

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA – DOUTORADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA RESTAURADORA

LUIS ALFONSO ARANA GORDILLO

**ESTUDO LABORATORIAL E CLÍNICO DE DOIS AGENTES CLAREADORES EM
PACIENTES COM APARELHO ORTODÔNTICO FIXO**

PONTA GROSSA
2013

LUIS ALFONSO ARANA GORDILLO

**ESTUDO LABORATORIAL E CLÍNICO DE DOIS AGENTES CLAREADORES EM
PACIENTES COM APARELHO ORTODÔNTICO FIXO**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Odontologia na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Curso de Doutorado em Odontologia - Área de concentração em Dentística Restauradora. Linha de Pesquisa: Propriedades físico-químicas e biológicas dos materiais.

Orientadora: Prof^a Dr^a Osnara M. M. Gomes
Co-orientador: Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio

PONTA GROSSA

2013

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

A662 Arana Gordillo, Luis Alfonso
Estudo laboratorial e clínico de dois
agentes clareadores em pacientes com
aparelho ortodôntico fixo/ Luis Alfonso
Arana Gordillo. Ponta Grossa, 2013.
99f.

Tese (Doutorado em Odontologia - Área
de Concentração: Dentística Restauradora),
Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientadora: Prof^a Dr^a Osnara M. M.
Gomes.
Co-Orientador: Prof. Dr. Alessandro
Dourado Loguercio.

1.Clareamento dentário. 2.Peróxido de
hidrogênio. 3.Sensibilizada dentina.
I.Gomes, Osnara M. M.. II. Loguercio,
Alessandro Dourado. III. Universidade
Estadual de Ponta Grossa. Doutorado em
Odontologia. IV. T.

CDD: 617.6

LUIS ALFONSO ARANA GORDILLO

**ESTUDO LABORATORIAL E CLÍNICO DE DOIS AGENTES CLAREADORES EM
PACIENTES COM APARELHO ORTODÔNTICO FIXO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto sensu* em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Odontologia, Área de Concentração em Dentística Restauradora, Linha de Pesquisa: Propriedades físico-químicas e biológicas de materiais.

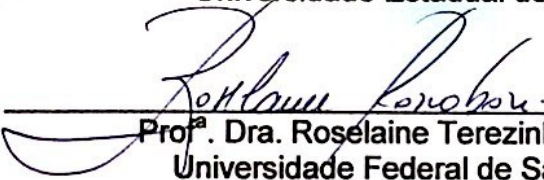
Ponta Grossa, 4 de junho de 2013.



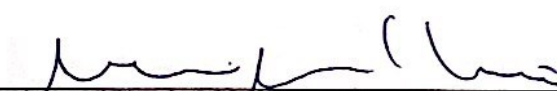
Profa. Dra. Osnara Maria Mongruel Gomes – Orientadora
Universidade Estadual de Ponta Grossa



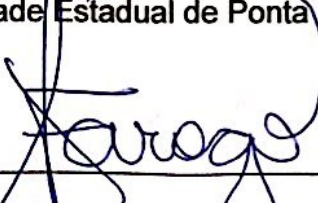
Prof. Dr. Ricardo de Lima Navarro
Universidade Estadual de Maringá



Prof. Dra. Roselaine Terezinha Pozzobon
Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Ulisses Coelho
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. Paulo Vitor Farago
Universidade Estadual de Ponta Grossa

DADOS CURRICULARES

Luis Alfonso Arana Gordillo

NASCIMENTO 31.07.1981

Santiago de Cali – Colômbia

FILIAÇÃO

Nohemy Gordillo Tovar

Gonzalo AranaTascon

2000 - 2005

Curso de Graduação em Odontologia Universidad Santiago de Cali (USC), Cali– Colômbia

2006 - 2007

Diplomado em técnicas cirúrgicas para colocação de implantes dentais

2008 - 2010

Curso de Pós-graduação em Odontologia. Área de Concentração em Dentística Restauradora. Nível Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa. – PR, Brasil.

2010 – 2013

Curso de Pós-graduação em Odontologia. Área de Concentração em Dentística Restauradora. Nível Doutorado. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) Ponta Grossa – PR, Brasil.

2012 - 2012

Curso de Aperfeiçoamento em Prótese Fixa – Instituto Latinoamericano de Pesquisa Odontológica (ILAPEO) Curitiba - PR, Brasil.

**Dedico esta Tese de Doutorado aos meus
Pais, Gonzalo e Nohemy, e aos meus
Irmãos, Diana e Gonzalo**

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial ao Professor Doutor João Carlos Gomes, por ter me dado uma das maiores oportunidades da minha vida, que foi a de realizar os meus estudos de Doutorado na Universidade Estadual de Ponta Grossa.

À Minha orientadora, Professora Doutora Osnara Maria Mongruel Gomes, pessoa fundamental para o meu crescimento pessoal, profissional e para o desenvolvimento deste trabalho. Obrigado pela sua colaboração incondicional, paciência e orientações durante a realização do estudo.

Aos Professores Doutores Ulisses Coelho e Carla Kanunfre, pela grande ajuda e orientações na realização deste trabalho.

Aos meus pais, pelo seu amor incondicional que me ajuda a seguir adiante com todos os meus projetos.

Aos meus irmãos, Gonzalo e Diana, por seus conselhos pessoais e profissionais que me permitiram continuar na luta até conseguir o desejado.

À minha namorada, Ellen, pela paciência e amor.

Aos meus amigos, Miguel Angel Muñoz, Issis Luque, Andres Davila, Felipe Cartagena, Camilo Pulido, Andres Millan, Stella Reinke, Marcio Rastelli, por me brindar com sua amizade e compartilhar comigo conhecimentos que me ajudaram na realização deste trabalho. Gracias amigos.

À Universidade Santiago de Cali, por abrirem suas portas a mim e me formar como profissional.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela oportunidade a mim oferecida de realizar o curso de Doutorado e de crescer profissionalmente.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

RESUMO

Arana LA. **Estudo laboratorial e clínico de dois agentes clareadores em pacientes com aparelho ortodôntico fixo.** [Tese de Doutorado em Odontologia – Área de Concentração – Dentística Restauradora]. Ponta Grossa; 2013.

Este estudo avaliou laboratorial e clinicamente dois agentes clareadores (Treswhite Ortho (TWO) e Tres white Supreme (TWS)) em pacientes com aparelho ortodôntico fixo. No estudo laboratorial, foram utilizados 50 dentes humanos hígidos. Para os testes de microdureza, rugosidade e AFM foram utilizados 60 fragmentos de esmalte, obtidos a partir das coroas de 20 molares hígidos; divididos segundo o tratamento, TWO e TWS (n=10). Para cada teste, foram realizadas mensurações de linha base e uma semana após o tratamento; sendo para o teste de permeabilidade utilizados 30 pré-molares humanos hígidos, divididos em três grupos: TWO, TWS e CTRL (SA). A variação do pH dos produtos TWO e TWS foi analisada. No estudo clínico, foram recrutados 40 pacientes com aparelhos ortodônticos fixos, divididos em dois grupos, TWO e TWS (n=20). Em cada paciente foi realizado um registro de cor antes do tratamento e uma semana após o mesmo; para avaliar a sensibilidade dental os pacientes foram orientados a preencher um formulário NRS101, antes e durante o tratamento. Após os testes, a normalidade dos dados obtidos foi analisada empregando-se o teste de Kolmogorov Smirnov e Shapiro-Wilk. No estudo laboratorial, a microdureza sofreu uma diminuição significativa em relação aos valores finais comparados com os valores iniciais; para o teste de rugosidade, houve uma diminuição significativa nos valores de (Ra) iniciais e finais para o grupo TWO. O grupo TWS não sofreu alterações significativas; no teste de permeabilidade, o grupo TWS obteve valores de mg/mL significativamente maiores ao grupo TWO, que foi significativamente maior ao grupo CTRL. Os valores de pH de ambos os grupos foram estatisticamente diferentes com tendências a alcalinização e acidificação para os grupos TWO e TWS respectivamente. No estudo clínico houve uma diminuição significativa da cor, para ambos os grupos, em relação aos valores iniciais sem diferença significativa entre os grupos; para a sensibilidade ao comparar cada um dos dias testados com o dia 0 encontrou-se um aumento significativo para ambos os grupos porém, sem diferença estatística entre os mesmos. Concluiu-se que os produtos testados num modelo de estudo laboratorial podem alterar as propriedades superficiais do esmalte; tem a capacidade de permeabilizar o complexo dentina-esmalte até atingir a câmara pulpar e apresentam variação nos valores de pH, conforme o tempo de aplicação. No estudo clínico ambos os produtos demonstraram efetividade de tratamento e aumento na sensibilidade dentária.

Palavras-chave: Clareamento dentário, Peróxido de Hidrogênio, Sensibilidade da dentina.

ABSTRACT

Arana LA. **Clinical and laboratorial study of two types of bleaching agents with fixal orthodontic appliance.** [Tese de Doutorado em Odontologia – Área de Concentração – Dentística Restauradora]. Ponta Grossa 2013.

This study was evaluated clinically and laboratorially the effects of the application of two types of bleaching agents, Tréswhite Ortho (TWO) and Trés white Supreme (TWS) in patients with fixal orthodontic appliance. In the laboratorial study 50 healthy human teeth were used. For the microhardness, roughness and AFM tests, 60 enamel fragments, obtained from the crowns of 20 molars were divided depending on the treatment TWO and TWS (n=10). For each test it was performed a baseline measurement and a one week after treatment measurement. For the permeability test 30 healthy human premolars were used, divided into three groups: TWO, TWS and CTRL (SA). The variability of the pH of TWO and TWS was analyzed. For the clinical study 40 patients with fixal orthodontic appliance were recruited and divided into two groups TWO and TWS (n=20), for each patient a color measurement was performed before the treatment and one week after the treatment; for the evaluation of sensitivity the patients received orientation in order to fill a NRS101 form before, during and after the treatment. After these tests, the normality of the obtained results was analyzed by using Kolmogorov Smirnov and Shapiro-Wilk tests. In the laboratorial assessment, there was a significant reduction on the microhardness values when compared with the initial measurements; for the roughness test there was a significant decrease on the (Ra) values when compared with the initial values for the TWO group, for the TWS group non significant alterations were observed; on the permeability test the TWS group obtained higher values of the mg/mL concentration when compared to TWO, which presented higher values than CTRL group. The pH values of both groups were statistically different with tendency to alkalinity and acidity for the groups TWO and TWS respectively. On the clinical study there was a significant decrease of tooth color values for both groups when compared with the initial values, and showed non-significant differences between groups when compared to each other; for dental sensitivity, when each of the evaluated days were compared to day 0, there was a significant increase for both groups, however, non-significant statistical differences were also found. It was concluded that the tested products on the laboratorial assessment can modify the superficial properties of the enamel, and have the capacity of permeabilizing the dentin-enamel complex until reaching the pulp chamber, also showing variability on the pH values due to the time of application, clinically, both products showed treatment effectiveness and a increase of tooth sensitivity.

Keywords: Tooth bleaching, Hydrogen Peroxide, Dentine Sensitivity

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sequência prática do preparo das amostras para os testes de microdureza, rugosidade e Microscopia de Força Atômica (AFM).....	52
Figura 2 - Sequência prática do preparo das amostras para o teste de permeabilidade.....	55
Figura 3 - Sequência prática do preparo da curva de comparação das concentrações de peróxido de hidrogênio para o teste de permeabilidade	56
Figura 4 - Escala de cores e correspondência em número segundo o valor do menor para o maior.....	59
Figura 5 - Sequência prática para o registro da cor antes e após o tratamento clareador.....	60
Figura 6 - Microfotografias da superfície do esmalte realizadas com AFM antes e após o tratamento clareador.	65
Gráfico 1 - Distribuição e tendência dos valores de pH nos tempos de mensuração.....	68
Gráfico 2 - Distribuição e tendência dos valores de sensibilidade dental (durante os 10 dias de tratamento).....	70
Quadro 1 - Materiais utilizados.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores das médias e desvio padrão da microdureza inicial e final expressos em KNH.....	63
Tabela 2 - Valores das diferenças das médias e desvio padrão da microdureza inicial e final expressos em KHN.	63
Tabela 3 - Valores das médias e desvio padrão da rugosidade média (Ra) inicial e final expressos em μm	64
Tabela 4 - Valores das médias e desvio-padrão por grupo da permeabilidade para a câmara pulpar do peróxido de hidrogênio (durante os 10 dias de tratamento) expressos em μg	67
Tabela 5 - Valores das médias e desvio-padrão (DP) por grupo da sensibilidade dentária por dia durante os 10 dias de tratamento.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS

ACP	Fosfato de cálcio amorfo
AD	Água destilada
AFM	Microscopia de força atômica
ATR-IR	Refletância total atenuada infra vermelha
CTRL	Controle
IAR	Intensidade absoluta raman
IF	Fluorescência induzida por laser
IRR	Intensidade relativa raman
KHN	Dureza Knoop
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
nHA	Nano-hidroxiapatita
NRS	Numeric Rating Scale
PC	Peróxido de Carbamida
PH	Peróxido de Hidrogênio
PSD	Potencial de densidade espectral
R:M	Razão mineral
RS	Rugosidade superficial
SA	Saliva Artificial
SH	Saliva humana
TWO	Trèswhite Ortho
TWS	Trèswhite Supreme
VAS	Escala visual analógica

LISTA DE SÍMBOLOS

X	Aumento
&	E
°C	Grau Célsius
h	Hora
=	Igual
Kv	Kilovolts
>	Maior
<	Menor
µg	Micrograma
µL	Microlitro
µm	Micrômetro
mg	Miligrama
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mM	Milimol
mm ²	Milímetro quadrado
mmol/L	Milimol por litro
min	Minuto
M	Mol
N	Newton
#	Número
n	Número de amostra
p	Significância estatística
%	Porcentagem
x	Por
pH	Potencial hidrogeniônico
H ⁺	Próton
®	Registrado
Ra	Rugosidade média
Rt	Rugosidade total
s	Segundo
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	15
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1.	Efeito do valor de pH dos agentes clareadores sobre a superfície do esmalte dental.....	18
2.2.	Efeito da concentração e tipo de peróxido sobre a superfície do esmalte dental.....	22
2.3.	Permeabilidade dos agentes clareadores.....	34
2.4.	Sensibilidade dentária.....	39
2.5.	Clareamento dental em Ortodontia.....	45
3.	PROPOSIÇÃO.....	47
3.1.	Proposição geral	
3.2.	Proposição específica	
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	48
4.1.	Estudo laboratorial.....	49
4.1.1.	Teste de Microdureza.....	50
4.1.2.	Teste de Rugosidade.....	50
4.1.3.	Microscopia de Força Atômica.....	51
4.1.4.	Teste de Permeabilidade	53
4.1.5.	Avaliação do pH	57
4.2.	Estudo clínico.....	58
4.2.1.	Seleção dos Pacientes.....	58
4.2.2.	Registro da Cor.....	58
4.2.3.	Procedimento clareador	59
4.2.4.	Teste de sensibilidade dentária.....	61
4.3.	Análise estatística	61
4.3.1.	Estudo laboratorial	61
4.3.2.	Estudo clínico.....	62
4.3.2.1.	Cor.....	62

4.3.2.2. Sensibilidade dentária	62
5. RESULTADOS.....	63
5.1 Estudos laboratoriais.....	63
5.1.1. Microdureza.....	63
5.1.2. Rugosidade.....	63
5.1.3. Microscopia de Força Atômica.....	64
5.1.4. Permeabilidade	65
5.1.5. pH.....	68
5.2. Estudo clínico.....	68
5.2.1. Cor.....	68
5.2.2. Sensibilidade dentária	68
6. DISCUSSÃO.....	71
6.1. Microdureza.....	72
6.2. Rugosidade Superficial.....	74
6.3. Permeabilidade.....	75
6.4. pH.....	76
6.5. Cor.....	78
6.6. Sensibilidade dentária.....	79
7. CONCLUSÃO	81
REFERÊNCIAS	82
 ANEXO A - Aprovação da Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa (COEP).....	 96
ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	98

1 INTRODUÇÃO

Durante tratamentos ortodônticos, o uso de aparelhos fixos pode ocasionar alterações na cor dos dentes, levando-os a tons mais escuros; pois as manchas extrínsecas são adsorvidas na superfície do dente por incorporação do biofilme.¹ Recentemente, estudos têm proposto que os ortodontistas complementem os seus tratamentos com outras opções estéticas.^{2,3,4} O clareamento dental se apresenta como uma opção para fornecer, ao paciente ortodôntico, um resultado estético satisfatório e complementar a boa relação esqueleto dental obtida durante o tratamento ortodôntico. A classe odontológica e os pesquisadores têm demonstrado preocupações devido à possibilidade de que os agentes clareadores reajam com os componentes orgânicos e inorgânicos do esmalte, o que pode levar a transformações químicas, estruturais e mecânicas na superfície do substrato,^{5,6,7,8,9} já que o uso de substâncias clareadoras, em dentes vitais, implica na necessidade de manter as mesmas em contato direto com a superfície do esmalte durante longos períodos de tempo.

