



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO**

Olívia Santana Jorge

**Influência da associação de agentes clareadores caseiros na
alteração de cor e microdureza superficial de esmalte dentário.**

Orientadora: Prof^a Dr^a Fernanda de Carvalho Panzeri Pires de Souza

Ribeirão Preto

2019

Olívia Santana Jorge

Influência da associação de agentes clareadores caseiros na alteração de cor e microdureza superficial de esmalte dentário.

FAPESP 2017/09295-4.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (FORP/USP) para conclusão do curso e obtenção do título de Cirurgiã-Dentista.

Ribeirão Preto

2019

Agradeço à minha família, meus amigos e a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Em especial, agradeço à minha orientadora, Fernanda, pela generosidade e por ter despertado em mim a vontade de sempre sonhar e acreditar que podemos ir mais longe.

Agradeço também a toda equipe do Laboratório de Análise de Biomateriais pela dedicação, em especial à Rafaella.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia da associação dos agentes clareadores “over-the-counter” no clareamento de dentes e a influência na microdureza do esmalte dentário. Foram confeccionados 120 fragmentos de dente bovino (6mm de altura X 6mm de largura x 2 mm espessura) e em seguida foram realizadas leituras de cor (Easyshade, VITA[®], Bad Säckingen, Alemanha) e microdureza superficial (Shimadzu[®], Tóquio, Japão). Metade dos fragmentos foram submetidos a clareamento com Peróxido de Carbamida a 22% (Whiteness Perfect 22, FGM). Fragmentos clareados e não clareados foram separados aleatoriamente em 12 grupos (n=10), segundo a associação de agentes clareadores a que foram submetidos: Dentifrício (Clareador – Colgate Luminous White, não clareador – Sorriso Dentes Brancos e com peróxido de hidrogênio – Advance White) e Enxaguatório bucal (Clareador – Colgate Luminous White, e não clareador – Colgate Plax Classic). A escovação simulada (Pepsodent, MAVTEC - Com. Peças, Acess. e Serv. Ltda. ME, Ribeirão Preto, SP, Brasil) e a imersão em enxaguatório bucal foram aplicadas por um período correspondente a um ano de utilização dos produtos clareadores. Após os tratamentos, leituras de cor e microdureza superficial finais foram realizadas. Os dados quantitativos foram coletados, a normalidade foi verificada pelo teste Kolmogorov-Smirnov e os resultados foram analisados segundo One-way ANOVA, TUKEY, $P < 0,05$. As maiores alterações de cor ($p < 0,05$) ocorreram nos grupos em que as amostras foram submetidas ao peróxido de carbamida 22%, independente da associação de produtos. A coordenada *b foi a responsável pela alteração de cor, resultando em maior diminuição do croma amarelo nas amostras submetidas ao peróxido de carbamida 22% em relação aos outros grupos. Não foram encontradas alterações significantes na microdureza das amostras, com exceção dos grupos 2 (peróxido de carbamida+dentifrício não clareador+enxaguatório clareador) e 9 (Dentifrício e enxaguatório clareadores), que sofreram diminuição de microdureza. Conclui-se que os dentifrícios e enxaguatórios clareadores “over-the-counter” não foram eficientes para o clareamento do

esmalte dental, sem a associação ao peróxido de carbamida 22% e que a composição dos agentes clareadores caseiros associados pode diminuir a microdureza do esmalte dentário.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the efficacy of the over-the-counter bleaching agents combined in the dental bleaching and their influence on the microhardness of tooth enamel. One hundred and twenty bovine tooth specimens (6mm high x 6mm wide x 2mm thickness) were made and then color (Easshade, VITA[®], Bad Säckingen, Germany) and microhardness (Shimadzu, Tokyo, Japan) readings were performed. Half of the specimens were submitted to bleaching using 22% Carbamide peroxide (Whiteness Perfect 22, FGM). Bleached and not bleached fragments were randomly separated into 12 groups (n=10) according to the bleaching agents that they were submitted: Toothpaste (Whitening – Colgate Luminous White; Regular – Sorriso Dentes Brancos; Whitening with hydrogen peroxide in the composition – Advance White) and Mouthwash (Whitening – Colgate Luminous White and Regular – Colgate Plax Classic). The toothbrush (Pepsodent, MAVTEC - Com. Parts, accessories and Serv. Ltda. ME, Ribeirão Preto, SP, Brazil) and the immersion in mouthwash were simulated corresponding to one year of using the bleaching agents. After the treatments, final color and microhardness readings were performed. Quantitative data was collected; normality was checked by the Kolmogorov-Smirnov test, and statistical were applied according to data distribution. After the treatments, final color and microhardness readings were performed. The quantitative data were collected, the normality was verified by the Kolmogorov-Smirnov test and the results were analyzed according to One-way ANOVA, TUKEY, $P < 0.05$. The highest color changes ($p < .05$) occurred in the groups which the samples were submitted to 22% carbamide peroxide, regardless of product association. The coordinate * b was responsible for the color change, resulting in a greater reduction of the yellow chroma in the samples submitted to the carbamide peroxide 22% in relation to the other groups. No significant changes were found in the microhardness of the samples, except for groups 2 (carbamide peroxide + non-whitening toothpaste + whitening mouthwash) and 9 (whitening toothpaste and whitening mouthwash), which had a decrease on microhardness. It

was concluded that the toothpaste and over-the-counter whitening mouthwashes were not efficient for tooth enamel whitening without the association with 22% carbamide peroxide. Besides, the composition of the home bleaching associated agents can decrease the enamel microhardness.

Sumário

Introdução.....	9
Objetivo.....	10
Materiais e Método.....	11
1. Confecção das amostras.....	11
2. Análise de cor.....	12
3. Análise de microdureza.....	13
4. Alocação das amostras.....	15
5. Etapas dos protocolos de tratamento.....	18
5.1. Tratamento clareador.....	18
5.2. Escovação simulada.....	18
5.3. Imersão em enxaguatório bucal.....	20
6. Cálculo da estabilidade de cor e microdureza.....	20
7. Análise estatística.....	21
Resultados.....	22
Discussão.....	28
Conclusão.....	33
Referências.....	34

Introdução

A aparência tem sido cada vez mais importante para o ser humano, podendo afetar inclusive comportamentos psicológicos, sociais e relações interpessoais. No que diz respeito ao sorriso, a cor dos dentes é um dos fatores mais determinantes para a satisfação e a autoestima dos pacientes (Martin *et al.*, 2016). Devido ao seu aspecto conservador, o clareamento dentário se tornou o tratamento estético mais popular na Odontologia (da Matta *et al.*, 2005).

Trata-se de um procedimento realizado através da aplicação de géis com peróxidos de hidrogênio ou de carbamida e sua técnica de aplicação pode variar de acordo com a concentração do agente ativador, que produz alteração de cor nos dentes por meio de reações de oxidação e redução de radicais livres (Leal *et al.*, 2015).

Atualmente o clareamento dentário pode ser realizado no consultório pelo dentista, ou em casa pelo próprio paciente sobre supervisão do profissional, na qual faz-se uso de moldeiras individuais com o produto geralmente no período noturno. Devido ao custo mais acessível esta última técnica de clareamento tem sido mais comumente usada (Cura *et al.*, 2015).

Por outro lado, a forte busca por este tipo de tratamento resultou em um crescente mercado de produtos clareadores, como dentifrícios e enxaguatórios bucais encontrados em supermercados e farmácias, comumente denominados “over-the-counter” (OTC) na literatura (Horn *et al.*, 2014), ou seja, que não necessitam da prescrição dos dentistas para utilização. A grande maioria dos produtos “over-the-counter” possuem alta quantidade de ingredientes abrasivos, que tem a remoção de manchas superficiais como mecanismo de ação (Karadas; Duymus, 2015). Em busca de resultados mais efetivos, em alguns outros produtos foram incorporados agentes clareadores químicos, como o peróxido de hidrogênio, que reagem com moléculas cromogênicas e dissolvem manchas no esmalte dentário (Soares *et al.*, 2015).

