coordenadora Profa. Márcia Valera Garakis.

Ao corpo docente do programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora, por contribuir com o meu crescimento e formação.

As Empresas Unilever e Ultradent por fornecer os materiais que foram utilizados neste trabalho.

A Capes, pela concessão da bolsa de Doutorado.

“Lembre-se que as pessoas podem tirar tudo de você, menos o seu conhecimento.”

Albert Einstein

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	10
RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Efeitos do clareamento na microdureza e desgaste	17
2.2 Uso de substâncias remineralizantes.....	24
3 PROPOSIÇÃO	37
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
4.1 Delineamento experimental	38
4.1.1 Unidades experimentais	38
4.1.2 Fatores em estudo	38
4.1.3 Variáveis resposta.....	38
4.2 Preparo dos espécimes	39
4.3 Leitura inicial da cor , microdureza e perfil das amostras	42
4.4 Distribuição dos grupos experimentais	46
4.5 Tratamento de superfície	48
4.6 Avaliação do desgaste por abrasão.....	50
4.7 Planejamento estatístico.....	54
5 RESULTADO	56
5.1 Microdureza	56
5.2 Variação de cor (ΔE).....	60
5.3 Desgaste abrasivo	61
6 DISCUSSÃO	64

6.1 Da metodologia.....	64
6.2 Dos resultados.....	65
7 CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Confeção dos espécimes.....	40
Figura 2 - Polimento dos espécimes na politriz e execução das marcações paralelas.....	42
Figura 3 - Avaliação da microdureza, cor e perfil iniciais.....	44
Figura 4 - Esquema representativo das três varreduras realizadas durante a leitura em perfilômetro com extensão de 4,20 mm a uma distância de 0,25 mm entre elas.....	45
Figura 5 - Visualização gráfica do perfil inicial obtido pelo software Mar Surf XCR 20.....	45
Figura 6 - Clareamento e tratamento de superfície dos espécimes.....	49
Figura 7 – Cremes dentais utilizados.....	51
Figura 8 - Espécimes submetidos ao ciclo abrasivo.....	52
Figura 9 – Figura 9 – Comparação dos gráficos após a abrasão.....	53
Figura 10 – Fluxograma das etapas laboratoriais.....	54
Figura 11 - Médias iniciais de microdureza para cada grupo.....	56

Figura 12 – Médias de microdureza para cada grupo após os tratamentos.....	58
Figura 13 - Médias da microdureza antes e depois dos tratamentos de superfície para cada grupo.....	59
Figura 14 - Médias de variação de cor (ΔE) e desvio-padrão obtidos para os grupos testados.....	61
Figura 15- Médias de desgaste da superfície (μm) para cada grupo.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados do ANOVA para a comparação com relação à microdureza inicial entre os grupos.....	56
Tabela 2 - Resultados do teste ANOVA para a comparação entre os grupos com relação dos valores de microdureza após tratamentos.....	57
Tabela 3 - Dados de média (\pm DP) de microdureza após os diferentes tratamentos e resultados do teste de Tukey.....	57
Tabela 4 - Resultados do teste T pareado para cada grupo.....	59
Tabela 5 - Resultados do teste ANOVA para a comparação entre os grupos.....	60
Tabela 6 - Dados de média e desvio padrão dos valores de variação de cor (ΔE) após o clareamento e resultados do teste de Tukey.....	60
Tabela 7 – Resultados do teste ANOVA a dois fatores com relação ao desgaste após abrasão.....	62
Tabela 8 - Médias (μ m) de desgaste de superfície após abrasão e resultados do teste de Tukey.....	62
Tabela 9 – Resultados do teste de Tukey para o fator tipo de dentífrício.....	63

Crastechini E. Efeito de agentes remineralizantes sobre a microdureza, cor e desgaste do esmalte dental clareado [tese]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2017.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da aplicação de agentes remineralizantes contendo silicato de cálcio / fosfato e flúor ou fluoreto de sódio somente, sobre a redução da microdureza do esmalte causada pelo clareamento dental, cor dos dentes e perda de estrutura resultante da abrasão. Duzentos e quarenta amostras circulares de esmalte bovino foram preparadas, embutidas e polidas. Em seguida foram realizados testes iniciais de cor, microdureza e perfilometria. As amostras foram distribuídas aleatoriamente em 6 grupos (n=40): Grupo C –(controle negativo) – nenhum tratamento; Grupo CL (controle positivo)- Aplicação do agente clareador a base de peróxido de hidrogênio a 40% (Opalescence boost, Ultradent); Grupo CL/Rs – Aplicação do agente clareador seguido da aplicação do gel remineralizante a base de silicato de cálcio/fosfato (Regenerate Boosting serum- Unilever); Grupo Rs/CL - Aplicação do gel de silicato de cálcio/fosfato seguido da aplicação do agente clareador; Grupo Rs/CL/Rs - Aplicação do gel de silicato de cálcio/fosfato seguida da aplicação do agente clareador e aplicação novamente do gel de silicato de cálcio/fosfato; Grupo CL/F – Aplicação do agente clareador seguida da aplicação do gel de fluoreto de sódio a 2%. Após a etapa de clareamento (3 aplicações de 20 min) foram novamente realizadas as leituras de cor e microdureza. Em seguida os espécimes foram submetidos a 100.000 ciclos abrasivos em máquina de escovação. Cada grupo foi dividido em dois subgrupos de acordo com o dentífrico utilizado (n=20): Subgrupo Cp –creme dental Close Up proteção bioativa (Unilever); Subgrupo Rp- creme dental Regenerate (Unilever). Os perfis finais das superfícies do esmalte foram avaliados e o desgaste calculado. Os dados foram analisados utilizando o teste de análise de variância ANOVA e Tukey. Diferenças significativas foram observadas para a variação de cor (ΔE) ($p = 0,000$). Os resultados do teste Tukey foram: C ($1,31 \pm 0,58$)a , Rs/CL/Rs ($3,72 \pm 1,28$)b, CL ($3,75 \pm 1,04$)b , CL/Rs ($3,87 \pm 0,91$)b, Rs/CL ($3,88 \pm 0,94$)b, CL/F ($4,03 \pm 1,22$)b. Diferenças estatisticamente significantes foram observadas para a microdureza (Knoop) após os tratamentos ($p = 0,00001$). Os resultados do teste Tukey foram: CL ($246,28 \pm 30,46$)a, Rs/CL/Rs ($263,55 \pm 18,66$)b, CL/Rs ($264,06 \pm 28,54$)b, Rs/CL ($265,22 \pm 23,58$)b, CL/F ($269,10 \pm 25,66$)b C ($323,28 \pm 10,96$)c. Para o desgaste dental (μm) o teste ANOVA a dois fatores mostrou diferenças significativas entre os grupos e os dentífricos. Os resultados do teste de Tukey para os grupos foram: CL/F ($2,12 \pm 0,70$)a, Rs/CL ($2,13 \pm 0,85$)a, Rs/CL/Rs ($2,19 \pm 0,70$)a, CL/Rs ($2,23 \pm 0,91$)a, C ($2,85 \pm 0,98$)b , CL ($3,36 \pm 0,84$)c. Os resultados do teste de Tukey para os dentífricos foram: Rp ($2,04 \pm 0,80$)a, Cp ($2,92 \pm 0,88$)b. Concluiu-se que todos os tratamentos com géis remineralizantes testados minimizaram a redução da microdureza promovida pelo clareamento, embora não evitaram que ela acontecesse. Além disso, a aplicação desses não interferiu na mudança da cor promovida pelo clareamento dental. O clareamento sozinho aumentou o desgaste abrasivo dos dentes, porém todos os tratamentos da superfície com géis remineralizantes testados reduziram a perda de estrutura por abrasão. O dentífrico Regenerate resultou em menor

desgaste abrasivo do esmalte em relação ao Close UP. Não existiram diferenças significativas entre os diferentes tratamentos remineralizantes com relação aos efeitos sobre a microdureza, cor e desgaste.

Palavras-chave: Clareamento dental. Cor. Remineralização dentária. Dureza. Flúor. Dentifrício. Abrasão dentária.

.

Crastechini E. *Effect of remineralizing agents on the microhardness, color and wear enamel bleached [doctorate thesis]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp) Institute of Science and Technology; 2017.*

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of the application of remineralizing agents containing calcium/phosphate silicate and fluoride or only sodium fluoride on the reduction of enamel microhardness caused by tooth bleaching, tooth color and loss of structure resulting from abrasion. Two hundred and forty circular bovine enamel samples were prepared, embedded and polished. After that, initial tests of color, microhardness and profile were performed. Samples were randomized into six groups (n=40): Group C - (negative control) - no treatment; Group CL (positive control) – application of 40% hydrogen peroxide bleaching agent (Opalescence boost, Ultradent); Group CL/Rs - Application of bleaching agent followed by remineralizing gel based on calcium/phosphate silicate (Regenerate Boosting serum-Unilever); Group Rs/CL – Application of calcium/phosphate silicate gel followed by bleaching agent; Group Rs/CL/Rs – Application of calcium/phosphate silicate gel followed by bleaching agent and new application of calcium/phosphate silicate gel; Group CL/F – Application of bleaching agent followed by 2% sodium fluoride gel. After bleaching stage (3 applications/20 min), color and microhardness readings were performed. Then, the specimens were subjected to 100.000 abrasive cycles in a brushing machine. Each group was divided into two subgroups according to the dentifrice used (n=20): Subgroup Cp –Close Up bioactive protection toothpaste (Unilever); Subgroup Rp- Regenerate toothpaste (Unilever). Final profiles of enamel surface were evaluated and the wear was calculated. Data were analyzed using ANOVA and Tukey variance analysis. Significant differences were observed for color variation (ΔE) ($p=0.000$). Tukey test results were: C (1.31 ± 0.58)a, Rs/CL/Rs (3.72 ± 1.28)b, CL (3.75 ± 1.04)b, CL/Rs (3.87 ± 0.91)b, Rs/CL (3.88 ± 0.94)b, CL/F (4.03 ± 1.22)b. Statistically significant differences were observed for microhardness (Knoop) after treatments ($p=0.00001$). Tukey test results were: CL (246.28 ± 30.46)a, Rs/CL/Rs (263.55 ± 18.66)b, CL/Rs (264.06 ± 28.54)b, Rs/CL (265.22 ± 23.58)b, CL/F (269.10 ± 25.66)b, C (323.28 ± 10.96)c. For dental wear (μm), two-factor ANOVA test showed significant differences among groups and dentifrices. Tukey test results were: CL/F (2.12 ± 0.70)a, Rs/CL (2.13 ± 0.85)a, Rs/CL/Rs (2.19 ± 0.70)a, CL/Rs (2.23 ± 0.91)a, C (2.85 ± 0.98)b, CL (3.36 ± 0.84)c. Tukey test results for the dentifrices were: Rp (2.04 ± 0.80)a, Cp (2.92 ± 0.88)b. It was concluded that all treatments with the remineralizing gels minimized the reduction of microhardness promoted by bleaching, although they did not prevent it from happening; In addition, their application did not interfere in the color change promoted by dental bleaching. Bleaching alone increased the abrasive wear of the teeth. However, all surface treatments, with the remineralizing gels, reduced abrasion structure. Regenerate toothpaste resulted in less abrasive enamel wear regarding Close up toothpaste. There were no significant differences among the different remineralizing treatments with regarding their effects on microhardness, color and wear.

Key words: Dental bleaching. Color. Tooth remineralization. Hardness. Fluoride. Dentifrice. Dental abrasion.

1 INTRODUÇÃO

O clareamento dental é um tratamento estético amplamente utilizado na clínica odontológica. O agente mais empregado para o tratamento clareador é o peróxido de hidrogênio, em baixa concentração para uso caseiro ou em alta concentração para uso em consultório (Watts, Addy, 2001; Joiner, 2006; Sun L et al., 2011). Este é capaz de penetrar na estrutura dental, decompondo-se em radicais livres que oxidam as moléculas cromóforas escuras e complexas, por meio de uma reação de oxirredução (Joiner, 2006). A oxidação realiza a quebra destas moléculas, resultando em estruturas menos complexas, diminuindo a absorção e aumentando sua reflexão da luz ambiente que incide sobre os dentes, produzindo assim um aspecto mais claro (Goldstein, Gaber, 1995; Bernardon et al., 2010).

Estudos têm mostrado que o clareamento dental causa alterações na superfície do esmalte (Al-Salehi et al., 2007; Jiang et al., 2008; Souza et al., 2010; Cakir et al., 2011; Sa et al., 2012; De Moraes et al., 2015). Algumas pesquisas atribuem essas alterações ao baixo pH dos géis clareadores (Magalhães et al., 2012; Sa et al., 2012), porém outros estudos relatam que a utilização dos géis clareadores neutros com alta concentração de peróxido de hidrogênio também causam mudanças morfológicas na superfície do esmalte (De Moraes et al., 2015). Essas alterações são caracterizadas pelo aumento da porosidade superficial, desmineralização, degradação da matriz orgânica e a perda de cálcio e fosfato, causando redução da microdureza superficial (Al-Salehi et al., 2007; Souza et al., 2010; Cakir et al., 2011; De Moraes et al., 2015). A redução da microdureza superficial do esmalte causada pelo clareamento gera um aumento do desgaste abrasivo, quando este é submetido ao atrito da escova dental e partículas abrasivas dos dentifrícios. Alguns estudos mostraram que a intensidade deste desgaste depende do pH e da forma de aplicação do gel clareador utilizado, da abrasividade do dentifrício e da realização da escovação imediatamente após o clareamento (Wiegand et al., 2004; Trentino et al., 2015; Borges et al., 2016), levando ao aumento da rugosidade da superfície e susceptibilidade ao manchamento (Cavalli et al., 2004). Essa queda da microdureza pode ser revertida pela ação da saliva, mas essa recuperação pode levar 15 dias ou mais (Basting et al., 2003; Araujo et al.,

2013), sendo que durante esse período, o esmalte estaria mais susceptível ao desgaste abrasivo (Wiegand et al., 2004; Trentino et al., 2015; Borges et al., 2016)

Com a intenção de reverter os efeitos da desmineralização da superfície do esmalte pelo agente clareador, diversos estudos investigaram os efeitos dos tratamentos pós-clareamento para recuperar a microdureza superficial do esmalte, aplicando substâncias tais como fluoreto de sódio (China et al., 2014; Moosavi, Darvishzadeh, 2016), nanohidroxiapatita, apatita hidroxilada e fosfopeptídeo de caseína - fosfato de cálcio amorfo fluoretado (Heshmat et al., 2016; Moosavi, Darvishzadeh, 2016). Foi testado também o uso do laser fracionado de CO₂ (Moosavi, Darvishzadeh, 2016). O flúor é amplamente utilizado pós-tratamento clareador, pois se deposita na forma fluoreto de cálcio na superfície do esmalte (Featherstone et al., 1982), aumentando a incorporação de íons flúor na área desmineralizada, na forma de fluorapatita ou hidroxiapatita fluoretada. (Moreno et al., 1974; Li et al., 2014).

Outros estudos adicionaram substâncias ao gel clareador na tentativa de proteger a superfície do esmalte. Borges et al. (2016) adicionaram 0,5% de gluconato de cálcio ao gel clareador e concluíram que essa suplementação reduziu o desgaste da superfície por abrasão. Além disso, Da Costa e Mazur (2007) utilizaram diferentes géis clareadores a base de peróxido de carbamida, contendo 0,11% de flúor ou ACP (fosfato de cálcio amorfo) em sua composição. No entanto a presença de flúor ou ACP no agente de clareador não preveniu a redução da microdureza após o clareamento do esmalte. Após o último dia de clareamento foi imediatamente aplicado um gel de flúor fosfato acidulado 1,23% por 5 min na superfície do esmalte, o que levou à recuperação da microdureza do esmalte, tornando-se semelhante ao esmalte não clareado.

Recentemente foi lançado no mercado um sistema remineralizante do esmalte, indicado para o tratamento da erosão dentária, composto de um gel de silicato de cálcio / fosfato com 1450 ppm de íons flúor, na forma de fluoreto de sódio e monofluorfosfato de sódio, para uso associado a um creme dental, contendo silicato de cálcio / fosfato com 1450 ppm de íons flúor, na forma de monofluorfosfato de sódio. Estudos *in situ* avaliaram esse sistema, comparando com o uso isolado de cremes dentais já existentes contendo flúor, após ciclos ácidos erosivos, e concluíram que o uso da associação do gel com creme dental remineralizante foi

capaz de produzir uma reposição de minerais no esmalte significativamente maior do que o dentifrício fluoretado convencional (Hornby et al., 2014; Joiner et al., 2014; Jones et al., 2014). Outro estudo mostrou que esse produto é capaz de formar hidroxiapatita na superfície do esmalte desmineralizado (Sun Y et al., 2014). Tendo em vista o potencial remineralizante desse produto, talvez sua utilização associada ao clareamento dental seja favorável na proteção ou remineralização do esmalte.

Considerando que o uso do clareador pode promover uma desmineralização e diminuição da microdureza no esmalte dental, que o desgaste abrasivo é aumentado quando a microdureza é menor, e que alguns tratamentos pós-clareamento podem remineralizar a superfície do esmalte, a incorporação dessa etapa no protocolo clareador parece altamente recomendável. Nesse sentido, o uso do flúor ou outros agentes remineralizantes que induzam a deposição de hidroxiapatita na superfície desmineralizada são bastante promissores.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Com o objetivo de facilitar a abordagem de diferentes assuntos relacionados ao clareamento, tais como, os danos causados pelo clareamento dental à superfície do esmalte e formas de recuperar esses danos, esta revisão foi subdividida em dois tópicos, sendo eles os “Efeitos do clareamento na microdureza e desgaste dental”, e o “Uso de substâncias remineralizantes”.

2.1 Efeitos do clareamento na microdureza e desgaste dental

Al-Salehi et al. (2007) investigaram o efeito da concentração do peróxido de hidrogênio na perda mineral e microdureza dos dentes bovinos. Vinte e seis incisivos bovinos intactos recém extraídos foram armazenados em água destilada por até três meses. Cinco dentes foram selecionados de acordo com a quantidade de íons medidos. Cada um desses cinco dentes foi seccionado com ponta diamantada e foram obtidas amostras de esmalte e de dentina. De cada dente foram obtidas quatro amostras de esmalte e quatro amostras de dentina, cada uma medindo aproximadamente 2 mm x 2 mm x 1,5 mm. O total de 20 amostras de esmalte foi dividida em quatro grupos. Cada grupo continha uma amostra de cada um dos cinco dentes, totalizando cinco amostras em um grupo. As 20 amostras de dentina também foram divididas da mesma forma. Em seguida cada grupo de esmalte e dentina foram imersos em 10 mL de soluções de peróxido de hidrogênio a 3% (p/v), 10% (p/v), 30 % (p/v) e água destilada como controle (0% de peróxido de hidrogênio). Amostras da solução foram tomadas para análise de liberação de íons, utilizando a espectrometria de massa por plasma indutivamente acoplado. Os 21 dentes restantes foram utilizados para medidas de microdureza Vickers. Os dentes foram embutidos em resina acrílica, resultando em blocos cilíndricos com a parte de esmalte e dentina expostos no topo do cilindros. O tecido dentário exposto foi polido com lixas abrasivas P 240, P 600, e P 1200, seguido de um polimento com roda de feltro a microdureza inicial foi realizada. Em seguida esses espécimes foram

aleatoriamente divididos em três grupos iguais e submetidos ao clareamento com peróxido de hidrogênio a 3% (p/v) no primeiro grupo, peróxido de hidrogênio 10% (p/v) no segundo grupo e peróxido de hidrogênio a 30% no terceiro grupo. Após a microdureza Vickers final foi medida. Os dados foram avaliados estatisticamente pelos testes Kruskal-wallis e Mann Whitney, com nível de significância de 5 %. Diferenças nas concentrações de íons liberados após tratamentos com diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio foram estatisticamente significante ($p < 0,025$). A liberação de íons cálcio e fosfato aumentou com o aumento da concentração de peróxido de hidrogênio. Uma significativa redução ($p < 0,05$) nos valores de microdureza Vickers para o esmalte foi obtido após o clareamento. Os autores concluíram que a liberação de íons de ambos, esmalte e dentina, aumenta quando a concentração de peróxido de hidrogênio aumenta e a microdureza do esmalte diminui significativamente com o clareamento.