As propriedades ácidas (pH) ¹⁰, a concentração e a baixa massa molecular dos agentes clareadores podem levar a mudanças no conteúdo mineral do esmalte, causando alterações morfológicas no mesmo. Estas alterações^{11,12,13,14,15} são caracterizadas pelo aumento da porosidade e permeabilidade na estrutura superficial,^{16,17,18,19,20} desmineralização,²⁰ diminuição na concentração de proteína do esmalte,²¹ assim como, degradação da matriz orgânica⁹ e modificações no cálcio, tanto na proporção do fosfato como na perda real do mineral.^{22,23,24} Os agentes clareadores são componentes quimicamente ativos potencialmente capazes de induzir essas alterações estruturais significativas no esmalte dentário humano. No entanto, existem também relatos que contradizem esses resultados.^{25,26,27,28,29,30}

Uma das maiores preocupações sobre clareamento dental refere-se à penetração do peróxido através do esmalte e da dentina, que possa atingir a polpa, provocando alterações na mesma e a sensibilidade dentária. A permeabilidade dental dos agentes clareadores foi descrita anteriormente por Bowles, Ugwuneri³¹ 1987 e Cooper et al.³² 1992. No entanto, os efeitos da

penetração dos peróxidos ainda são contraditórios.^{17,19,20,33,34,35} Reações celulares na polpa, como processos inflamatórios, são comuns durante tratamentos de clareamento dental, embora a maioria dos estudos considere que essas reações são reversíveis quando os agentes clareadores são utilizados com técnicas adequadas.^{20,36} Porém, mesmo se os efeitos são reversíveis, é importante ter claro que eles existem, comprovados por Thitinanthapan et al.,³³ 1999 demonstrando que a penetração do peróxido na polpa pode resultar em diferentes níveis de sensibilidade.

Em geral, o uso de peróxidos em maiores concentrações tem como consequência uma maior penetração na polpa dental.^{9,20} Estudos anteriores^{19,20,21} têm demonstrado que, após a aplicação de géis ou soluções clareadores, os peróxidos resultantes destes produtos se difundem através da superfície coronária dos dentes para dentro da câmara pulpar. Gokay et al.,³⁵ 2004 relataram que o peróxido se difunde através do esmalte e dentina até a câmara pulpar, podendo resultar em uma pulpite reversível devido a irritação química produzida pelo peróxido de hidrogênio³, sendo que a inflamação e dor dental estão intimamente ligadas.³⁷

Devido as contradições encontradas na literatura disponível, bem como a evidência apresentada anteriormente e, tendo como base que existem poucos registros de uso de agentes clareadores durante procedimentos ortodônticos,^{38,39} este estudo teve como objetivo avaliar laboratorial e clinicamente o efeito da aplicação de agentes clareadores em pacientes com aparelho ortodôntico fixo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

As alterações estruturais dos tecidos duros do dente submetidos ao clareamento dental possuem uma etiologia multifatorial, onde intervêm vários aspectos, como: pH da formulação do agente clareador, tipo de agente clareador utilizado, concentração, tempo de utilização do mesmo, temperatura e aplicação de luz.^{40,41,42} Uma vez que o tratamento clareador exige um contato íntimo entre o produto utilizado e a superfície do dente durante um período de tempo prolongado, há um aumento na probabilidade de efeitos secundários durante a aplicação dos agentes clareadores. Estudos anteriores têm avaliado os efeitos secundários dos produtos à base de peróxido de hidrogênio nas propriedades químicas e físicas da superfície do esmalte dental,^{43,44,45} verificando as alterações dos tecidos duros do esmalte utilizando diferentes métodos para sua análise, como microscopia eletrônica de varredura (MEV),^{12,13,46,47,48,49} testes de microdureza,^{50,51,52,53,54,55,56} testes de rugosidade,^{19,57,58,59,60,61,62,63,64} entre outros. Dentro dos efeitos secundários encontrados durante ou após a aplicação dos agentes clareadores, encontram-se: alterações na superfície do esmalte dental, caracterizadas pelo aumento da porosidade na estrutura superficial, desmineralização¹⁴ e uma diminuição da concentração da proteína da matriz do esmalte, assim como modificações orgânicas e perda de cálcio, tanto na relação do mesmo com o fosfato, como perda do mineral propriamente dito.^{9,21,22,23,24}

Os meios ácidos podem induzir à desmineralização da estrutura do esmalte⁶⁵ e, sendo essa uma das principais causas de alterações durante tratamentos clareadores, surgiu a necessidade de estudar com maior profundidade os valores de pH dos agentes clareadores mais utilizados. Price et al.⁶⁶ 2000 informaram que a variação dos valores de pH nos agentes clareadores encontram-se entre 4,5 a 10,8 demonstrando que alguns dos produtos utilizados estão abaixo do ponto crítico de desmineralização do esmalte (pH 5,5).⁶⁷ Isso evidencia a acidez da sua composição, ocorrendo, desta forma, a necessidade por parte dos fabricantes de proporcionar estabilidade ao peróxido de hidrogênio durante seu tempo de armazenamento. Freire et al.⁶⁸ 2009 investigaram a importância da temperatura de armazenamento na variabilidade do pH dos agentes clareadores, testando o valor de pH de 21 agentes clareadores, divididos em grupos: agentes de

uso caseiro (n=12) e agentes para uso em consultório (n=9). Os géis clareadores foram submetidos a duas temperaturas diferentes, ambiente ($23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) e de refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$). O pH foi medido usando um medidor de pH com um eletrodo portátil, que foi calibrado com soluções tampão padrão de pH 4,0 e 7,0 e recalibrado para cada nova mensuração, encontrando valores mais elevados (alcalinos) de pH nos produtos de uso caseiro que foram refrigerados e, os valores mais baixos (ácidos) nos produtos usados em consultório. Os autores atribuem isso ao efeito de equilíbrio químico, que está relacionado com a concentração dos componentes no produto. O valor de pH diminui quando a concentração de íons de H^{+} aumenta.⁶⁹ Mantendo os produtos a temperaturas mais elevadas, pode induzir a dissociação de alguns dos componentes, o que leva a uma maior concentração de H^{+} e a consequente redução do pH. Isso tem implicações importantes para a conservação do produto e sua vida útil é reduzida, por isso é recomendado manter os géis clareadores refrigerados, tanto em lojas de distribuição de produtos dentais como em consultórios odontológicos.

2.1 Efeito do valor de pH dos agentes clareadores sobre a superfície do esmalte dental

As propriedades ácidas dos agentes de clareamento podem levar a mudanças no conteúdo mineral do esmalte. Os estudos anteriores de pH^{70,71} relataram que os valores baixos de pH e concentrações ácidas elevadas podem causar alterações morfológicas no esmalte dental causando um processo erosivo no mesmo.

Rugosidade superficial do esmalte

Azrak et al.⁷² (2010) avaliaram o efeito de agentes de clareamento em amostras de esmalte erosionadas e hígidas. Foram selecionados três agentes clareadores com diferentes concentrações e valores de pH para estudar os possíveis efeitos erosivos em superfícies de esmalte. Foram obtidos fragmentos (n = 80) de esmalte de 20 dentes anteriores permanentes humanos extraídos. Para provocar danos erosivos, uma parte das amostras de esmalte foi mantida durante 10 horas em sumo de maçã (pH = 3,4). Os dois tipos de fragmentos foram submetidos

a tratamento de clareamento dental (peróxido de hidrogênio 7,5 ou 13,5% ou peróxido de carbamida 35%) com variação de pH 4,9-10,8. A rugosidade de superfície (Ra) foi medida usando um perfilômetro. Como resultado, verificou-se que a exposição a um agente de clareamento ácido (pH = 4,9) resultou numa rugosidade superficial maior ($p = 0,043$) do que o tratamento com agente clareador ligeiramente ácido (pH = 6,15) com uma elevada concentração de peróxido. Demonstrando, também, que a superfície do esmalte previamente exposta à bebidas erosivas, sofre aumento nos danos ao tecido dental duro se exposta a tratamento clareador. Concluíram que agentes de clareamento com uma elevada concentração de peróxido ou um pH ácido podem influenciar na rugosidade superficial do esmalte hígido ou com danos erosivos.

Microdureza superficial do esmalte

Shannon et al.⁵ (1993) avaliaram o efeito de três agentes clareadores à base de peróxido de carbamida na microdureza e morfologia da superfície do esmalte dental. Foram obtidos blocos de esmalte (3 x 3 x 3 mm) do terço médio de superfícies linguais de 72 dentes, tendo um fragmento por dente divididos segundo o grupo de tratamento: os grupos de peróxido de carbamida representam os diferentes valores de pH das soluções disponíveis: Proxigel (Reed & Carnriek) pH 4,3 a 4,8; Rembrandt (Den-Mat) pH 4,9 a 5,2 e Gly-Oxide (Marion Merrell Dow) pH 7,2. O grupo controle foi submetido a uma solução de saliva artificial, sendo todos os grupos submetidos a tratamento durante 15 horas por dia, fazendo mensurações em 2 e 4 semanas. Durante as 9 horas restantes do dia, todos os fragmentos foram expostos à saliva humana *in situ*. Após a análise estatística, observou-se que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os valores de microdureza dos grupos submetidos ao tratamento e grupo controle em 2 semanas e após 4 semanas. Embora as diferenças não fossem estatisticamente significativas, os valores de microdureza de todos os espécimes tratados, após 2 semanas foram menores do que as amostras do grupo controle. Essas tendências, no entanto, não foram evidentes nas mensurações após 4 semanas de tratamento. A avaliação de microscopia eletrônica revelou alterações significativas na topografia da superfície do esmalte dos fragmentos que foram tratados com as soluções de peróxido de carbamida após 4 semanas. As alterações

mais severas foram encontradas nos fragmentos expostos às soluções de menor pH.

Microscopia de força atômica

Sun et al.⁷³ (2011) investigaram os efeitos do peróxido de hidrogênio (PH) 30% ácido e neutro na estrutura química, propriedades mecânicas, morfologia da superfície e cor dos dentes. Foram utilizados vinte e sete fragmentos obtidos a partir de pré-molares humanos, aleatoriamente divididos em três grupos (n = 9): grupo ácido PH (30% HP, pH = 3,6); grupo neutro PH (30% HP, pH = 7,0) e grupo AD (água destilada, pH = 6,8). Para cada grupo foram realizados testes de espectroscopia ATR-IR, espectroscopia Raman, microscopia de força atômica (AFM), microdureza e mensuração de cor, antes e após o tratamento clareador. Por meio de espectroscopia ATR-IR e espectroscopia Raman, o carbonato foi analisado da seguinte forma: razão mineral (R:M), intensidade absoluta Raman (IAR), intensidade relativa Raman (IRR) e intensidade de fluorescência induzida por laser (IF). Obteve-se como resultado que a R:M, percentagem de microdureza M, e percentagem IRR do grupo PH ácido diminuiu significativamente quando comparado com os grupos PH neutro ($p = 0,02, p = 0,001, p < 0,001$, respectivamente) e AD ($p = 0,01, p = 0,008, p < 0,001$, respectivamente). Os grupos PH neutro e AD não tiveram nenhuma diferença estatística nas variáveis anteriores ($p = 0,818, p = 0,528$ e $p = 0,158$, respectivamente). Foram observadas alterações morfológicas no grupo PH ácido. Concluíram que o clareamento de PH 30% neutro possuiu a mesma eficácia que o clareamento PH 30% ácido, porém esse gerou menos efeitos deletérios sobre o esmalte dental.

Micro-Raman

Xu et al.⁶⁷ (2011) avaliaram o efeito de agentes clareadores com diferentes valores de pH sobre as propriedades da superfície do esmalte. Foram obtidos fragmentos a partir de sessenta pré-molares recém-extraídos, sendo estes divididos em seis grupos (n = 10), segundo o tipo de tratamento: Grupo HCl, fragmentos tratados com solução de HCl (pH=3,0) como grupo controle positivo e Grupo DW, fragmentos armazenados em água destilada (pH=7,0) como grupo

controle negativo. Os quatro grupos que foram submetidos aos agentes clareadores foram tratados com soluções de peróxido de hidrogênio 30%, com valores de pH diferentes: grupo HP 3 (pH=3,0), grupo HP 5 (pH=5,0), grupo HP 7 (pH=7,0) e grupo HP 8 (pH=8,0). Para cada um dos grupos foram realizados testes de mensuração de cor por espectrofotometria. Para avaliar as alterações da superfície do esmalte na sua morfologia e na composição química, foram realizadas a microscopia eletrônica de varredura e a micro-espectroscopia Raman. Como resultado constatou-se que o valor de pH teve uma influência significativa sobre as alterações de cor após clareamento ($p=0,001$). Comparações múltiplas com o teste de Tukey revelou que a ordem de mudança de cor foi HP8, HP7>HP5, HP3>HCl>DW. O valor do pH foi um fator influente nas alterações na superfície do esmalte pois, não foram encontradas alterações em grupos com pH alcalino ou neutro, ou seja, nos grupos DW, HP7 e HP8. Por outro lado, a superfície do esmalte dos grupos HCl e HP3 mostrou alterações significativas, com uma aparência de erosão. Para o teste de Micro Raman não foi encontrada alterações óbvias na composição química. Concluíram que não houve alterações morfológicas ou na composição química da superfície de esmalte quando este foi submetido à agentes de clareamento neutros ou alcalinos. Porém, agentes clareadores com valores de pH mais baixos podem resultar em erosão significativa do esmalte e ligeiro efeito de clareamento.

Sa et al.⁷⁴ (2013) investigaram *in situ* e *in vitro* os efeitos de agentes clareadores ácidos e neutros na estrutura química e na cor dos dentes. Foram obtidos noventa fragmentos de esmalte de (4 x 3 x 2 mm) a partir do terço médio da superfície vestibular de pré-molares humanos hígidos. Os fragmentos foram polidos com água e lixas 600,1000,1500 e 2000 para obter superfícies planas e padronizadas de esmalte. Em seguida, os fragmentos foram distribuídos aleatoriamente em seis grupos ($n=15$): grupo Beyond + água destilada (AD); grupo Opalescence® Boost (E-Boost) + AD; grupo controle AD; grupo Beyond + saliva humana (SH); grupo E-Boost + SH e grupo controle SH. Cinco voluntários foram incluídos no estudo para simular as condições *in situ*. Para cada voluntário, foi realizada uma moldagem maxilar para fazer uma moldeira individualizada para reter os fragmentos de esmalte na boca. Os tratamentos em consultório foram realizados duas vezes com intervalos de uma semana para um total de 90 minutos. Para cada grupo foram realizados testes de espectroscopia ATR-IR, espectroscopia Raman e

mensuração de cor, antes e após o tratamento clareador. Por meio de espectroscopia ATR-IR e espectroscopia Raman, o carbonato foi analisado da seguinte forma: razão mineral (R: M), intensidade absoluta Raman (IAR), intensidade relativa Raman (IRR) e de intensidade de fluorescência induzida por laser (IF). Como resultado foi obtido que a porcentagem da proporção R:M e IRR diminuíram significativamente no grupo Beyond + AD ($p < 0,001$; $p < 0,001$), enquanto uma pequena variação foi observada nos outros grupos ($p > 0,05$; $p > 0,05$). A porcentagem IF e ΔE mostraram que houve uma diferença estatística em todos os grupos clareados ($p < 0,001$; $p < 0,001$) quando comparados com os grupos controle ($p > 0,05$; $p > 0,05$). Concluíram que os agentes clareadores ácidos e neutros possuem a mesma eficiência tanto *in vitro* como *in situ*. Porém, agentes clareadores com valores de pH ácido podem induzir desmineralização do esmalte humano *in vitro*. Por outro lado, no estudo *in situ*, a presença de saliva humana minimizou este efeito adverso.