Apesar de resultados clínicos satisfatórios, vários estudos já demonstraram alterações dentárias em consequência do clareamento, principalmente no que diz respeito à estrutura histomorfológica (de Arruda *et al.*, 2012, Franco *et al.*, 2016). Aumento de porosidade, rugosidade, desmineralização e diminuição da microdureza já foram observadas em esmalte dentário após ser submetido a tratamento clareador (Lia Mondelli *et al.*, 2015). Da mesma forma, sabe-se que é relevante considerar os efeitos abrasivos de produtos clareadores OTC sobre as propriedades do dente, sobretudo a microdureza (Khamverdi *et al.*, 2010), indicador para perda mineral do esmalte dentário (Henn-Donassollo *et al.*, 2016) e associada com diminuição da resistência a fratura e perda de cálcio (Khoroushi *et al.*, 2016).

Sabe-se que esses produtos isoladamente são eficientes para a remoção de manchas ou manutenção da cor ou aparência dental. Entretanto, não são conhecidos os efeitos da associação desses produtos quanto às alterações físicas dos dentes.

Objetivo

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia da associação dos agentes clareadores “over-the-counter” no clareamento de dentes e a influência na microdureza do esmalte dentário. A hipótese nula testada foi a de que não haveria diferença da alteração de cor e da microdureza do esmalte dentário independente da associação de produtos utilizada.

Material e Métodos

1. Confeção das amostras

Para este estudo, foram confeccionados 120 fragmentos de dente bovino (6 mm de altura x 6 mm de largura x 2 mm de espessura). Para isso, os dentes foram cortados em cortadeira metalográfica (Isomet 100 Buehler, Illinois, EUA) a partir de cortes longitudinais e transversais. Após os cortes, foram realizadas análises de cor (Easyshade, VITA[®], Bad Säckingen, Alemanha) e microdureza superficial (Shimadzu[®], Tóquio, Japão)



Figura 1: Incisivo bovino

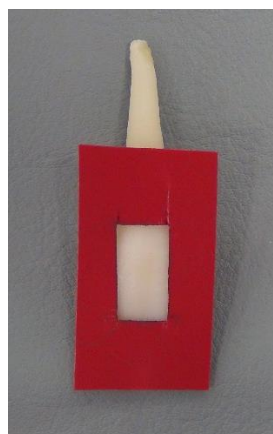


Figura 2: Delimitação da área submetida aos cortes

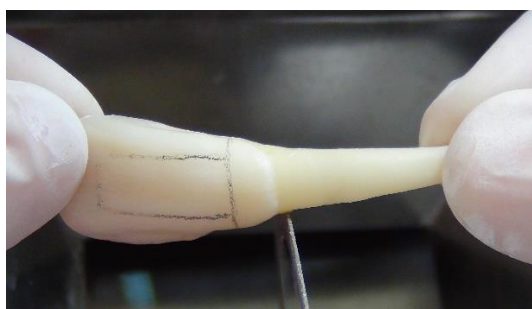


Figura 3: Eliminação das raízes



Figura 4: Inclusão com cera no suporte para a cortadeira

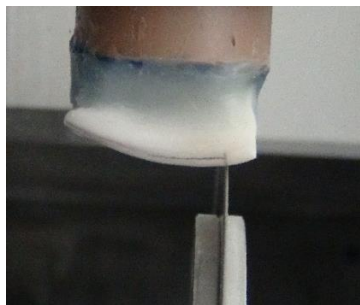


Figura 5: Dente na cortadeira



Figura 6: Cortes longitudinais e transversais



Figura 7: Fragmento obtido e incluído com resina

2. Análise de Cor

A análise de cor foi realizada em espectrofotômetro (Easyshade, VITA[®], Bad Säckingen, Alemanha). Este equipamento possui uma ponteira digital que se posiciona sobre o fragmento dentário emitindo um feixe de luz transmitido por fibras ópticas, capaz de captar a reflexão de luz através de coordenadas.

O padrão de observação do equipamento segue o sistema CIE $L^*a^*b^*$, recomendado pela CIE (Comission Internationale de l'Éclairage). Este sistema é definido por uma combinação de coordenadas cartesianas, na qual um ponto está associado a uma cor única. O eixo L^* é a coordenada de luminosidade (escala de cinza), e apresenta valores numéricos que variam de 0 (preto) a 100 (branco). Quanto mais próximo zero, mais escura é a cor do objeto, e quanto mais próximo do 100, mais clara é a cor do objeto. Os eixos a^* e b^* são coordenadas de cromaticidade, e variam de -80 a +80. A coordenada a^* designa o eixo vermelho-verde e a coordenada b^* designa o eixo amarelo-azul. No caso de a^* , quando o valor for positivo (+), haverá desvio para a tonalidade vermelha, e quando o valor for negativo (-), para a tonalidade verde. Para a coordenada b^* , o valor positivo (+) é fornecido para objetos de tonalidade amarela, e o valor negativo (-), para a tonalidade azul.

Para a leitura da cor, os fragmentos dentários foram inicialmente colocados sobre um bloco, com fundo padrão branco (White Standard Sphere for 45°, 0° Reflectance and Color

Gardner Laboratory Inc. Bethesda, Geretsried, Alemanha). As amostras foram acopladas no espectrofotômetro e, após o acionamento, 30 lâmpadas LED com 10 cores diferentes dispostas de forma circular se acenderam e emitiram um feixe de luz em 45° na superfície do material, utilizando iluminante padrão primário D65, que simula o espectro da luz do dia. Esse feixe foi refletido em 0° de volta para o aparelho e, assim, este captou e registrou os valores de L^* , a^* e b^* dos fragmentos dentários. Foram realizadas três leituras de cor para cada fragmento, sendo considerada como valor inicial de coordenadas, as médias desses valores.



Figura 8: Leitura de cor

3. Análise de Microdureza

Para a análise de microdureza Knoop, foi utilizado um microdurômetro Micro Hardness Tester HMV-2 (Shimadzu®, Tóquio, Japão). Uma ponta penetradora de diamante com forma piramidal de base losangular sob carga vertical estática de 25 g aplicada por 5 segundos foi acionada sobre os fragmentos dentários. As leituras foram realizadas com a objetiva de 40x.

Quando foi acionada, a ponta penetradora realizou uma compressão na superfície do fragmento, e gerou uma figura geométrica em forma de pirâmide inversa, visualizada pelo contraste entre a impressão e a superfície. O formato de losango possibilitou a determinação da

microdureza superficial do material a partir da mensuração de sua maior diagonal, cujo valor foi aplicado em uma fórmula matemática para obtenção de resultados. O microdurômetro usado neste estudo realizou os cálculos automaticamente, a partir das duas marcas verticais perpendiculares sobrepostas, na maior diagonal do losango. Desta maneira, o resultado da microdureza de Knoop apareceu na tela do aparelho através do cálculo feito pelo software do equipamento utilizando a equação a seguir:

$$KHN = \frac{1,451 F}{d^2}$$

Onde:

KHN = valor de dureza Knoop (Knoop Hardness Number)

F = 25 gramas

d = comprimento da maior diagonal da endentação

Foram realizadas três leituras, em posições distintas do fragmento: uma central, outra a 1 mm de distância à esquerda, e outra a 1 mm à direita em relação à marcação central. A média das três leituras foi considerada como valor inicial de microdureza.