Mondelli et al. (2009) avaliaram a rugosidade e desgaste de superfície do esmalte bovino após três técnicas de clareamento diferentes e escovação simulada. Coroas de dentes bovinos foram recortadas de forma retangular da face vestibular e divididas em dois lados. Um dos lados foi utilizado para o tratamento e o outro como controle. Os espécimes foram polidos e a rugosidade superficial inicial (R_a) foi avaliada. Em seguida os espécimes foram mantidos em saliva artificial e estocados por 24 h. Após foi realizada a leitura inicial do perfil da superfície com um perfilômetro. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos ($n = 10$): Grupo 1 – controle - nenhum tratamento; Grupo 2 – gel de peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness Perfect HP -FGM) ativado por uma lâmpada híbrida (tempo total de aplicação do gel foi de 24 min); Grupo 3 – gel de peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness Perfect HP) ativado por uma lâmpada halógena (tempo total de aplicação do gel foi de 33 min); e Grupo 4 – gel de peróxido de carbamida a 16% (Lase Peroxide HP - DMC), Aplicado 2 h por dia por 14 dias. Após o clareamento, a rugosidade da superfície foi novamente medida e posteriormente os dentes foram submetidos a 100.000 ciclos de escovação simulada em uma máquina de escovação, com uma carga de 300 g e uma mistura de dentífrício e água deionizada numa proporção de 2:1, em peso. Depois da escovação foi determinada a rugosidade e o desgaste final. Os dados foram analisados estatisticamente por análise de variância e teste de Tukey ($p < 0,05$). Não houve

diferenças significativas entre os grupos comparando a rugosidade inicial e o pós-clareamento. Após a escovação, foram encontradas diferenças significativas entre os grupos controle e experimental. O grupo 4 apresentou um aumento significativo nos valores de rugosidade em comparação com o grupo 2. O grupo controle mostrou um desgaste muito menor do que os outros grupos. Os autores concluíram que o clareamento não aumenta significativamente a rugosidade superficial do esmalte. Após a escovação, a rugosidade foi maior para o grupo do clareamento caseiro do que para o grupo clareamento de consultório com luz híbrida. Os autores justificam esse fato devido a alta concentração do peróxido de carbamida e o tempo de aplicação ser maior em comparação ao peróxido de hidrogênio. Os procedimentos clareadores aumentam significativamente o desgaste do esmalte quando submetidos à simulação de escovação, sem nenhuma diferença significativa entre as técnicas.

Magalhães et al. (2012) avaliaram a microdureza do esmalte tratado com três agentes clareadores de consultório, contendo peróxido de hidrogênio a 35% com diferentes pHs. Trinta incisivos bovinos foram divididos em três grupos (n = 10), os quais receberam os seguintes agentes clareadores: Whiteness HP - FGM, Total Bleach -Clean Line e Opalescence Xtra - Ultradent. Foram realizadas três aplicações por 10 min cada, perfazendo um total de 30 min de contato com os dentes, sendo ativados com um aparelho híbrido que possuía diodos emissores de luz azul (1000 mW / 470 nm) combinados a um diodo laser de baixa intensidade (120 mW / 795 nm). A dureza Vickers (VH) foi avaliada no início e após o procedimento clareador. Os valores de perda de dureza (% de redução) foram calculados. O teste t para amostras independentes foi usado para comparação da perda de dureza entre os três produtos clareadores, com nível de significância de 5%. O gel clareador Opalescence Xtra, que apresentou o menor valor de pH (pH = 4,30), mostrou maior valor da perda de dureza, quando comparado com o agente clareador Total Bleach, que tinha o valor de pH mais elevado (pH = 6,62). O clareamento resultou numa redução na microdureza da superfície do esmalte e o agente clareador mais ácido resultou numa perda significativa da dureza do esmalte em comparação com o agente menos ácido. Os autores concluíram que a aplicação do peróxido de hidrogênio a 35% resulta em uma redução da microdureza superficial e que o

clareamento com um agente clareador mais ácido resulta em uma maior perda de microdureza quando comparado com o agente clareador com pH menos ácido.

Sa et al. (2012) avaliaram o efeito de dois géis clareadores de consultório com diferentes pH na estrutura e propriedades mecânicas do esmalte dental humano *in vitro* e *in situ*. Foram obtidos cento e oito espécimes de esmalte de esmalte (4 mm x 3 mm x 2 mm), a partir de prés molares humanos recém extraídos. Esses espécimes foram embutidos em resina acrílica transparente deixando exposta as superfícies dos espécimes de esmalte para que pudesse ser realizada as aplicações do gel clareador. Os espécimes foram polidos com lixar de carbetto de silício com granulação de 600, 1000, 1500 e 2000. Em seguida as amostras foram lavadas em banho ultrassônico por 5 min e foram estocadas em saliva artificial por 7 dias, para padronizar as condições iniciais. Os espécimes foram aleatoriamente distribuídos em nove grupos (n = 12). Em alguns grupos os espécimes foram aprisionados em aparelhos maxilares e colocados na cavidade oral de voluntários para que ficassem em contato com a saliva humana (SH). Beyond (peróxido de hidrogênio 35%, pH = 4,03 – Beyond Technology Corp) + SH, Opalescence Boost (O-Boost) (peróxido de hidrogênio a 38%, pH = 7,52 – Ultradent) + SH, Controle (sem clareamento) + SH, Beyond + saliva artificial (SA), O-Boost +SA, Controle + SA, Beyond + água destilada (AD), O-Boost + AD, Controle + AD. O clareamento foi realizado do primeiro e oitavo dia cada aplicação (3 x 15 min) e entre cada sessão de clareamento e após os espécimes foram armazenados em SH, SA ou AD dependendo do grupo. Os dados iniciais e finais de rugosidade, morfologia de superfície, microdureza Vickers e resistência a fratura foram realizados antes dos tratamentos e no décimo quinto dia, respectivamente. Comparando ao grupo controle, a avaliação sobre Microscopia de Força Atômica mostrou alteração na superfície do esmalte nos grupos : Beyond + SA e Beyond + AD.Os testes anova dois fatores e Tukey mostraram diferenças estatisticamente significantes com relação a rugosidade de superfície entre os grupos para as duas condições de armazenagem e agente clareado, enquanto que a microdureza e resistência a fratura não revelou alterações significantes. Os autores concluíram que géis com pH baixo podem induzir alterações morfológicas no esmalte *in vitro* e que a presença da saliva humana pode eliminar o efeito da desmineralização causada pelo baixo pH do gel clareador.

Borges et al. (2015) investigaram o efeito de géis experimentais de peróxido de hidrogênio com de diferentes concentrações (20%, 25%, 30%, e 35%) na microdureza Knoop (KNH) do esmalte, bem como em alterações na cor dental (C). Espécimes cilíndricos de esmalte / dentina (3 mm de diâmetro e uma espessura de 2 mm) foram obtidos a partir de incisivos bovinos e aleatoriamente divididos em seis grupos (n = 20), de acordo com a concentração do gel clareador (20%, 25%, 30%, 35%, controle –gel sem peróxido). Após o polimento, os valores iniciais de KNH e cor foram medidos a partir da superfície do esmalte. A cor dos espécimes foi avaliada por espectrofotometria, usando o sistema CIE L * a* b *. Os géis foram aplicados sobre a superfície do esmalte durante 30 min e, imediatamente após, foram obtidos valores de KNH. Depois de sete dias armazenados em saliva artificial, novas medidas de KNH e cor foram realizadas. Os dados foram avaliados estatisticamente por análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey. As diferenças na concentração do gel e o tempo de armazenamento não influenciaram a microdureza (p = 0,54 e p = 0,29, respectivamente). Em relação às mudanças de cor, os dados ΔE mostraram que o gel de peróxido de hidrogênio a 35% apresentou uma alteração de cor maior do que o gel de peróxido de hidrogênio a 20% (p = 0,006). Logo, os autores concluíram que o clareamento com gel peróxido de hidrogênio 35% foi mais eficaz do que com o gel de peróxido de hidrogênio a 20%, sem promover efeito adverso significativo sobre a microdureza superficial do esmalte.

Lia Mondelli et al. (2015) avaliaram os efeitos de tratamentos de clareamento utilizando o gel de peróxido de hidrogênio em diferentes concentrações, com e sem ativação com luz, sobre a microdureza do esmalte bovino. As superfícies vestibulares de 60 incisivos bovinos foram desgastadas e polidas e as amostras de esmalte foram divididas em seis grupos: G1: controle, expostos a saliva artificial; G2- Peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP Maxx - FGM) aplicado em duas sessões de 45 min cada; G3 - Peróxido de hidrogênio 35% (Whiteness HP Maxx) aplicado em duas sessões (3 x 15 min cada); G4: Peróxido de hidrogênio a 35%(Lase Peroxide Sensy) aplicado em uma única sessão (3 x 7min 30 s), mais ativação com luz híbrida; G5 - Peróxido de hidrogênio a 25% (Lase Peroxide Sensy II – DCM) aplicado em uma sessão (3 x 7 min 30 s) mais ativação com luz híbrida e G6 - Peróxido de hidrogênio a 15% (Lase Peroxide Light - DCM) aplicado em uma

única sessão (3 x 7 min 30 s) mais ativação com luz híbrida. Após o tratamento, os espécimes de esmalte foram armazenados em saliva artificial. A microdureza superficial inicial foi medida e as mensurações de microdureza foram repetidas 24 h e 7 dias após o clareamento. Os dados foram analisados utilizando o teste de análise de variância, seguida pelo teste de Tukey - Kramer, com nível de significância de 5%. Todos os procedimentos de clareamento levam a uma diminuição na microdureza superficial, quando comparado com o grupo de controle após 24 h. A menor alteração de microdureza superficial foi encontrado nas amostras tratadas com peróxido de hidrogênio a 15% mais aplicação de luz híbrida. Por outro lado, o gel de peróxido de hidrogênio a 35% mais aplicação de luz híbrida, induziu a maior diminuição na microdureza da superfície. Após 7 dias de remineralização em saliva, a microdureza da superfície voltou aos níveis normais para todas as amostras clareadas. Por conseguinte, os autores concluíram que os protocolos de clareamento causaram uma ligeira alteração da superfície do esmalte. No entanto, o processo de remineralização neutralizou estes efeitos.

Trentino et al. (2015) avaliaram em um estudo *in vitro* o efeito de diferentes protocolos de clareamento e a variação de níveis de pH de géis clareadores sobre a rugosidade e desgaste do esmalte bovino, depois dos protocolos de clareamento de consultório e escovação. De noventa dentes bovinos foram recortados espécimes na forma retangular e embutidos em resina composta (15 x 5 x 4 mm) em seguida foram polidos. Aleatoriamente os espécimes foram divididos em nove grupos (n=10): C- controle; WHP15 – gel de peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP- FGM), onde foram realizadas três aplicações do gel por 15 min cada em três sessões com intervalos de 1 semana; WHP45 - gel de peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP -FGM) onde foi realizada única aplicação por 45 min durante três sessões, com intervalos de uma semana; LPS – gel de peróxido de hidrogênio a 35% (Lase Peroxide- DMC), mais luz híbrida [diodo emissor de luz (LED) / diodo laser]. Foram realizadas quatro aplicações de 7 min e 30 s (6 min da ativação com luz híbrida) em apenas uma sessão; LPSII – gel de peróxido de hidrogênio a 25% (Lase Peroxide II- DMC) associado a luz híbrida, foram realizadas quatro aplicações de 7 min e 30 s (6 min de ativação com luz híbrida) em apenas uma sessão; LPL – gel de peróxido de hidrogênio a 15% (Lase Peróxido Lite -DMC) foram realizadas quatro aplicações de 7 min e 30 s (6 min de ativação com luz híbrida) realizada apenas uma sessão; WO

– gel de peróxido de hidrogênio a 35% (White gold Office- Dentsply) foi realizada única aplicação de 45 min em três sessões, com intervalos de 1 semana; WBC40 – gel de peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP Blue Calcium- FGM) realizada única aplicação de 40 min por três sessões, com intervalos de 1 semana; e WBC50 – gel de peróxido de hidrogênio a 20% (Whiteness HP Blue Calcium- FGM) realizada única aplicação de 50 min em três sessões com intervalos de 1 semana. Os valores médios de pH foram determinados utilizando um medidor de pH durante as aplicações dos géis. Um rugosímetro foi utilizado para avaliar a rugosidade de superfície (Ra) antes e depois do clareamento e ciclo de escovação simulada (100.000 ciclos, carga 300 g, proporção 2:1 - água deionizada / creme dental), e o desgaste da superfície após a escovação. Os autores observaram que houve uma diminuição do pH quando comparados os tempos inicial e final de clareamento, exceto para o WBC50. O WO e o grupo WBC40 exibiram valores de pH mais elevados. Houve maior rugosidade superficial e desgaste entre todos os grupos. Os autores concluíram que os valores de pH tenderam a diminuir quando comparados os tempos inicial e final do clareamento. Além disso, os procedimentos clareadores com produtos de pH mais baixos proporcionou um aumento significativo do desgaste no esmalte e na rugosidade de superfície.

Borges et al. (2016) avaliaram a susceptibilidade à abrasão por escovação em esmalte e dentina de dentes bovinos, após o clareamento com géis experimentais de peróxido de hidrogênio a 7,5% com géis suplementados ou não com gluconato de cálcio 0,5% (Ca). A escovação foi realizada imediatamente e 1 h depois do clareamento, com duas suspensões de creme dental (alta e baixa abrasividade) em máquina de escovação automática (MEV- 2T, Odeme Dental Research, Luzerna, SC, Brasil). Os espécimes de esmalte e dentina bovinos foram divididos em 12 grupos (n = 10) de acordo com o gel clareador (com e sem Ca), abrasividade da suspensão (alta ou baixa) e de acordo com o tempo decorrido após o clareamento (escovados imediatamente e depois de 1 h em saliva artificial). Como controle, um grupo não foi clareado, mas escovado. O ciclo de tratamento durou 7 dias e consistiu em clareamento de 1 h e escovação de 135 ciclos por dia, no entanto, um grupo foi escovado imediatamente após o clareamento e outro grupo foi escovado após 1 h de imersão em saliva artificial. A rugosidade e perda de superfície (μm) foram medidas por um perfilômetro de contato e analisados por

ANOVA três fatores, com nível de significância de 5%. A rugosidade superficial foi significativamente influenciada pela abrasividade da pasta ($p < 0,0001$). Para a perda de esmalte, houve diferenças significativas para todos os fatores ($p < 0,0001$). Para o grupo clareado com gel de peróxido de hidrogênio a 7,5 % e imediatamente escovados com pasta de alta abrasividade, houve um aumento da perda ($1,41 \mu\text{m} \pm 0,14$) em comparação com os outros grupos. Os Grupos Controle e clareado com gel de Peróxido de hidrogênio a 7,5% + Ca e que foram submetidos à escovação após 1 h com pasta experimental abrasiva apresentaram menor degaste ($0,21 \mu\text{m} \pm 0,03$) e ($0,27 \mu\text{m} \pm 0,02$) respectivamente. Para a perda de dentina, foi observada interação significativa para o clareamento e os fatores de intervalo de tempo ($p < 0,001$). Grupos clareados com peróxido de hidrogênio a 7,5% e imediatamente escovados mostraram maior perda significativa ($8,71 \mu\text{m} \pm 2,45$) do que os outros grupos. Com base nos achados os autores concluíram que a rugosidade de superfície foi aumentada quando foi utilizado o creme dental com alta abrasividade, independentemente do clareamento utilizado. O peróxido de hidrogênio a 7,5% aumentou a perda em esmalte e dentina, principalmente com pastas de alta abrasividade. A suplementação de cálcio de gel clareador reduziu a perda de superfície. Além disso, a fim de minimizar a susceptibilidade ao desgaste do dente, os autores recomendam retardar a escovação após o clareamento por pelo menos 1 h.

2.2 Uso de substâncias remineralizantes

Attin et al. (1997) avaliaram a capacidade remineralizante do fluoreto de sódio em diferentes tratamentos no esmalte dental clareado com gel de peróxido de carbamida a 10%. Sessenta blocos de esmalte bovino foram submetidos a quatro ciclos compreendendo clareamento de 12 h e remineralização em saliva artificial por 8h. As amostras foram uniformemente distribuídas em quatro grupos. Durante as primeiras horas do período de remineralização, os espécimes do grupo A foram cobertas com um verniz fluoretado (Duraphat[®] Colgate; 2,23% fluoreto de sódio a 2,23%). No grupo B, os blocos de esmalte foram armazenados numa solução

contendo fluoreto de sódio a 0,2 %, durante 1 min. O grupo C não recebeu tratamento de flúor e o grupo D (controle) foi armazenado em água destilada no lugar do clareamento. A Microdureza (VHN) foi avaliada antes dos experimentos e após o segundo e quarto ciclo, respectivamente. A dureza final foi calculada como a porcentagem de dureza inicial. Os dados foram submetidos ao teste de análise de variância, seguida pelo teste de comparações múltiplas com nível significância de 5%. A dureza diminuiu significativamente nos grupos A-C em comparação com o controle grupo (D). O clareamento sem aplicação posterior de fluoretos (grupo C) apresentou uma maior perda de dureza em comparação com as amostras em que foram aplicados agentes fluoretados, ao passo que não houve diferença significativa observada entre os dois grupos em que foram aplicados os agentes fluoretados. Os autores concluíram que a remineralização do esmalte clareado é melhorada por aplicação de agentes fluoretados altamente concentrados.

Lewinstein et al. (2004) avaliaram o efeito de diferentes concentrações de peróxido em dois agentes clareadores de consultório e dois agentes clareadores caseiros, aplicados por diferentes períodos de tempo, sobre a dureza do esmalte e dentina. Avaliaram também o efeito de imersão subsequente ao clareamento em uma solução de fluoreto de baixa concentração sobre a dureza de esmalte e dentina. Doze molares humanos foram seccionados no sentido longitudinal e cortados com dimensões de 5 x 5 mm (esmalte e dentina). Os espécimes foram embebidos em resina acrílica para que a superfície ficasse paralela ao solo e em seguida polidos. Foi testada a microdureza Knoop inicial a uma carga de 100 g por 20s, com a realização de três indentações em esmalte e três em dentina. Em seguida os espécimes foram armazenados em água destilada durante 1 h e os testes de microdureza foram repetidos como um controle. Os espécimes foram divididos em 4 grupos (n = 12): Grupo OX – Opalescence Xtra - Ultradent, a base de peróxido de hidrogênio a 35%; Grupo OQ – Opalescence Quick- Ultradent, a base de peróxido de carbamida a 35%; Grupo OF - Opalescence F- Ultradent, a base de peróxido de carbamida a 15%) e o Grupo O – Opalescence- Ultradent a base de peróxido de carbamida a 10%. Os grupos foram clareados da seguinte forma: No Grupo OX e no Grupo OQ foi realizado o clareamento de consultório e então testada a microdureza após 5, 15 e 35 min da aplicação do gel clareador. Para o clareamento caseiro os grupos OF e O foram submetidos a aplicações do gel

clareador por um período de 1 h em intervalos de 24 h durante 14 dias, após esse período foi novamente testada a microdureza. Os espécimes foram imersos em solução a 0,5% de fluoreto estanhoso (Meridol[®]) durante 5 min e novamente testada a microdureza. Os valores de dureza foram analisados por ANOVA a dois fatores e teste de Scheffe ($\alpha = 0,05$). Comparações de microdureza entre cada tempo e a medição inicial para cada grupo foram realizadas. Reduções significativas na microdureza do esmalte e da dentina foram encontradas após o clareamento para todos os grupos teste, dependendo do tempo de clareamento acumulado. O Grupo OX mostrou uma redução na microdureza de 25% para o esmalte e 22% para a dentina, após 35 min de clareamento ($p = 0,0001$). Grupo OQ mostrou uma redução na microdureza de 13% ($p = 0,0001$) para o esmalte e 10% para a dentina após 35 min ($p = 0,0005$). Grupo OF mostrou uma redução na microdureza de 14% para o esmalte ($p = 0,005$) e 9% para a dentina ($p = 0,0001$) depois de 14 h de clareamento. O Grupo O mostrou uma redução de 18% para o esmalte ($p = 0,0001$) e 13% para a dentina ($p = 0,0001$) para o mesmo período. Porém após a fluoretação os tecidos dentais amolecidos de todos os grupos foram completamente remineralizados. Os autores concluíram que técnica de clareamento em consultório reduziu a dureza significativamente mais do que a técnica de clareamento caseiro. A baixa concentração de fluoreto do enxaguatório bucal remineralizou os tecidos dentais amolecidos.

Da Costa e Mazur (2007) testaram diferentes formulações de agentes clareadores e o efeito de aplicações de flúor após o clareamento, sobre a dureza do esmalte durante e após o clareamento. Coroas de 60 molares humanos extraídos foram seccionadas longitudinalmente no sentido médio-distal, dividindo-as em face vestibular e lingual. Apenas a parte vestibular da coroa foi utilizada. A base da parte vestibular da coroa foi presa em resina acrílica e a parte oclusal foi planificada, expondo esmalte e dentina, e em seguida foi polida. A microdureza Knoop inicial do esmalte foi medida. As amostras foram, em seguida, aleatoriamente divididas em seis grupos ($n = 10$), e cada grupo foi designado para um agente clareador específico a base de peróxido de carbamida a 10% A - Opalescence (Ultradent) contendo em sua formulação peróxido de carbamida a 10%; B - Opalescence PF (Ultradent), contendo peróxido de carbamida a 10%, 3% de nitrato de potássio e 0,11% de fluoreto de sódio; C: - Nite White Excel 3 (Discus dental), contendo peróxido de

carbamida a 10% e fostato de cálcio amorfo (ACP), D - Opalescence + flúor fosfato acidulado a 1,23% (F); E - Opalescence PF + F, F - Nite White Excel 3 + F. Os dentes foram clareados por 8 h por dia, durante 21 dias e após cada procedimento, os espécimes foram armazenados em saliva artificial a 37°C. Imediatamente após o 21º dia de clareamento, os espécimes dos grupos D, E e F receberam a aplicação de um gel de flúor fosfato acidulado a 1,23% durante 5 min. O teste de microdureza foi realizado imediatamente após o clareamento, atuando como um controle, e durante 14, 21 e 35 dias após o procedimento de clareamento. Durante esse período todos os espécimes foram armazenados em saliva artificial. Os dados foram comparados estatisticamente pelos testes ANOVA a três fatores, Tukey e teste t, com nível de significância de 5%. A análise estatística não revelou diferença significativa entre os materiais clareadores ($p = 0,123$). Os autores observaram uma redução significativa na microdureza do esmalte ($p < 0,001$) para todos os materiais clareadores, sem diferença entre eles. Duas semanas após o clareamento, todos os grupos que receberam o agente fluoretado mostraram um aumento significativo nos valores de microdureza em comparação aos que não receberam. Para as formulações clareadoras contendo nitrato de potássio mais fluoreto e ACP, o esmalte foi restaurado para um valor de microdureza semelhante ao valor inicial.