2.2 Efeito da concentração e tipo de peróxido sobre a superfície do esmalte dental

Como descrito anteriormente, um dos fatores principais nas alterações da superfície dos tecidos duros do dente durante tratamentos clareadores refere-se ao tipo de agente utilizado, assim como também, à concentração de peróxido, devido à grande quantidade de produtos existentes e a sua classificação propriamente dita (uso em consultório, caseiros e de venda livre). Os produtos clareadores exibem diferentes tipos e concentração de ingredientes ativos, como peróxido de hidrogênio 30-38%, peróxido de carbamida 10-30% para clareamentos em consultório e caseiros, respectivamente. Esta variabilidade de características tem incentivado os pesquisadores a desenvolver distintos estudos para conhecer os efeitos secundários dos diferentes tipos de agentes clareadores disponíveis no mercado.

Rugosidade superficial do esmalte

Cadenaro et al.⁵⁸ (2008) avaliaram num estudo *in vivo* os efeitos morfológicos produzidos por dois agentes clareadores de consultório analisando a

rugosidade superficial do esmalte. O clareamento foi realizado em 18 pacientes com idades entre 21 e 35 anos, que possuíam os 6 dentes anteriores maxilares, sem doença cárie nem restaurações. Após a seleção, os participantes foram divididos de forma aleatória em dois grupos de tratamento ($n = 9$): grupo (HP) peróxido de hidrogênio 38% (Opalescence Xtra Boost) e grupo (PC) peróxido de carbamida 35% (Rembrandt Quik). Para a aplicação dos agentes clareadores foram seguidas as instruções do fabricante. Os tratamentos clareadores foram repetidos 4 vezes, com intervalos de uma semana. Para avaliar a rugosidade foram realizadas moldagens do incisivo superior direito com silicone de adição, antes (CTRL) e após a aplicação dos tratamentos clareadores (T0: primeira aplicação; T1: segunda aplicação; T2: terceira aplicação e T3: quarta aplicação). Como controles positivos, foram utilizados dois terceiros molares extraídos de diferentes pacientes. Foram condicionados na sua superfície com ácido fosfórico 37% por 30 s imediatamente após a extração, sendo obtidas moldagens antes e após o condicionamento. Para a obtenção do corpo de prova, foram realizadas réplicas de resina epóxica a partir das moldagens. A rugosidade superficial foi avaliada com ajuda de um perfilômetro em modo de não contato e por microscopia eletrônica de varredura. Todos os dados foram analisados estatisticamente com ajuda do teste ANOVA, sendo as diferenças determinadas como *teste-t*. Os resultados demonstraram que a rugosidade de superfície do esmalte não aumentou após o clareamento com os dois agentes clareadores em T0, T1, T2 e T3 pois, não houve diferenças significativas nos parâmetros de rugosidade quando foram comparados com o controle de linha base. Análise com MEV confirmou que as superfícies de esmalte tratadas foram similares às registradas antes do tratamento para ambos os grupos. Concluíram que o tratamento clareador de consultório tanto com peróxido de hidrogênio como de carbamida em altas concentrações é seguro e não induziram mudanças na superfície do esmalte após 4 sessões de clareamento.

Faraoni-Romano et al.⁵⁹ (2008) estudaram o efeito de concentrações baixas e altas de agentes clareadores na microdureza e na rugosidade superficial do esmalte e dentina radicular bovina. Foram obtidos 100 fragmentos de esmalte e dentina (4 x 4 x 2 mm) a partir do terço médio da superfície vestibular e do terço médio cervical da superfície da raiz, respectivamente. Após a obtenção dos corpos de prova estes foram divididos em cinco grupos ($n=20$) segundo o tipo de tratamento

que receberam: peróxido de carbamida 10% (PC10); peróxido de hidrogênio 7,5% (PH7.5); peróxido de hidrogênio 38% (PH38); ou a combinação de PH 18% e PC 22% (PH18/PC22) durante 3 semanas. Para o grupo controle, os fragmentos foram deixados sem tratamento. Todos os espécimes foram imersos em saliva artificial entre os tratamentos clareadores. A microdureza Knoop (MD) e rugosidade média da superfície (Ra) foram medidas inicialmente e pós-clareamento. Foram utilizados os testes de variância (ANOVA) para verificar diferenças significativas entre MD e Ra para cada substrato na condição pós-clareamento. e Teste de Tukey quando havia diferenças significativas entre os pares de médias. O teste *t* pareado foi usado para verificar se houve diferenças significativas entre os valores iniciais e os valores pós-clareamento. Como resultado, verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos clareadores, tanto para MD como para Ra ($p = 0,4009$ e $p = 0,7650$ respectivamente). A MD aumentou significativamente ($p < 0,0001$), enquanto a Ra diminuiu ($p = 0,0207$) quando foram comparados os valores iniciais e os obtidos pós-clareamento. Para a dentina radicular, o grupo tratado com PC10 apresentou valores significativamente maiores de MD em comparação com os grupos PH18/PC22 e PH7.5, os quais não tiveram diferenças significativas entre eles. A aplicação de PH38 resultou em valores intermediários de MD. Não foram encontradas diferenças significativas para Ra ($p = 0,5975$). Comparando-se as condições os valores iniciais e pós-clareamento, observou-se um decréscimo na MD ($p < 0,0001$) e um aumento na Ra ($p = 0,0063$). Concluíram que agentes clareadores com diferentes concentrações de PC e/ ou PH foram capazes de causar perda mineral na dentina radicular, por outro lado, o esmalte não sofreu alterações na superfície.

Cadenaro et al.⁶¹ (2010) avaliaram o efeito da aplicação de um agente clareador com concentração elevada na rugosidade superficial do esmalte. Foram recrutados para o estudo 20 participantes (oito homens e doze mulheres, na faixa etária de 22 a 43 anos, com idade média de 28 anos) que estavam dispostos a receber clareamento dental. Todos os participantes possuíam dentes anteriores de cor A3 ou mais escura. Para a mensuração da rugosidade superficial foi realizada perfilometria e microscopia eletrônica de varredura (MEV) de réplicas de resina epóxica dos incisivos superiores direitos dos 20 participantes no início do estudo (controle) e depois de cada tratamento clareador com peróxido de hidrogênio 38%, aplicado quatro vezes, em intervalos de uma semana. Para a análise estatística os

autores utilizaram análise de variância para medidas repetidas. O teste perfilométrico de superfície após o clareamento não mostrou diferença significativa nos parâmetros de rugosidade superficial ($P > 0,05$) em comparação com os valores registrados inicialmente, independentemente do intervalo de tempo testado. Os resultados da análise em MEV também não mostraram alterações relevantes na superfície do esmalte. Concluíram que o peróxido de hidrogênio 38% não alterou a rugosidade da superfície do esmalte mesmo depois de várias aplicações.

Abouassi et al.⁶³ (2011) estudaram as alterações na micromorfologia e microdureza da superfície do esmalte após o clareamento com duas diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio (PH) e peróxido de carbamida (PC). Foram utilizados dentes incisivos centrais bovinos dos quais foram obtidos fragmentos de esmalte, sendo estes imersos em resina acrílica para o seu polimento. Os fragmentos foram divididos em 5 grupos ($n=10$) tratados com géis clareadores contendo PH 3,6%, PH 10%, PC 10%, PC 35% e o grupo controle. Os tratamentos clareadores foram aplicados durante 2 h, cada dois dias, durante um período de duas semanas. A rugosidade e morfologia da superfície de esmalte foram analisadas por meio de perfilometria laser e microscopia eletrônica de varredura. A variável microdureza foi medida utilizando um microdurometro com dureza Knoop. Os fragmentos do grupo PH 10% apresentaram uma rugosidade significativamente maior após o clareamento em comparação com o grupo controle (ΔRa , $p = 0,01$). O clareamento com PC 35% apresentou apenas uma tendência a aumentar a rugosidade (ΔRa , $p = 0,06$) e os grupos PC 10% e PH 3,6% não tiveram influência significativa sobre Ra . Para a variável microdureza a aplicação de PH 10% resultou em maior microdureza em comparação com o grupo controle ($\Delta Mic = 8 \text{ KHN}$, $p = 0,0002$) e o grupo PC 35% ($\Delta Mic = 20 \text{ KHN}$, $p = 0,01$). Concluíram que ocorreram alterações morfológicas mínimas após o clareamento com altas concentrações dos agentes clareadores testados. As superfícies tratadas com peróxido de carbamida mostraram menos alterações em relação ao peróxido de hidrogênio.

DE Abreu et al.⁶² (2011) determinaram os efeitos do fosfato de cálcio amorfo (ACP) incluído em agentes clareadores à base de Peróxido de Hidrogênio (HP), na superfície do esmalte por meio da análise da microdureza Knoop (KHN) e rugosidade superficial (RS). Foram utilizados 30 terceiros molares humanos hígidos,

os quais foram cortados longitudinalmente para obter 60 fragmentos de esmalte de 3 mm x 3 mm. Os fragmentos de esmalte foram embebidos em resina acrílica deixando as superfícies vestibulares descobertas para serem polidas. Após o polimento, os fragmentos foram divididos em 6 grupos (n=10): clareadores caseiros HP 7,5%; HP 9,5%; ACP 7,5%; ACP 9,5% e clareadores de consultório HP 35% e HP 38%. Esses foram aplicados durante 30 minutos / dia, durante 21 dias consecutivos (caseiros) ou em uma sessão por semana, durante 3 semanas (consultório). Microdureza e a rugosidade foram testadas antes (linha de base), durante (7, 14, 21 dias) e, após o tratamento (7 e 14 dias em armazenamento com saliva artificial). Dando como resultado que a microdureza não revelou nenhuma diferença significativa entre os agentes clareadores ($p > 0,05$), porém houve uma diminuição significativa durante o clareamento ($p < 0,0001$) e não houve diferença significativa entre as medidas iniciais e as obtidas após o tratamento clareador ($p > 0,05$). Para a variável rugosidade não foi encontrada nenhuma diferença durante e após o tratamento, com a exceção do grupo PH 38%, o qual mostrou um aumento na rugosidade. O grupo ACP 7,5% mostrou uma tendência para valores decrescentes de rugosidade durante o tratamento clareador, mas essa diminuição foi significativa apenas quando associada com 14 dias de imersão em saliva artificial, quando o esmalte foi menos áspero do que no início. Concluíram que os agentes clareadores causaram uma diminuição na microdureza do esmalte, mas os valores foram recuperados após o tratamento, demonstrando a importância da saliva na recuperação do conteúdo mineral. A rugosidade foi alterada durante ou depois do tratamento, dependendo da concentração de HP e a associação com ACP. Os efeitos benéficos da adição de ACP no clareamento sobre a rugosidade pode ser limitada a concentrações mais baixas de HP em associação com o efeito de remineralização da saliva.

Microscopia de força atômica

Hegedüs et al.¹⁹ (1999) avaliaram o efeito de agentes clareadores na superfície do esmalte dental utilizando Microscopia de Força Atômica (AFM). Foram utilizados 15 incisivos humanos hígidos os quais foram divididos aleatoriamente em três grupos de acordo com o tratamento (n=5): Grupo I: Opalescence; Grupo II: Nite White e Grupo III: solução de peróxido de hidrogênio 30%. Para a análise de AFM a

superfície vestibular de cada dente foi fotografada antes e após o tratamento. Em cada um dos casos cinco áreas diferentes por amostra foram examinadas. Cada amostra foi utilizada como o seu próprio controle, reduzindo assim os efeitos da variação natural do esmalte sobre os resultados da investigação. Após o registro inicial de cada agente clareador para todos os grupos os tratamentos tiveram uma duração total de 28 h sendo trocado cada tratamento 7 vezes em intervalos de 4 h. Para a avaliação final com AFM os espécimes foram examinados somente após completar as 28 h de tratamento. Dando como resultado que houve diferença entre as imagens iniciais e finais para todos os grupos mostrando uma alteração da superfície do esmalte; riscos presentes na superfície do esmalte nas fotografias iniciais tornaram-se mais profundos após o uso do agente clareador. O aumento da profundidade dos riscos foi mais pronunciado após o uso de peróxido de hidrogênio 30%. Concluíram que os agentes clareadores são capazes de causar alterações na superfície do esmalte. Os autores supõem que os agentes clareadores afetam a fase orgânica do esmalte devido ao seu baixo peso molecular, o peróxido de hidrogênio pode penetrar no esmalte afetando não apenas a superfície, mas também a estrutura interna do mesmo.

Pedreira De Freitas et al.⁶⁴ (2011) descreveram as alterações no brilho e na rugosidade do esmalte dental após tratamento com peróxido de hidrogênio 38% (HP) e após o polimento com fluoreto de sódio 2% neutro (SF) ou creme dental que continha partículas de nanohidroxiapatita (nHA). As mensurações foram realizadas utilizando potencial de densidade espectral (PSD) para descrever os parâmetros de rugosidade (Ra, RMS, e faixa Z) e análise de brilho. Foram utilizados 18 incisivos superiores humanos hígidos, sendo realizadas as análises iniciais da rugosidade Ra, RMS e intervalo Z com ajuda de um microscópio de força atômica (AFM). O brilho do esmalte foi avaliado usando um espectrofotômetro. Após as primeiras análises todos os espécimes foram clareados com HP 38% durante 135 min, sendo após o clareamento novamente analisadas em AFM e espectrofotômetro. Uma vez analisadas nove espécimes foram polidos com SF (Grupo Flúor) e os outros nove espécimes foram polidos com nHA (Grupo nHA). Em seguida, todas as amostras foram analisadas após o polimento. Os resultados foram submetidos ao teste de ANOVA e *teste t* Tukey. Não houve diferença estatística para Ra e RMS entre a mensuração inicial após o clareamento e após o polimento em ambos os

grupos. Para o intervalo Z, o grupo nHA mostrou uma diminuição significativa após o polimento. O clareamento com HP 38% não aumentou o PSD na frequência espacial do espectro de luz visível em ambos os grupos. Após o polimento, o grupo nHA mostrou uma diminuição no PSD para todos os comprimentos de onda. O brilho não mostrou diferença estatística após o clareamento em ambos os grupos porém, mostrou um aumento significativo após o polimento com nHA. Os autores concluíram que as alterações morfológicas das superfícies, assim como no tamanho do comprimento de onda da luz visível são responsáveis pelas alterações visuais, tais como alterações no brilho, sendo o brilho uma propriedade óptica que se baseia na interação da luz com características físicas de uma superfície.

Confocal Laser

Markovic et al.⁵⁷ (2007) avaliaram as alterações na micro-rugosidade da superfície do esmalte após o tratamento clareador com peróxido de carbamida em diferentes concentrações 10% e 16% por meio de análise com microscopia de varredura confocal laser. Foram utilizados 20 incisivos humanos hígidos extraídos por motivos periodontais, os quais foram limpos e aleatoriamente divididos em dois grupos (n=10). O grupo 1 foi tratado com peróxido de carbamida 10% com pH 6,4 e o grupo 2 com peróxido de carbamida 16% com pH 6,2. Após a divisão as coroas de cada grupo foram cortadas em duas metades iguais para obter espécimes experimentais e controle do mesmo dente. Os agentes clareadores foram aplicados durante 7 dias, 4 horas por dia. As medições foram feitas em três áreas diferentes 140 x 100 µm em cada metade de dente, escolhidas aleatoriamente. A micro-rugosidade (em micrometros) foi medida de duas maneiras: (1) "rugosidade total" Rt e (2) "rugosidade média" Ra. A análise estatística mostrou micro-rugosidades significativamente maiores de acordo com valores de Rt e Ra para ambos os grupos expostos ao peróxido de carbamida. Os autores concluíram que o clareamento com os produtos testados aumentou a micro-rugosidade do esmalte dental humano.