Figura 9:
Microdurômetro



Figura 10: Ponta
penetradora acionada

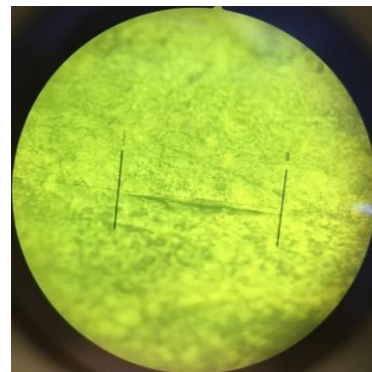


Figura 11: Losango
gerado pela edentação
e mensuração de sua
maior diagonal

4. Alocação das amostras

Após as leituras iniciais, as 120 amostras foram separadas aleatoriamente em 12 grupos, de acordo com o protocolo clareador selecionado, que levou em consideração três fatores, como se segue. A combinação entre os fatores determinou o grupo ao qual pertence, conforme Tabela 1 e Figura 12.

- 1º fator: O tratamento clareador com peróxido de carbamida a 22%, **PC22%**;
- 2º fator: O dentífrício (não clareador – Sorriso Dentes Brancos, **SDB**; clareador – Colgate Luminous White, **CLW** e clareador com peróxido – Advance White by Church & Dwight CO, **AW**);
- 3º fator: O enxaguatório bucal (não clareador – Colgate Plax Classic, **CPC** e clareador – Colgate Luminous White, **ECLW**).

Figura 12: Fluxograma representando a distribuição dos grupos amostrais

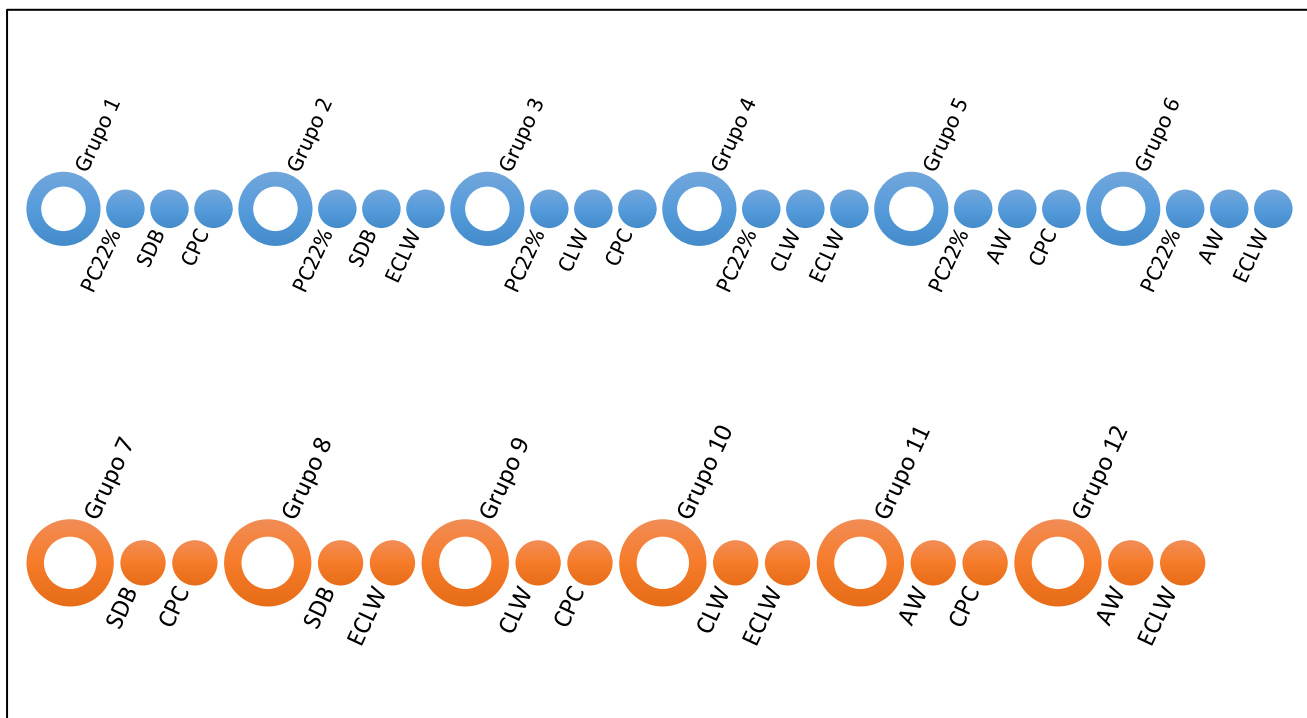


Tabela 1 – Distribuição dos grupos

Grupo	Protocolo de tratamento	Composição	Fabricantes
1	Peróxido de carbamida 22% (PC22%)	Peróxido de Carbamida, Carbopol Neutralizado, Nitrato de Potássio, Fluoreto de Sódio, Umectante (Glicol), Água Deionizada.	Whiteness Perfect 22, FGM Produtos Odontológicos LTDA, Joinville, Santa Catarina, Brasil.
	Dentifrício não clareador (SDB)	Carbonato de Cálcio, Água, Glicerina, Lauril Sulfato de Sódio, Aroma, Monofluorofosfato de Sódio (1450 ppm de Flúor), Goma de Celulose, Pirofosfato Tetrasódio, Bicarbonato de Sódio, Álcool Benzílico, Sacarina de Sódio, Hidróxido de Sódio, Limoneno.	Colgate Palmolive Company, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil.
	Enxaguatório não clareador (CPC)	Fluoreto de Sódio 0,05%, Cloreto de Cetilpiridínio, Água, Glicerina, Propilenoglicol, Sorbitol, Poloxamer 407, Aroma, Sorbato de Potássio, Sacarina Sódica, Ácido Cítrico, CI 16035, Azul Ácido 3 (CI 42051).	
2	Peróxido de carbamida 22% (PC22%)		FGM Produtos Odontológicos LTDA.
	Dentifrício não clareador (SDB)		Colgate Palmolive Company.
	Enxaguatório clareador (ECLW)	Fluoreto de Sódio 0,05%, Água, Glicerina, Propilenoglicol, Sorbitol, Pirofosfato de Tetrapotássio, Polisorbato 20, Pirofosfato Tetrasódio, Citrato de Zinco, Copolímero PVM/MA, Aroma, Álcool Benzílico, Fluoreto de Sódio (225 ppm de Flúor), Sacarina Sódica, Azul Ácido 3 (CI 42051).	
3	Peróxido de carbamida 22% (PC22%)		FGM Produtos Odontológicos LTDA.
	Dentifrício clareador (CLW)	Fluoreto de Sódio (1450 ppm de Flúor), Água, Sorbitol, Sílica Hidratada, PEG-12, Lauril Sulfato de Sódio, Aroma, Goma de Celulose, Hidróxido de Potássio, Pirofosfato Tetrasódio, Ácido Fosfórico, Betaína Cocainapropyl, Álcool Benzílico, Sacarina Sódica, CI (77891), Limoneno.	Colgate Palmolive Company.
	Enxaguatório não clareador (CPC)		

4	Peróxido de carbamida 22% (PC22%)		FGM Produtos Odontológicos LTDA.
	Dentifrício clareador (CLW)		Colgate Palmolive Company.
	Enxaguatório clareador (ECLW)		
5	Peróxido de carbamida 22% (PC22%)		FGM Produtos Odontológicos LTDA.
	Dentifrício clareador com peróxido (AW)	Fluoreto de Sódio 0,24%, Bicarbonato de Sódio, PEG-8, Pirofosfato Tetrasódio, PEG/PPG Copolímero 116/66, Peróxido de Carbonato de Sódio, Sílica, Sacarina Sódica, Sabor, Água, Sarcosinato de Lauril Sódico, Lauril Sulfato Sódico.	ARM & HAMMER by Church & Dwight Co., Inc, Princeton, New Jersey, EUA.
	Enxaguatório não clareador (CPC)		Colgate Palmolive Company.
6	Peróxido de carbamida 22% (PC22%)		FGM Produtos Odontológicos LTDA.
	Dentifrício clareador com peróxido (AW)		ARM & HAMMER by Church & Dwight Co., Inc.
	Enxaguatório clareador (ECLW)		Colgate Palmolive Company.
7	Dentifrício não clareador (SDB)		Colgate Palmolive Company.
	Enxaguatório não clareador (CPC)		
8	Dentifrício não clareador (SDB)		Colgate Palmolive Company.
	Enxaguatório clareador (ECLW)		
9	Dentifrício clareador (CLW)		Colgate Palmolive Company.
	Enxaguatório não clareador (CPC)		
10	Dentifrício clareador (CLW)		Colgate Palmolive Company.
	Enxaguatório clareador (ECLW)		
11	Dentifrício clareador com peróxido (AW)		ARM & HAMMER by Church & Dwight Co., Inc.
	Enxaguatório não clareador (CPC)		Colgate Palmolive Company.
12	Dentifrício clareador com peróxido (AW)		ARM & HAMMER by Church & Dwight Co., Inc.
	Enxaguatório clareador (ECLW)		Colgate Palmolive Company.