Borges et al. (2010) avaliaram a influência do pH do gel clareador, o efeito da aplicação de géis remineralizantes após o clareamento e o efeito da saliva artificial na microdureza do esmalte. Setenta incisivos bovinos foram divididos em três grupos: Grupo 1 ($n = 10$) não foi clareado (controle); Grupo 2 - clareado com um gel neutro ($\text{pH} = 6,60$) de peróxido de hidrogénio 35% (Total Bleach - Clean Line) ($n = 30$) e Grupo 3 - clareado com um gel ácido ($\text{pH} = 3,50$) de peróxido de hidrogénio 35% (Red Peróxide – Fórmula e ação) ($n = 30$). Os grupos 2 e 3 foram subdivididos em três grupos ($n = 10$) de acordo com o tratamento pós-clareador: armazenamento em saliva artificial, a aplicação de um gel de fluoreto de sódio a 2% e a aplicação de uma combinação de quantidades iguais de 2% de fosfato de cálcio di-hidratado com gel de fluoreto de sódio a 2%. Os espécimes foram armazenados em saliva artificial por 7, 15 e 30 dias e a microdureza do esmalte foi avaliada após cada intervalo. Os dados de microdureza Vickers foram analisados por ANOVA a três fatores, que revelou uma diferença significativa apenas para o fator de tratamento. O teste de Tukey mostrou que os grupos clareados seguidos de nenhum tratamento adicional,

apresentaram médias de microdureza significativamente menor do que os grupos clareados e tratados com géis remineralizantes. O teste de Dunnett mostrou uma diferença significativa apenas para o grupo clareado com gel ácido sem tratamento remineralizante, em comparação com o grupo controle, medido imediatamente após o clareamento. Os autores concluíram que o gel ácido de peróxido de hidrogênio reduziu significativamente a microdureza do esmalte e que o gel neutro não reduziu a microdureza significativamente quando comparado ao controle. O uso de géis remineralizantes, após o clareamento, pode recuperar significativamente a microdureza do esmalte clareado.

Araújo et al. (2013) avaliaram a influência do pH de géis clareadores e o efeito de géis remineralizantes após o clareamento em diferentes intervalos de tempo. Sessenta dentes bovinos foram extraídos e armazenados em uma solução de timol a 0,1 %. As coroas foram seccionadas com disco diamantado para produzir espécimes com medidas de 3 mm x 3 mm x 3 mm. Os espécimes foram limpos em ultrassom com água destilada por 2 min. Após os espécimes foram posicionados em moldes com superfície de esmalte voltada para o interior do molde e foram embutidos em resina acrílica autopolimerizável. Em seguida foram polidos com lixas de óxido de alumínio com granulação de 400, 600 e 1200 e foram polidos também com uma suspensão de alumina (0,4 µm). Foram novamente lavados em ultrassom por 5 min para limpeza e estocados em água deionizada a 37°C por 24 h. Antes dos procedimentos de clareamento foi realizada a microdureza inicial para cada espécime. Os espécimes foram distribuídos em dois grupos (n = 30): Grupo 1 – foi clareado por 30 min (3 x 10 min) com gel de peróxido de hidrogênio a 35 % (Whiteform Perox, Red Gel- Formula e ação) com pH ácido (pH = 3,5), Grupo 2 – foi tratado por 30 min com gel de peróxido de hidrogênio a 35 % (White Gold Office-Dentsply international) com pH neutro (pH = 7.0). Após o clareamento cada grupo foi dividido em três subgrupos (n = 10) de acordo com o tratamento pós-clareamento utilizado: saliva artificial (Fórmula ativa), aplicação de flúor gel neutro a 2 % (Fórmula ativa) por 4 min e aplicação de Nanohidroxiapatita (Nano P - FGM produtos odontológicos) de acordo com as instruções do fabricante. Após, os espécimes foram imersos em saliva artificial até a próxima sessão de clareamento. Os procedimentos clareadores foram repetidos duas vezes por semana. Concluído o clareamento, os espécimes foram armazenados em saliva artificial. A microdureza

foi avaliada novamente após 24 h e após 15 dias. Os dados foram analisados com o teste Anova 2 fatores com mediadas repetidas e teste de Bonferroni, com significância de 5%. Em 24 h após o clareamento, não houve diferenças significantes entre os géis clareadores, em 15 dias após o clareamento as amostras do grupo 2 demonstraram um significativo redução da microdureza. Nenhuma diferença estatística foi encontrada entre os géis remineralizantes e esses não foram capazes de recuperar a microdureza inicial. Os autores concluíram que o gel clareador neutro reduziu significativamente a microdureza do esmalte em 15 dias e que o uso de géis remineralizantes não aumentou significativamente a microdureza do esmalte clareado. Embora, na situação clínica a película adquirida do esmalte protege a superfície dental, e após clareamento o esmalte descalcificado sofrerá recalcificação. Os autores indicam que é importante considerar o pH do agente clareador e composição para o tratamento de pacientes com redução salivar.

China et al. (2014), em um experimento *in vitro*, avaliaram os tratamentos de agentes clareadores que contêm cálcio e aplicação com flúor neutro ou acidulado no esmalte dental, através de medições da microdureza Knoop e rugosidade superficial. Um total de 60 incisivos bovinos foi testado, incluindo 30 para medições de rugosidade superficial e 30 de microdureza. Os espécimes foram divididos em 12 grupos e submetidos a agentes clareadores a base de peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP 35% Maxx, FGM) ou peróxido de hidrogênio a 35% com cálcio (Whiteness HP 35% Blue calcium, FGM). Após foi realizado o tratamento com flúor fosfato acidulado (FFA) aplicado por 1 min ou fluoreto neutro (FN) aplicado por 4 min. As amostras do controle foram submetidas ao clareamento e não receberam tratamento com flúor. Ensaios de microdureza foram realizados utilizando um indentador Knoop com carga de 100 g por 15 s. As medidas de rugosidade foram obtidas antes e após o tratamento. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C entre os tratamentos. Os resultados foram analisados por meio de estatística descritiva e inferencial. Os autores concluíram que os tratamentos utilizando FFA combinado com peróxido de hidrogênio a 35% causaram uma diminuição na microdureza, enquanto FN combinado com peróxido de hidrogênio a 35% com Ca preservou a dureza do esmalte. A aplicação do flúor não alterou a rugosidade superficial do esmalte clareado.

Salomão et al. (2014) pesquisaram a erosão do esmalte dental clareado por ciclos de desmineralização ácida previamente submetido a diferentes regimes de aplicação de flúor. Cem blocos de esmalte bovino (6 x 6 x 3 mm) foram divididos aleatoriamente em 10 grupos (n = 10). Grupo 1 não recebeu nenhum tratamento e o Grupo 2 não foi clareado, mas submetido ao processo de desmineralização em meio ácido. Grupos de 3 a 6 foram submetidos a uma técnica de clareamento caseiro usando de peróxido de hidrogênio 6% (Grupo 3 e Grupo 4) ou 10% de peróxido de carbamida (Grupo 5 e Grupo 6). Grupos de 7 a 10 foram submetidos a uma técnica de clareamento de consultório utilizando peróxido de hidrogênio a 35% (Grupo 7 e Grupo 8) ou peróxido de carbamida a 35% (Grupo 9 e Grupo 10). Durante o clareamento, um regime de fluoretação diária empregando solução de fluoreto de sódio a 0,05% (NaF) foi realizada nos grupos de 3, 5, 7 e 9, enquanto a fluoretação semanal com um gel de NaF 2% foi realizado nos grupos 4, 6, 8 e 10. As amostras dos grupos de 2 a 10 foram submetidas a procedimentos de desmineralização com solução com pH = 5,0, contendo 2,0 mmol / L de cálcio (Ca) e 2,0 mmol / L de fosfato numa solução tampão de 0,075 mol / L de acetato, por 5 dias. Em seguida, remineralização com solução com pH = 7,0, contendo 1,5 mmol / L de Ca, 0,9 mmol / L de fosfato e 150 mmol / L de cloreto de potássio, por 2 dias. Todo o processo de desmineralização e remineralização durou 14 dias consecutivos. As amostras de todos os grupos foram, então, avaliadas através de microdureza Knoop transversal a diferentes profundidades da superfície exterior do esmalte. Os números médios de dureza Knoop foram comparados por meio de análise de variância um fator e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). A comparação entre os grupos 1 e 2 mostraram que o método de desmineralização foi eficaz, pois a desmineralização ocorreu em profundidades de até 120 μm , com maior diminuição da dureza das camadas superficiais do esmalte. Os grupos de 2 a 6 mostram a mesma desmineralização em meio ácido, independentemente do método de fluoretação utilizado. No entanto, as amostras dos grupos de 8 e 10 apresentaram maior desmineralização quando comparado com o grupo controle ($p < 0,05$). Grupos 7 e 9 apresentaram resultados semelhantes ao grupo 2, mas os resultados desses grupos foram diferentes quando comparados com grupos de 8 e 10. Os autores concluíram que o uso de Peróxido de hidrogênio a 6% e peróxido de carbamida a 10% associados com regimes diários ou semanais de fluoretação não aumentam a desmineralização ácida do esmalte. No entanto, o uso

de peróxido de hidrogênio a 35% e de peróxido de carbamida a 35% tem de estar associado com um regime diário de fluoretação, de outra forma o tipo de clareamento faz com que o esmalte clareado fique mais susceptível à desmineralização ácida.

Sun Y et al. (2014) investigaram *in vitro* e *in situ* a deposição e formação de hidroxiapatita nas superfícies de esmalte escovado com um creme dental contendo silicato de cálcio, fosfato de sódio e flúor (1450 ppm de flúor na forma de Monofluorofosfato de sódio). Espécimes de esmalte humano, polidos, foram escovados *in vitro* com uma suspensão de pasta de dentes contendo silicato de cálcio. Depois de uma escovação e após quatro semanas simulando escovação, as superfícies de esmalte foram analisadas. Com um protocolo *in situ*, blocos de esmalte foram anexados ao primeiro ou segundo molares de dentes saudáveis sendo expostos duas vezes por dia de escovação com creme dental experimental de silicato de cálcio/fosfato e flúor durante 4 semanas. Os depósitos de superfície, tanto da parte *in vitro* quanto *in situ* do estudo, foram analisados por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectroscopia por energia dispersiva de raios-X (EDX), microscopia eletrônica de transmissão (MET) e Difração de elétrons de área selecionada (DEAS). Além disso, a pasta de dentes de silicato de cálcio foi diluída em fluido oral simulado ao longo de um período de 3 h e os sólidos foram isolados e analisados por Espectroscopia no infravermelho (FTIR). O estudo FTIR demonstrou que o fosfato de cálcio induziu a formação de material cristalino, o qual apresentavam crescimento ao longo de 3 h. O silicato de cálcio foi depositado sobre a superfície do esmalte após uma escovação com creme dental *in vitro* e após 4 semanas de escovação *in vitro* houve deposição aumentada. As análises mostraram que o material depositado foi hidroxiapatita. Estes resultados foram confirmados pelo estudo *in situ*. Os autores concluíram que o silicato de cálcio/fosfato contido no creme dental pode ser depositado sobre a superfície do esmalte, levando a formação de hidroxiapatita.

Hornby et al. (2014) investigaram os benefícios de um creme dental experimental contendo silicato de cálcio/fosfato e flúor e de um gel experimental de silicato de cálcio/fosfato e flúor para a remineralização do esmalte dental. A desmineralização do esmalte bovino foi avaliada utilizando dois protocolos de ciclagem de pH com ácido láctico ou ácido cítrico, representando lesões iniciais de

cárie e erosão do esmalte dental, respectivamente. Formulações experimentais contendo silicato de cálcio/fosfato e flúor foram utilizadas e avaliadas no processo de remineralização. Os espécimes de esmalte bovino foram preparados e polidos. A microdureza inicial foi mensurada e os processos de desmineralização e remineralização foram realizados sendo medidos novamente a microdureza ao final dos processos. Os autores observaram que o creme dental de silicato de cálcio / fosfato e fluoreto inibiu a desmineralização do esmalte significativamente ($p < 0,05$) em maior extensão do que as formulações de controle, incluindo um controle de fluoreto. O creme dental testado também mostrou significativa ($p < 0,05$) remineralização do esmalte amolecido pelo ácido láctico e ácido cítrico em comparação com controles fluoretados e não fluoretados. A adição do gel de silicato de cálcio/ fosfato e flúor resultou em maior remineralização do esmalte amolecido pelo ácido cítrico em relação aos controles fluoretados e não fluoretados. Os autores concluíram que as formulações que contêm silicato de cálcio saem de fosfato de sódio e fluoreto protegem o esmalte da desmineralização causada pelo ácido láctico ou cítrico e melhoram a remineralização *in vitro*.

Joiner et al. (2014) testaram um sistema experimental de gel de silicato de cálcio/fosfato com 1450 ppm de flúor, contendo fluoreto de sódio e monofluorofosfato de sódio, combinada com um creme dental experimental contendo silicato de cálcio/fosfato, contendo monofluorofosfato de sódio com 1.450 ppm de flúor, na capacidade de remineralizar o esmalte dental, previamente desmineralizado, quando comparados a outros cremes dentais. O estudo consistiu de um design duplo-cego, randomizado cruzado com quatro seguimentos de tratamento de 7 dias. Em cada seguimento, os indivíduos usaram uma prótese parcial segurando quatro espécimes de esmalte desmineralizados por ácido cítrico a 0,3%, durante 25 min em pH 3,8. Os indivíduos usaram ou o gel experimental de silicato de cálcio /fosfato e flúor + creme dental experimental de silicato de cálcio/fosfato e flúor; ou um dos três controles, Controle 1 - Placebo do gel sem flúor + creme dental de silicato de cálcio e fosfato com 1450 ppm de flúor; Controle 2 (controle positivo) - Placebo do gel sem flúor + outro creme dental com 1450 ppm F; Controle 3 (controle negativo) - Placebo do gel sem flúor + creme dental sem flúor. Os sistemas de gel foram aplicados uma vez por dia para os três primeiros dias durante os quais indivíduos também escovaram com o creme dental correspondente; este foi seguido de quatro dias de utilização de

creme dental apenas. Os cremes dentais foram usados na maneira convencional de escovação, duas vezes por dia durante os sete dias. Os espécimes analisados quanto à microdureza antes e após a desmineralização e após o tratamento *in situ*, com os géis e cremes dentais, nos dias 1, 2, 3 e 7. O desfecho foi à porcentagem de recuperação da microdureza de superfície calculada após três e sete dias de tratamento *in situ*. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,001$) na recuperação da microdureza para todos os tratamentos em comparação com a dureza inicial. Depois de três dias e após sete dias de tratamento *in situ* foi encontrado nas amostras tratadas com o sistema de silicato de cálcio / gel de fosfato mais o dentifrício de silicato de cálcio / fosfato um maior endurecimento do que nos grupos de controle ($p < 0,05$). Os autores concluíram que o experimento com gel de fase dupla combinado com creme dental foi capaz de voltar a endurecer o esmalte dos dentes que sofreram o desafio-ácido para uma maior medida que um creme dental normal com monofluorfosfato.

Jones et al. (2014) introduziu um modelo de mineralização interproximal para investigar a eficácia de formulações de creme dental experimental de silicato de cálcio/fosfato e flúor e do gel experimental de silicato de cálcio/fosfato e flúor para remineralizar o esmalte amolecido por ação de ácidos, em um ambiente interproximal simulado. Espécimes de esmalte bovino foram obtidos e embutidos em resina acrílica obtendo-se discos com 25 mm de diâmetro e em seguida foram polidos e mensuradas a microdureza inicial. Os espécimes foram montados de modo que as superfícies de esmalte ficassem opostas umas as outras e uma fita adesiva dupla face foi colocada, na resina no lado inferior, entre os espécimes de tal modo que a distância entre os espécimes emparelhados fosse de aproximadamente 100 μm entre as superfícies de esmalte para simular um ambiente interproximal. Nesta pesquisa foram realizados dois estudos: No estudo 1 foi avaliada a mineralização interproximal com formulações experimentais de cremes dentais. Esse primeiro estudo foi dividido em cinco grupos: Grupo 1- água deionizada; Grupo 2 – creme dental fluoretado com 500 ppm de flúor na forma de monofluorfosfato de sódio (MFFS); Grupo 3 – creme dental fluoretado com 1450 ppm flúor na forma de MFFS; Grupo 4 – creme dental com 1450 ppm flúor na forma de MFFS e 5% de silicato de cálcio; Grupo 5 - creme dental com 1450 ppm flúor na forma de MFFS e 15% de silicato de cálcio. No estudo 2 foi avaliada a mineralização interproximal para

determinar a eficácia das formulações experimentais do creme e gel de silicato de cálcio/ fosfato. Esse segundo estudo foi dividido em quatro grupos. Grupo 1 – creme dental sem flúor; Grupo 2- creme dental fluoretado com fosfato de sódio 1450 ppm de flúor; Grupo 3 - creme dental de silicato de cálcio / fosfato com MFFS com 1450 ppm de flúor; Grupo 4 - creme dental de silicato de cálcio / fosfato na forma de MFFS com 1450 ppm de flúor + aplicação do gel de silicato de cálcio e fosfato com MFFS e fluoreto de sódio com 1450 ppm de flúor. Os espécimes foram submetidos à desmineralização com ácido cítrico a 1% (p / v) e pH 3,75 por 10 min e foram diariamente imersos em saliva artificial durante 1 h. A seguir eles foram tratados com as formulações experimentais e novamente imersos em saliva artificial, durante 6 h, e então novamente tratados e imersos em saliva artificial durante 1 h. Ambos os estudos continham controles fluoretados e não-fluoretados. A microdureza de superfície de cada bloco de esmalte foi medida após desmineralização de três, sete e quatorze dias para o estudo 1 e depois de um, três e sete dias para o estudo 2. Este modelo de mineralização foi capaz de mostrar o aumento da remineralização do protótipo de formulações de silicato de cálcio / fosfato fluoretado e das formulações fluoretadas aplicadas sozinhas, após três e sete dias de tratamento. Usando este modelo, a combinação da aplicação do creme dental de silicato de cálcio / fosfato fluoretado e do gel dual de cálcio silicato / fosfato fluoretado apresentou a maior quantidade de remineralização, que foi significativamente maior do que fluoreto de sódio e controles não fluoretados. Os autores concluíram que o potencial de remineralização interproximal foi determinado com sucesso com o emprego do de formulações experimentais contendo de silicato de cálcio / fosfato e flúor nos cremes dentais e gel para o cuidado da saúde bucal.

Heshmat et al. (2016) a fim de compensarem as consequências adversas de agentes clareadores, avaliaram o uso de agentes remineralizantes contendo flúor que tem sido sugerido por muitos investigadores. Desta forma, compararam o efeito da aplicação de dois materiais remineralizantes sobre a dureza do esmalte clareado e em comparação com a saliva natural. Foram preparadas 30 amostras de esmalte obtidas a partir de molares permanentes humanos hígidos. A Microdureza vickers (Carga de 50 kgf) de todas as amostras foi medida e o gel de peróxido de hidrogénio a 35% (Pola office –SDI) foi aplicado 3 vezes (cada vez por 8 min) nos espécimes. Após a conclusão do processo de clareamento, a microdureza das amostras foi

medida e depois divididas em três grupos (n = 10). As amostras dos grupos 1 e 2 foram submetidas a aplicação diária de pasta de apatita hidroxilada (Remin Pro-VOCO) ou pasta de fosfopeptídeo de caseína-fosfato de cálcio amorfo fluoretado (CPP-ACPF) (MI Cole Plus- GC), respectivamente, duas vezes ao dia por 5 min cada aplicação, durante 15 dias e armazenadas em 100% de umidade relativa com saliva artificial (Kin Spray- HALITUS) . No grupo 3, os espécimes foram armazenados em saliva natural à temperatura ambiente durante este período de tempo. A saliva natural era coletada, diariamente, de um único doador livre de cárie e doenças sistêmicas para a realização desse processo. A microdureza final de todos os grupos foi medida. Os dados foram analisados usando ANOVA de medidas repetidas ($\alpha = 0,05$). A dureza diminuiu significativamente em todos os grupos após o clareamento. Aplicação de todos os remineralizante e da saliva natural aumentou significativamente a dureza. A dureza dos três grupos testes após 15 dias foram estatisticamente semelhantes entre si. Os autores concluíram que produtos remineralizantes, como MI Cole Plus e Remin Pro podem aumentar a dureza do esmalte que foram diminuídas após a aplicação do agente clareador, não havendo diferenças entre eles após 15 dias.