Microdureza superficial do esmalte

de Oliveira et al.⁴⁹ (2005) avaliaram *in vitro* a microdureza superficial do esmalte após o clareamento com peróxido de carbamida 10% (PC) contendo

cálcio ou flúor. Foram utilizados 98 fragmentos de esmalte ($5 \times 5 \text{ mm}^2$) polidos e aleatoriamente divididos em 7 grupos segundo o tipo de tratamento ($n = 14$): grupo controle (sem clareamento armazenado em saliva artificial); grupo PC 10%; grupo PC 10% + 0,05% de cálcio; grupo PC 10% + 0,1% de cálcio; grupo PC 10% + 0,2% de cálcio; grupo PC 10% + 0,2% de flúor e grupo PC 10% + 0,5% de flúor. Os tratamentos clareadores foram realizados por um período de 14 dias, sendo os fragmentos expostos 6 h/diárias ao tratamento. Após a aplicação dos agentes clareadores os fragmentos foram limpos e armazenados em saliva artificial. A microdureza superficial foi avaliada em 4 estágios do tratamento: antes (inicial), durante (7 dias), imediatamente após o clareamento (14 dias) e 1 semana após o clareamento. Os dados foram analisados estatisticamente por meio do teste ANOVA dois critérios e pós-teste de Tukey ($p < 0,05$). Dando como resultado que todos os tratamentos reduziram significativamente a microdureza superficial nas medidas realizadas aos 7 dias, 14 dias e 1 semana após o clareamento quando comparados com os valores iniciais de cada grupo e com o grupo controle. Concluíram que apesar da adição de cálcio e flúor, todos os tratamentos clareadores afetaram a microdureza superficial do esmalte dental.

Leonard et al.⁵⁰ (2005) avaliaram o efeito de dois agentes clareadores de venda livre com sistema de pincel na microdureza do esmalte dental. Foram utilizados 80 fragmentos de esmalte ($3 \times 3 \times 2 \text{ mm}$) obtidos a partir de dentes humanos extraídos. Após a obtenção dos fragmentos estes foram polidos e os valores iniciais de microdureza Knoop foram registrados realizando três endentações em cada fragmento com uma carga de 50 g durante 15 s. Depois das mensurações iniciais os fragmentos foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de tratamento ($n=20$): (G1) controle-fragmentos sem tratamento; (G2) Opalescence (G3); Crest Night Effects e (G4) Colgate Simply White Night. Os fragmentos dos grupos 2 a 4 foram submetidos a 14 dias de tratamento durante 8 h/dia, sendo os fragmentos de cada grupo mantido em saliva artificial a 37°C entre os tratamentos. Posteriormente, a metade dos fragmentos dos grupos 2 a 4 ($n=10$) foram submetidos a um período adicional de 7 dias 8 h/dia, enquanto a outra metade foi armazenada em saliva artificial, sem tratamento adicional. A microdureza Knoop foi medida novamente após 1, 7, 14 e 21 dias de tratamento. Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando a análise de variância ($p = 0,05$). Dando como

resultado que houve uma redução estatisticamente significativa na média de microdureza Knoop em relação aos valores iniciais nos dias 1, 7, 14 e 21 para o grupo 4 e no dia 7 para o grupo 3. Concluíram que os produtos clareadores de venda livre podem afetar adversamente a microdureza do esmalte em comparação com o controle e um agente clareador à base de peróxido de carbamida 10% controlado pelo dentista.

Götz et al.⁵² (2007) avaliaram os efeitos de altas concentrações de peróxido de hidrogênio utilizado como agente clareador sobre a superfície do dente e a integridade da sub superfície. Os efeitos do tratamento clareador na estrutura, composição química, morfologia e microdureza foram simultaneamente analisados. Foram utilizados fragmentos de dentes humanos, lixados e polidos para preparar um substrato uniforme. Após o polimento foram realizadas mensurações iniciais de microdureza Vickers aplicando 200 g de força sendo 5 endentações por fragmento. Após o registro inicial de todos os fragmentos estes foram divididos segundo o tratamento: grupo submetido a gel de peróxido de hidrogênio 13%; grupo submetido a gel de peróxido de hidrogênio 16% e grupo não clareado ou grupo controle submetido a saliva e dentifrício unicamente. Os tratamentos constaram de aplicações cíclicas de agentes clareadores em apresentação de tira adesiva, para imitar exposição clínica dos sistemas clareadores com a utilização simultânea de dentifrícios. Após o término dos tratamentos os fragmentos foram reavaliados como foi descrito para as mensurações iniciais. Os dados foram analisados estatisticamente por meio do teste t de Student ($p < 0,05$) dando como resultado que não houve alterações significantes na microdureza entre as mensurações iniciais: $350,6 \pm 31,2$; $351,1 \pm 17,2$; $350,7 \pm 17,6$ e finais $378,9 \pm 9,2$; $366,7 \pm 22,8$; $371,3 \pm 8,9$ para os grupos controle, 13% e 16% respectivamente. Concluíram que os clareamentos de tira adesiva nas concentrações testadas podem ser utilizados sem criar alterações na superfície do dente.

Zantner et al.⁵¹ (2007) avaliaram a influência de diferentes procedimentos de clareadores caseiros sobre a microdureza superficial do esmalte dental humano. Cento e noventa e dois incisivos humanos hígidos foram distribuídos aleatoriamente em 8 grupos. A superfície vestibular de cada incisivo foi polida e a microdureza inicial (m0) foi medida com uma carga de 1N por 30 s. Posteriormente,

o esmalte foi tratado durante 14 dias com diferentes agentes clareadores: os grupos 1, 2 e 4 foram tratados com o sistema VivaStyle Paint On Plus à base de peróxido de carbamida 8% (PC): 1 vez x 20 min; 2 vezes x 20 min e 2 vezes x 5 min; grupo 3 Colgate Simply White à base peróxido de hidrogênio 5,9% (PH): 2 vezes x 30 min; grupo 5 VivaStyle 10% (PC): 1 vez x 1 h; grupo 6 Blend-a-Med 3D White 5,9% (PH): 2 vezes x 30 min; grupo 7 Odol-med 3 Beauty-Kur, hipoclorito de sódio 2 vezes x 10 min; grupo 8 controle água corrente: 1 vez x 1 h. Após o término dos tratamentos a microdureza foi novamente mensurada (m1) assim como após 6 semanas de armazenamento em saliva artificial (m2). Dando como resultado as seguintes diferenças entre (m0-m1): grupo 1 = 23 ($\pm 20,3$); grupo 2 = 8,9 ($\pm 27,2$); grupo 3 = 63,4 ($\pm 56,3$); grupo 4 = 9,6 ($\pm 30,1$); grupo 5 = 12,8 ($\pm 62,6$); grupo 6 = 92,2 ($\pm 50,2$); grupo 7 = 158,4 ($\pm 59,7$) e grupo 8 = 10,6 ($\pm 38,5$). A análise estatística mostrou que os valores de microdureza foram significantes ($p \leq 0,0005$) reduzido nos grupos 3, 6 e 7 (m1) e o grupo 7 (m2). Concluíram que tanto o tipo de agente clareador como a concentração do mesmo possuem uma influência significativa sobre a microdureza do esmalte. Sendo o hipoclorito de sódio o agente clareador mais crítico devido a sua combinação do agente clareador com o ácido cítrico.

Maia et al.⁵⁴ (2008) avaliaram a influência de dois agentes clareadores caseiros (peróxido de carbamida 10% e peróxido de hidrogênio 7,5%) sob a microdureza do esmalte. Foram utilizados 90 fragmentos de esmalte obtidos a partir de terceiros molares humanos sendo polidos sequencialmente com discos de óxido de alumínio (1200-2000/3M) e pastas diamantadas de 1,0 μm e 0,3 μm . Após o polimento medições iniciais de dureza Knoop foram registradas sob uma carga de 50 g durante 5 s, sendo selecionados os fragmentos de acordo com as normas estabelecidas de microdureza do esmalte humano (valores entre 272 e 440 KHN). Uma vez selecionados os fragmentos foram fixados em dispositivos intra orais que foram entregues a 10 voluntários, que usaram os dispositivos 24 h/ dia durante todo o estudo. Os espécimes foram divididos em três grupos: dois experimentais e um controle, no último grupo blocos de esmalte não foram submetidos aos agentes clareadores, apenas expostos à ação da saliva, estando os três grupos fixados em um mesmo dispositivo. O tratamento clareador foi realizado 1h/dia durante 21 dias consecutivos. Após os 21 dias de tratamento novas medições da microdureza foram realizadas. Os resultados encontrados para os valores médios da linha de base ou

iniciais e finais foram: 348 e 352,2; 346,6 e 354,5; 342 e 340,8 para o grupo controle, peróxido de carbamida 10% e peróxido de hidrogênio 7,5%, respectivamente. Após a análise estatística com o teste ANOVA de um critério os valores médios de microdureza não revelaram diferenças significativas entre os grupos, porém os fragmentos tratados com peróxido de hidrogênio 7,5% mostraram uma tendência ($p = 0,056$) para diminuição de microdureza. Concluíram que os agentes clareadores testados não alteraram a microdureza superficial do esmalte.

Majeed et al.⁵³ (2008) avaliaram o efeito de diferentes produtos clareadores da linha Opalescence sobre o esmalte dental. Foram utilizados fragmentos ($n = 10$ por grupo) de esmalte expostos a Opalescence PF (peróxido de carbamida 10%); Opalescence PF (peróxido de carbamida 20%); Opalescence Trèswite Supreme (peróxido de hidrogênio 10%) e Opalescence PF Quick (peróxido de carbamida 45%). Os agentes clareadores foram aplicados de acordo com as indicações do fabricante. Para o grupo controle foram utilizados fragmentos de esmalte unicamente expostos à saliva artificial. Para todos os grupos os valores de microdureza foram obtidos antes e após o tratamento clareador. Todos os fragmentos de esmalte foram mantidos em saliva entre os tratamentos. Dando como resultado que todos os produtos testados provocaram alterações na superfície do esmalte, sendo os produtos com maior tempo de tratamento os responsáveis pelos danos mais marcados (112 horas). Opalescence PF 10% e 20% à base de peróxido de carbamida apresentaram o maior dano. Concluíram que todos os produtos testados danificaram o esmalte dental.

Attin et al.⁵⁵ (2009) em uma revisão de literatura estabeleceram que numerosos estudos investigassem o impacto de procedimentos de clareamento sobre a microdureza do esmalte dental. Porém, os resultados desses estudos revelaram inconsistências em relação a redução na microdureza ocorrer ou não devido a tratamentos clareadores. Os autores resumiram os resultados de diferentes estudos que relacionavam clareamentos externos e microdureza. Foram utilizados os dados originais de artigos publicados nas bases de dados PubMed ou ISI Web of Science com as palavras chave esmalte e clareamento ou peróxido e dureza (Knoop ou Vickers). As influências dos diferentes parâmetros dos tratamentos de clareamento foram analisadas com o Teste Exato de Fisher. Um total de 55 estudos

foram identificados com 166 medições de dureza realizados diretamente ou após o tratamento clareador e 69 medições realizadas após esperar um determinado período de tempo uma vez terminado o tratamento. Nos estudos que avaliaram a microdureza imediatamente após o clareamento, destes 84 (51%) apresentaram redução na microdureza quando foram comparados com os valores iniciais ou de linha de base, enquanto que 82 (49%) não apresentaram redução nos valores de microdureza. Nos estudos que aguardaram um período de tempo antes de fazer a avaliação, 20 tratamentos (29%) apresentaram redução na dureza e destes 49 (71%) não mostraram alterações. Os autores observaram que uma proporção significativamente maior de tratamentos clareadores, resultou na redução da microdureza do esmalte, quando os espécimes testados foram armazenados em saliva artificial em vez de saliva natural ou quando não foi aplicado flúor durante ou após o tratamento clareador. Os autores concluíram que a revisão de literatura mostra que estudos nos quais simularam as condições intra orais o risco de redução da dureza é reduzida, porém mais estudos *in situ* e *in vivo* são necessários para confirmar esta observação.

Grobler et al.⁵⁶ (2009) avaliaram o efeito de vários agentes clareadores à base de peróxido de hidrogênio (PH) ou peróxido de carbamida (PC) na microdureza do esmalte. Foram utilizados 100 fragmentos de esmalte aleatoriamente divididos em 10 grupos (n=10) de acordo com o tratamento recebido: Nite White ACP 10% PC (Grupo 2); Yotuel Patient 10% PC (Grupo 3); Opalescence PF 10% PC (Grupo 4); Opalescence PF 20% PC (Grupo 5); Opalescence Três White Supreme 10% PH (Grupo 6); Yotuel 30% PC (Grupo 7); Opalescence Quick 45% PC (Grupo 8); Yotuel Special 35% PH (Grupo 9) e Opalescence Boost 38% PH (Grupo 10). Todos os grupos receberam o tratamento clareador de acordo com as indicações do fabricante. O grupo controle (Grupo1) correspondeu aos fragmentos de esmalte mantidos em saliva artificial a 37°C sem receber qualquer tipo de tratamento. Os valores de microdureza foram obtidos antes dos grupos receberem o tratamento clareador e após 14 dias do mesmo. Os dados foram analisados por meio do teste estatístico de Kruskal-Wallis, ANOVA e teste de Tukey. Dando como resultado que todos os agentes clareadores diminuíram a microdureza do esmalte, exceto o grupo 10, mas apenas os grupos 3, 4, 5 e 7 mostraram diminuição significativa na microdureza do esmalte em comparação com o grupo controle (p

<0,05). Os grupos 2, 3 e 7 diferiram significativamente de todos os outros grupos ($p < 0,05$). O maior dano foi registrado para o grupo 2 (Nite White ACP 10% PC). Concluíram que todos os produtos testados neste estudo diminuíram a microdureza do esmalte exceto Opalescence Boost 38% PH. Os produtos que contêm peróxido de carbamida mostraram ser mais prejudiciais para o esmalte devido aos tempos mais longos de aplicação.

2.3 Permeabilidade dos agentes clareadores

Bowles, Ugwuneri³¹ (1987) relatam que o peróxido de hidrogênio difunde-se através do esmalte nos primeiros 15 min após o início do tratamento, outros têm demonstrado que após a aplicação de agentes clareadores, substâncias com baixo peso molecular penetram com maior facilidade dentro das estruturas dentais e atingem a polpa.^{75,76} Aspectos como a concentração e tempo de aplicação, além da presença ou ausência de restaurações,^{17,20,33,35,77} o dente propriamente dito e suas características estruturais e morfológicas podem também influenciar na penetração de agentes clareadores na câmara pulpar.

Thitinanthapan et al.³³ (1999) mediram a quantidade de peróxido de hidrogênio que atinge a câmara pulpar quando são utilizados três agentes clareadores à base de peróxido de carbamida: Opalescence, Sparkle e Rembrandt. Foram utilizadas 70 coroas de pré-molares humanos hígidos aleatoriamente divididos em três grupos experimentais ($n = 20$) e um grupo controle ($n = 10$). A câmara pulpar de cada coroa foi preenchida com uma solução tampão de acetato e em seguida, as coroas foram submetidas ao procedimento clareador por 25 min a 37°C. Uma vez terminado o procedimento a solução tampão foi removida e misturada com o reagente Leucocrystal Violet e peroxidase horseradish, resultando uma reação colorimétrica azul frente à presença de peróxido de hidrogênio. Esta reação foi analisada num espectrofotômetro a um comprimento de onda de 596 nm e comparado os resultados com uma curva padrão para obter a quantidade de peróxido de hidrogênio. Obtendo valores medidos de peróxido de hidrogênio de $3,605 \pm 1,405$; $1,282 \pm 0,762$ e $0,339 \pm 0,251$ mg para os grupos Opalescence, Sparkle e Rembrandt, respectivamente. Houve uma diferença estatisticamente significativa nos níveis de peróxido de hidrogênio entre os três grupos. Concluíram que a

permeabilidade de produtos clareadores comerciais foi diferente, ainda quando os produtos sendo de marcas diferentes contém peróxido de carbamida a 10%. Isto pode resultar em diferentes níveis de sensibilidade do dente ou alterar a eficácia do clareamento.