Antes dos tratamentos, os fragmentos foram embutidos em anéis de PVC com resina acrílica incolor autopolimerizável (Vipi Flash, Vipi, Pirassununga, SP, Brasil). Foram incluídos dois fragmentos dentais de cada grupo em um mesmo anel.

5. Etapas dos protocolos de tratamento

5.1. Tratamento Clareador

O tratamento clareador foi realizado com peróxido de carbamida 22% (Whiteness Perfect 22%, FGM Produtos Odontológicos LTDA, Joinville, Santa Catarina, Brasil) utilizando o produto durante 1 hora por dia, seguida de 23 horas de imersão em água destilada conforme recomendação do fabricante.



Figura 13: Aplicação do gel clareador com microbrush

5.2. Escovação Simulada

A escovação simulada foi realizada em máquina de escovação (Pepsodent, MAVTEC - Com. Peças, Acess. e Serv. Ltda. ME, Ribeirão Preto, SP, Brasil). Foi utilizada uma escova dental (Tek, Johnson & Johnson Ind. Com. Ltda., São José dos Campos, SP, Brasil) a cada duas amostras

incluídas em um único anel de PVC. As cabeças das escovas foram cortadas em baixa rotação com auxílio de peça reta e fresa maxicut (Edenta AG, Au, Suíça). Em seguida, as escovas dentais foram encaixadas nos dispositivos da máquina e fixadas com parafusos nas regiões laterais e superior. A escova acoplada possuía o peso de 200g e o curso percorrido por ela correspondia a 3,8 centímetros.

Doze fragmentos de dente bovino foram escovados simultaneamente, em velocidade de 356 rotações por minuto. As amostras foram inseridas em placas de pexiglass (Acrilpress Artefatos de acrílico Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil), previamente desenvolvidas com um círculo no centro com as dimensões do corpo-de-prova para permitir uma melhor adaptação e imobilização das amostras no momento da escovação, e fixadas nas cubas da máquina.

O dentifrício utilizado foi diluído em água destilada na proporção de 20 g de dentifrício para 20 ml de água destilada. A mistura foi feita em manipulador a vácuo A 300 (Polidental Ltda, Cotia, SP, Brasil) e posteriormente foi vertida com seringa plástica (10 ml de solução) igualmente em cada cuba sobre as amostras. Ao ser acionada, a máquina começava a contar os ciclos de escovação, e funcionava por 41 minutos. Este tempo foi correspondente a realização de 14.600 ciclos, equivalentes a um ano de escovação por um indivíduo saudável (Wiegand *et al.*, 2009). Após a escovação simulada, os fragmentos foram lavados em água corrente, secos com papel absorvente e armazenados isoladamente em recipientes plásticos com água destilada em estufa a 37°C até as novas leituras de cor e microdureza.

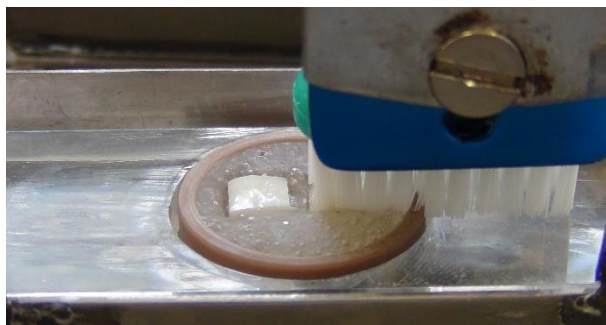


Figura 14: Amostras posicionadas na máquina de escovação

5.3. Imersão em Enxaguatório Bucal

Para simular o uso de enxaguatório bucal uma vez ao dia por um período de 1 ano, as amostras foram submetidas a 12 ciclos de 1 minuto de imersão, e ao fim de cada ciclo, foram lavadas em água corrente. Posteriormente à lavagem, as amostras foram imersas em água destilada por 29 minutos, a 37°. Isso foi realizado por 30 dias, totalizando 360 ciclos (Festuccia *et al*, 2012).



Figura 15: Colocação do enxaguatório sobre as amostras com pipeta



Figura 16: Amostras imergidas em enxaguatório

6. Cálculo da Estabilidade de cor e microdureza

Após a realização de cada etapa dos protocolos de tratamento foram realizadas leituras de cor e microdureza finais, conforme metodologia anteriormente descrita.

O cálculo da estabilidade de cor (ΔE) das amostras foi realizado utilizando a fórmula:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Onde:

ΔE^* = alteração de cor

ΔL^* = diferença na luminosidade (L^*)

Δa^* = diferença no eixo a^*

Δb^* = diferença no eixo b^* .

A direção da diferença de cor é descrita pelas magnitudes e sinais algébricos das componentes ΔL^* , Δa^* e Δb^* :

$$\Delta L^* = L^*_F - L^*_I$$

$$\Delta a^* = a^*_F - a^*_I$$

$$\Delta b^* = b^*_F - b^*_I$$

Onde L^*_I , a^*_I e b^*_I são referidos como medição inicial da cor e L^*_F , a^*_F e b^*_F como medição final da cor. Alterações de cor acima de 3,3, são consideradas clinicamente inaceitáveis (Inokoshi *et al.*, 1996).

A alteração de microdureza das amostras (antes e após cada etapa do tratamento) foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\Delta KHN = KHN_f - KHN_i$$

Onde KHN_f representa a leitura de microdureza final e KHN_i a medida inicial.

7. Análise Estatística

Após a coleta de todos os dados quantitativos, a normalidade foi verificada pelo teste Kolmogorov-Smirnov e a amostra foi analisada estatisticamente utilizando teste paramétrico (One-way ANOVA, Tukey, $p < 0,05$).

Resultados

Na tabela 2 são apresentados os valores das alterações de cor dos grupos estudados, bem como os deltas (Δ) relativos às coordenadas analisadas. As figuras 17 a 20 apresentam graficamente as alterações numéricas apresentadas na Tabela 2.

Verifica-se que as maiores alterações de cor ($p < 0,05$) ocorreram nos grupos em que as amostras foram submetidas ao peróxido de carbamida 22% (grupos 1 a 6), independente da associação de produtos. O mesmo não ocorre nos grupos submetidos a dentifrícios clareadores que, associados a enxaguatórios clareadores ou não, tiveram alteração de cor menor. Os grupos 2, 3, 5 e 6 apresentaram maiores valores de ΔE , com diferença significativa ($p < 0,05$) em relação aos grupos 9, 10 e 11, que não apresentaram diferença entre si.

Quanto ao ΔL , as maiores alterações ocorreram para os grupos 3 (peróxido de carbamida 22%, dentifrício clareador e enxaguatório não clareador) e 5 (peróxido de carbamida 22%, dentifrício clareador com peróxido e enxaguatório não clareador), sem diferença entre si, mas diferente estatisticamente ($p < 0,05$) em relação ao grupo 9 (dentifrício clareador e enxaguatório não clareador), que apresentou a menor alteração de ΔL . Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na comparação entre os demais grupos.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para a coordenada a^* em nenhum dos grupos. A coordenada b^* foi a responsável pela alteração de cor, resultando em maior diminuição do croma amarelo nas amostras submetidas ao peróxido de carbamida 22% (grupos 1 a 6) em relação aos outros grupos.