Moosavi e Darvishzadeh (2016) investigaram os efeitos dos tratamentos pós-clareadores para evitar o novo manchamento e a mudança de microdureza superficial do esmalte após o clareamento dental *in vitro*. Sessenta dentes incisivos humanos intactos foram corados em solução de chá preto e distribuídos aleatoriamente em quatro grupos (n = 15). Em seguida, as amostras foram clareadas por duas semanas (8 h diárias) com peróxido de carbamida a 15%. A cor do dente foi determinada por um espectrofotômetro e também visualmente antes do clareamento (T1) e imediatamente depois do clareamento (T2). A seguir aplicou-se no grupo 1 o fluoreto de sódio a 2% em gel por 2 min, no grupo 2 um laser de CO₂ fracionado (10 mJ, 200 Hz, 10 s) e no grupo 3 um gel de nanohidroxiapatita durante 2 min. Os dentes clareados do grupo 4 permaneceram sem tratamento (grupo controle). A avaliação da cor foi repetida após os vários tratamentos de clareamento (T3), os espécimes foram novamente manchados com chá (T4) e as alterações dos valores de cor coletadas. A microdureza foi medida na superfície do esmalte das amostras. Os dados foram analisados por análise de variância um fator, a qual foi realizada para comparar a variação de cor, analisada pelo espectrofotômetro e

visualmente, dos grupos entre os tempos T1 a T4, seguido pelo teste de Tukey HSD para comparações pareadas. Para as diferenças entre os grupos na microdureza os dados foram analisados pelo ANOVA e teste de Dunnett ($\alpha = 0,05$). Diretamente após o clareamento (ΔE T3-T2), o tratamento com nanohidroxiapatita mostraram valores significativamente menor na variação de cor dos espécimes. Nos três grupos experimentais, a mudança de cor entre as fases T3 e T4 (ΔE T4-T3) foi significativamente mais baixo do que grupo de controle ($p < 0,05$). Diferentes métodos de tratamento do esmalte causaram um aumento significativo na microdureza superficial em relação ao grupo de controle ($p < 0,05$). Os autores concluíram que a aplicação de flúor, laser CO₂ fracionado e nanohidroxiapatita como tratamentos após clareamento são indicados para a prevenção de manchas após o clareamento e recuperação da microdureza do esmalte clareado.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da aplicação de agentes remineralizantes sobre a redução da microdureza do esmalte causada pelo clareamento dental, cor dos dentes e perda de estrutura resultante da abrasão por escovação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delineamento experimental

4.1.1 Fatores em estudo

Tratamentos da superfície de esmalte em 6 níveis:

- Nenhum tratamento (Controle negativo);
- Clareamento (Controle Positivo);
- Clareamento + gel de silicato de cálcio/fosfato;
- Gel de silicato de cálcio/fosfato + Clareamento;
- Gel de silicato de cálcio/fosfato + Clareamento + gel de silicato de cálcio/fosfato;
- Clareamento + gel de fluoreto de sódio a 2%.

4.1.2 Unidades Experimentais

- 240 espécimes de esmalte obtidos a partir de dentes incisivos bovinos.

4.1.3 Variáveis de Resposta

- Cor, Microdureza e Desgaste.

4.2 Preparo dos espécimes

Foram utilizados dentes incisivos bovinos recém-extraídos, obtidos de animais com idade média de três anos. Os dentes foram limpos com curetas periodontais para remover todo e qualquer resíduo de tecido gengival aderido à superfície e posteriormente armazenados em solução de timol a 0,1%, pH 7,0, durante todo o período de preparo dos espécimes de esmalte (Attin et al., 2007).

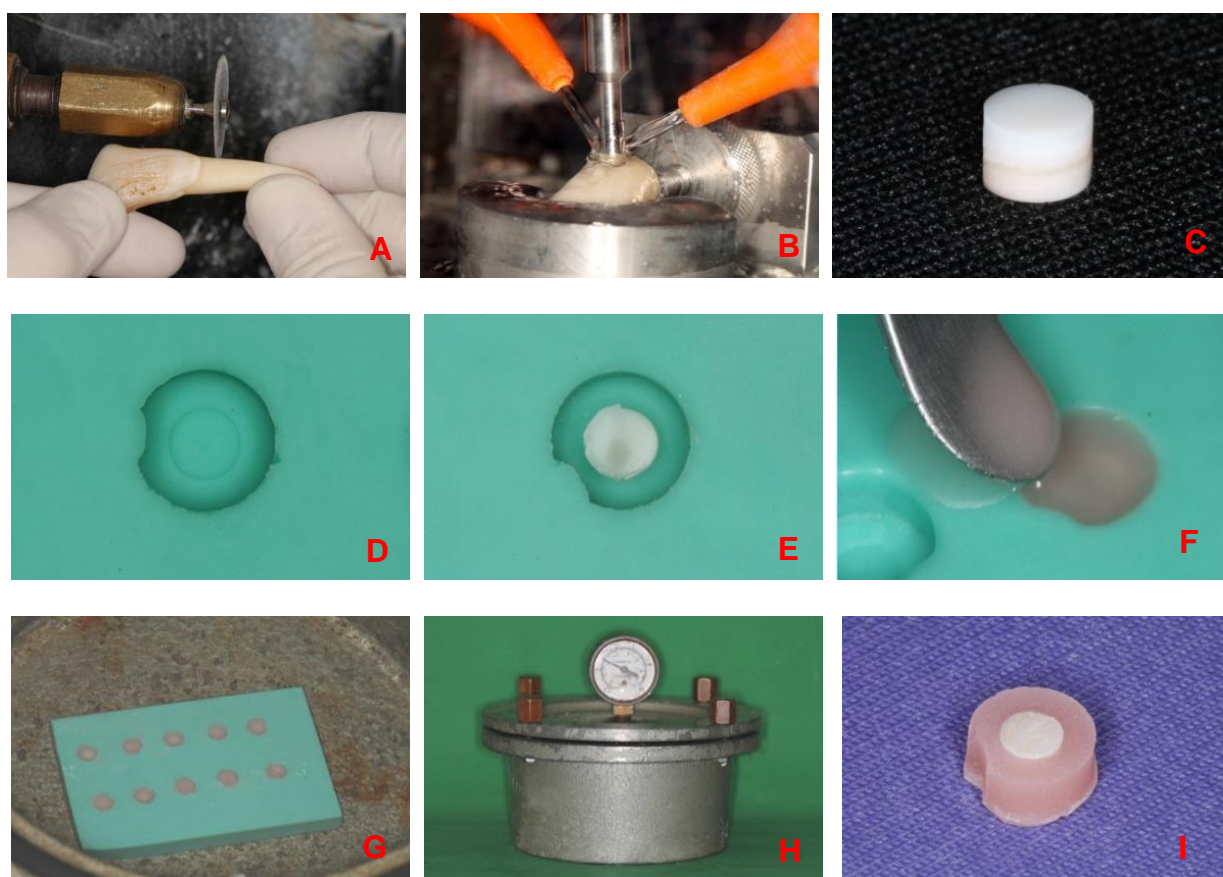
Os dentes foram seccionados transversalmente ao seu longo eixo, abaixo da junção amelo-cementária, para remoção das raízes, utilizando um disco diamantado (Dremel, Racine, WI, Estados Unidos) acoplado a um torno de alta rotação (Nevoni, São Paulo, SP, Brasil) (Figura 1A). As polpas dentais foram extirpadas utilizando limas endodônticas e a câmara pulpar foi irrigada com água deionizada para remoção de detritos.

A partir das coroas dos incisivos bovinos, foram obtidos 240 espécimes de esmalte dental. Eles foram recortados em formato circular a partir da superfície vestibular dos dentes, utilizando uma ponta diamantada tipo trefina com 3 mm de diâmetro interno, adaptada a um equipamento de corte de amostras circulares. Os dentes bovinos foram afixados a uma base de metal articulada, posicionando-se a face vestibular perpendicularmente à ponta diamantada, realizando-se o recorte sob constante irrigação com água (Figura 1B). A espessura de cada espécime foi padronizada em 1 mm para o esmalte e 1 mm para a dentina (Figura 1C).

Em seguida foi realizado o embutimento dos espécimes em resina acrílica. Para tal as amostras foram inseridas em uma matriz de silicone com 6 mm de diâmetro e 3,1 mm de profundidade (Figura 1D). No fundo da matriz havia uma cavidade em um segundo nível com 3 mm de diâmetro e 0,1 mm de profundidade. Na lateral da matriz havia uma projeção em forma de linha curva produzindo um sulco lateral no espécime, para auxiliar o correto posicionamento da amostra durante a leitura do perfil (Figura 1D). Os espécimes foram posicionados no interior desta cavidade interna com a superfície do esmalte voltada para o fundo do molde (Figura 1E). O molde foi então preenchido com resina acrílica autopolimerizável de cor rosa (Jet, Clássico artigos odontológicos LTDA, Campo Limpo Paulista, SP, Brasil) (Figura 1F) e levado a uma polimerizadora de resina de acrílica (City máquinas

equipamentos, Guarulhos, SP, Brasil), imerso em água e submetido a uma pressão de 30 psi até a total polimerização após 10 min. Esse procedimento evitou a formação de bolhas no interior na resina acrílica devido à pressão, proporcionando uma superfície com menor número de defeitos (Figura 1G e 1H). Dessa forma, foram obtidos espécimes de esmalte embutidos, com a exposição de uma área padronizada de esmalte (Figura 1I).

Figura 1 - Confeção dos espécimes



Legenda: A) Separação da coroa-raiz em torno de alta rotação; B) Corte dos espécimes de esmalte-dentina no equipamento para corte circular; C) Espécime de esmalte e dentina com 3 mm de diâmetro após o recorte; D) Matriz de silicone com cavidade de 0,1 mm de profundidade em segundo nível; E) Posicionamento do espécime com a superfície do esmalte voltada para o fundo do molde; F) Preenchimento do molde com resina acrílica; G) Molde com espécimes colocados no interior da polimerizadora de resina; H) Polimerizadora de resina com pressão de 30 psi; I) Espécime após o embutimento.

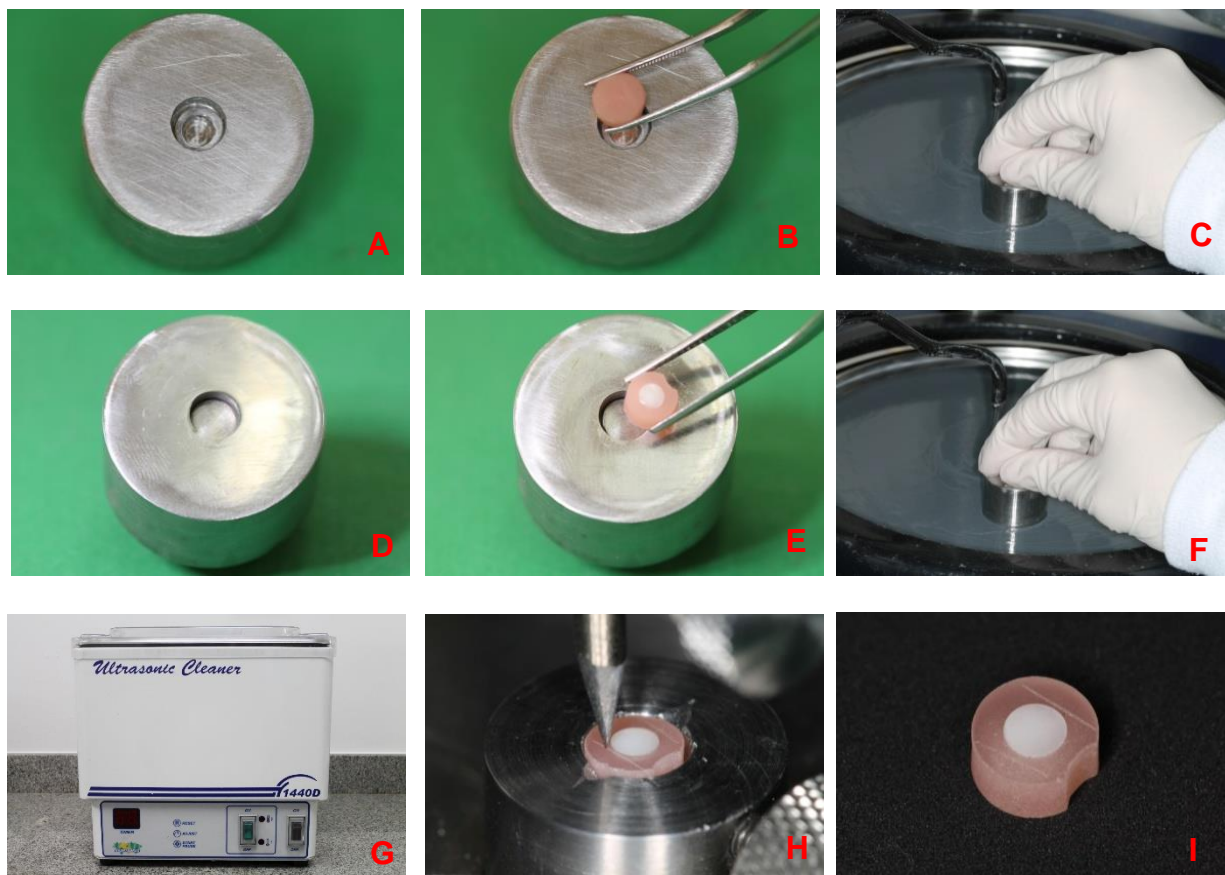
Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o preparo de todos os espécimes foi realizado o acabamento e polimento, onde foi utilizado um dispositivo de metal com um orifício central com 6 mm de diâmetro, cuja profundidade foi ajustada em 3 mm. Ela continha uma cavidade em um segundo nível com 3 mm de diâmetro para acomodar a projeção do esmalte (Figura 2A). Primeiramente, foi realizado o desgaste da base do espécime sendo posicionado com a face do esmalte voltada para a superfície interna do dispositivo (Figura 2B). O conjunto foi posicionado sobre a plataforma giratória de uma politriz circular (DP-10, Panambra, São Paulo, SP, Brasil), sendo utilizada lixa de carbeto de silício de granulação P1200 (Extec Corp., Enfield, CT, USA), para a remoção dos excessos da resina acrílica e padronização da espessura do espécime (Figura 2C). Em seguida o espécime foi posicionado em outro dispositivo para polimento, semelhante ao anterior, mas sem a cavidade em segundo nível (Figura 2D), com a face de esmalte voltada para a superfície externa do dispositivo, para realizar a planificação do esmalte, permitindo o paralelismo entre as superfícies polidas e a base de metal no qual foram fixados os espécimes (Figura 2E). O conjunto foi novamente posicionado sobre a plataforma giratória da politriz circular, sendo utilizadas lixas de carbeto de silício de granulação P1200, P2400 e P4000 (ExtecCorp., Enfield, Connecticut, USA), sob refrigeração com água, por 30 s, 60 s e 2 min, respectivamente (Ávila et al., 2016) (Figura 2F).

Entre as trocas de lixas, todos os espécimes foram lavados em banho ultrassônico (Ultrasonic Cleaner, Odontobrás, Ribeirão Preto, SP, Brasil), durante 10 min, com água tipo II (200 ml), a fim de remover resíduos de grãos de abrasivo que poderiam interferir na lisura da superfície polida. Após o último polimento, os espécimes retornaram ao ultrassom, durante 10 min, para a limpeza final (Figura 2G).

Após os espécimes estarem perfeitamente polidos, foram realizados dois riscos paralelos no lado da amostra onde o esmalte estava exposto, sobre a resina acrílica e lateralmente à superfície de esmalte, utilizando dispositivo projetado em uma pequena mesa de coordenadas XY, com uma base giratória, contendo uma ponta de aço (Figura 2H). Estas marcações paralelas serviram como guias para orientação a sobreposição dos gráficos resultantes das leituras dos perfis obtidos (Figura 2I).

Figura 2 - Polimento dos espécimes na politriz e execução das marcações paralelas



Legenda: A) Dispositivo metálico para polimento da base do espécime em segundo nível para acomodar a projeção de esmalte; B) Espécime posicionado em dispositivo metálico para desgaste da base; C) Polimento em politriz em politriz circular para desgaste da base; D) Dispositivo metálico para polimento da superfície de esmalte; E) Espécime sendo posicionado para polimento do esmalte; F) Polimento em politriz circular para planificação do esmalte, G) Banho ultrassônico H) Marcação de duas linhas paralelas entre si no espécime, I) Espécime com as marcações realizadas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3. Leitura inicial da cor, microdureza e perfil das amostras

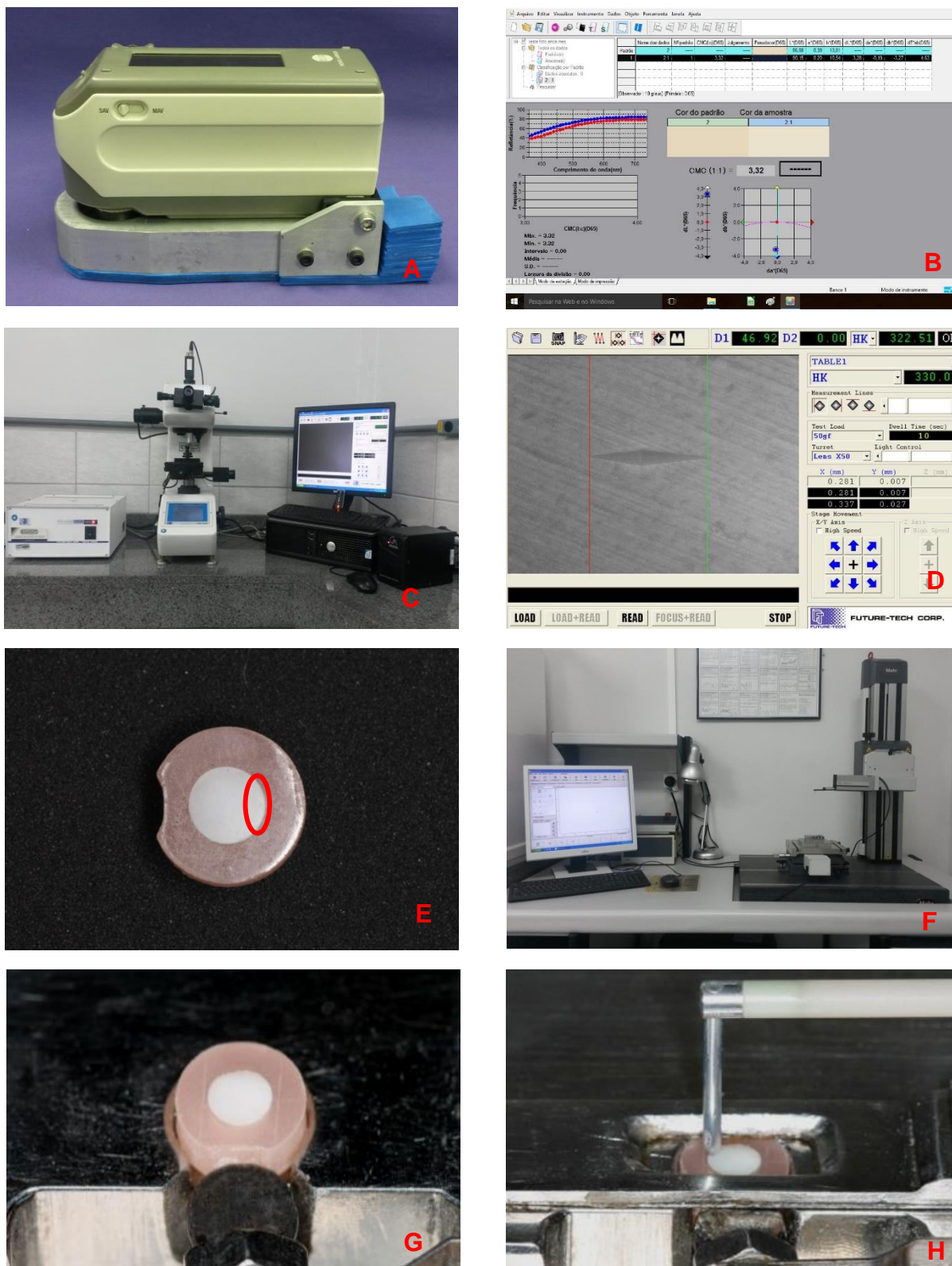
Os espécimes foram numerados e na sequência imersos em saliva artificial por 7 dias, empregando a formulação proposta por Klimek et al. (1982), para reidratação do esmalte e dentina. A seguir foi realizada a leitura inicial da cor, utilizando um espectrofotômetro colorimétrico de reflectância (CM 2600d - Konica Minolta, Osaka, Japan), como se observa na Figura 3A, coletando os dados de cor segundo o sistema CIE $L^*a^*b^*$. O aparelho foi ligado a um microcomputador e o

programa SpectraMagic NX (Konica Minolta, Osaka, Japão) foi utilizado para controlar o aparelho e fazer as leituras (Figura 3B). O aparelho foi ajustado para leitura de pequenas amostras (SAV), iluminante D65, com um ângulo de observação de 2° e reflexão especular inclusa. Uma máscara metálica com um orifício de 3 mm foi acoplada no aparelho para realizar a leitura de cor apenas da área em esmalte. Ele foi ajustado para executar três leituras consecutivas para que obtivesse uma média dos valores de L^* , a^* e b^* por amostra.