Joiner et al.⁷⁸ (2004) avaliaram os efeitos de um agente clareador peróxido de hidrogênio (PH) 6% (XtraWhite (XW)) na permeabilidade do PH para a câmara pulpar após tratamento. Foram utilizados dentes incisivos e caninos humanos hígidos seccionados aproximadamente 3 mm incisal à junção cemento/esmalte. Após o corte o tecido pulpar foi removido e as câmaras pulpares foram preparadas aproximadamente com o mesmo diâmetro. Toda a superfície externa do dente exceto o local de aplicação do agente clareador foi vedada com duas camadas de esmalte de unha. As câmaras pulpares foram preenchidas com uma solução tampão de acetato de sódio 2 M (pH 4,5)(25 mL) sendo as superfícies vestibulares submetidas ao tratamento clareador com XW ou água (controle). A concentração de PH foi determinada espectrofotometricamente utilizando o reagente de cor azul Leucocrystal Violet e a enzima de peroxidase horseradish. A quantidade de peróxido de hidrogênio foi determinada por comparação com uma curva padrão gerada por quantidades conhecidas de peróxido de hidrogênio. Dando como resultado que a concentração média de peróxido encontrado nas câmaras pulpares dos dentes foi de 0,44 mM, o que é mais de 3000 vezes inferior à concentração relatada para causar danos pulpares. Concluíram que o produto testado forneceu um efeito clareador seguro ao tecido pulpar.

Gökay et al.⁷⁹ (2005) avaliaram a penetração do peróxido na câmara pulpar de diferentes produtos clareadores. Foram utilizados 50 incisivos centrais humanos hígidos do mesmo tamanho, os quais foram aleatoriamente divididos em 5 grupos (n =10). Ápices de todos os dentes foram cortados aproximadamente 3 mm apical à junção cemento/esmalte, sendo o tecido pulpar removido com uma ponta diamantada esférica e a cavidade da polpa lavada com água destilada. Uma alíquota de 25 µL de tampão de acetato de 2 M foi colocada dentro da câmara pulpar de cada dente com a finalidade de absorver e estabilizar qualquer peróxido que possa penetrar no interior da câmara. As superfícies vestibulares dos dentes dos grupos 1 - 4 foram submetidas a diferentes

procedimentos clareadores de acordo com as indicações do fabricante: G1=peróxido de hidrogênio 5,3% em tiras adesivas; G2= peróxido de carbonato de sódio 19%; G3= peróxido de carbamida 18% e G4= peróxido de hidrogênio 8,7%. Os dentes do grupo controle (G5) foram expostos apenas à água destilada. A solução tampão extraída de cada dente após 30 min do início do procedimento clareador foi transferida para um tubo de ensaio de vidro, sendo adicionado o reagente Leucocrystal Violet e a enzima de peroxidase horseradish para produzir uma reação de cor azul frente à presença de peróxido. A densidade óptica da cor azul resultante nos tubos foi medida por um espectrofotômetro de UV visível no comprimento de onda de 596 nm. Os valores obtidos foram convertidos em equivalentes de microgramas de peróxido de hidrogênio usando uma curva de calibração espectrofotométrica. Os dados foram analisados utilizando a análise de Kruskal Wallis e teste de Mann Whitney. Dando como resultado que houve diferenças estatisticamente significativas entre todos os grupos ($P < 0,05$). Porém, não foi encontrada presença de peróxido de hidrogênio no grupo controle. A quantidade de peróxido de hidrogênio (μg) encontrado na câmara pulpar do G1 ($0,726 \pm 0,024$) $>$ G4 ($0,443 \pm 0,017$) $>$ G3 ($0,231 \pm 0,011$) $>$ G2 ($0,175 \pm 0,012$). Concluíram que os agentes clareadores testados tiveram a capacidade de penetrar na câmara pulpar em diferentes graus.

Pugh et al.⁸⁰ (2005) avaliaram a segurança da utilização de agentes clareadores caseiros de uso noturno com altos níveis de peróxido de hidrogênio, determinando seu efeito sobre o esmalte dental na sua microdureza, morfologia e a penetração na câmara pulpar. Foram utilizados 20 dentes os quais foram cortados acima da linha cemento/esmalte e divididos em quatro grupos ($n=5$) sendo um dos grupos o grupo controle o qual não recebeu nenhum tipo de tratamento exposto, ou seja, unicamente à água destilada. Os três grupos restantes foram: G1=Colgate Platinum Overnight® Professional™ Whitening System, contendo 10% de peróxido de carbamida equivalente a 3,5% de peróxido de hidrogênio; G2= protótipo de 7% de peróxido de hidrogênio e G3= protótipo de 12% de peróxido de hidrogênio, cada um dos tratamentos foram realizados durante 30 min, 4 h e 7 h. As câmaras pulpares das coroas de cada grupo foram preenchidas com tampão acetato 2M, para estabilizar o peróxido de qualquer peróxido difundido para dentro da câmara pulpar durante o tratamento o qual foi misturado posteriormente com o reagente

Leucocrystal Violet. Para a avaliação da permeabilidade, microdureza e morfologia do esmalte foi utilizado um espectrofotômetro, microdurometro e um microscópio eletrônico de varredura respectivamente. Dando como resultado que após 7 horas do tratamento, o peróxido de hidrogênio na câmara pulpar penetrou em $23,12 \pm 10,09$; $24,58 \pm 6,90$ e $26,39 \pm 5,43$ μg para 3,5%, 7,0% e 12,0% de peróxido de hidrogênio respectivamente. Com relação à morfologia do esmalte, a penetração da polpa, micro dureza e composição não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos após 98 horas de tratamento. Concluíram que o peróxido de hidrogênio não comprometeu a morfologia ou a microdureza do esmalte. Os níveis de peróxido de hidrogênio recuperados da polpa não foram suficientes para inibir as enzimas da polpa. Os autores indicam que estudos adicionais são necessários para avaliar o potencial de sensibilidade e irritação gengival.

Schiavoni et al.⁸¹ (2006) determinaram o grau de permeabilidade no esmalte após procedimentos de clareamento externo. Foram utilizados 75 caninos humanos hígidos cortados na junção cimento/esmalte. As coroas de todos os dentes foram cobertas com esmalte resistente ao ácido, exceto uma área circular de $7,1 \text{ mm}^2$ na superfície vestibular. Após o vedamento dos espécimes estes foram alocados de forma randomizada em grupos de acordo com o tratamento: clareamento com peróxido de carbamida (PC) 10%, 16% e 37% ou peróxido de hidrogênio (PH) 35%. No grupo controle os dentes foram unicamente expostos a saliva artificial. As amostras foram então preparadas de acordo com um método de coloração histoquímica com base em soluções de sulfato de cobre edithiooxamide. Foram utilizadas imagens digitais obtidas a partir de uma de três secções do dente com ajuda de um microscópio óptico, para medir a percentagem de penetração de íons de cobre em relação ao total de espessura do esmalte. Dando como resultado que houve uma diferença significativa para os valores de permeabilidade entre os grupos ($P = 0,046$). O teste da razão de probabilidade revelou que o uso de PC 10% e PH 35% causaram significativamente maior permeabilidade do esmalte quando comparados com o grupo controle. Porém, não houve diferenças significativas no percentual de penetração de íons de cobre entre os grupos submetidos a agentes clareadores. Concluíram que a permeabilidade do esmalte pode ser aumentada dependendo do sistema clareador utilizado.

Torres et al.⁸² (2010) estudaram os efeitos da ativação química do peróxido de hidrogênio (PH) nas mudanças de cor e penetração através das estruturas do dente. Foram utilizados 104 dentes bovinos dos quais foram obtidos discos de dentina (DD) e de esmalte e dentina (DED) a partir de cada dente. Os discos foram aleatoriamente divididos em 2 grupos controle, um grupo controle positivo (CP) sem ativador químico, e um grupo controle negativo (CN) discos sem clareamento e 5 grupos experimentais. Após a divisão os discos foram posicionados em câmaras pulpares artificiais contendo 20 µL de solução tampão de acetato (pH 4,5) e o gel clareador experimental de PH 35% foi aplicado sobre os discos. Cada grupo experimental recebeu um ativador químico diferente (gluconato de manganésio GM; cloreto manganésio CM; sulfato ferroso SF; cloreto ferroso CF e extrato de raiz de amoras ERA). Após o tratamento clareador uma amostra da solução tampão (5 µL) foi recolhida da câmara pulpar artificial e a concentração de PH foi medida ao misturar a mesma com o reagente Aminofenazone (4-aminoantipyrin; 4 mmol/l), fenol (24 mmol/l) e peroxidase (0,4 U/mL) dissolvido em 0,1 M tampão fosfato num pH 7.0. Os dados foram analisados estatisticamente com ajuda dos testes ANOVA, Tukey e Dunnett. Dando como resultado que os grupos GM e SF apresentaram uma penetração significativamente mais baixa do que a do grupo CP. Concluíram que a adição de GM e SF diminuiu a penetração do PH.

Hannig et al.⁸³ (2011) investigaram *in vitro* a difusão do peróxido através de dentina pré-tratada com um verniz dessensibilizante. Foram utilizados discos de dentina obtidos de dentes bovinos com 1,3 mm de espessura, devidamente polidos e distribuídos aleatoriamente em grupos (n=8) segundo o tipo de tratamento recebido (com ou sem verniz dessensibilizante), Vivastyle, Whitestrips, SimplyWhite, Opalescence e Perborato de Sódio. Cada disco foi posicionado em um dispositivo específico e um volume de 100 µL de tampão de fosfato foi pipetado para dentro do dispositivo em contato íntimo com a dentina. A difusão do peróxido foi avaliada 10 s após a aplicação do agente clareador, bem como após 30, 60, 90, 120, 150, 180 e 240 min por meio de espectrofotometria e o reagente 4-aminoantipyrin (4mmol/l), peroxidase (0,4U /mL) e fenol (24 mmol /l) em tampão de fosfato 0,1molar (pH 7,0). Um volume de 100 µL de reagente foi adicionado a 100 µL da amostra do espécime de dentina. Para a determinação da concentração do peróxido foi utilizada uma curva de calibração realizada com

concentrações de peróxidos diferentes. Dando como resultado que os maiores valores de difusão de peróxido foram apresentados pelo agente Opalescence, e os mais baixos pelo Perborato de Sódio. A aplicação do verniz dessensibilizante reduziu a difusão do peróxido significativamente para todos os agentes clareadores. Concluíram que a penetração do peróxido de hidrogênio pode ser reduzida com a utilização de vernizes dessensibilizantes.

2.4 Sensibilidade dentária

Um dos efeitos secundários mais comuns associados com o clareamento dental é a sensibilidade dentária. Estudos prévios relatam que a incidência de sensibilidade dentária após procedimentos de clareamento dental varia entre 55% até 100% ^{84,85,86,87,88} com intervalos de muito leve a intolerável. A sensibilidade dentária tem como etiologia a fácil difusão de radicais livres, provenientes do peróxido, através do esmalte e dentina até a polpa provocando injúrias a nível tecidual caracterizada por uma inflamação resultando em uma pulpite reversível.^{32,89} A desmineralização da superfície do esmalte causada por valores de pH baixos poderiam ter um efeito sobre a atividade biodinâmica dos agentes clareadores aumentando os processos erosivos.^{31,68} Clinicamente o aumento da porosidade por causa da erosão possibilita que o agente clareador penetre com maior facilidade, através do esmalte e dentina, explicando a sensibilidade dentária observada durante seu uso⁴¹ como relatado por Markowitz⁹⁰ (2010) Há uma grande variedade de produtos de clareamento para uso em casa e no consultório odontológico, seja qual for o produto utilizado envolve a utilização de peróxido em géis ou soluções que entram em contato íntimo com os dentes. A fim de clarear os dentes o peróxido tem que ser capaz de penetrar a estrutura do dente e oxidar o composto que esta gerando a mudança de cor na dentina. Infelizmente, muitos pacientes submetidos a procedimentos de clareamento à base de peróxido têm como queixa principal a sensibilidade dentária após o tratamento. Esta sensibilidade pode ser dividida em: sensibilidade que ocorre em dentes intactos (DI) sem qualquer estímulo provocante e sensibilidade que ocorre em dentes com exposição da dentina (DE). Atualmente, o mecanismo de ativação de nociceptores na sensibilidade após tratamento clareador é desconhecida. Na sensibilidade dentária por dentina exposta, a estimulação da dentina resulta de deslocamentos de fluido

nos túbulos dentinários, os quais ativam as terminações mecanossensitivas na dentina profunda e na polpa. Devido que a DI e DE diferem em muitos aspectos e sintomas, é provável que o mecanismo de geração de dor seja diferente para estas duas condições. Recentemente, as propriedades funcionais de um canal de íons quimiossensíveis TRPA1 foram descritas. Este canal é ativado por uma variedade de compostos oxidantes, incluindo o peróxido de hidrogênio. Aferentes sensoriais da polpa expressam TRPA1. Hipoteticamente a ativação direta da atividade da polpa via TRPA1 é o mecanismo de dor DI. De acordo com esta teoria, tratamentos que reduzam a sensibilidade dentária prevendo a excitabilidade da polpa, tais como sais de potássio, seria o tratamento de escolha para a DI.

Zekonis et al.⁹¹ (2003) em um estudo clínico duplo cego de boca dividida, verificaram a efetividade, recidiva, cor, sensibilidade dentária e irritação de gengiva de dois tipos diferentes de clareamento: clareamento caseiro à base de peróxido de carbamida 10% e de consultório à base de peróxido de hidrogênio 35%. Foram recrutados 20 pacientes dos quais foi eliminado um por não se encaixar nos critérios de inclusão do estudo. Para as variáveis cor e recidiva da mesma foi utilizado um espectrofotômetro como ferramenta de registro de valores, assim como fotografias digitais dos dentes. Para a variável sensibilidade dentária e de gengiva foi utilizado um formulário de autoavaliação preenchido diariamente durante as duas semanas de tratamento e sete dias após o mesmo. Todos os sujeitos receberam uma folha na qual era indicado o nível de sensibilidade experimentada do dente e da gengiva, marcando do lado esquerdo e /ou direito em uma das cinco categorias: 1 nenhuma, 2 leve, 3 moderada, 4 considerável e 5 severa. Para fins comparativos o 14º dia do tratamento caseiro foi comparado com 60 minutos de tratamento no consultório. Os autores obtiveram como resultado que o tratamento caseiro demonstrou ter maior capacidade clareadora quando comparado com o tratamento em consultório. Porém, também resultou em maior sensibilidade de gengiva quando comparado com o clareamento em consultório durante a última parte da primeira semana. Para a variável sensibilidade dentária não houve diferença significativa entre os tratamentos. Oitenta e quatro por cento dos sujeitos relataram que o tratamento caseiro foi mais eficaz e 16% que não houve diferença entre os tratamentos. Não houve indivíduos que encontraram que o tratamento em consultório fosse superior ao tratamento caseiro.

Gerlach et al.⁹² (2004) determinaram que o uso de altas concentrações de peróxido de hidrogênio para clareamentos caseiros, deve ter um equilíbrio entre a quantidade de clareamento conseguida e a tolerabilidade do produto desde o ponto de vista de irritação e sensibilidade. Neste estudo, os autores realizaram um estudo clínico randomizado, duplo cego de duas semanas com 38 adultos com idades entre os 18 e 50 anos. Foi avaliada a tolerabilidade e efetividade do uso de tiras adesivas de clareamento, à base de peróxido de hidrogênio (PH), usadas duas vezes por dia durante um período de tempo de 30 min durante duas semanas. Os pacientes foram divididos em dois grupos segundo a concentração do produto clareador utilizado: grupo PH14 % e o grupo controle PH 6 %. Os autores mediram a eficácia a partir de imagens digitais que foram avaliadas por meio de CIE Lab. Por outro lado a tolerabilidade foi avaliada por meio de entrevistas e exame clínico, sendo os tratamentos comparados por meio de análise de covariância. Os resultados em relação à linha de base da cor, ambos os grupos exibiram significativa melhora ($p < 0,001$). A ocorrência de sensibilidade dentária foi mais comum no grupo experimental (42% dos indivíduos) do que no grupo controle (26%). Em contraste, 11% dos indivíduos de ambos os grupos tiveram irritação oral menor ao realizar o exame clínico. Ambos os tratamentos foram bem tolerados. Concluíram que a utilização de tiras de peróxido de hidrogênio 14% resultou em uma maior mudança de cor, quando comparada com o grupo controle de peróxido de hidrogênio 6%.