Tabela 2 – Média (Desvio-Padrão) das leituras de cor após os tratamentos

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12
ΔE	13,01 (4,614)ABC	14,63 (2,934) AC	15,03 (8,858)A	13,01 (5,105)ABC	16,46 (7,041)A	14,58 (5,857)AC	9,567 (5,124)ABC	9,441 (3,796)ABC	6,916 (4,039)B	6,243 (3,582)B	6,617 (2,713)B	7,379 (1,573)BC
ΔL	6,975 (4,826)AB	6,555 (3,323)AB	9,223 (7,733)A	4,879 (3,307)AB	8,737 (5,679)A	6,968 (3,976)AB	3,256 (4,192)AB	4,724 (3,666)AB	2,441 (3,721)B	3,327 (2,897)AB	4,055 (2,146)AB	3,837 (1,286)AB
Δa	-4,016 (2,069)A	-5,024 (2,212)A	-4,347 (2,176)A	-4,957 (2,612)A	-4,767 (1,679)A	-4,583 (0,7741)A	-3,914 (2,038)A	-4,235 (2,404)A	-3,733 (2,803)A	-3,096 (2,405)A	-3,503 (2,267)A	-4,323 (2,256)A
Δb	-9,422 (3,319)ABCE	-12 (4,908)A	-10,19 (5,821)ABE	-10,41 (4,719)ABE	-12,41 (5,864)A	-11,43 (5,136)AB	-7,196 (4,457)ABCDE	-5,264 (4,323)BCDE	-2,832 (2,011)CDE	-2,565 (3,42)DE	-1,854 (3,243)DE	-4,1 (4,346)E

Letras diferentes na comparação de ΔE e cada uma das coordenadas, indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

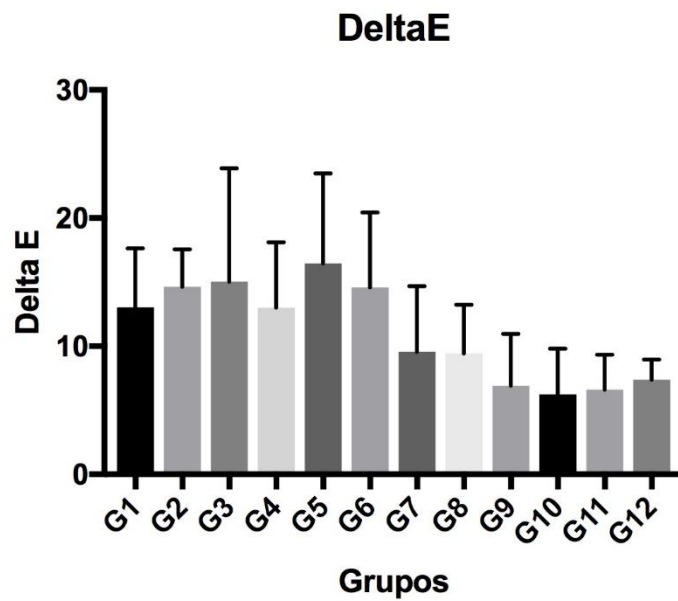


Figura 17: Representação gráfica dos resultados de comparação de ΔE .

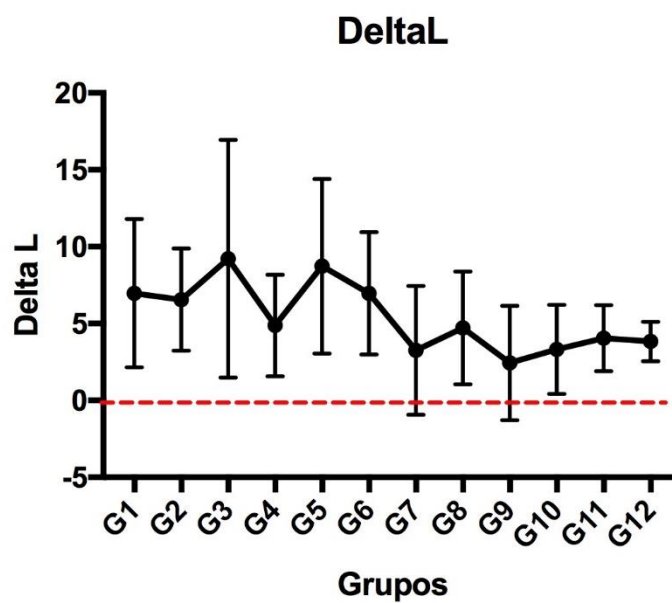


Figura 18: Representação gráfica dos resultados de comparação de ΔL .

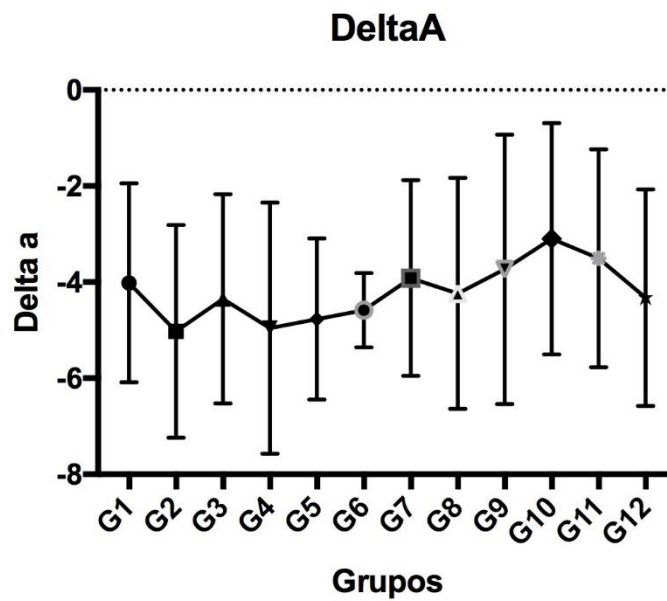


Figura 19: Representação gráfica dos resultados de comparação de Δa .

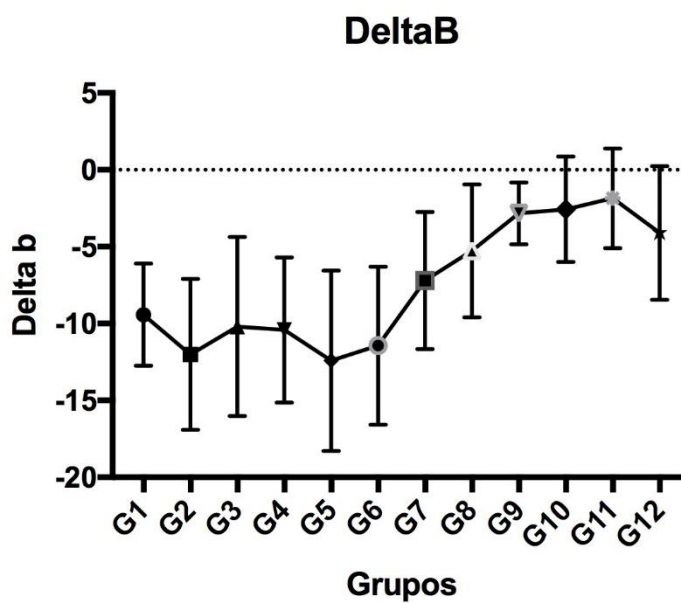


Figura 20: Representação gráfica dos resultados de comparação de Δb .

A comparação das médias (One-way ANOVA, Tukey, $p < 0,05$) de alteração de microdureza (KHN) e erro padrão da média é apresentada na Tabela 3. A Figura 21 apresenta a representação gráfica dos resultados encontrados.