A seguir foram medidos os valores de microdureza inicial (KHN) do esmalte em todos os espécimes, empregando um microdurômetro com indentador Knoop (FM-700, Future-Tech, Tóquio, Japão) (Figura 3C), utilizando uma carga de 50 g com tempo de permanência de 10 s (Ávila et al., 2016) (Figura 3D). Três indentações foram realizadas em cada espécime, com 100 μm de distância entre elas, e o valor médio foi calculado (Figura 3E). A área onde foram realizadas as indentações no esmalte dental foi na porção oposta ao sulco lateral em forma de curva da resina acrílica, pois nesse local não haveria interferência na leitura dos perfis no perfilômetro de contato (Figura 3F).

Em seguida os espécimes foram inseridos em um sistema de reposicionamento que segurou os espécimes sempre na mesma posição, devido a um sulco lateral que foi produzido no espécime durante sua confecção pelo formado do molde de silicone. Este sistema permitiu padronizar a posição dos mesmos durante as leituras dos perfis iniciais e finais da superfície dos espécimes (Figura 3G). As leituras foram realizadas utilizando um perfilômetro de contato (Mar Surf GD 25, Mahr, Goettingen, Alemanha) (Figura 3H) e o software (Mar Surf XCR 20 4.50-07 SP3), sendo realizadas três varreduras com extensão de 4,20 mm, a uma distância de 0,25 mm entre elas, obtendo-se três perfis para cada amostra (Figura 4). Um exemplo de perfil inicial pode ser visto na Figura 5.

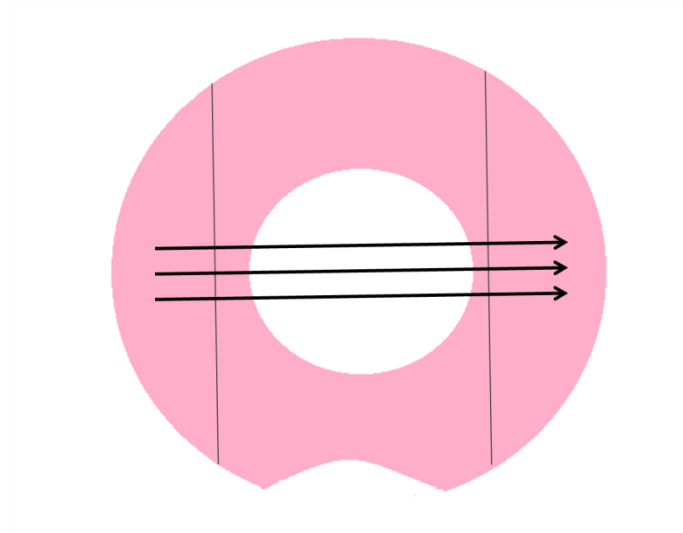
Figura 3 – Avaliação da microdureza, cor e perfil iniciais



Legenda: A) Espectrofotômetro colorimétrico de reflectância (CM 2600d, Konica Minolta); B) Software Spectramagic NX - Konica Minolta; C) Microdurômetro; D) Indentação realizada na superfície do esmalte; E) Local das indentações; F) Perfilômetro de contato G) Espécime adaptado no sistema de reposicionamento; H) Leitura em perfilômetro de contato.

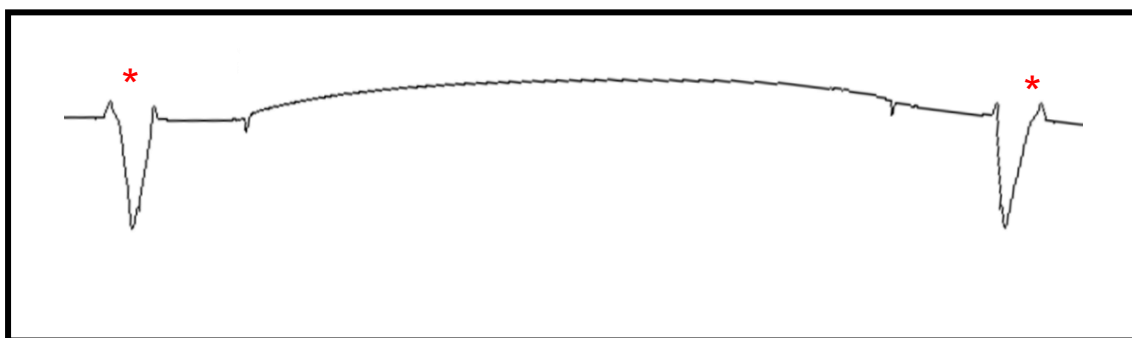
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4 - Esquema representativo das três varreduras realizadas durante a leitura em perfilômetro com extensão de 4,20 mm a uma distância de 0,25 mm entre elas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5 - Visualização gráfica do perfil inicial obtido pelo software Mar Surf XCR 20



Legenda: (*) Marcações paralelas realizadas nos espécimes observadas no gráfico.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 Distribuição dos grupos experimentais

De acordo com os valores de dureza inicial, os espécimes foram estratificados em 6 grupos (n=40):

- Grupo C (Controle negativo) – nenhum tratamento foi realizado;
- Grupo CL (Controle positivo clareado) - Aplicação do gel clareador a base de peróxido de hidrogênio a 40% Opalescence boost (CL);
- Grupo CL/Rs – Aplicação do gel clareador (CL), seguida da aplicação do gel de silicato de cálcio/fosfato – Regenerate Bosting Serum (Rs);
- Grupo Rs/CL - Aplicação do gel de silicato de cálcio/fosfato (Rs) seguida da aplicação do gel clareador (CL);
- Grupo Rs/CL/Rs - Aplicação gel de silicato de cálcio/fosfato (Rs) seguida da aplicação do gel clareador (CL) e aplicação novamente do gel de silicato de cálcio/fosfato (Rs);
- Grupo CL/F – Aplicação do gel clareador (CL) seguida da aplicação de um gel de fluoreto de sódio a 2% (F).

Informações adicionais dos produtos utilizados podem ser observadas no Quadro1.

Quadro 1- Composição, fabricante e lote dos produtos utilizados

Produto	Composição	Fabricante	Lote
Opalescence boost 40%	Peróxido de hidrogênio a 40%, nitrato de potássio a 3%, fluoreto de sódio a 1,1%, espessante, reguladores de pH.	Ultradent, South Jordan, UT, EUA	BBWBT
Regenerate Bosting Serum®	NRTM Serum: glicerina, silicato de cálcio, PEG-8, fosfato trissódico, fosfato de sódio, Água, PEG-60, lauril sulfato de sódio, aroma, sílica hidratada, fluorphlogopite sintético, sacarina de sódio, ácido poliacrílico, óxido de estanho, CI 77891, limoneno, monofluorofosfato de Sódio (1450 ppm de íons flúor). Gel ativador: Água, glicerina, goma de celulose, álcool benzílico, etilexilglicerina, fenoxietanol, CI 42090, fluoreto de sódio (1450 ppm de íons flúor).	Unilever, Londres, Reino unido	41929CYB
Flugel neutro 2% (m/v)	Fluoreto de sódio a 2% (9000 ppm de íons flúor), sacarina sódica, hidroxietil celulose, propilenoglicol, glicerina, água deionizada	DFL; Rio de Janeiro, RJ, Brasil	L16101442
Regenerate® enamel science advanced toothpaste	Glicerina, silicato de cálcio, PEG-8, sílica hidratada, fosfato trissódico, fosfato de sódio, água, PEG-60, lauril sulfato de sódio, aroma, fluorphlogopite sintético, sacarina de sódio, ácido poliacrílico, óxido de estanho, limoneno, CI 77891, monofluorofosfato de Sódio (1450 ppm de íons flúor).	Unilever, Londres Reino unido	L: 50348CB
Close up® Proteção Bioativa Creme dental	Carbonato de cálcio, água, sorbitol, sílica hidratada, lauril sulfato de sódio, aroma, goma de celulose, citrato de potássio, álcool benzílico, silicato de sódio, sacarina sódica, CI12490, CL74160, lanolina, monofluorofostato de sódio. (1450 ppm de íons flúor).	Unilever, SP, Brasil	118210322019

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5 Tratamento da superfície

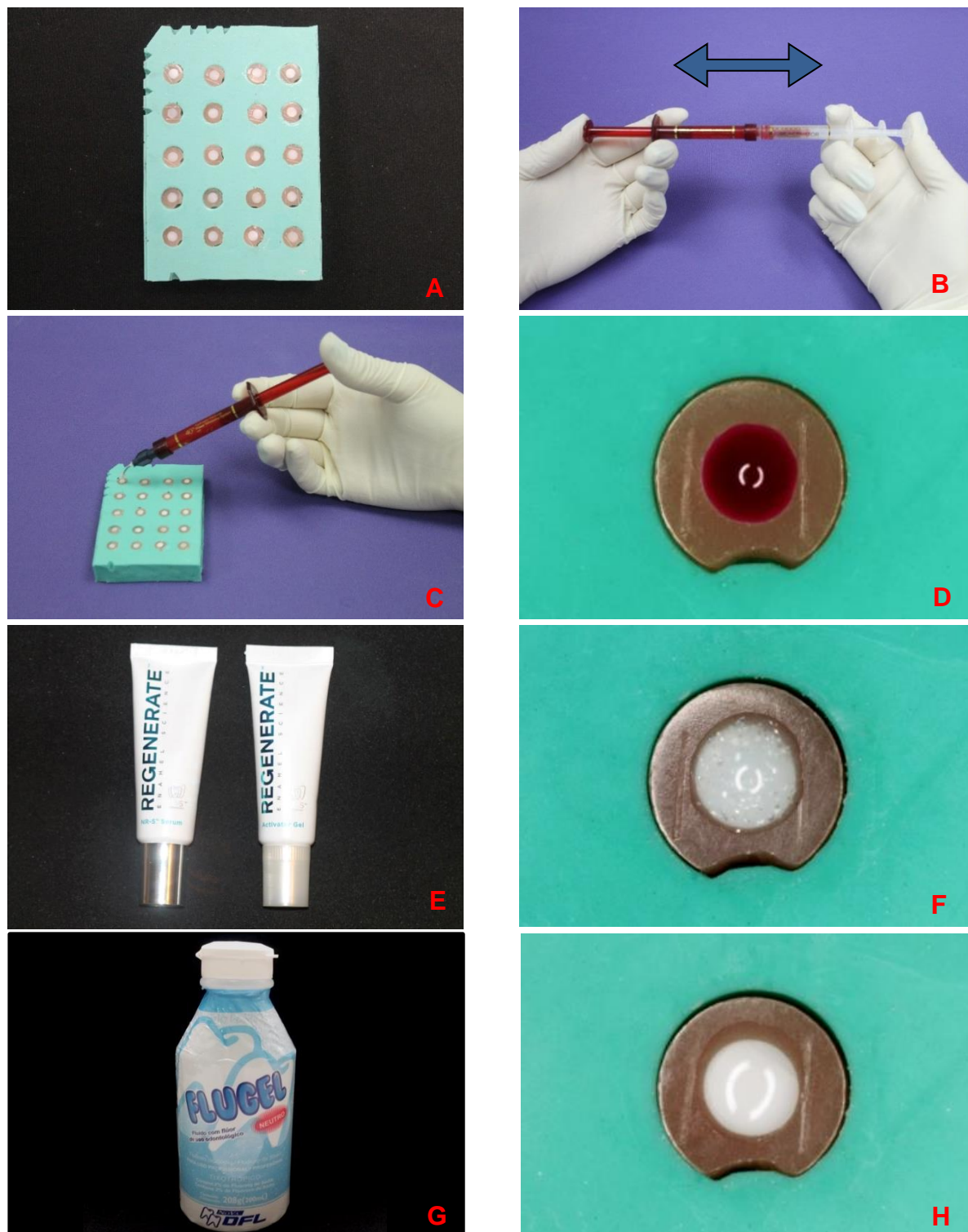
Para facilitar a aplicação do tratamento de superfície e clareamento dos espécimes nos grupos experimentais, os espécimes foram inseridos em um suporte de silicone com a superfície de esmalte voltada para cima (Figura 6A).

A aplicação do gel clareador Opalescence boost 40% foi realizada de acordo com as instruções do fabricante. O produto é apresentado em duas seringas, sendo realizada a conexão das mesmas e a mistura dos componentes pressionando os êmbolos por 50 vezes (Figura 6B). Ao final, todo o conteúdo foi transferido para uma delas e realizou-se a aplicação sobre a superfície do esmalte por 20 min (Figura 6C e 6D). Após esse período o gel é aspirado e uma nova aplicação foi realizada por mais 20 min. No total foram realizadas três aplicações consecutivas, somando 60 min de contato do gel com a superfície dental (Figura 6D).

O gel remineralizante a base de silicato de cálcio/fosfato Regenerate[®] Boosting serum é apresentado em dois tubos separados, um tudo contendo o sêrum e no outro tubo o gel ativador (Figura 6E). Antes do uso, foram pesados em uma balança quantidades iguais dos géis, as quais foram misturadas para aplicação. A mistura foi aplicada com o auxílio de um microbrush sobre a superfície de esmalte por 3 min, sendo lavado após esse período. O gel foi aplicado antes e/ou depois do agente clareador, dependendo do grupo experimental (Figura 6F).

No grupo CL/F foi realizada a aplicação do gel de fluoreto de sódio 2% neutro (Figura 6G). Este foi aplicado por 3 min após o agente clareador (Figura 6G), sendo lavado posteriormente. No grupo controle negativo, as amostras não receberam nenhum tratamento.

Figura 6 – Clareamento e tratamento de superfície dos espécimes



Legenda: A) Espécimes foram inseridos em um suporte de silicone com a superfície de esmalte voltada para cima; B) Conexão das seringas e mistura dos componentes pressionando os embolos de um lado para o outro 50 vezes; C) Conteúdo transferido para uma seringa e aplicação do gel na superfície do esmalte; D) Aplicação do gel clareador na superfície de esmalte; E) apresentação do Bosting Serum Regenerate em dois tubos; F) Aplicação do Boosting serum Regenerate® na superfície do esmalte; G) Gel de fluoreto de sódio a 2%; H) Aplicação de flúor gel na superfície do esmalte.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Imediatamente após a etapa de tratamentos, a microdureza foi novamente avaliada para verificar os efeitos imediatos dos tratamentos na superfície do esmalte. A seguir os espécimes foram imersos em saliva artificial por 7 dias para reidratação, procedendo-se uma nova leitura de cor. As leituras após os tratamentos foram realizadas da mesma forma e com mesmos parâmetros utilizados anteriormente nas leituras iniciais.

Empregando-se os dados das coordenadas cromáticas L^* , a^* e b^* , obtidas antes do clareamento e após o procedimento para cada amostra, calculou-se a variação geral da percepção cor (ΔE) usando a fórmula de acordo com as instruções da International Commission on Illumination, 2004:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

4.6 Avaliação do desgaste por abrasão

Após a leitura da microdureza e cor, os espécimes foram submetidos ao ciclo abrasivo. Dois tipos de cremes dentais dental foram avaliados, sendo um deles com propriedades remineralizantes. Para tal, cada grupo foi dividido em dois subgrupos ($n=20$), de acordo com o creme dental utilizado (Figura 7A e 7B):

- Subgrupo Rp - Durante a abrasão foi utilizado o creme dental remineralizante Regenerate (Unilever, Londres, Reino Unido);
- Subgrupo Cp – Durante a abrasão foi utilizado o creme dental Close Up proteção Bioativa (Unilever, SP, Brasil).

Figura 7 - Cremes dentais utilizados



Legenda: A). Creme dental Regenerate (Unilever, Londres, Reino Unido); B) Creme dental Close Up proteção Bioativa (Unilever, SP, Brasil).

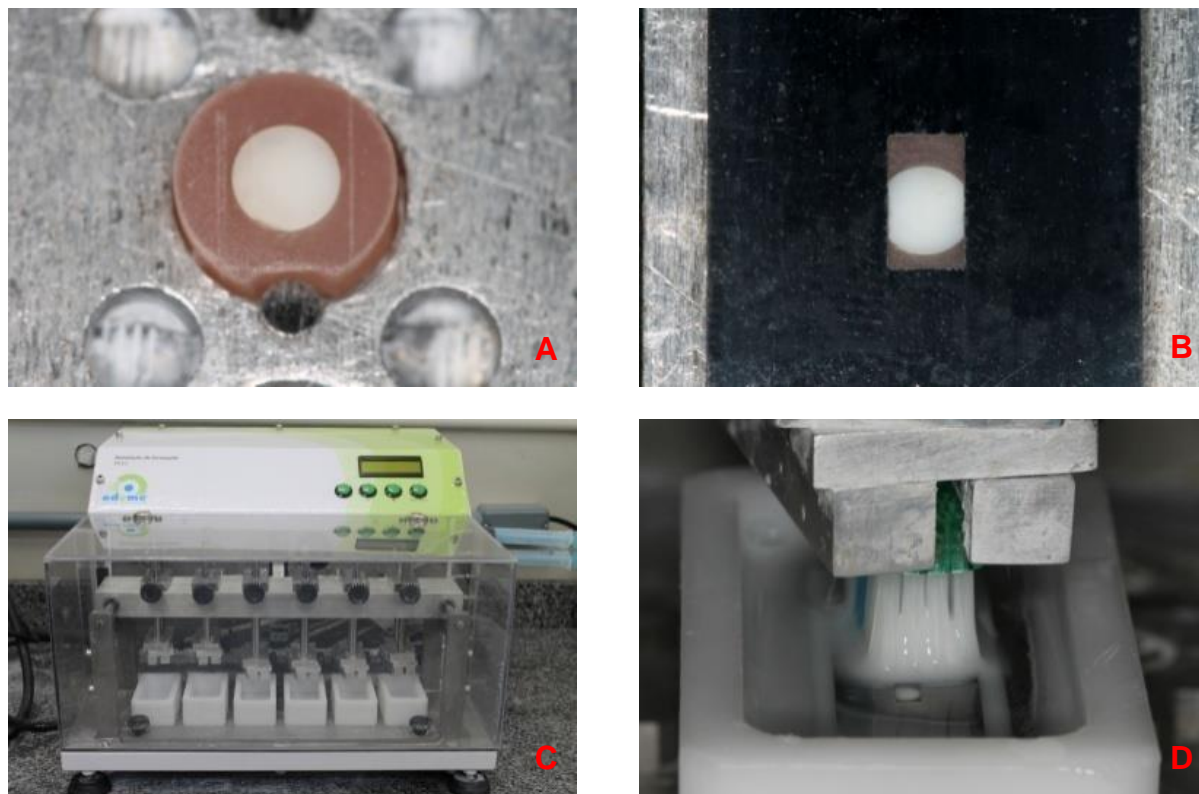
Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir os espécimes foram posicionados em um suporte metálico, no qual foram afixados por meio de parafusos (Figura 8A). Sobre eles foi posicionada uma máscara confeccionada com uma fita metálica perfurada que protegeu a resina acrílica e as marcações realizadas na mesma do desgaste abrasivo, expondo apenas a área de esmalte dentário (Figura 8B). Eles foram então levados a uma máquina de escovação (MEV-2T, Odeme, Luzerna Santa Catarina, Brasil) (Figura 8C) e escovados por 100.000 ciclos (Trentino et al., 2015), com uma carga de 200 g, conforme a norma (International Organization Standardization, 1989), imersos em dentífricio diluído com saliva artificial na proporção 2:1 peso / peso (Trentino et al., 2015). No momento de levar as amostras à máquina de escovação, um número similar de amostras de cada grupo foram posicionadas, visando distribuir uniformemente os erros decorrentes do processo. A abrasão das amostras foi realizada de forma contínua durante o dia, sendo realizado em dois dias consecutivos de 50.000 ciclos, totalizando 100.000 ciclos, sendo que durante o período de espera da noite, os espécimes foram armazenados em um recipiente fechado em 100% de umidade relativa. Para tal eles foram colocadas dentro de um pote plástico, contendo mechas de algodão embebidas em água deionizada, que foi hermeticamente fechado e mantido a temperatura ambiente.

A formulação de saliva artificial utilizada durante todo experimento foi àquela proposta por Klimek et al. (1982). Para que a escovação fosse homogênea, o longo eixo das quatro linhas das cerdas da escova foi posicionado formando um ângulo de

12° em relação ao sentido de deslocamento, o qual foi oposto ao sentido da leitura do perfilômetro (Wiegand et al., 2009) (Figura 8D).