Giniger et al.⁹³ (2005) realizaram um estudo para determinar como a adição de fosfato de cálcio amorfo (ACP) a um gel de 16 % peróxido de carbamida poderia afetar a efetividade do agente clareador e a sensibilidade dentária do paciente. Foi realizado um estudo clínico randomizado duplo cego paralelo com 50 pacientes aleatoriamente divididos em dois grupos segundo o tratamento: grupo controle foi utilizado um gel clareador à base de peróxido de carbamida 16 % livre de agentes dessensibilizantes Nite White Excel 3 Regular e grupo experimental foi reformulado o gel do grupo controle para adicionar íons de cálcio (CaNO_3) e fosfato ($\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$). Ambos os grupos utilizaram os seus respectivos produtos três horas por dia durante 14 dias. Os pacientes foram controlados para as variáveis cor e sensibilidade dentária antes do tratamento, após 3, 7 e 14 dias assim como 5 dias após o término do mesmo (19º dia); a variável sensibilidade foi avaliada por três métodos diferentes realizados por um operador no consultório com ajuda de jato de

ar em uma escala de 0 a 3; pressão tátil da dentina registrando a sensibilidade em uma escala de 1 a 3, e auto avaliação do paciente por meio de uma escala visual analógica (VAS por suas siglas em inglês). Para a variável cor foram tomadas fotografias digitais nos mesmos períodos de tempo. Dando como resultado que o grupo experimental demonstrou escores médios de sensibilidade térmica significativamente menor ($P < 0,05$) comparados com os registros iniciais (14º dia: 0,21 contra 0,31; 19º dia: 0,06 contra 0,18). O mesmo efeito foi registrado na avaliação tátil ($P < 0,05$) (14º dia: 0,26 contra 0,48; 19º dia: 0,06 contra 0,19). No final do estudo, os pacientes do grupo experimental tiveram duas vezes menos sensibilidade térmica quando comparados com o grupo controle (80% vs 40% $P < 0,001$). Ambos os grupos demonstraram mudanças de cor significativas comparados com os valores iniciais ($P < 0,05$). Concluíram que ACP demonstrou uma redução da sensibilidade dentária quando adicionado a um gel de 16% de peróxido de carbamida sem alterar as mudanças de cor.

Hanning et al.⁹⁴ (2007) investigaram a eficácia e os efeitos colaterais orais durante o clareamento dental com Whitestrips (WS) (peróxido de hidrogênio 6%) e Viva Style (VS) (peróxido de carbamida 10%). Foram recrutados 47 pacientes voluntários com dentes anteriores que possuíam cor A2 ou com maior saturação; sendo excluídos os pacientes que apresentavam hipersensibilidade, restaurações anteriores, má higiene bucal, recessão gengival generalizada, doença cárie, alteração estrutural do dente, manchas por tetraciclina ou fluorose. O estudo foi realizado num modelo cego, randomizado, de grupos paralelos. A aplicação das WS foi realizada duas vezes por dia, durante 30 min; para o grupo VS foram usadas moldeiras para aplicar o agente clareador durante 60 min, uma vez por dia. A cor dos dentes foi avaliada por meio da medição L^* a b^* antes do estudo e após o término do mesmo. A sensibilidade foi monitorada ao longo do clareamento, tendo posteriormente um acompanhamento de oito semanas após a conclusão do tratamento. Após duas semanas de tratamento ambos os grupos demonstraram melhorias significativas na cor em relação à linha de base sem existir diferença significativa entre os dois sistemas. Do ponto de vista da sensibilidade e irritação oral (vermelhidão, edema ou irritação epitelial em tecidos moles) não houve diferença significativa entre os dois sistemas. Foi relatada irritação gengival em 13%, hipersensibilidade dentária em 22% da população total em estudo. Em todos os

casos, a irritação gengival observada foi leve e descamativa sendo de natureza localizada na margem gengival. Estes eventos foram transitórios e completamente resolvidos após o fim do tratamento. Após as oito semanas de acompanhamento não foram observados efeitos adversos. Ambos WS e VS demonstraram níveis significativos e comparáveis de melhora na cor dos dentes após duas semanas. Cada tratamento provocou níveis semelhantes de efeitos orais secundários transitórios.

Ziebolz et al.⁹⁵ (2007) avaliaram a eficácia e os efeitos colaterais de dois clareamentos caseiros com uso de moldeira: Visalys whitening (VW) 7.5% de peróxido de hidrogênio e OpalescencePF (OP) 20% de peróxido de carbamida. Foram recrutados 60 pacientes com dentes livres de cárie, cor A2 ou mais escura segundo a guia de cor Vita Shade e, sem presença de coroas indiretas nos dentes anteriores superiores. Após a seleção dos pacientes estes foram distribuídos de maneira randomizada em dois grupos de tratamento (n = 30). A cor dos dentes foi avaliada medindo as variáveis de cor L * a * b *, das superfícies vestibulares do incisivo central direito por meio de imagens digitais padronizadas analisadas no programa Adobe Photoshop. A avaliação da sensibilidade dentária foi realizada antes, no fim do tratamento e 5 dias após o mesmo sendo aplicada uma ligeira corrente de ar frio com ajuda da seringa multiuso da unidade odontológica. Para o registro dos dados da sensibilidade, esta foi representada numa escala de 0 a 10 (0 = ausência de sensibilidade e 10 = sensibilidade alta). Além disso, foi realizada uma auto avaliação durante o tratamento clareador registrada pelos próprios participantes num diário. Os pacientes foram instruídos a irrigar os dentes com água fria (5°C±1°C) uma vez por dia, para ser registrada a sensibilidade em uma escala de 0 a 10 (0 = ausência de sensibilidade e 10 = sensibilidade alta do dente). Obtendo como resultado que após o clareamento, ambos os grupos demonstraram melhorias significativas na cor dos dentes ($p \leq 0,05$), sem ter nenhuma diferença significativa entre os dois grupos de tratamento ($p \leq 0,05$). Para a variável sensibilidade dentária, a intensidade aumentou significativamente em relação à linha de base em ambos os grupos ($p \leq 0,05$), sem diferença significativa entre os dois grupos. Ambos os sistemas de clareamento de concentração alta são eficazes como sistemas de clareamento dental, tendo como efeito colateral sensibilidade dentária transitória.

Demarco et al.⁹⁶ (2009) estabeleceram por meio de uma revisão bibliográfica, que as mudanças na cor dental são comumente encontradas na prática diária da odontologia, sendo o clareamento dental considerado como a alternativa estética mais utilizada pelos dentistas pois, considera-se um tratamento altamente conservador, seguro e com resultados previsíveis. O uso doméstico supervisionado de peróxido de carbamida 10% (PC) para clareamento com moldeiras individuais é o procedimento mais utilizado pelos dentistas para este tipo de tratamento. Os bons resultados obtidos com esta técnica estimulou o aparecimento de novos produtos e técnicas, entre estes os produtos de venda livre ou de balcão (OTC siglas em inglês) os quais possuem um baixo custo e não precisam da supervisão do dentista. Diferentes produtos OTC estão disponíveis em supermercados, farmácias ou pela internet, incluindo colutórios, pincéis clareadores, cremes dentais, fio dental, tiras de clareamento entre outros. Porém, existe falta de evidências clínicas sobre a segurança e eficácia destes produtos, pois a maioria dos estudos atuais tem interesse comercial ou são apoiados pelos fabricantes. Estes produtos apresentam dois tipos de efeito clareador: os cremes dentais, chicletes e fios dentais são agentes de remoção de manchas superficiais; os colutórios e pincéis clareadores com baixos níveis de peróxido de hidrogênio demonstram algum efeito clareador, mas sem relevância clínica. Porém, as tiras adesivas demonstraram resultados estéticos e efeitos colaterais semelhantes aos obtidos com clareamentos caseiros com moldeira, supervisionados pelo dentista com PC 10%, no entanto, os estudos foram baseados em avaliações em curto prazo. Baseados no exposto surgiram preocupações pelo uso excessivo desses agentes automedicados, especialmente por pacientes jovens, devido aos resultados potencialmente prejudiciais. Os autores deixam claro que a classe odontológica deve estar familiarizada com estes tipos de produtos para poder informar os seus pacientes. Concluem que há uma necessidade de ensaios clínicos para fornecer provas suficientes sobre o uso de produtos clareadores OTC.

Dawson et al.⁹⁷ (2011) avaliaram num estudo clínico randomizado a eficácia em termos de mudança de cor e sensibilidade dentária de pacientes que foram submetidos a tratamentos de clareamento caseiros complementados ou não por clareamento em consultório. Foram recrutados trinta e seis indivíduos (com idades entre 19 e 58 anos). Após a seleção os pacientes foram aleatoriamente

alocados em três grupos diferentes segundo o tratamento que receberam: (A) clareamento caseiro com peróxido de carbamida 16% por duas semanas; (B) clareamento caseiro com peróxido de carbamida 16% por duas semanas complementadas com clareamento em consultório com peróxido de hidrogênio 9% ou (C) clareamento caseiro por duas semanas com peróxido de carbamida 16% complementado com clareamento em consultório com peróxido de hidrogênio 27%. A eficácia do clareamento dental foi avaliada pela determinação da mudança de cor nos seis dentes anteriores superiores. Para a variável sensibilidade os dados foram registrados por meio do uso de uma escala visual analógica (VAS siglas em inglês), onde o número 1 representa ausência de sensibilidade e 10 representa sensibilidade insuportável. Tanto a cor dental como a sensibilidade foram avaliadas antes do tratamento, imediatamente após a finalização do tratamento caseiro e imediatamente após a finalização do tratamento em consultório para os grupos B e C e uma semana após todos os tratamentos. Os resultados obtidos pelos autores mostraram que a sensibilidade aumentou durante o curso do tratamento, estando o ponto máximo imediatamente após a fase inicial do clareamento, para os pacientes com tratamento complementar em consultório. Foi registrado um aumento na sensibilidade, porém não significativa sendo que após uma semana os pacientes não reportaram sensibilidade. Não houve diferença significativa na mudança de cor ou a sensibilidade entre os grupos. Concluíram que o tratamento combinado não produziu nenhuma diferença significativa na cor do dente ou sensibilidade quando este foi comparado como tratamento caseiro comum.

2.5 Clareamento dental em Ortodontia

Jadad et al.³⁸ (2011) avaliaram a efetividade de um novo agente clareador à base de peróxido de hidrogênio 8% usado em pacientes portadores de aparelhos ortodônticos fixos. Foram utilizados os seis dentes anteriores de 40 pacientes com idades entre 18 a 40 anos. Os pacientes foram divididos em dois grupos (n=20): no grupo A, os pacientes usaram agente clareador durante o tratamento ortodôntico e no grupo B, os pacientes usaram o agente clareador após tratamento ortodôntico. Para cada grupo, foi feito um registro da cor inicial do dente com ajuda de um espectrofotômetro. Os grupos receberam o tratamento clareador com Opalescence Trèswwhite Ortho (Ultradent, Ortodontia Opal, South Jordan, Utah)

por 10 dias, em sessões de 45 minutos. Para o grupo A, o tratamento foi realizado 10 dias antes do fim do tratamento ortodôntico. Os pacientes do grupo B tiveram o mesmo protocolo clareador após à remoção dos aparelhos fixos. Observou-se que para o grupo B, a alteração de cor, variou de 3 a 12 (média 8 e mediana 8,3) e para o grupo A, a variação foi entre 4 e 13 (média 9 e mediana 8,5), indicando que existiu um efeito clareador para ambos os grupos ($P < 0,05$). Concluíram que Opalescence Trèswite Ortho mostrou ser um eficiente agente clareador para pacientes portadores de aparatologia ortodôntica fixa.

Sundfeld et al.³⁹ (2012) utilizou um clareamento dental à base de peróxido de hidrogênio 10% como tratamento complementar num procedimento clínico de fechamento de diastema num paciente portador de aparelho ortodôntico fixo onde o clareamento dental foi realizado em ambos os arcos com peróxido de hidrogênio 10% (Opalescence Trèswite Supreme - Ultradent Products, Inc., South Jordan, EUA) após a conclusão e estabilização do tratamento ortodôntico. Em seguida, o aparelho ortodôntico foi removido e os diastemas nos dentes superiores anteriores foram fechados com resina composta. Concluíram que a associação de ortodontia, clareamento dental e procedimentos restauradores foram úteis para restaurar a forma dental, a função e estética.

3 PROPOSIÇÃO

3.1 Proposição geral

- Avaliar laboratorial e clinicamente dois tipos de agentes clareadores em pacientes com aparelho ortodôntico fixo.

3.2 Proposição específica

- Avaliar os valores de dureza, rugosidade superficial e permeabilidade do esmalte dental após a aplicação dos agentes clareadores Tréswhite Ortho e TrésWhite Supreme;
- Avaliar os valores do pH de dos agentes clareadores Tréswhite Ortho e TrésWhite Supreme;
- Avaliar a sensibilidade dentária produzida pela aplicação dos agentes clareadores Tréswhite Ortho e TrésWhite Supreme; em pacientes portadores de aparelho ortodôntico fixo;
- Avaliar a mudança de cor dental produzida pela aplicação dos agentes clareadores Tréswhite Ortho e TrésWhite Supreme; em pacientes portadores de aparelho ortodôntico fixo.

HIPÓTESE NULA

É esperado que os agentes clareadores Tréswhite Ortho e TrésWhite Supreme não apresentem diferenças nos efeitos sobre a superfície do esmalte dental, na mudança de cor e nem na sensibilidade dentária.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi dividida em duas etapas: na primeira etapa, foi realizado um estudo laboratorial, onde foram realizados os testes de microdureza, rugosidade, microscopia de força atômica do esmalte clareado, assim como, a permeabilidade do esmalte e da dentina e a medição de pH dos agentes clareadores utilizados. Na segunda etapa, foi realizado um estudo clínico, cuja finalidade foi avaliar a efetividade dos agentes clareadores e a possível sensibilidade dentária. Para este trabalho foram testados dois produtos clareadores de uso caseiro: peróxido de hidrogênio 8% (Trèswhite Ortho, Ultradent, Opal Orthodontics, South Jordan, UT (TWO)) e peróxido de hidrogênio 10% (Trèswhite Supreme, Ultradent, Opal Orthodontics, South Jordan, UT (TWS)), de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1: Materiais avaliados

Agente clareador/ Fabricante	Porcentagem Peróxido de Hidrogênio	Tempo de Aplicação	Composição*	Lote
Trèswhite Ortho (TWO)/ Ultradent 	8%	45 min/10 dias	Peróxido de carbamida 7,5%; Peróxido de hidrogênio 7,5%; Fluoreto de sódio 0,25% e Hidróxido de sódio 3,75%	68561.1
Trèswhite Supreme (TWS)/ Ultradent 	10%	45 min/10 dias	Peróxido de carbamida 7,5%; Peróxido de hidrogênio 3-13%; Fluoreto de sódio 0,25% e Hidróxido de sódio < 5%	85007.2

Nota: *Especificações do Fabricante

4.1 Estudos laboratoriais

Para os testes de microdureza, rugosidade e microscopia de força atômica foram selecionados 20 terceiros molares humanos hígidos, obtidos do Banco de Dentes Humanos (BDH) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). A realização da parte experimental foi aprovada por meio do parecer nº 05/2011 pela Comissão de Ética em Pesquisa da UEPG, tendo sido protocolado sob o número 19033/10 (Anexo A). Os dentes foram escolhidos após observação sob lupa estereoscópica, para confirmar que estivessem livres de defeitos ou microfraturas no esmalte, previamente limpos e mantidos em água destilada e refrigerados a $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ após a extração até seu uso. Estes dentes foram cortados sob refrigeração com água, em nível da junção cimento/esmalte com ajuda de um disco de carbono montado num mandril para caneta de baixa rotação, separando a coroa da raiz. Depois do corte, as coroas foram divididas aleatoriamente em dois grupos (n=10): Grupo TWO – dentes submetidos ao agente clareador à base de peróxido de hidrogênio 8% (Trèswhite Ortho, Ultradent, Opal Orthodontics, South Jordan, UT) e Grupo TWS – dentes submetidos ao agente clareador à base de peróxido de hidrogênio 10% (Trèswhite Supreme, Ultradent, Opal Orthodontics, South Jordan, UT). Após a divisão dos grupos, as coroas dos dentes de cada grupo foram cortadas novamente, para obter 3 fragmentos de esmalte de 3 mm x 3 mm x 2 mm, sendo aleatoriamente alocado um fragmento para cada teste (microdureza, rugosidade e microscopia de força atômica).