Tabela 3 – Comparação das médias (erro padrão da média) de alteração de microdureza dos grupos testados

	Δ KHN
G1	102,5 (18,1) A
G2	-123,7 (53,5) BC
G3	76,97 (17,7) ABC
G4	107,2 (43,8) AB
G5	102 (35,8) A
G6	119,1 (34,3) A
G7	34,62 (18,6) ABC
G8	32,87 (27,3) ABC
G9	-58,59 (50,9) C
G10	49,66 (26,7) AC
G11	11,55 (31,4) ABC
G12	63,04 (22,3) AC

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa

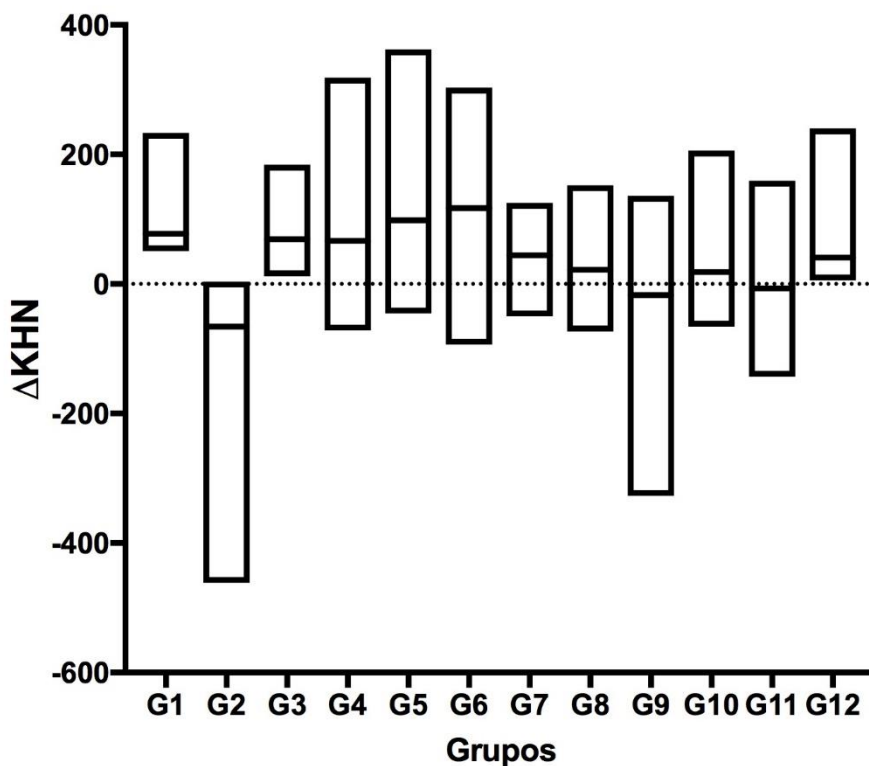


Figura 21: Representação gráfica dos resultados de comparação de ΔKHN .

Observa-se que todos os tratamentos foram capazes de produzir alguma alteração na microdureza. Considerando as combinações de produtos utilizados em cada grupo, destaca-se os grupos 2 (peróxido de carbamida, dentifrício não clareador e enxaguatório clareador) e 9 (dentifrício clareador e enxaguatório não clareador), nos quais ocorreu uma acentuada diminuição da microdureza das amostras. Entretanto, as alterações de microdureza não foram significantes nos grupos restantes.

Discussão

Este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia da associação dos agentes clareadores “over-the-counter” no clareamento de dentes e a influência na microdureza do esmalte dentário. Partiu-se da hipótese nula de que não haveria diferença na alteração de cor e microdureza do esmalte dentário, independente da associação de produtos utilizada. Entretanto diferenças significantes foram encontradas entre alguns grupos de acordo com o tratamento submetido, tanto em relação à alteração de cor (grupos 2, 3, 5 e 6 ≠ 9, 10 e 11) quanto em relação à microdureza das amostras (grupos 2 e 9 ≠ todos os demais grupos), o que não permite aceitar a hipótese testada.

Estudos têm demonstrado que o uso de produtos “over-the-counter” não é tão eficiente para alterar a cor dos dentes quanto os tratamentos clareadores com peróxidos (Jurema et al., 2018), resultados corroborados no presente estudo, conforme os resultados encontrados de maior alteração de cor para os grupos 2, 3, 5 e 6, submetidos ao clareamento com peróxido de carbamida a 22%.

Os dentifrícios clareadores, como o Colgate Luminous White utilizado neste estudo, são capazes de provocar alterações na cor dos dentes a partir da grande quantidade de partículas abrasivas em sua composição (Torres *et al.*, 2013). Essas partículas comumente são alumina, fosfato dicálcico di-hidratado ou sílica hidratada, e são incorporadas para auxiliar no efeito branqueador dos dentifrícios. Além disso, as manchas se aderem em uma película presente no esmalte, e os dentifrícios clareadores comumente também possuem enzimas capazes de dissolver as proteínas que compõe esta película, causando assim a remoção das manchas (Walsh *et al.*, 2005; Lewis *et al.*, 2004).

Observa-se que nos grupos submetidos ao tratamento com dentifrício com peróxido foram encontradas alterações de cor semelhantes as dos outros grupos. Esses dentifrícios não

tem um efeito branqueador devido unicamente ao peróxido. Em sua composição também são incluídas as partículas abrasivas que contribuem para a alteração de cor pela remoção das manchas extrínsecas (Jurema *et al.*, 2018), como a sílica no caso do dentifrício Advanced White utilizado neste estudo. A presença do peróxido é um diferencial neste dentifrício, que tem como objetivo promover efeito clareador ainda maior que o causado somente pelas partículas abrasivas. Entretanto, a baixa concentração na qual se encontram esses peróxidos talvez não seja suficiente para promover um efeito significativamente maior que o já encontrado nos dentifrícios clareadores sem peróxido. Além de estarem em baixas concentrações, os peróxidos presentes neste dentifrício permanecem em contato com o dente apenas durante a escovação, tempo mais curto se comparado ao período de utilização do gel de peróxido de carbamida que, além disso, possui uma concentração muito maior.

Em resumo, o mecanismo de limpeza destes dentifrícios tem influência principalmente sobre as manchas extrínsecas e não afeta significativamente a coloração intrínseca do dente (Soares *et al.*, 2015). Já o tratamento clareador com peróxido de carbamida é capaz de produzir alteração de cor a partir de sua decomposição em água e oxigênio, que se difunde pelo dente causando oxidação e redução de pigmentos orgânicos intrínsecos da estrutura dentinária (Mireles *et al.*, 2012), o que torna o procedimento mais eficiente no clareamento dental.

Em relação à eficácia dos enxagatórios bucais clareadores, estudos vêm demonstrando resultados divergentes. Estudo anterior resultou em alterações de cor similares entre grupos submetidos a enxagatórios clareadores utilizados por doze semanas e grupos submetidos ao clareamento caseiro com peróxido de carbamida a 10% (Torres *et al.*, 2013). Em contrapartida, outros estudos já relataram que estes tipos de enxagatórios não resultaram em efeito clareador significativo (Potgieter *et al.*, 2011; Jaime *et al.*, 2014). No presente estudo, as alterações de cor encontradas nos grupos submetidos ao enxagatório clareador (Colgate

Luminous White) também não apresentaram diferenças significantes em relação aos grupos submetidos ao não clareador (Colgate Plax).