Figura 8 – Espécimes submetidos ao ciclo abrasivo

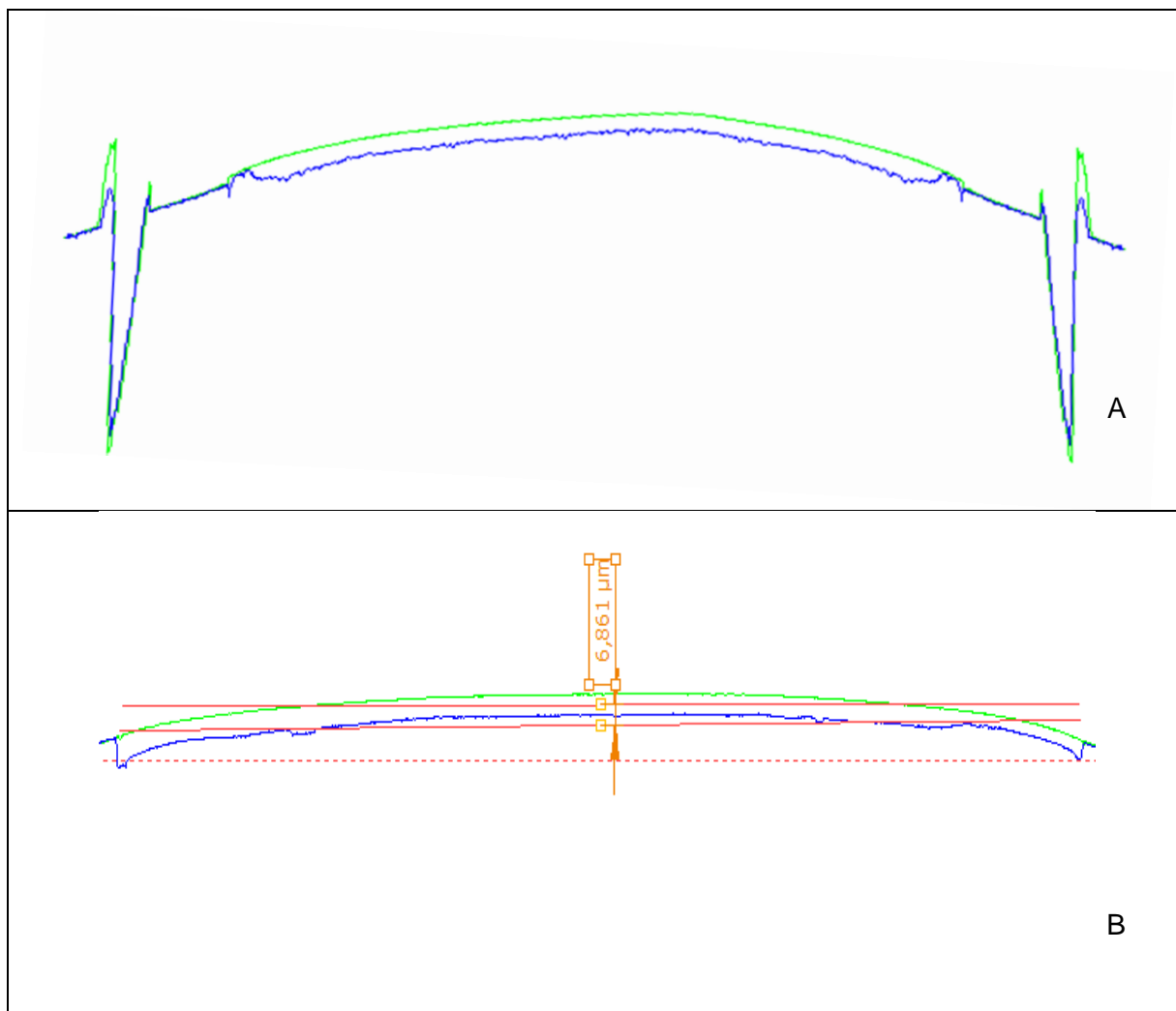


Legenda: A) Espécimes colocados em suporte metálico para escovação; B) Superfície de resina acrílica protegida pela máscara metálica. C) Máquina de escovação; D) Longo eixo da escova inclinado em relação ao sentido de deslocamento.

Fonte: Elaborado pelo autor

Após terminados os ciclos abrasivos foi realizada a leitura final dos três perfis de cada amostra no perfilômetro de contato. Os perfis finais foram sobrepostos aos perfis iniciais correspondentes, sendo os riscos paralelos utilizados como referência, empregando o software para análise de contorno (Mar Surf XCR 20 4.50-07 SP3, Mahr GmbH, Göttingen, Alemanha). Para cada grupo de perfis sobrepostos, na área correspondente ao desgaste, foi calculada uma reta de regressão no perfil inicial e no perfil final, e a distância entre essas linhas foi mensurada em micrometros. Sendo assim foram obtidos três valores de desgaste para cada espécime, dos quais foi calculada uma média que representou o espécime (Figura 9A e 9B).

Figura 9 – Comparação dos gráficos após a abrasão.



Legenda: A) Comparações dos gráficos da leitura em perfilômetro inicial (cor verde) e final (cor azul) sobrepostos. B) Área de desgaste em maior aumento. O valor dentro do retângulo laranja mostra a diferença de altura entre os perfis, representando a perda de estrutura dental.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Todas as etapas laboratoriais estão apresentadas de forma resumida na Figura 10.

Figura 10 – Fluxograma das etapas laboratoriais



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7 Planejamento estatístico

Segundo a proposta do estudo, as seguintes hipóteses de nulidade foram formuladas:

- H_{01} – Os tratamentos de superfície com géis remineralizantes não resultam em diferenças significativas na redução da microdureza da superfície do esmalte causada pelo clareamento dental;

- H₀₂ – Os diferentes tratamentos da superfície com géis remineralizantes não resultaram em diferenças significativas na mudança da cor das amostras pelo clareamento dental;
- H₀₃ – Os tratamentos da superfície com géis remineralizantes associada ao clareamento dental não resultaram em diferenças significativas na perda de estrutura por abrasão;
- H₀₄ – Os diferentes dentifrícios testados não influenciaram o desgaste abrasivo das amostras.

Os dados foram analisados quanto à normalidade usando o teste de Kolmogorov–Smirnov. Como uma distribuição normal foi constatada, testes paramétricos foram aplicados. Para a análise dos dados de microdureza entre os grupos antes dos tratamentos foi realizada a análise de variância (ANOVA) um fator, seguido pelo teste de Tukey. Para comparar os dados após os tratamentos, os mesmos testes foram empregados. Visando comparar os dados de microdureza antes e depois dos tratamentos, em cada grupo separadamente, o teste t pareado foi empregado. Para analisar os dados de variação de cor (ΔE) foi realizada a análise de variância (ANOVA) a um fator, seguido pelo teste de Tukey. Para a análise de desgaste, os dados foram submetidos à ANOVA a dois fatores (tratamento x tipo de dentifrício), seguido pelo teste de Tukey. Em todos os cálculos foi empregado o software Statistica for Windows (Statsoft, Tulsa, Oklahoma, EUA), com um nível de significância utilizado foi de 5%.

5 RESULTADO

5.1 Microdureza

Na tabela 1 observam-se os resultados do ANOVA a um fator para comparação dos dados de microdureza inicial, indicando não haver diferenças estatisticamente significantes entre os grupos.

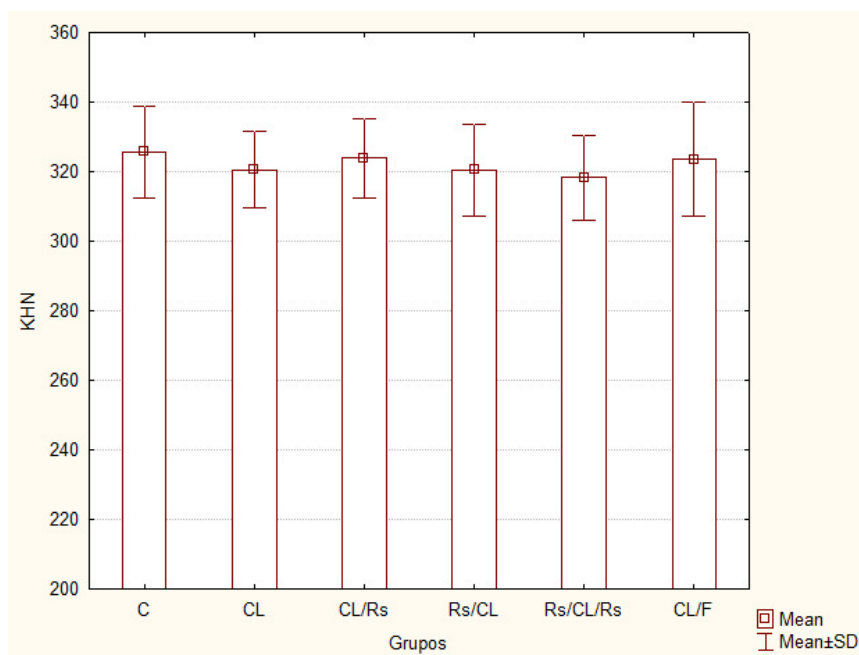
Tabela 1 - Resultados do ANOVA para a comparação entre os grupos com relação à microdureza inicial

	SQ	GL	QM	F	p
Grupos	1499	5	300	1,8	0,119014
Erro	39561	234	169		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os valores das médias iniciais da microdureza para cada grupo estão apresentados na Figura 11.

Figura 11- Médias iniciais de microdureza para cada grupo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após os tratamentos, o teste ANOVA mostrou diferenças estatisticamente significantes entre os grupos conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados do teste ANOVA para a comparação entre os grupos com relação dos valores de microdureza após tratamentos

	SQ	GL	QM	F	p
Grupos	139193	5	27839	48,77	0,00001*
Erro	133568	234	571		

Legenda:* Diferença significativa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados do teste de Tukey podem ser observados na Tabela 3. Pode-se constatar que todos os grupos que receberam a aplicação do gel clareador exibiram uma redução significativa da microdureza em relação ao grupo controle negativo, o qual não foi submetido ao clareamento. Porém, os grupos que receberam os géis remineralizantes mostraram um aumento da microdureza quando comparados ao grupo controle positivo, que só recebeu o clareamento.

Tabela 3 - Dados de média (\pm DP) de microdureza após os diferentes tratamentos e resultados do teste de Tukey

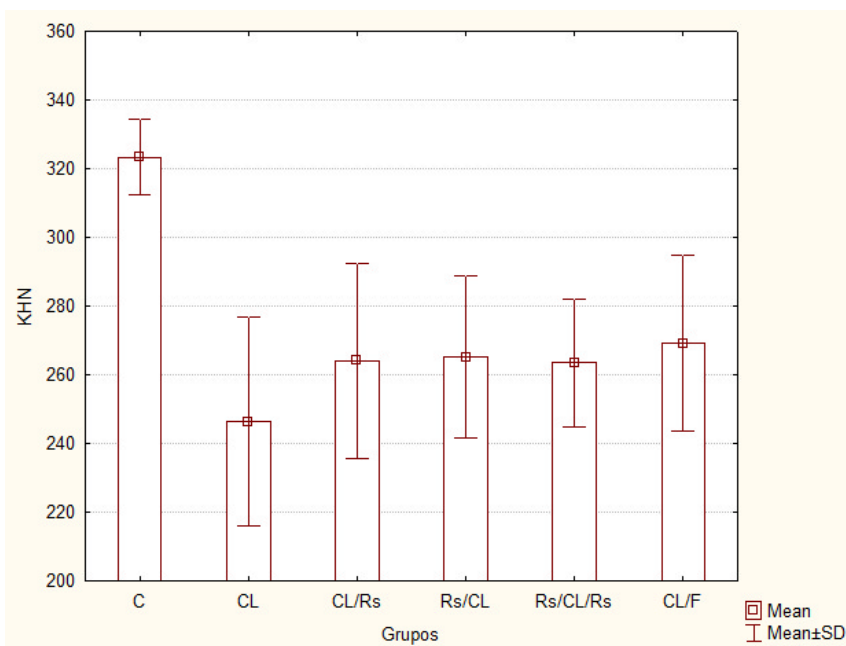
Grupos	Média	\pm DP	Grupos Homogêneos*
CL	246,28	\pm 30,46	A
Rs/CL/Rs	263,55	\pm 18,66	B
CL/Rs	264,06	\pm 28,54	B
Rs/CL	265,22	\pm 23,58	B
CL/F	269,10	\pm 25,66	B
C	323,28	\pm 10,96	C

Legenda: * Os grupos acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significantes.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os valores das médias da microdureza de superfície para cada grupo após tratamentos estão apresentados na Figura 12.

Figura 12- Médias de microdureza para cada grupo após os tratamentos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados do teste t pareado, comparando os dados de dureza antes e depois dos tratamentos para cada grupo podem ser observados na Tabela 4. Observa-se que, com exceção do grupo controle negativo, todos os demais grupos mostraram uma redução significativa em relação à situação inicial. Nenhum tratamento foi capaz de impedir ou reverter a queda da microdureza.

Tabela 4– Resultados do teste T pareado para cada grupo

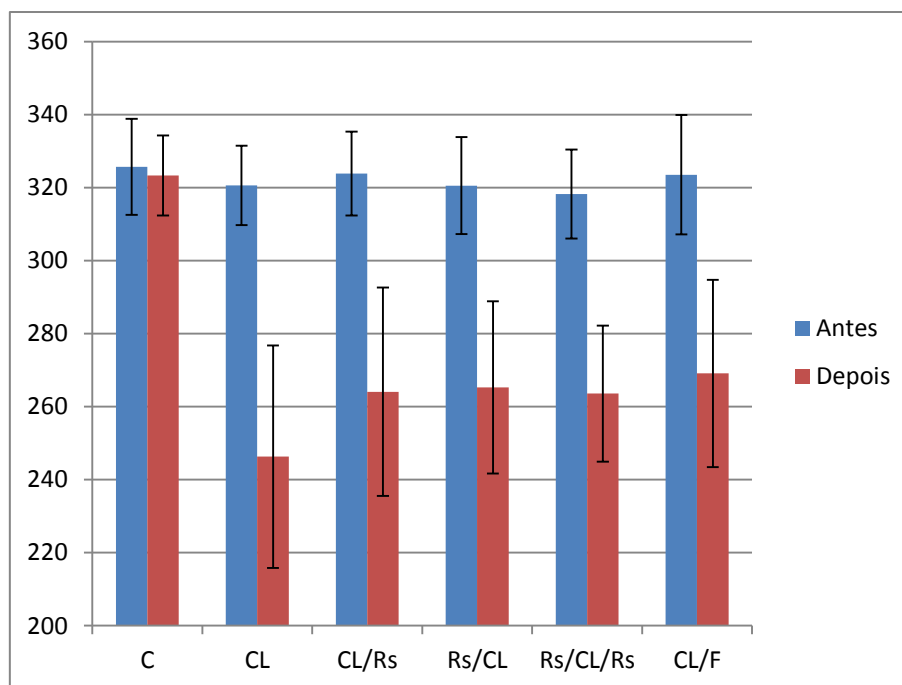
Grupos	Média antes	Média depois	p
C	325,68	323,28	0,09076
CL	320,55	246,28	0,00001*
CL/Rs	323,84	264,06	0,00001*
Rs/CL	320,54	265,22	0,00001*
Rs/CL/Rs	318,25	263,55	0,00001*
CL/F	323,51	269,10	0,00001*

Legenda:* Diferença significativa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os valores das médias da microdureza de superfície para cada grupo antes e depois tratamentos estão apresentados na Figura 13.

Figura 13 – Médias da microdureza antes e depois dos tratamentos de superfície para cada grupo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 Variação da cor (ΔE)

Na Tabela 5 observam-se os resultados do teste ANOVA a um fator para a variação de cor, indicando a presença de diferenças estatisticamente significantes entre os grupos.

Tabela 5 – Resultados do teste ANOVA para a comparação entre os grupos

	SQ	GL	QM	F	p
Grupos	217,65	5	43,53	41,75	0,00001*
Erro	243,97	234	1,043		

Legenda: * Diferença significativa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados do teste de Tukey podem ser observados na Tabela 6. Pode-se constatar que os grupos que receberam a aplicação do gel clareador exibiram uma variação de cor significativamente maior em relação ao grupo controle negativo, o qual não foi submetido ao clareamento. Não foram constatadas diferenças significativas entre os grupos clareados, independentemente do uso ou não de géis remineralizantes.

Tabela 6 - Dados de média e desvio padrão dos valores de variação de cor (ΔE) após o clareamento e resultados do teste de Tukey

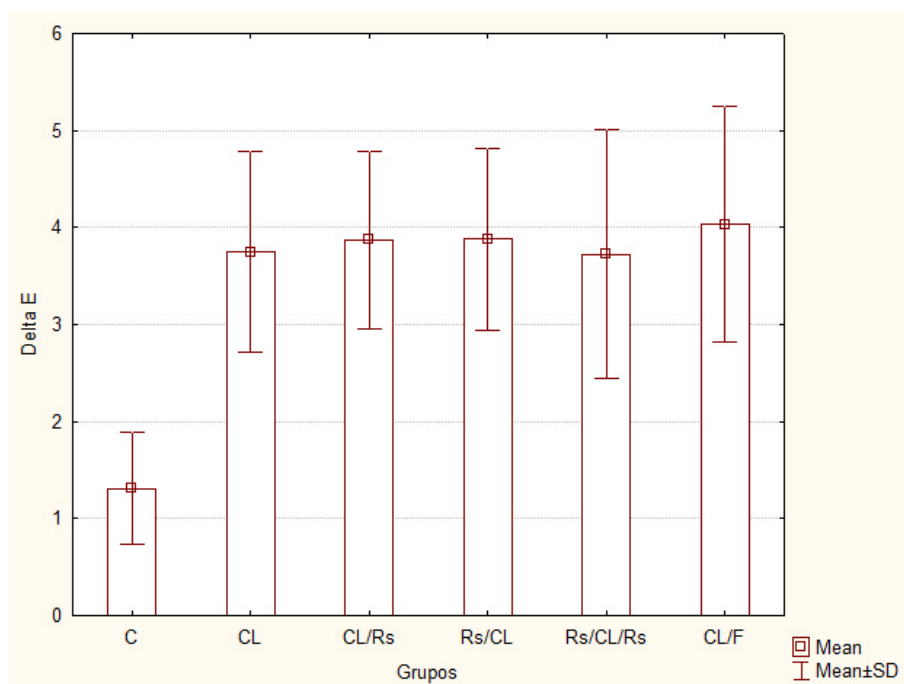
Grupos	Média	\pm DP	Conjuntos Homogêneos*
C	1,31	\pm 0,58	A
Rs/CL/Rs	3,72	\pm 1,28	B
CL	3,75	\pm 1,04	B
CL/Rs	3,87	\pm 0,91	B
Rs/CL	3,88	\pm 0,94	B
CL/F	4,03	\pm 1,22	B

Fonte: Elaborado pelo autor

Legenda:* Os grupos acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significantes.

As médias da variação de cor (ΔE) para todos os grupos estão apresentadas na Figura 14.

Figura 14 – Médias de variação de cor (ΔE) e desvio-padrão obtidos para os grupos testados



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3 Desgaste abrasivo

Os resultados do teste ANOVA a dois fatores quanto ao desgaste abrasivo podem ser observados na Tabela 7. Diferenças significativas foram constatadas entre os grupos de tratamento e entre os cremes dentais. Não foram observadas interações entre os dois fatores

Tabela 7 - Resultados do teste ANOVA a dois fatores com relação ao desgaste após abrasão

	SQ	GL	QM	F	p
Grupos	52,18	5	10,436	20,771	0,00001*
Dentifrício	46,479	1	46,479	92,509	0,00001*
Grupos*dentifrícios	2,245	5	0,449	0,894	0,48605
Erro	114,554	228	0,502		

Legenda: *Diferença significativa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados do teste de Tukey para o fator grupos de tratamento podem ser observados na Tabela 8. Pode-se constatar que os grupos que receberam a aplicação de géis remineralizantes apresentaram menor desgaste quando comparado ao grupo que apenas recebeu o clareamento. Contudo, não foram observadas diferenças significativas entre eles. Apenas o grupo CL apresentou um desgaste maior do que o grupo controle negativo.

Tabela 8 - Médias (μm) de desgaste de superfície após abrasão e resultados do teste de Tukey

Grupos	Média	\pm DP	Conjuntos Homogêneos*	
CL/F	2,12	\pm 0,71	A	
Rs/CL	2,13	\pm 0,83	A	
Rs/CL/Rs	2,19	\pm 0,70	A	
CL/Rs	2,23	\pm 0,91	A	
C	2,85	\pm 0,98	B	
CL	3,36	\pm 0,84	C	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: * Os grupos acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significantes.

Os resultados do teste de Tukey para o fator tipo de dentifrício podem ser observados na Tabela 9. Pode-se constatar que os grupos que foram escovados

com o dentífrico remineralizante Regenerate mostraram o menor desgaste quando comparado àqueles escovados com o dentífrico convencional.