Os fragmentos de esmalte de cada grupo (n=10) foram imersos individualmente em resina acrílica de auto polimerização Duralay (Reliance, Dental Mfg. Co., Worth, IL, EUA), em um tubo de PVC (policloreto de vinila) de 5 mm de altura, deixando a superfície do esmalte exposta para realizar o polimento da mesma com lixas de papel de carbetto de silício progressivamente com granulação 600, 1000, 1200, 1500, 2000 e feltro com pasta de polimento de 1 e 1/4 μm , sobre uma superfície lisa de vidro em uma politriz de bancada, sob água corrente, realizando movimentos lineares uniformes. O polimento foi realizado por um único operador com o intuito de obter uma padronização do procedimento. Após o polimento, os fragmentos foram limpos durante 10 min em água corrente e posteriormente, submetidos à ultrassom com água deionizada (Fig 1A-F).

4.1.1 Teste de Microdureza

As medições de microdureza (KNH) do esmalte foram realizadas com um diamante Knoop e uma carga de 100 g, durante 30 s, em um microdurômetro Micromet 2100 (Buehler, Lake Bluff, Illinois, EE.UU.). Foram feitas endentações em 5 lugares dos fragmentos testados (canto superior esquerdo, canto superior direito, canto inferior direito, canto inferior esquerdo e centro) antes do tratamento com qualquer agente clareador, sendo estas consideradas mensurações iniciais ou de linha base. Após as mensurações iniciais, o tratamento clareador dos grupos TWO e TWS foi realizado durante 45 min por dia em um período de tempo de 10 dias, seguindo as indicações do fabricante, sendo os fragmentos de esmalte armazenados em saliva artificial, em estufa a $37^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, no intervalo entre uma aplicação e outra do agente clareador. Após o término do tratamento, os fragmentos foram armazenados 24 h em saliva artificial e submetidos novamente ao teste de microdureza, realizando endentações com intervalos de 50 μm de forma paralela as anteriores.

4.1.2 Teste de Rugosidade

A rugosidade superficial (R_a) do esmalte foi avaliada em dez corpos de prova de cada grupo experimental. Foram realizadas cinco leituras da rugosidade superficial do esmalte de forma paralela com ajuda de um Rugosímetro Digital Mitutoyo Surfes-301 (Mitutoyo – Kawasaki, Kanagawa, Japão), com precisão de leitura de 0,01 μm , *cut-off* (λ_c) de 0,25 mm, para maximizar a filtragem de ondulação superficial, a velocidade da ponta ativa de 1 mm/s na ida e de 0,5 mm/s na volta de acordo com norma ISO97. Foram realizadas duas mensurações em tempos diferentes, antes e após o tratamento clareador. As mensurações realizadas antes do tratamento foram consideradas mensurações iniciais ou de linha base. Após as mensurações iniciais, o tratamento clareador dos grupos TWO e TWS foi realizado por 45 min ao dia em um período de tempo de 10 dias, seguindo as indicações do fabricante, sendo os fragmentos de esmalte armazenados em saliva artificial em estufa a $37^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ no intervalo entre uma aplicação e outra do agente clareador. Após o término do tratamento, os fragmentos foram armazenados 24 h em saliva artificial e submetidos novamente ao teste de rugosidade, realizando novamente 5

mensurações paralelas entre elas no mesmo eixo das mensurações iniciais.

4.1.3 Microscopia de Força Atômica

O teste de microscopia de força atômica (AFM) foi utilizado para obter imagens ilustrativas da superfície do esmalte como também para analisar a rugosidade da superfície do esmalte, antes e após o tratamento clareador. Foram obtidas 3 fotografias de $30\text{ }\mu\text{m} \times 30\text{ }\mu\text{m}$ de cada fragmento ($n=10$) de cada grupo de estudo consideradas iniciais ou de linha base, as quais serviram como fotografias de controle, em áreas distribuídas de forma aleatória. As amostras foram mantidas em uma posição horizontal e o sistema operou perpendicularmente com intensidade da força ponta-superfície constante durante a aquisição das imagens. Este estudo foi feito com modo de contato, ou seja, o sistema de realimentação manteve a distância ponta-superfície constante tal que, a força de interação entre elas era repulsiva. Nesse modo de operação, utilizaram-se sondas de constantes elásticas baixas ($0,01\text{ N/m}$ a $1,0\text{ N/m}$) de nitreto de silício. As imagens foram coletadas com um índice de 1 Hz , para obter informações da estrutura do esmalte e evitar danos à ponta, em uma área de $30\text{ }\mu\text{m}^2$, a uma velocidade de $80\text{ }\mu\text{m/s}$. Após este procedimento, foram feitos os tratamentos clareadores na superfície do esmalte dos espécimes, de acordo com os grupos de estudo TWO e TWS, realizado por 45 min ao dia, em um período de tempo de 10 dias , seguindo as indicações do fabricante, sendo os fragmentos de esmalte armazenados em saliva artificial em estufa a $37^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ no intervalo entre uma aplicação e outra do agente clareador. Após o término do tratamento, os fragmentos foram armazenados 24 h em saliva artificial e submetidos novamente ao teste de microscopia de força atômica.

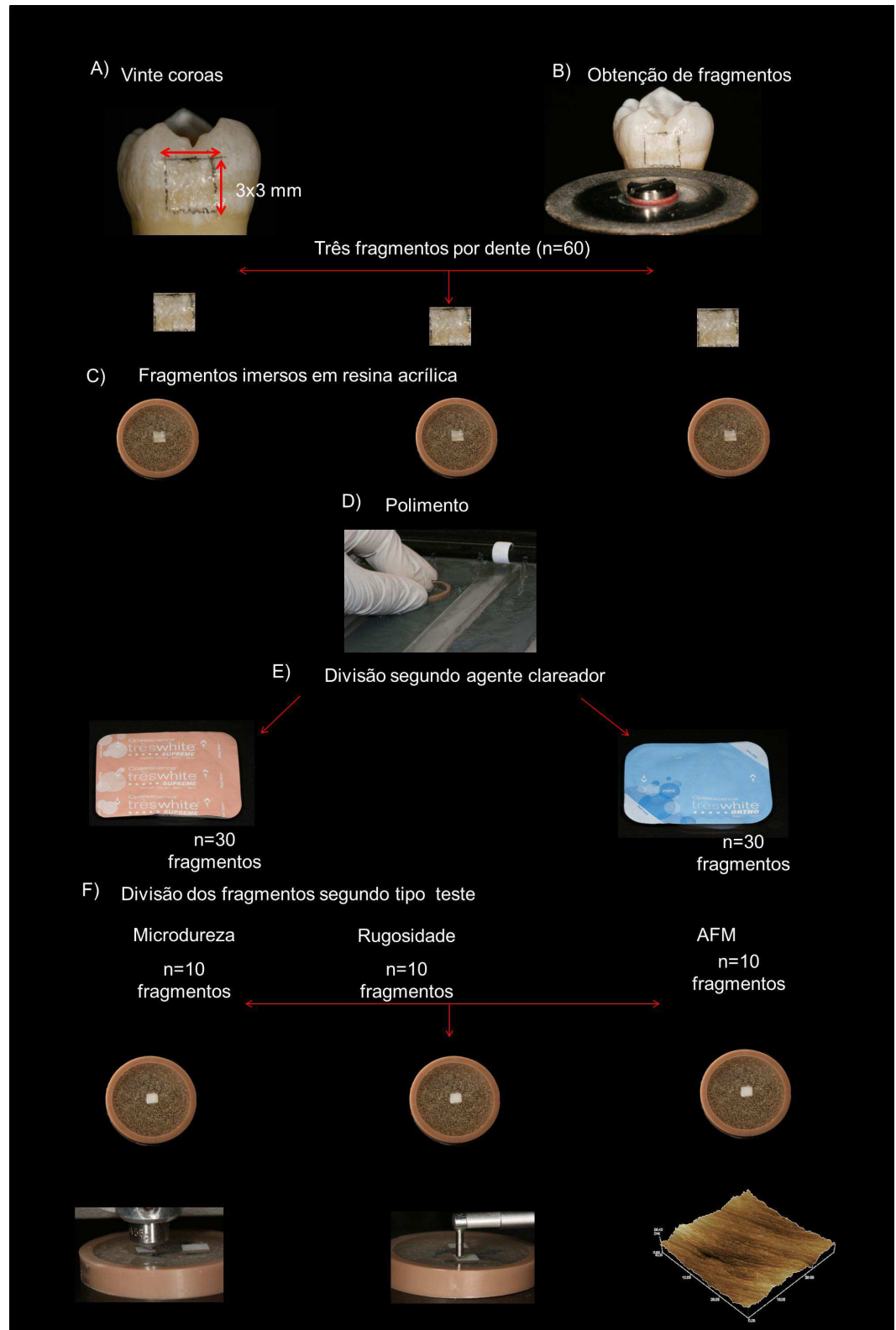


Figura 1 A Coroas de terceiros molares hígidos (n=20); B- Corte das coroas para obtenção de Fragmentos de esmalte de 3 x 3 x 2 mm; C- Imersão dos fragmentos em resina acrílica autopolimerizável; D- Polimento dos fragmentos com lixas de carbeto de silício; E-Distribuição aleatória por tipo de clareamento a receber e F- Subdivisão aleatória por tipo de ensaio.

4.1.4 Teste de Permeabilidade

Foram utilizados 30 pré-molares humanos hígidos obtidos também do Banco de Dentes Humanos da Universidade Estadual de Ponta Grossa, aproximadamente do mesmo tamanho, escolhidos após observação sob lupa estereoscópica para confirmar que estivessem livres de defeitos ou micro fraturas no esmalte, previamente limpos e mantidos em água destilada e refrigerados $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ após a extração até seu uso. Os dentes foram cortados sob refrigeração com água 3 mm acima do nível da junção cimento-esmalte com ajuda de um disco de carbono montado num mandril para caneta de baixa rotação, separando a coroa da raiz. Após o corte, foi retirado o tecido da câmara pulpar com ajuda de uma broca esférica adaptada a uma caneta de alta rotação e, em seguida, procedeu-se à padronização da espessura da parede vestibular de dentina e esmalte em $3,0 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$, com ajuda de um espessímetro odontológico CLP1 (Hu-Friley, Rockwell Chicago). Posteriormente, foi realizada a impermeabilização das coroas, aplicando-se uma camada de cola de secagem rápida à base de cianocrilato (*Superbond/Loctite*) e duas camadas de esmalte de unha, deixando um quadrado livre de impermeabilização na superfície vestibular de $7 \text{ mm} \times 7 \text{ mm}$. As coroas foram divididas aleatoriamente em três grupos ($n=10$): Grupo TWO - submetidos ao agente clareador à base de peróxido de hidrogênio 8% (Très white Ortho, Ultradent, Opal Orthodontics, South Jordan, UT); Grupo TWS - submetidos ao agente clareador à base de peróxido de hidrogênio 10% (Très white Supreme, Ultradent, Opal Orthodontics, South Jordan, UT) e Grupo Controle GC - não submetidos a nenhum tratamento, sendo exposto unicamente a água destilada. O tratamento clareador foi realizado por 45 min ao dia, em um período de tempo de 10 dias, sendo os dentes armazenados em saliva artificial, em estufa a $37^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, no intervalo entre uma aplicação e outra do agente clareador. Durante os procedimentos clareadores e a exposição a água destilada, as câmaras pulpares foram preenchidas com uma alíquota de 50 μL de uma solução-tampão acetato 2 M com um $\text{pH} = 4,5$ com ajuda de uma micropipeta. Esta solução foi utilizada para dissolver e estabilizar qualquer quantidade de peróxido que permeabiliza-se os 3 mm de esmalte e dentina da parede vestibular das coroas (Fig. 2 A-R). A difusão do peróxido de hidrogênio (PH) foi medida por espectrofotometria utilizando como reagente enzimático aminofenazona 4-aminoantipirina (4 mmol / L), fenol (24 mmol / L) e peroxidase (0,4

U / mL), dissolvidos em tampão de fosfato 0,1 M a pH=7,0, (Glicose pp, Gold Analisa Diagnóstica Ltda, Belo Horizonte Mg Brasil), tal como descrito anteriormente.^{98,99,100,101} O método proposto por Bauminger⁹⁸ e modificado por Hannig et al.^{99,100,101} é uma análise espectrofotométrica baseada na reação da 4-aminoantipirina e o fenol com H₂O₂, catalisada pela peroxidase. O peróxido inorgânico é oxidado pela peroxidase, liberando oxigênio para substâncias com potencial cromogênico, mudando a cor da solução de transparente para cor de rosa. Para gerar esta reação, foram coletados 30 µL de tampão acetato da câmara pulpar de cada coroa. Posteriormente, essa quantidade foi dividida em tubos de ensaio, cada um contendo 10 µL para realizar o ensaio em triplicata por cada coroa. Cada tubo de ensaio foi misturado com 2 mL de reagente, sendo homogenizado e deixado em repouso a 37°C±0,5°C durante 5 min para completar a reação cromogênica. Após 5 minutos, a mistura resultante foi novamente pipetada em placas de 96 poços, colocando 200 µL de solução em cada poço; realizando medidas em triplicata, para cada tubo de ensaio. A densidade óptica da cor da solução resultante foi medida num espectrofotômetro de UV visível (Shimadzu UV 1601; Kyoto, Japan) a 510 nm, obtendo resultados de absorvância que foram convertidos a concentração de H₂O₂ em mg/mL por meio de uma curva analítica preparada previamente com uma solução de PH P.A. 30%, com concentrações de 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 0,9 e 1,0 mg/mL que foram determinadas em espectrofotômetro de UV visível a 510 nm. Foram obtidos valores de permeabilidade de peróxido de hidrogênio para os três grupos durante 10 dias registrando diariamente a permeabilidade para cada coroa (Fig. 3 A-H).