Os enxaguatórios clareadores geralmente contêm citratos e pirofosfatos de potássio ou sódio, componentes que são potenciais clareadores por meio da remoção de manchas superficiais do esmalte, outros também podem conter peróxido de hidrogênio em baixas concentrações ou haxametáfosfato de sódio, agente anti-tártaro que previne formação de manchas (Lima *et al.*, 2008). Neste caso, o enxaguatório clareador utilizado (Colgate Luminous White) contém pirofosfato de tetrapotássio, pirofosfato tetrasódio e citrato de zinco como componentes clareadores removedores de manchas. Porém, devido ao fato de estarem em contato com os dentes por um período muito curto, se comparado aos outros tipos de produto, a eficácia destes enxaguatórios clareadores, bem como a ação de seus componentes pode ser reduzida. Estudo anterior demonstrou que a quantidade de tempo a qual as amostras foram submetidas aos enxaguatórios clareadores foi um fator determinante para os resultados obtidos (Karadas *et al.*, 2015).

A associação dos produtos “over-the-counter” não teve influência significativa na microdureza das amostras. A exceção está nos grupos 2 e 9, em que houve acentuada diminuição na microdureza. O grupo 2 foi tratado com Peróxido de Carbamida 22% associado a dentifrício não clareador e enxaguatório clareador. O Grupo 9 foi tratado com dentifrício clareador e enxaguatório não clareador. Estudos demonstraram que produtos clareadores, principalmente os que contêm peróxidos, podem provocar efeitos deletérios não só à microdureza do esmalte e da dentina, mas também na resistência a abrasão e na rugosidade dos dentes (Nathoo *et al.*, 1994; Torres *et al.*, 2013). No caso do grupo 2, ao efeito do peróxido de carbamida adicionou-se o enxaguatório clareador, que apresenta em sua composição álcool. Esta substância, utilizada como solubilizante e preservador do produto, apesar de não apresentar efeitos deletérios sobre o esmalte (Pelino *et al.*, 2018), a associação de componentes

pode ter criado sinergia entre os produtos, resultando em menor microdureza. Apesar do produto apresentar fluoreto de sódio, este não foi suficiente para produzir remineralização da estrutura do esmalte no período em que esteve em contato com o substrato.

Quanto ao grupo 9, o enxaguatório apresenta em sua composição, cloreto de cetilpiridínio, e o dentifrício, pirofosfato. O cloreto de cetilpiridínio é um antisséptico catiônico que possui efeito anti-placa, antibacteriano e é amplamente utilizado nos enxaguatórios bucais, principalmente como adjuvante à higiene bucal mecânica no tratamento da gengivite (Rösing *et al.*, 2017). O pirofosfato é um componente conhecido por sua atividade anti-tártaro, agindo também como abrasivo a fim de remover e evitar a formação de manchas nos dentes. (Joiner, 2010)

Os enxaguatórios são soluções que ficam expostos à cavidade bucal por um período curto de tempo e devem ter substantividade para alcançarem sua melhor ação. Entretanto, alguns antissépticos catiônicos, como as soluções à base de cloreto de cetilpiridíneo (CPC), podem ser inativados por compostos químicos aniônicos (Moran, 2008; Wu *et al.*, 2002), como o lauril sulfato de sódio e o pirofosfato, que são componentes encontrados no dentifrício clareador (CLW). Além disso, o pirofosfato é um composto que age na quelatação mineral e na inibição da mineralização ectópica. Tem grande interação com o cálcio, tanto em soluções como em superfícies. Há interação entre pirofosfato e cálcio pelo pareamento dos íons em que a carga positiva do cálcio atrai as cargas negativas do oxigênio nos ânions fosfato (Gerlach *et al.*, 2000).

Dessa forma, pode-se sugerir que no grupo 2 o pirofosfato do enxaguatório pode ter sequestrado o cálcio da superfície do esmalte, já deteriorado pelo efeito do Peróxido de Carbamida 22%, produzindo a diminuição da microdureza. No caso do grupo 9, apesar de não ter ocorrido o tratamento dos dentes com o Peróxido de carbamida, o efeito do pirofosfato sobre o esmalte pode ter ocorrido em sinergia com o efeito inibidor dos componentes aniônicos

do dentifrício (lauril sulfato de sódio e pirofosfato) sobre o cloreto de cetilpiridíneo, que pode ter resultado em diminuição da microdureza.

Estudos demonstraram resultados significativos na alteração de cor e remoção de manchas extrínsecas pelo uso de dentifrícios contendo pirofosfato de sódio em sua composição (Ayad *et al.*, 2000; Gerlach *et al.*, 2004). Trata-se de um material que possui uma alta capacidade de ligação ao esmalte, à dentina e ao próprio tártaro, sendo capaz de levar a dessorção dos componentes das manchas presentes na superfície dental (White *et al.*, 2002; Shellis *et al.*, 2005). Porém, os pirofosfatos são agentes químicos considerados abrasivos (Joiner, 2010), portanto, podem causar alterações de perdas estruturais no esmalte dentário, acarretando na redução da microdureza.

O restante dos grupos apresentou valores de microdureza aumentados. Sabe-se que produtos clareadores podem causar uma desmineralização transitória, mas também podem induzir à remineralização e ao reparo do esmalte, acarretando no aumento da microdureza (Chen *et al.*, 2013). Todos os produtos utilizados possuem fluoreto de sódio ou monofluorfosfato de sódio em sua composição. Estes dois tipos de fluoretos são substâncias remineralizadoras do esmalte dentário, muito utilizadas em diversos dentifrícios e enxaguatórios para a prevenção da cárie (Marinho *et al.*, 2003; Twetman *et al.*, 2003). Frente ao pH ácido que os produtos utilizados puderam oferecer às amostras, os íons flúor são capazes de substituir os íons hidroxila da hidroxiapatita do dente para formar fluorapatita, mais resistente à dissolução ácida (Punyanirun *et al.*, 2018). A presença destes fluoretos nos produtos utilizados neste estudo pode explicar o aumento nos valores da microdureza das amostras após os tratamentos.

Por tratar-se de um estudo in-vitro, fatores como protocolos de utilização dos produtos, força e frequência de escovação, tempo de utilização dos enxaguatórios, temperatura, foram bem controlados. Porém, a dinâmica bucal e os hábitos entre os usuários de produtos de higiene oral são muito diversos. Além disso, não foi possível analisar a ação da saliva como substância

remineralizadora e tamponante sobre a microdureza do esmalte dentário. Sabe-se que a saliva artificial pode aumentar a alteração de cor dos dentes e dos materiais (Prayitno *et al.*, 1979). Daí a razão por não testarmos a estabilidade de cor nesse ambiente, o que é uma limitação do estudo. Assim, recomenda-se que novos estudos sejam feitos, preferencialmente clínicos, a fim de esclarecer melhor o efeito dos produtos “over-the-counter”.

Conclusão

- 1). Os dentifrícios e enxagatórios clareadores “over-the-counter” não foram eficientes para o clareamento do esmalte dental, sem a associação ao peróxido de carbamida 22%
- 2). A composição dos agentes clareadores caseiros associados pode diminuir a microdureza do esmalte dentário.

Referências

Ayad F, Demarchi B, Khalaf A, Davies R, Ellwood R, Bradshaw B, Petrone ME, Chaknis P, DeVizio W, Volpe AR, Proskin HM. A six-week clinical tooth whitening study of a new calculus-inhibiting dentifrice formulation. *J Clin Dent*. 2000;11(3):84-7.

Chen X, Chen Z, Lin Y, Shao J, Yin L. Effects of tooth whitening agents and acidic drinks on the surface properties of dental enamel. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2013 Oct;31(5):530-2.

Cura M, Fuentes MV, Ceballos L. Effect of low-concentration bleaching products on enamel bond strength at different elapsed times after bleaching treatment. *Dent Mater J*. 2015;34(2):203-10.

de Arruda AM, dos Santos PH, Sundfeld RH, Berger SB, Briso AL. Effect of hydrogen peroxide at 35% on the morphology of enamel and interference in the de-remineralization process: an in situ study. *Oper Dent*. 2012 Sep-Oct;37(5):518-25.

Festuccia MS, Garcia Lda F, Cruvinel DR, Pires-De-Souza Fde C. Color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to mouthrinsing action. *J Appl Oral Sci*. 2012 Mar-Apr;20(2):200-5.