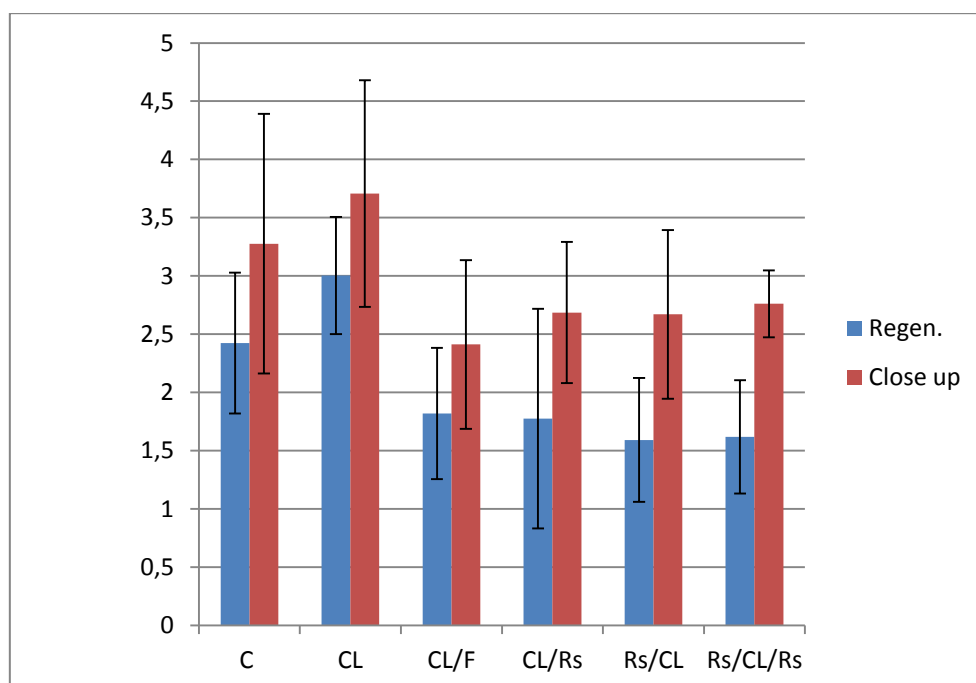
Tabela 9 - Resultados do teste de Tukey para o fator tipo de dentífrico

Dentífrico	Média	±DP	Conjuntos Homogêneos*
Regenerate	2,04	±0,80	A
Close up	2,92	±0,88	B

Legenda: * Os grupos acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significantes.
Fonte: Elaborado pelo autor.

As médias do desgaste de superfície (μm) para cada grupo após abrasão estão apresentadas na Figura 15.

Figura 15 - Médias de desgaste da superfície (μm) para cada grupo



Fonte: Elaborado pelo autor.

6 DISCUSSÃO

6.1 Da metodologia

Nesse estudo *in vitro* foram utilizados dentes bovinos. Estudos realizaram comparações estruturais e químicas destes em relação aos dentes humanos e observaram semelhanças. No esmalte bovino a morfologia da microestrutura do esmalte é semelhante ao humano e na dentina a densidade de túbulos dentinários e a matriz de colágeno também são semelhantes (Camargo et al., 2008). Porém, o diâmetro dos prismas de esmalte é maior em dentes bovinos do que em humanos, na proporção de 1,6: 1 (Arends, Jongebloed, 1978; Schilke et al., 2000; Camargo et al., 2007). A análise da composição química e dureza do esmalte dos dentes humanos e bovinos mostraram que a quantidade de cálcio em peso e a dureza são semelhantes nos dois substratos (Davidson et al., 1973; Fonseca et al., 2008). Além dessas similaridades associa-se o fato da maior facilidade de obtenção dos espécimes em número suficiente e em bom estado, melhorando a padronização (Wiegand, Attin, 2011; Yassen et al., 2011). Corriqueiramente os dentes bovinos são utilizados em estudos de clareamento (Attin et al. 1997; Da Costa, Mazur, 2007; Mondelli et al., 2009; Borges et al., 2010; Magalhães et al., 2012), sendo adequadamente empregados em testes laboratoriais *in vitro*, obtendo-se, dessa forma, dados confiáveis para extrapolação dos resultados para a prática clínica, não sendo encontrados impedimentos para a sua utilização.

Durante o processamento laboratorial foram utilizados diferentes equipamentos para avaliação das alterações da microdureza, cor e desgaste. Para avaliação da microdureza foram realizadas as análises de microdureza utilizando um microdurômetro com um indentador Knoop. Devido ao seu formato, o indentador Knoop penetra no esmalte sadio aproximadamente 1,5 μm , enquanto que de Vickers penetra cerca de 5 μm (Featherstone et al., 1982), sendo o primeiro mais sensível a alterações superficiais como uma desmineralização (Schlueter et al., 2011)

Para análise de variação de cor os espectrofotômetros estão entre os mais precisos e úteis instrumentos para análise de cores em odontologia (Paul et al.,

2004). Eles medem a quantidade de luz refletida a partir de um objeto em intervalos de 1-25 nm no espectro visível (Khurana et al., 2007). Em comparação com as observações do olho humano ou técnicas convencionais, verificou-se que os espectrofotômetros oferecem um aumento de 33% na precisão da avaliação da cor (Paul et al., 2002). Programas de computador são frequentemente fornecidos com dispositivos de espectrofotometria para facilitar a conversão da reflectância para os vários parâmetros de cor (Johnston, 2009). No presente estudo, as coordenadas cromáticas L^* , a^* e b^* foram calculadas segundo o sistema CIE Lab, e a variação da percepção de cor (ΔE) cada grupo foi analisada estatisticamente.

Para análise de desgaste foi empregado um perfilômetro de contato, no qual a superfície é examinada com uma ponta de diamante (Schlueter et al., 2011). Esse é o método mais tradicional e o mais frequentemente utilizado para avaliação de perdas superficiais das estruturas dentais (Field et al., 2010). A perfilometria proporciona uma comparação direta entre as áreas tratadas e protegidas. A superfície do espécime pode ser verificada antes e após os tratamentos e a quantidade de perda de material pode ser medida a partir de um gráfico produzido (Barbour, Rees, 2004; Schlueter et al., 2011).

6.2 Dos resultados

Nesse presente estudo o clareamento empregando um gel de peróxido de hidrogênio a 40% causou redução significativa da microdureza do esmalte. Estudos recentes na literatura investigaram agentes clareadores a base peróxido de hidrogênio na redução da microdureza (Magalhães et al., 2012; Sa et al., 2012). Eles avaliaram a redução da microdureza em diferentes aspectos, concluindo que quanto maior a concentração de peróxido no gel no clareador maior é a queda (Lia Mondelli et al., 2015), tendo em vista que esses radicais são inespecíficos e atuam não só sobre as moléculas cromóforas, mas também causam dano ao esmalte dental (Jiang et al., 2008). Os radicais livres, libertados durante a reação de oxi-redução do peróxido de hidrogênio, pode penetrar estrutura do esmalte, principalmente ao longo de proteínas (amelogenina e enamelinina), causando a ruptura das cadeias de

polipéptidos por meio de destruição de aminoácidos (Hegedüs et al., 1999). Como o conteúdo orgânico participa da integridade do esmalte, podem resultar indiretamente em alterações também no conteúdo mineral do esmalte (Jiang et al., 2008).

Com relação ao pH dos agentes clareadores, os estudos mostraram que géis com pHs ácidos também causam maior desmineralização e redução da microdureza quando comparados com àqueles com pH mais elevado (Jiang et al., 2008; Magalhães et al., 2012; Sa et al., 2012). Porém clareadores com pHs mais elevados, próximos da neutralidade, também causam alteração no esmalte, diminuindo a microdureza (Magalhães et al., 2012; De Moraes et al., 2015). No presente estudo, o gel clareador Opalescente Boost apresenta pH 7,4, tendo mesmo assim produzido redução da microdureza do esmalte. Especula-se que, além do efeito oxidativo não específico dos radicais livres, a baixa concentração de cálcio e fosfato em sua formulação faz com que ele seja subsaturado em relação à hidroxiapatita, promovendo sua desmineralização independentemente do pH (Magalhães et al., 2012).

Quando um corpo sólido é imerso em uma solução, na interface entre eles acontece uma troca de componentes do sólido (no caso do esmalte dental os íons Ca^{2+} , PO_4^{3-} e OH^-). Os íons deixam a superfície e se dissolvem na solução, assim como outros íons deixam a solução para se juntarem ao sólido. Quando a taxa de troca de íons é igual, o sólido e a solução estão em um estado de equilíbrio. Se a solução é subsaturada o sólido perde íons para a solução, e se a solução está supersaturada ela perde íons para o sólido, até encontrar o equilíbrio. Esse equilíbrio varia acentuadamente com pH e concentração de íons (Shellis et al., 2014). Lussi e Hellwig (2014) estudaram os efeitos de diversas bebidas em promover a erosão dentária e observaram que essa não depende apenas do pH das substâncias, mas também da concentração de íons Ca^{2+} presentes em sua composição. Eles mostraram que substâncias com pH ácidos semelhantes, porém com maior concentração de cálcio, resultaram em menor redução da dureza de superfície. Por exemplo, o suco de maçã, que possui o pH 3,4 e concentração de Ca^{2+} igual a 2 mmol/l, e o iogurte natural, que possui o pH 3,9 e concentração de Ca^{2+} 43,3 mmol/l, apresentam efeitos desmineralizantes diferentes, sendo que o suco de maçã produz uma grande redução na microdureza, enquanto o iogurte não produz mudança significativa.

Estudos relatam que após o tratamento clareador, e consequente desmineralização e redução da microdureza superficial do esmalte, a ação remineralizante da saliva pode reverter esse processo reparando a perda de íons cálcio e fosfato (Basting et al., 2003). Porém, o processo de remineralização total pode demorar mais de 15 dias (Araujo et al., 2013) e durante esse período, no qual o esmalte não está totalmente reparado, o dente estaria mais susceptível a sofrer perda de estrutura por desgaste abrasivo durante a escovação (Mondelli et al., 2009; Trentino et al., 2015; Borges et al., 2016), o que poderia ser intensificado quando é realizado o uso de um creme dental com alta abrasividade. Alguns estudos sugeriam ser interessante retardar a escovação após o clareamento por pelo menos 1 h, para que houvesse um pouco da recuperação da dureza do esmalte pela ação da saliva na tentativa de diminuir o desgaste do esmalte (Borges et al., 2016).

Estudos têm avaliado a aplicação de agentes fluoretados em gel ou solução sobre o esmalte após o clareamento, mostrando resultados promissores com relação à remineralização e aumento da microdureza do esmalte (Attin et al., 1997; Lewinstein et al., 2004; Da Costa e Mazur, 2007; Borges et al., 2010; China et al., 2014; Salomão et al., 2014). Após a aplicação dessas substâncias há formação de depósitos de fluoreto de cálcio na superfície de esmalte (Featherstone et al., 1982). Quando o pH do meio bucal ou biofilme bacteriano cai, há liberação de íons F^- e essa é acompanhada pela liberação de íons Ca^{2+} , a qual é maior quanto mais baixo o pH. A presença destes íons aumenta a incorporação de íons flúor na hidroxiapatita, através da substituição dos íons OH^- da hidroxiapatita por íons F^- , formando fluorapatita ou hidroxiapatita fluoretada (Vogel et al., 1992). A fluorapatita é formada quando todas as hidroxilas da molécula de hidroxiapatita são substituídas por flúor, enquanto a hidroxiapatita fluoretada é formada quando essa substituição é parcial (Meyer-Lueckel et al., 2016). Isso leva a uma maior tendência de íons se juntarem à estrutura, reparando a superfície do esmalte, e produzindo um aumento dos valores de microdureza (Moreno et al., 1974; Li et al., 2014). Lewinstein et al. (2004) concluíram que a exposição, mesmo a baixas concentrações de fluoreto, pode restaurar a microdureza superficial após o clareamento. Contudo, China et al. (2014) concluíram que apenas o flúor neutro aumentou a microdureza do esmalte clareado com peróxido de hidrogênio a 35% contendo cálcio, enquanto a aplicação de flúor acidulado causou uma redução ainda maior. Conforme as investigações

prévias, nosso estudo mostrou que a aplicação de flúor gel neutro a 2% na superfície do esmalte clareado elevou os valores de microdureza quando comparado ao grupo apenas clareado, porém não retornou aos valores iniciais.

O gel de silicato de cálcio/fosfato com flúor, que foi proposto por este estudo para ser aplicado como um remineralizante do esmalte clareado, também resultou em maiores valores de microdureza em relação ao controle que recebeu apenas o clareamento. O uso prévio foi capaz de reduzir o efeito desmineralizante do gel clareador, enquanto o uso após o procedimento clareador foi capaz de promover a remineralização do esmalte. Contudo, o uso adicional antes do clareamento, somado ao uso depois do procedimento, não mostrou uma diferença significativa em relação a quando ele foi utilizado antes ou após o tratamento (Tabela 3). Com base nisso a hipótese de nulidade H_0 foi rejeitada.

O processo de remineralização com o uso desse produto se dá pela troca de íons de cálcio (Ca^{2+}), proveniente do silicato de cálcio depositado na superfície do esmalte, com os íons de hidrogênio (H^+) do fluido oral, levando a formação de grupos de silanol (Si-OH) na camada superficial, causando um aumento no pH local, gerando uma superfície carregada negativamente com a formação dos grupos de oxido de silício (Si-O). Essa carga negativa da superfície atrai íons (Ca^{2+}) do fluido oral para a ela. Consequentemente a concentração de íons (Ca^{2+}) junto com íons fosfato (PO_4^{3-}) provenientes do fluido oral é alta na superfície o suficiente para iniciar a formação de hidroxiapatita (Sun Y et al., 2014; Li et al., 2014; Parker et al., 2014).

Estudos têm sido realizados para investigar a ação do silicato de cálcio/fosfato e flúor na remineralização do esmalte pela deposição da hidroxiapatita. Estes observaram a remineralização e formação de hidroxiapatita com o uso do creme dental (Hornby et al., 2014; Sun Y et al., 2014). Outros estudos observaram a remineralização da superfície de esmalte pela associação dos géis de silicato de cálcio e fosfato e flúor com creme dental a base de silicato de cálcio e fosfato e flúor e relataram o aumento da microdureza de 3 e 7 dias em estudo in situ e in vitro, respectivamente (Joiner et al., 2014; Jones et al., 2014). Tanto o gel quanto o creme dental possuem flúor na sua composição, o gel possui monofluorofosfato (1450 ppm de íons flúor) e fluoreto de sódio (1450 ppm de íons flúor), enquanto o creme dental possui monofluorofosfato (1450 ppm de íons flúor), que pode permitir uma ação adicional ao mecanismo de ação do silicato de cálcio/ fosfato na formação de

hidroxiapatita, com o mecanismo de ação da incorporação do flúor na hidroxiapatita. Como o gel de silicato de cálcio possui alta concentração de monofluorofosfato e fluoreto de sódio, resultando numa concentração total de 0,29 % de íons flúor, propicia a formação de depósitos de fluoreto de cálcio na superfície de esmalte (Featherstone et al., 1982). A concentração mínima de flúor para que haja essa formação de fluoreto de cálcio na superfície do esmalte é de 0,1% e já há precipitação das primeiras partículas nos primeiros 20 s. (Petzold, 2001). Então quando o pH cai libera íons F e íons Ca^{2+} no meio bucal ou biofilme bacteriano, levando a substituição dos íons OH^- da hidroxiapatita por íons F^- , formando fluorapatita ou hidroxiapatita fluoretada (Vogel et al., 1992). O que pode potencializar a remineralização da superfície de esmalte com esses dois mecanismos agindo conjuntamente.

Embora tenha sido efetivo, o gel de silicato de cálcio/fosfato e flúor não mostrou resultados estatisticamente superiores ao uso isolado do gel de flúor neutro a 2%. Sendo assim, sua aplicação nos procedimentos clareadores demandaria a compra de um material não usual no consultório odontológico, sem benefícios em relação àquele que o dentista já possui, como é o caso do gel de flúor.

No presente estudo, a aplicação previa ao clareamento do gel remineralizante de silicato de cálcio / fosfato contendo flúor na superfície de esmalte não interferiu no clareamento. Do Carmo Públio et al. (2015) avaliaram *in vitro* a interferência na variação da cor com a aplicação de dessensibilizantes contendo flúor (fluoreto de sódio a 2% + nitrato de potássio a 5%) ou gel de fluoreto de sódio a 2% em pH neutro, como controle, previamente ao clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% e constataram que não houve interferência na mudança da cor. Em outro estudo, Reis et al. (2011) avaliaram clinicamente a aplicação prévia de dessensibilizante, contendo nitrato de potássio a 5% e fluoreto de sódio a 2%, na superfície vestibular dos dentes dos participantes do estudo por 10 min. Então utilizaram uma taça de borracha em uma peça de mão de baixa velocidade para esfregar o gel dessensibilizante nos dentes por 20 s, conforme especificado pelo fabricante. e o placebo foi aplicado da mesma forma. Concluíram que não prejudicou a ação do gel clareador a base de peróxido de hidrogênio a 35%. Estes estudos, embora o objetivo não fosse o mesmo do presente estudo, mostraram que a aplicação de substâncias contendo flúor não interferiu na cor quando aplicado na

superfície do esmalte previamente ao clareamento. Porém, não existem estudos prévios na literatura relacionando a interferência da cor à aplicação do gel remineralizante de silicato de cálcio /fosfato contendo flúor. Observa-se ainda que a aplicação dos géis remineralizantes, gel de silicato de cálcio fosfato ou fluoreto de sódio após o clareamento também não causou alteração na cor. O gel de fluoreto de sódio empregado é incolor, enquanto o gel de silicato de cálcio fosfato é levemente branco leitoso após a mistura dos componentes. Com base nos resultados apresentados, observa-se que todos os grupos clareados, independentemente do tratamento remineralizante, apresentaram variação da cor (ΔE) estatisticamente semelhante entre si, sendo aceita a hipótese de nulidade H_0 .

Com relação ao desgaste por abrasão observou-se no presente estudo que os grupos clareados, que receberam aplicação os géis remineralizantes, mostraram menor desgaste em relação ao grupo apenas clareado, parecendo haver uma relação entre a dureza e o desgaste, rejeitando desta forma a hipótese de nulidade H_0 . A redução da microdureza superficial do esmalte causada pelo clareamento, seja devido ao pH (Magalhães et al., 2012; Sa et al., 2012), seu efeito oxidativo ou à baixa concentração de cálcio e fosfato (Magalhães et al., 2012), aumenta a perda de estrutura do esmalte por abrasão, quando este é submetido ao atrito da escova dental e partículas abrasivas dos dentifrícios. Estudos demonstraram essa relação clareamento do esmalte e desgaste e obtiveram resultados semelhantes ao presente estudo (Wiegand et al., 2004; Trentino et al., 2015; Borges et al., 2016)

Ainda com relação ao desgaste por abrasão, pode-se observar que os grupos que foram clareados e receberam a aplicação dos géis remineralizantes mostraram menor desgaste que o grupo controle não clareado. Isso pode ser devido ao fato de que após os tratamentos de superfície e previamente à leitura da cor, os espécimes foram imersos em saliva artificial por 7 dias, que além do seu efeito remineralizante (Basting et al., 2003; Araujo et al., 2013), possivelmente interagiu com a camada de fluoreto de cálcio depositada sobre o esmalte, formando fluorapatita ou hidroxiapatita fluoretada, ou colaborou com deposição de hidroxiapatita quando o silicato de cálcio/fosfato foi empregado, podendo ter aumentado ainda mais a microdureza da superfície.

Pode-se constatar diferenças significantes no desgaste causado pelos os dentifrícios utilizados. Os grupos que foram escovados com o dentifrício

remineralizante Regenerate mostraram o menor desgaste quando comparado àqueles escovados com o dentífrico convencional Close up, rejeitando então a hipótese de nulidade H_0 . O dentífrico Regenerate, assim como o gel remineralizante, contém silicato de cálcio/ fosfato e flúor, os quais induzem a formação da hidroxiapatita na superfície do esmalte, remineralizando e protegendo-o (Parker et al., 2014; Sun Y et al., 2014), como explicado anteriormente. Outro fator que pode explicar o menor desgaste causado em todos os grupos pelo creme dental Regenerate pode ser o valor da abrasividade relativa do esmalte (REA – Relative Enamel Abrasivity). Esses dados definem o potencial abrasivo em uma escala normalizada com um material padrão que sirva de referência (International Organization Standardization, 1985). Na norma International Organization Standardization (1985) não define o valor máximo de REA para os dentífricos. No entanto para a medição *in vitro* de REA, o sistema abrasivo de pirofosfato de cálcio é usado como padrão (Hefferren, 1976), sendo dado um valor arbitrário de 10 a esse padrão. Então para todos os dentífricos testados são dadas medidas relativas de esmalte baseado nesse padrão. Assim, os dentífricos com um REA < 10 são menos abrasivos para o esmalte do que o padrão de pirofosfato de cálcio (Joiner et al., 2004). Com base no exposto e nos resultados encontrados neste presente estudo, é provável que o dentífrico Regenerate tenha um menor REA do que o dentífrico Close Up, em relação ao padrão estabelecido, mesmo sendo do mesmo fabricante.

O dentífrico Regenerate tem sílica hidratada como abrasivo, enquanto o dentífrico Close up tem a associação de sílica hidratada e carbonato de cálcio como abrasivo. A dureza Moh's é utilizada para medir dureza de abrasivos em uma escala de 0 a 10, onde 10 representa a dureza do diamante. Nesta escala a sílica hidratada tem dureza igual a 2,5 e o carbonato de cálcio igual a 3 (Newbrun, 1997). O maior desgaste abrasivo causado pelo creme dental Close Up pode ter sido devido a presença de carbonato de cálcio que é mais abrasivo e ainda maior quantidade de abrasivo, pois há a associação da sílica hidratada e do carbonato de cálcio na sua composição. No entanto, estudos testaram diferentes cremes dentais com carbonato de cálcio e sílica hidratada sozinhos ou associados na composição e observaram não haver diferença estatisticamente significantes no desgaste do esmalte (Tussi et al., 2004; Pickles et al., 2005; Ferreira et al., 2013).

Não há estudos relacionados à abrasividade do dentífrico Regenerate na literatura, assim como não foram encontrados dados com relação a Close up proteção bioativa utilizada nesse estudo ,e esses dados não foram informados pelo fabricante. A relação entre a abrasividade do dentífrico e o desgaste, foi avaliada por Borges et al. (2016), utilizando outros tipos de cremes dentais experimentais com diferentes abrasividades, submetendo o esmalte e dentina clareados à abrasão por escovação, e observaram que quanto maior a abrasividade maior é o desgaste dental.

Deve-se ressaltar que este é um estudo *in vitro*, o qual possui limitações em reproduzir idealmente as condições da cavidade oral, pois no meio bucal está sempre presente a ação da saliva, que atuando conjuntamente aos tratamentos de superfície pode modificar os resultados encontrados. Dessa forma, estudos complementares são necessários para que haja um maior esclarecimento sobre essa problemática, principalmente estudos clínicos para a avaliação da atuação do silicato de cálcio/fosfato e flúor por longo período de utilização, além de estudos que avaliem a abrasividade do dentífrico contendo silicato de cálcio/fosfato e flúor com relação a outros disponíveis.

7 CONCLUSÃO

- Todos os tratamentos com géis remineralizantes testados minimizaram a redução da microdureza promovida pelo clareamento, embora não evitaram que ela acontecesse;
- Os diferentes tratamentos da superfície com géis remineralizantes não interferiram na mudança da cor promovida pelo clareamento dental;
- O clareamento sozinho aumentou o desgaste abrasivo dos dentes;
- Todos os tratamentos da superfície de dentes clareados com géis remineralizantes testados reduziram a perda de estrutura por abrasão.
- O dentifício Regenerate resultou em menor desgaste abrasivo do esmalte em relação ao Close UP;
- Não existiram diferenças significativas entre os diferentes tratamentos remineralizantes com relação aos efeitos sobre a microdureza, cor e desgaste.

REFERÊNCIAS*

- Al-Salehi SK, Wood DJ, Hatton PV. The effect of 24h non-stop hydrogen peroxide concentration on bovine enamel and dentine mineral content and microhardness. *J Dent.* 2007 Nov;35(11):845-50. Epub 2007 Sep 14. PubMed PMID: 17869403.
- Araujo NC, da Costa Soares MU, Nery MM, Sales WS, Gerbi ME. Effect of pH values of two bleaching gels on enamel microhardness. *Gen Dent.* 2013 Jul;61(4):55-8. PubMed PMID: 23823346.
- Arends J, Jongebloed WL. Crystallites dimensions of enamel. *J Biol Buccale.* 1978 Sep;6(3):161-71. PubMed PMID: 282286.
- Attin T, Kielbassa AM, Schwanenberg M, Hellwig E. Effect of fluoride treatment on remineralization of bleached enamel. *J Oral Rehabil.* 1997 Apr;24(4):282-6. PubMed PMID: 9147300.
- Attin T, Wegehaupt F, Gries D, Wiegand A. The potential of deciduous and permanent bovine enamel as substitute for deciduous and permanent human enamel:Erosion-abrasion experiments. *J Dent.* 2007 Oct;35(10):773-7. Epub 2007 Aug 20. PubMed PMID: 17709163.
- Ávila DM, Zanatta RF, Scaramucci T, Aoki IV, Torres CR, Borges AB. Influence of bioadhesive polymers on the protective effect of fluoride against erosion. *J Dent.* 2016 Oct 25. pii: S0300-5712(16)30217-2. doi: 10.1016/j.jdent.2016.10.015. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 27793704.
- Barbour ME, Rees JS. The laboratory assessment of enamel erosion: a review. *J Dent.* 2004 Nov;32(8):591-602. Review. PubMed PMID: 15476953.
- Basting RT, Rodrigues AL Jr, Serra MC. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *J Am Dent Assoc.* 2003 Oct;134(10):1335-42. PubMed PMID: 14620012.
- Bernardon JK, Sartori N, Ballarin A, Perdigão J, Lopes GC, Baratieri LN. Clinical performance of vital bleaching techniques. *Oper Dent.* 2010 Jan-Feb;35(1):3-10. doi: 10.2341/09-008CR. PubMed PMID: 20166405.
- Borges AB, Yui KC, D'Avila TC, Takahashi CL, Torres CR, Borges AL. Influence of remineralizing gels on bleached enamel microhardness in different time intervals. *Oper Dent.* 2010 Mar-Apr;35(2):180-6. doi: 10.2341/09-117-L. PubMed PMID: 20420061
- Borges AB, Zanatta RF, Barros AC, Silva LC, Pucci CR, Torres CR. Effect of hydrogen peroxide concentration on enamel color and microhardness. *Oper Dent.* 2015 Jan-Feb;40(1):96-101. doi: 10.2341/13-371-L. Epub 2014 Aug 19. PubMed PMID: 25136902.

* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [atualizado 04 nov 2015; acesso em 25 jan 2016]. U.S. National Library of Medicine; [about 6 p.]. Disponível em: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

Borges AB, Santos LF, Augusto MG, Bonfietto D, Hara AT, Torres CR. Toothbrushing abrasion susceptibility of enamel and dentin bleached with calcium supplemented hydrogen peroxide gel. *J Dent*. 2016 Jun;49:54-9. doi:10.1016/j.jdent.2016.03.009. Epub 2016 Apr 9. PubMed PMID: 27072568.

Cakir FY, Korkmaz Y, Firat E, Oztas SS, Gurgan S. Chemical analysis of enamel and dentin following the application of three different at-home bleaching systems. *Oper Dent*. 2011 Sep-Oct;36(5):529-36. doi: 10.2341/11-050-L. Epub 2011 Aug 11. PubMed PMID: 21834707.

Camargo CH, Siviero M, Camargo SE, de Oliveira SH, Carvalho CA, Valera MC. Topographical, diametral, and quantitative analysis of dentin tubules in the root canals of human and bovine teeth. *J Endod*. 2007 Apr;33(4):422-6. PubMed PMID: 17368331.

Camargo MA, Marques MM, de Cara AA. Morphological analysis of human and bovine dentine by scanning electron microscope investigation. *Arch Oral Biol*. 2008 Feb;53(2):105-8. PubMed PMID: 17977511.

Cavalli V, Arrais CA, Giannini M, Ambrosano GM. High-concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface. *J Oral Rehabil*. 2004 Feb;31(2):155-9. PubMed PMID: 15009600.

China AL, Souza NM, Gomes Ydo S, Alexandrino LD, Silva CM. Effect of fluoride gels on microhardness and surface roughness of bleached enamel. *Open Dent J*. 2014 Nov 14;8:188-93. doi: 10.2174/1874210601408010188. eCollection 2014. PubMed PMID:25419249; PubMed Central PMCID: PMC4238030.

Davidson CL, Boom G, Arends J. Calcium distribution in human and bovine surface enamel. *Caries Res*. 1973;7(4):349-59. PubMed PMID: 4583438.

da Costa JB, Mazur RF. Effects of new formulas of bleaching gel and fluoride application on enamel microhardness: an in vitro study. *OperDent*. 2007 Nov-Dec;32(6):589-94. PubMed PMID: 18051009.

de Moraes IQ, Silva LN, Porto IC, de Lima Neto CF, Dos Santos NB, Fragoso LS. Effect of in-office bleaching with 35% hydrogen peroxide with and without addition of calcium on the enamel surface. *Microsc Res Tech*. 2015 Nov;78(11):975-81. doi: 10.1002/jemt.22561. Epub 2015 Aug 17. PubMed PMID: 26279091.

do Carmo Públío J, D'Arce MB, Ambrosano GM, Aguiar FH, Lovadino JR, Paulillo LA, et al. Efficacy of tooth bleaching with the prior application of a desensitizing agent. *J Investig Clin Dent*. 2015 May;6(2):133-40. doi: 10.1111/jicd.12074. PubMed PMID: 24357604.

Featherstone JD, Cutress TW, Rodgers BE, Dennison PJ. Remineralization of artificial caries-like lesions in vivo by a self-administered mouthrinse or paste. *Caries Res.* 1982;16(3):235-42. PubMed PMID: 6954001.

Ferreira MC, Ramos-Jorge ML, Delbem AC, Vieirac Rde S. Effect of toothpastes with different abrasives on eroded human enamel: An in situ/ex vivo Study. *Open Dent J.* 2013 Sep 30;7:132-9. doi: 10.2174/1874210601307010132. PubMed PMID: 24198851; PubMed Central PMCID: PMC3812787.

Field J, Waterhouse P, German M. Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues in vitro. *J Dent.* 2010 Mar;38(3):182-90. doi: 10.1016/j.jdent.2010.01.002. Review. PubMed PMID: 20079800.

Fonseca RB, Haiter-Neto F, Carlo HL, Soares CJ, Sinhoreti MA, Puppini-Rontani RM, et al. Radiodensity and hardness of enamel and dentin of human and bovine teeth, varying bovine teeth age. *Arch Oral Biol.* 2008 Nov;53(11):1023-9. doi: 10.1016/j.archoralbio.2008.06.012. PubMed PMID: 18675389.

Goldstein R, Gaber D. *Complete Dental Bleaching*. Chicago: Quintessence Books; 1995.

Hefferren JJ. A laboratory method for assessment of dentifrice abrasivity. *J Dent Res.* 1976 Jul-Aug;55(4):563-73. PubMed PMID: 1064599.

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. PubMed PMID: 10507207.

Heshmat H, Ganjkar MH, Miri Y, Fard MJ. The effect of two remineralizing agents and natural saliva on bleached enamel hardness. *Dent Res J (Isfahan).* 2016 Jan-Feb;13(1):52-7. doi: 10.4103/1735-3327.174713. PubMed PMID: 26962316; PubMed Central PMCID: PMC4770470.

Hornby K, Ricketts SR, Philpotts CJ, Joiner A, Schemehorn B, Willson R. Enhanced enamel benefits from a novel toothpaste and dual phase gel containing calcium silicate and sodium phosphate salts. *J Dent.* 2014 Jun;42Suppl 1:S39-45. doi: 10.1016/S0300-5712(14)50006-1. PubMed PMID: 24993854.

International Commission on Illumination. CIE. Publication No. 15.3: 2004: *Colorimetry*. Vienna: International Commission on Illumination; 2004.

International Organization Standardization. ISO 1942-2: dental vocabulary. Part 2 dental materials. Geneva: International Organization Standardization; 1989.

International Organization Standardization ISO11609: dentistry toothpaste requirements, test methods and marking. Geneva: International Organization Standardization; 1995.

Jiang T, Ma X, Wang Y, Tong H, Shen X, Hu Y, et al. Investigation of the effects of 30% hydrogen peroxide on human tooth enamel by Raman scattering and laser induced fluorescence. *J Biomed Opt.* 2008 Jan-Feb;13(1):014019. doi:10.1117/1.2870114. PubMed PMID: 18315377.

Johnston WM. Color measurement in dentistry. *J Dent.* 2009;37 Suppl 1:e2-6. doi: 10.1016/j.jdent.2009.03.011. Review. PubMed PMID: 19406551.

Joiner A, Pickles MJ, Tanner C, Weader E, Doyle P. An in situ model to study the toothpaste abrasion of enamel. *J Clin Periodontol.* 2004 Jun;31(6):434-8. PubMed PMID: 15142211.

Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent.* 2006 Aug;34(7):412-9. Epub 2006 Mar 29. Review. PubMed PMID: 16569473.

Joiner A, Schäfer F, Naeeni MM, Gupta AK, Zero DT. Remineralisation effect of a dual-phase calcium silicate/phosphate gel combined with calcium silicate/phosphate toothpaste on acid-challenged enamel in situ. *J Dent.* 2014 Jun;42 Suppl 1:S53-9. doi: 10.1016/S0300-5712(14)50008-5. PubMed PMID: 24993856.

Jones SB, Davies M, Chapman N, Willson R, Hornby K, Joiner A, et al. Introduction of an interproximal mineralisation model to measure remineralisation caused by novel formulations containing calcium silicate, sodium phosphate salts and fluoride. *J Dent.* 2014 Jun;42 Suppl 1:S46-52. doi: 10.1016/S0300-5712(14)50007-3. PubMed PMID: 24993855.

Khurana R, Tredwin CJ, Weisbloom M, Moles DR. A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *Br Dent J.* 2007 Dec 22;203(12):675-80. PubMed PMID: 18084212.

Klimek J, Hellwig E, Ahrens G. Fluoride taken up by plaque, by the underlying enamel and by clean enamel from three fluoride compounds in vitro. *Caries Res.* 1982;16(2):156-61. PubMed PMID: 6951638.

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. PubMed PMID: 15507905.

Li X, Wang J, Joiner A, Chang J. The remineralisation of enamel: a review of the literature. *J Dent.* 2014 Jun;42 Suppl 1:S12-20. doi: 10.1016/S0300-5712(14)50003-6. Review. PubMed PMID: 24993850.

Lia Mondelli RF, Garrido Gabriel TR, Piola Rizzante FA, Magalhães AC, Soares Bombonatti JF, Ishikiriyama SK. Do different bleaching protocols affect the enamel microhardness? *Eur J Dent.* 2015 Jan-Mar;9(1):25-30. doi: 10.4103/1305-7456.149634. PubMed PMID: 25713480; PubMed Central PMCID: PMC4319295.

Lussi A, Hellwig E. Risk assessment and causal preventive measures. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:220-9. doi: 10.1159/000360612. Review. PubMed PMID: 24993270.

Magalhães JG, Marimoto AR, Torres CR, Pagani C, Teixeira SC, Barcellos DC. Microhardness change of enamel due to bleaching with in-office bleaching gels of different acidity. *Acta Odontol Scand.* 2012 Mar;70(2):122-6. doi:10.3109/00016357.2011.600704. Epub 2011 Jul 25. PubMed PMID: 21780968.

Meyer-Lueckel H, Paris S, Ekstrand KR. *Cariologia ciência e prática clínica.* Rio de Janeiro: Elsevier; 2016.

Mondelli RF, Azevedo JF, Francisconi PA, Ishikiriyama SK, Mondelli J. Wear and surface roughness of bovine enamel submitted to bleaching. *Eur J Esthet Dent.* 2009 Winter;4(4):396-403. PubMed PMID: 20111762.

Moosavi H, Darvishzadeh F. The Influence of post bleaching treatments in stain absorption and microhardness. *Open Dent J.* 2016 Mar 25;10:69-78. doi: 10.2174/1874210616021000069.eCollection 2016. PubMed PMID: 27099635; PubMed Central PMCID: PMC4814726.

Moreno EC, Kresak M, Zahradnik RT. Fluoridated hydroxyapatite solubility and caries formation. *Nature.* 1974 Jan 4;247(5435):64-5. PubMed PMID: 4462607.

Newbrun E. The use of sodium bicarbonate in oral hygiene products and practice. *Compend Contin Educ Dent Suppl.* 1997;18(21):S2-7; quiz S45. PubMed PMID: 12017930.

Parker AS, Patel AN, Al Botros R, Snowden ME, McKelvey K, Unwin PR, et al. Measurement of the efficacy of calcium silicate for the protection and repair of dental enamel. *J Dent.* 2014 Jun;42 Suppl 1:S21-9. doi: 10.1016/S0300-5712(14)50004-8. PubMed PMID: 24993852.

Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res.* 2002 Aug;81(8):578-82. PubMed PMID: 12147751.

Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N. Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: a clinical comparison. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2004 Jun;24(3):222-31. PubMed PMID: 15227770.

Petzold M. The influence of different fluoride compounds and treatment conditions on dental enamel: a descriptive in vitro study of the CaF₂ precipitation and microstructure. *Caries Res.* 2001;35 Suppl 1:45-51. PubMed PMID: 11359058.

Pickles MJ, Joiner A, Weader E, Cooper YL, Cox TF. Abrasion of human enamel and dentine caused by toothpastes of differing abrasivity determined using an in situ wear model. *Int Dent J.* 2005;55(3 Suppl 1):188-93. PubMed PMID: 16004252.

Reis A, Dalanhol AP, Cunha TS, Kossatz S, Loguercio AD. Assessment of tooth sensitivity using a desensitizer before light-activated bleaching. *Oper Dent*. 2011 Jan-Feb;36(1):12-7. doi: 10.2341/10-148-CR. PubMed PMID: 21488723

Sa Y, Chen D, Liu Y, Wen W, Xu M, Jiang T, et al. 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. PubMed PMID: 22381613.

Salomão D, Santos D, Nogueira R, Palma-Dibb R, Geraldo-Martins V. Acid demineralization susceptibility of dental enamel submitted to different bleaching techniques and fluoridation regimens. *Oper Dent*. 2014 Jul-Aug;39(4):E178-85. doi:10.2341/13-140. Epub 2014 Mar 27. PubMed PMID: 24673418.

Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch Oral Biol*. 2000 May;45(5):355-61. PubMed PMID: 10739856.

Schlueter N, Hara A, Shellis RP, Ganss C. Methods for the measurement and characterization of erosion in enamel and dentine. *Caries Res*. 2011;45 Suppl 1:13-23. doi: 10.1159/000326819. Review. PubMed PMID: 21625129.

Shellis RP, Featherstone JD, Lussi A. Understanding the chemistry of dental erosion. *Monogr Oral Sci*. 2014;25:163-79. doi: 10.1159/000359943. Review. PubMed PMID: 24993265.

Souza RO, Lombardo GH, Pereira SM, Zamboni SC, Valera MC, Araujo MA, et al. Analysis of tooth enamel after excessive bleaching: a study using scanning electron microscopy and energy dispersive x-ray spectroscopy. *Int J Prosthodont*. 2010 Jan-Feb;23(1):29-32. PubMed PMID: 20234888.

Sun L, Liang S, Sa Y, Wang Z, Ma X, Jiang T, et al. Surface alteration of human tooth enamel subjected to acidic and neutral 30% hydrogen peroxide. *J Dent*. 2011 Oct;39(10):686-92. doi: 10.1016/j.jdent.2011.07.011. Epub 2011 Aug 9. PubMed PMID: 21855600.

Sun Y, Li X, Deng Y, Sun JN, Tao D, Chen H, et al. Mode of action studies on the formation of enamel minerals from a novel toothpaste containing calcium silicate and sodium phosphate salts. *J Dent*. 2014 Jun;42 Suppl 1:S30-8. doi: 10.1016/S0300-5712(14)50005-X. PubMed PMID: 24993853.

Trentino AC, Soares AF, Duarte MA, Ishikiriyama SK, Mondelli RF. Evaluation of pH levels and surface roughness after bleaching and abrasion tests of eight commercial products. *Photomed Laser Surg*. 2015 Jul;33(7):372-7. doi: 10.1089/pho.2014.3869. PubMed PMID: 26154725.

Turssi CP, Faraoni JJ, Rodrigues Jr AL, Serra MC. An in situ investigation into the abrasion of eroded dental hard tissues by a whitening dentifrice. *Caries Res.* 2004 Sep-Oct;38(5):473-7. PubMed PMID: 15316192.

Vogel GL, Carey CM, Ekstrand J. Distribution of fluoride in saliva and plaque fluid after a 0.048 mol/L NaF rinse. *J Dent Res.* 1992 Sep;71(9):1553-7. PubMed PMID: 1522286.

Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J.* 2001 Mar 24;190(6):309-16. Review. PubMed PMID: 11325156.

Wiegand A, Otto YA, Attin T. In vitro evaluation of toothbrushing abrasion of differently bleached bovine enamel. *Am J Dent.* 2004 Dec;17(6):412-6. PubMed PMID:15724752.

Wiegand A, Kuhn M, Sener B, Roos M, Attin T. Abrasion of eroded dentin caused by toothpaste slurries of different abrasivity and toothbrushes of different filament diameter. *J Dent.* 2009 Jun;37(6):480-4. doi:10.1016/j.jdent.2009.03.005. Epub 2009 Apr 5. PubMed PMID: 19346053.

Wiegand A, Attin T. Design of erosion/abrasion studies--insights and rational concepts. *Caries Res.* 2011;45 Suppl 1:53-9. doi: 10.1159/000325946. Review. PubMed PMID: 21625133.

Yassen GH, Platt JA, Hara AT. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. *J Oral Sci.* 2011 Sep;53(3):273-82. Review. PubMed PMID: 21959653.