Franco LM, Machado LS, Salomão FM, Dos Santos PH, Briso AL, Sundfeld RH. Surface effects after a combination of dental bleaching and enamel microabrasion: An in vitro and in situ study. *Dent Mater J*. 2016;35(1):13-20.

Gerlach RW, Barker ML, Tucker HL. Clinical response of three whitening products having different peroxide delivery: comparison of tray, paint-on gel, and dentifrice. *J Clin Dent*. 2004;15(4):112-7.

Henn-Donassollo S, Fabris C, Gagiolla M, Kerber Í, Caetano V, Carboni V, Salas MM, Donassollo TA, Demarco FF. In Situ and In Vitro Effects of Two Bleaching Treatments on Human Enamel Hardness. *Braz Dent J*. 2016 Jan-Feb;27(1):56-9.

Horn BA, Bittencourt BF, Gomes OM, Farhat PA. Clinical evaluation of the whitening effect of over-the-counter dentifrices on vital teeth. *Braz Dent J*. 2014;25(3):203-6.

Inokoshi S, Burrow MF, Kataumi M, Yamada T, Takatsu T. Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. *Oper Dent*. 1996 Mar-Apr;21(2):73-80.

Jaime IM, França FM, Basting RT, Turssi CP, Amaral FL. Efficacy of hydrogen-peroxide-based mouthwash in altering enamel color. *Am J Dent*. 2014 Feb;27(1):47-50.

Joiner A. Whitening toothpastes: a review of the literature. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e17-24.

Jurema AL, Claudino ES, Torres CR, Bresciani E, Caneppele TM. Effect of Over-the-counter Whitening Products associated or Not with 10% Carbamide Peroxide on Color Change and Microhardness: in vitro Study. *J Contemp Dent Pract*. 2018 Apr 1;19(4):359-366.

Karadas M, Duymus ZY. In Vitro Evaluation of the Efficacy of Different Over-the-Counter Products on Tooth Whitening. *Braz Dent J*. 2015 Jul-Aug;26(4):373-7.

Karadas M, Hatipoglu O. Efficacy of Mouthwashes Containing Hydrogen Peroxide on Tooth Whitening. *ScientificWorldJournal*. 2015;2015:961403.

Khamverdi Z, Kasraie Sh, Rezaei-Soufi L, Jebeli S. Comparison of the effects of two whitening toothpastes on microhardness of the enamel and a microhybride composite resin: an in vitro study. *J Dent (Tehran)*. 2010 Summer;7(3):139-45.

- Khoroushi M, Shirban F, Kaveh S, Doustfateme S. Effect of three nanobiomaterials on microhardness of bleached enamel. *Restor Dent Endod*. 2016 Aug;41(3):196-201.
- Leal A, Paula A, Ramalho A, Esteves M, Ferreira MM, Carrilho E. Roughness and microhardness of composites after different bleaching techniques. *J Appl Biomater Funct Mater*. 2015 Dec 18;13(4):e381-8.
- Lewis, R, Dwyer-Joyce, RS, Pickles, MJ. Interaction between toothbrushes and toothpaste abrasive particles in simulated tooth cleaning. *Wear*. 2004 Aug. 257(3-4), 368-376.
- 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.
- Lima DA, Silva AL, Aguiar FH, Liporoni PC, Munin E, Ambrosano GM, Lovadino JR. In vitro assessment of the effectiveness of whitening dentifrices for the removal of extrinsic tooth stains. *Braz Oral Res*. 2008 Apr-Jun;22(2):106-11.
- Marinho VC, Chong LY, Worthington HV, Walsh T. Fluoride mouthrinses for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Jul 29;7:CD002284.
- Martin J, Rivas V, Vildósola P, Moncada L, Oliveira Junior OB, Saad JR, Fernandez E, Moncada G. Personality Style in Patients Looking for Tooth Bleaching and Its Correlation with Treatment Satisfaction. *Braz Dent J*. 2016 Jan-Feb;27(1):60-5.
- Matta, ENR, Maia, JAC, Chevitaresse, O. Influência do agente clareador peróxido de carbamida a 10% na resistência mecânica da colagem de braquetes ortodônticos. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial*. 2005. 10(2), 69-74.
- Meireles SS, Fontes ST, Coimbra LA, Della Bona Á, Demarco FF. Effectiveness of different carbamide peroxide concentrations used for tooth bleaching: an in vitro study. *J Appl Oral Sci*. 2012 Mar-Apr;20(2):186-91.
- Moran JM. Home-use oral hygiene products: mouthrinses. *Periodontol 2000*. 2008;48:42-53.
- Nathoo SA, Chmielewski MB, Kirkup RE. Effects of Colgate Platinum Professional Toothwhitening System on microhardness of enamel, dentin, and composite resins. *Compend Suppl*. 1994;(17):S627-30.
- Pelino JEP, Passero A, Martin AA, Charles CA. In vitro effects of alcohol-containing mouthwashes on human enamel and restorative materials. *Braz Oral Res*. 2018 Mar 15;32:e25.
- Potgieter E, Grobler SR. Whitening efficacy of three over-the-counter oral rinses. *SADJ*. 2011 Apr;66(3):128-31.
- Prayitno S, Addy M. An in vitro study of factors affecting the development of staining associated with the use of chlorhexidine. *J Periodontal Res*. 1979 Sep;14(5):397-402.
- Punyanirun K, Yospi boonwong T, Kunapinun T, Thanyasrisung P, Trairatvorakul C. Silver diamine fluoride remineralized artificial incipient caries in permanent teeth after bacterial pH-cycling in-vitro. *J Dent*. 2018 Feb;69:55-59.
- Rösing CK, Cavagni J, Gaio EJ, Muniz FWMG, Ranzan N, Oballe HJR, Friedrich SA, Severo RM, Stewart B, Zhang YP. Efficacy of two mouthwashes with cetylpyridinium chloride: a controlled randomized clinical trial. *Braz Oral Res*. 2017 Jul 3;31:e47.
- Shellis RP, Addy M, Rees GD. In vitro studies on the effect of sodium tripolyphosphate on the interactions of stain and salivary protein with hydroxyapatite. *J Dent*. 2005 Apr;33(4):313-24.

Soares CN, Amaral FL, Mesquita MF, Franca FM, Basting RT, Turssi CP. Toothpastes containing abrasive and chemical whitening agents: efficacy in reducing extrinsic dental staining. *Gen Dent*. 2015 Nov-Dec;63(6):e24-8.

Torres CR, Perote LC, Gutierrez NC, Pucci CR, Borges AB. Efficacy of mouth rinses and toothpaste on tooth whitening. *Oper Dent*. 2013 Jan-Feb;38(1):57-62.

Twetman S, Axelsson S, Dahlgren H, Holm AK, Källestål C, Lagerlöf F, Lingström P, Mejäre I, Nordenram G, Norlund A, Petersson LG, Söder B. Caries-preventive effect of fluoride toothpaste: a systematic review. *Acta Odontol Scand*. 2003 Dec;61(6):347-55.

Walsh TF, Rawlinson A, Wildgoose D, Marlow I, Haywood J, Ward JM. Clinical evaluation of the stain removing ability of a whitening dentifrice and stain controlling system. *J Dent*. 2005 May;33(5):413-8.

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.

White DJ. A new and improved "dual action" whitening dentifrice technology--sodium hexametaphosphate. *J Clin Dent*. 2002;13(1):1-5.

White DJ, Gerlach RW. Anticalculus effects of a novel, dual-phase polypyrophosphate dentifrice: chemical basis, mechanism, and clinical response. *J Contemp Dent Pract*. 2000 Nov 15;1(4):1-19.

Wu CD, Savitt ED. Evaluation of the safety and efficacy of over-the-counter oral hygiene products for the reduction and control of plaque and gingivitis. *Periodontol 2000*. 2002;28:91-105.