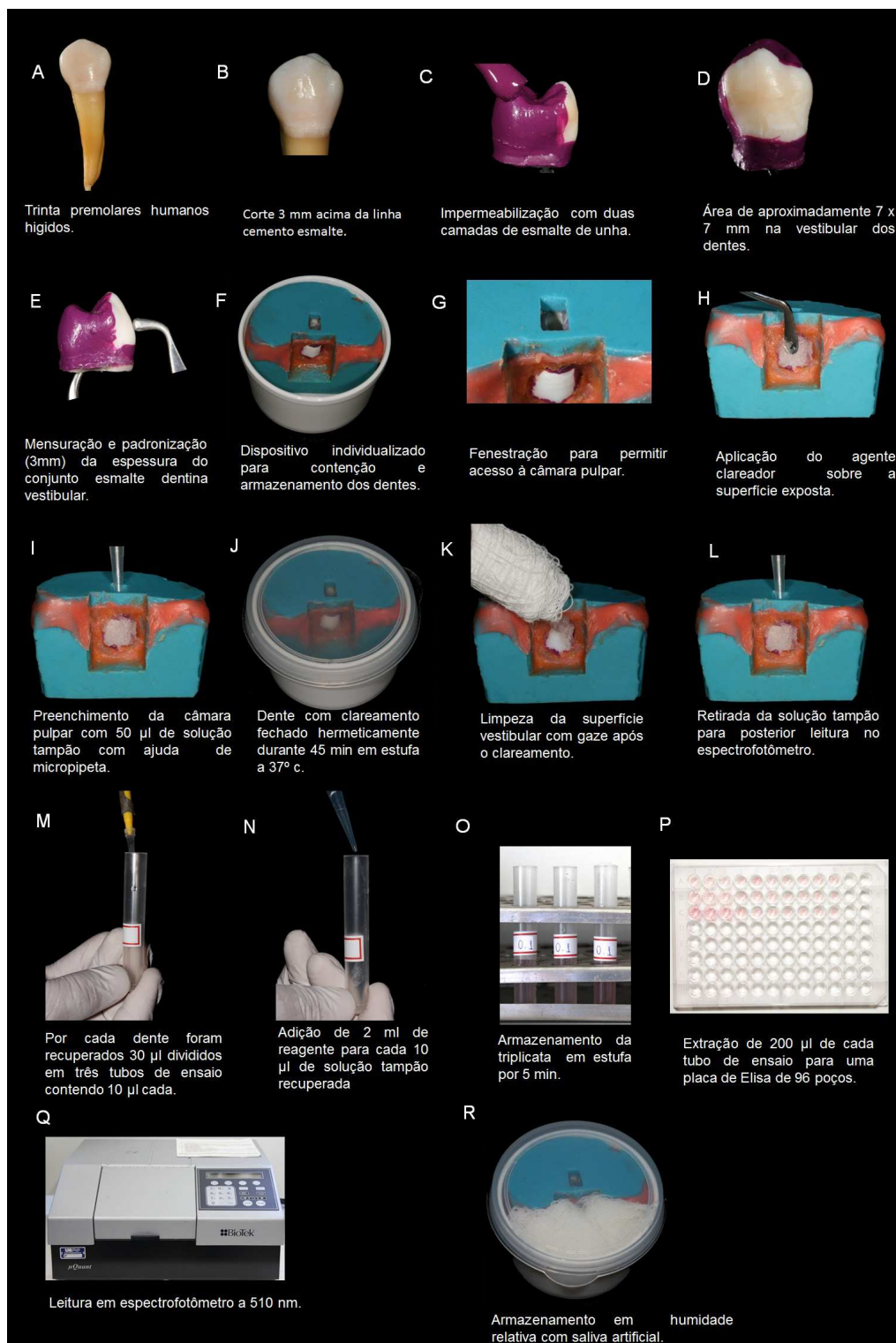


Figura 2. A- Pré-molares humanos hígidos; B- Corte 3 mm acima da linha cimento-esmalte. C- Impermeabilização com duas camadas de esmalte de unha; D- Área de aproximadamente 7 x 7 mm na vestibular dos dentes; E- Mensuração e padronização (3 mm) da espessura do conjunto esmalte/dentina vestibular; F- Dispositivo individualizado para contenção e armazenamento dos dentes; G- Fenestração para permitir acesso à câmara pulpar; H- Aplicação do agente clareador sobre a superfície exposta; I- Preenchimento da câmara pulpar com 50 μ L de solução tampão acetato; J- Dente com clareamento armazenado hermeticamente durante 45 min em estufa a 37° C; K- Limpeza da superfície vestibular com gaze após o clareamento; L- Coleta da solução tampão; M- De cada dente foram coletados 30 μ L divididos em três tubos de ensaio (10 μ L cada); N- Adição de 2 mL de reagente para cada 10 μ L de solução tampão coletada; O- Armazenamento da triplicata em estufa por 5 min; P- Coleta de 200 μ L de cada tubo de ensaio para uma placa de Elisa de 96 poços; Q- Leitura em espectrofotômetro a 510 nm; R- Armazenamento em umidade relativa com saliva artificial.

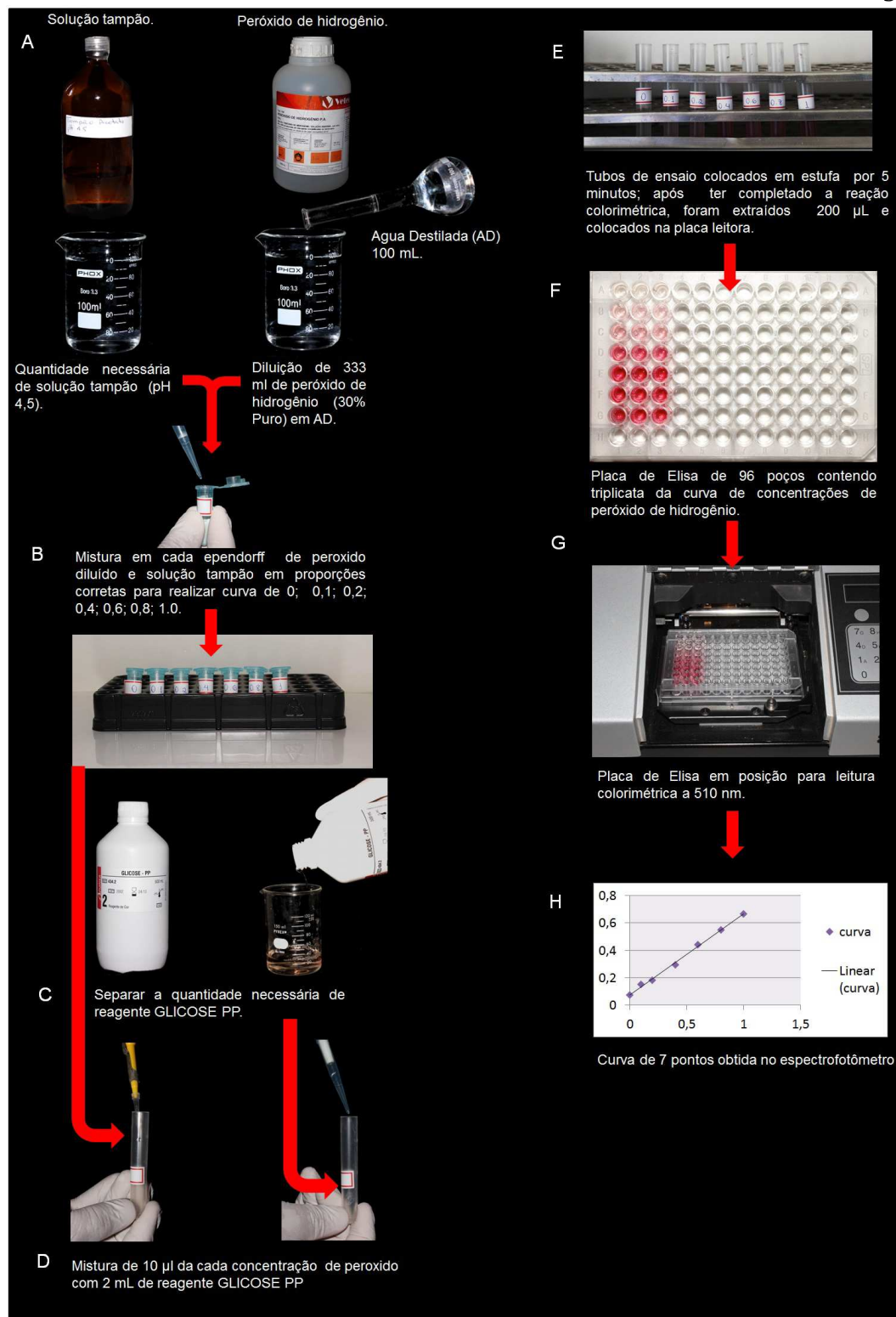


Figura 3. A- Obtenção da quantidade necessária de solução tampão e diluição do peróxido de Hidrogênio 30%; B-Mistura das quantidades exatas de solução tampão e peróxido diluído para obter uma curva de 7 pontos (triplicata); C- Mistura de 10 µL de cada ponto da curva de peróxido da curva com 2mL de reagente colorimétrico; D- Armazenamento em tubos de ensaio estufa a 37° C por 5 min para completar a reação; F- Obtenção de 200 µL de cada tubo de ensaio para serem colocados num dos poços da placa para análise espectrofotométrica; G- Leitura da placa no espectrofotômetro a 510 nm; H- Obtenção da curva

4.1.5 Avaliação do pH

O pH dos produtos foi mensurado com o auxílio de um modelo de estudo duplo cego, onde um pesquisador da equipe fez a entrega dos agentes clareadores mascarados a um pesquisador externo à equipe, que foi o responsável por transportar os produtos de suas embalagens originais a tubos de ensaio de vidro, previamente limpos com água deionizada. Uma vez colocados os produtos nos tubos de ensaio esses foram vedados da luz e marcados com um código alfanumérico para a identificação de cada produto. Após a marcação, os tubos de ensaio com o produto dentro foram divididos em grupos e entregues a um segundo pesquisador treinado no manuseio do pHmetro (WTW, 315i, Wilhelm, Alemanha), responsável pela mensuração do pH dos agentes clareadores.

Durante a mensuração, cada tubo de ensaio foi mantido a uma temperatura padronizada de $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ com ajuda de um banho- maria. Foram realizadas mensurações em diferentes períodos de tempo introduzindo o eletrodo do equipamento (WTW SenTix Plus 41 Weilheim Alemanha) no tubo de ensaio que continha o agente clareador, sendo estritamente obrigatório que a superfície inteira do eletrodo ficasse em contato direto com agente clareador, cuidando para que não houvesse presença de bolhas de ar dentro do produto. Uma vez estabelecido que o eletrodo estivesse corretamente posicionado foram realizadas mensurações há 0 minuto para obter o pH inicial, 15, 30 e 45 minutos, tempo máximo indicado para a aplicação do agente clareador. Cada período de tempo foi estritamente controlado com ajuda de um cronômetro digital (Fisher Scientific). Para cada agente clareador, foram realizadas três medidas, de acordo com o modelo de mensuração em triplicata, sendo utilizado um produto novo correspondente ao mesmo lote de fabricação, para cada uma das mensurações. Foi tomado especial cuidado com a limpeza do eletrodo entre cada uma das medidas do mesmo produto, assim como, para produtos diferentes, sendo o mesmo lavado segundo as especificações do fabricante com água destilada corrente, até eliminar todo vestígio da amostra testada previamente. Após cada lavagem, o equipamento foi novamente calibrado em com ajuda de soluções tamponadas com pH 7,0 e 4,0 ou 10,0 (Mallinckrodt Baker, Inc., Phillipsburg, Nueva Jersey).

4.2 Estudo clínico

4.2.1 Seleção dos Pacientes

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Estadual de Ponta Grossa (Parecer N° 05/2011 Protocolo N° 19033/10) (Anexo A). Foram selecionados para o estudo 40 pacientes homens e mulheres, entre 18 e 30 anos de idade, que tivessem os seis dentes anteriores superiores com cor entre A2 e D4, com tratamento ortodôntico fixo, que não estivessem em período de lactância, que não apresentassem restaurações, próteses ou tratamento endodôntico, hábito de fumar, comprometimentos sistêmicos ou sensibilidade dentária prévia. Após a seleção dos pacientes estes, foram informados de maneira verbal e escrita sobre os riscos próprios da pesquisa, sendo registrada a concordância na participação como voluntário, por meio da assinatura de um consentimento informado (Anexo B) de cada um dos participantes. Os pacientes foram divididos aleatoriamente em dois grupos (n=20) de acordo com o procedimento clareador: Grupo TWO - pacientes submetidos ao agente clareador à base de peróxido de hidrogênio 8% (Trèswhite Ortho, Ultradent, Opal Orthodontics, South Jordan, UT) e Grupo TWS - pacientes submetidos ao agente clareador à base de peróxido de hidrogênio 10% (Trèswhite Supreme, Ultradent, Opal Orthodontics, South Jordan, UT), sendo o grupo controle (GC) os próprios pacientes ao fazerem mensurações de linha base ou iniciais antes da aplicação de qualquer tratamento.

4.2.2 Registro da Cor

Para todos os grupos, a cor inicial dos dentes foi registrada usando o espectrofotômetro VITA Easyshade (Easyshade, Vident, Brea, Ca, USA) com ajuda de um dispositivo elaborado em silicone de adição Zetalabor (Zhermack, Badia Polesine, Italy), no qual uma abertura circular na superfície vestibular dos dentes foi configurada com ajuda de um instrumento cortante de 5 mm de diâmetro, cuja finalidade foi ser usada como guia padronizada para a tomada da cor.¹⁷ Para isso, foram removidos previamente os *brackets*, do setor anterior superior de cada arcada de cada um dos pacientes (procedimento realizado por um especialista em

ortodontia). Posteriormente foi removido o cimento remanescente de cada um dos dentes com discos de polimento de resina até o dente ficar totalmente livre de cimento (Fig. 5A, B, C e D), o que foi comprovado por meio da aplicação de purpurina sobre a superfície do dente. Após a remoção definitiva dos *brackets*, uma nova tomada de cor foi realizada com o espectrofotômetro VITA Easyshade. Os dados obtidos com o espectrofotômetro VITA Easyshade nos dois grupos foram registrados, com base nas cores da escala visual Vitapan Classical (VitaZähnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha). Para facilitar os procedimentos estatísticos, as cores da escala foram organizadas segundo o valor do menor para o maior valor (Fig. 4). Cada tom foi representado por um valor numérico em uma escala contínua de 1 a 16.

B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A3,5	B4	C3	A4	C4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Figura 4 Escala de cores e correspondência em número segundo o valor, do menor para o maior valor.

4.2.3- Procedimento clareador

Os agentes clareadores foram aplicados por dez dias, em seções de 45 minutos, seguindo as indicações do fabricante, faltando 20 dias para finalizar o tratamento ortodôntico (Fig. 5E e F). Cada participante foi orientado a usar o agente clareador, em horário noturno, ultrapassado 60 minutos da escovação dos dentes e somente poderia escová-los novamente após 30 minutos da aplicação do mesmo, sem fazer uso de creme dental ou nenhum tipo de colutório. Com o intuito de orientar de forma correta a cada participante, a primeira aplicação do agente clareador foi realizada sob supervisão profissional (Fig. 5G) em consultório no qual o pesquisador responsável posicionava a moldeira nas duas arcadas do voluntário, verificando que o agente clareador ficasse em íntimo contato com a superfície dental, explicando ao voluntário detalhadamente o modo de uso do mesmo, assim como também esclarecendo dúvidas sobre o tratamento ou sensações experimentadas durante o mesmo. Após esse procedimento, foram entregues para o participante um *kit* de agentes clareadores (contendo 9 bisnagas de agente clareador), sendo que o clareamento correspondente ao 1^o dia foi realizado no consultório completando assim a dose recomendada pelo fabricante de 10

aplicações, após 10 dias da finalização do tratamento, ou seja, no dia 20^o foi realizada a remoção definitiva dos *brackets* e, uma nova tomada de cor foi realizada com o espectrofotômetro VITA Easy Shade (Fig. 5 H e I).



Figura 5 A- Retirada do arco e dos *brackets* para mensuração da cor inicial; B- padronização da mensuração da cor; D- Mensuração da cor; E, F e G- Posicionamento das moldeiras do agente clareador e correta distribuição do agente sobre os dentes realizado na consulta inicial pelo profissional; H e I- Registro final da cor 10 dias após a finalização do tratamento clareador.

4.2.4 Teste de sensibilidade dentária

A intensidade de dor pré e pós-operatória foi determinada pelos pacientes, fazendo o registro em ficha apropriada. Para tanto, cada paciente foi registrado diariamente em um prontuário para a avaliação de dor constituído de 11 fichas. Cada paciente preencheu a ficha de avaliação no dia pré-determinado, sendo que a primeira avaliação foi antes do início do tratamento clareador, prosseguindo a cada dia até o 10º dia, ou seja, no final do procedimento. Foi utilizada como sistema de avaliação a escala NRS101 para a sensibilidade dentária. O paciente foi orientado no preenchimento das fichas no dia inicial por meio de uma demonstração realizada pelo pesquisador sobre a forma correta de realizar o registro da sensibilidade experimentada na escala NRS101, sendo orientado a marcar um único número de 0 a 100, que representasse o ponto que melhor correspondesse à intensidade de sensibilidade no momento da avaliação. Os pacientes qualificaram a sua sensibilidade máxima percebida durante um período de tempo, onde zero significava sem sensibilidade e 100 sensibilidade insuportável.

4.3 Análise estatística

A distribuição dos valores de microdureza, rugosidade superficial, permeabilidade, pH, cor e sensibilidade dentária foram analisados empregando-se o teste de Kolmogorov Smirnov e Shapiro-Wilk, para observar a normalidade dos dados obtidos.

4.3.1 Estudo laboratorial

Os resultados de cada teste foram submetidos à análise estatística para avaliar as diferenças ou não entre os períodos estabelecidos. Para a análise dos resultados do teste de rugosidade superficial e, devido à ausência de normalidade na distribuição dos dados, foram utilizados os testes de Wilcoxon para analisar os valores finais quando comparados com os iniciais para cada grupo. O teste de Mann-Whitney, para realizar a comparação entre os grupos por meio da análise das diferenças aritméticas dos valores finais menos os valores iniciais de cada grupo. Para o teste de microdureza, ao comprovar que os dados tiveram uma

distribuição normal, foi utilizado o teste *t* de *Student* (amostras pareadas). Para o teste de permeabilidade, devido a ausência de normalidade na distribuição dos dados, foi utilizado o teste não paramétrico de Friedman e pós-teste de Bonferroni, para determinar se houve diferença entre os grupos dentro de cada dia . Para a comparação das médias dos valores de pH entre cada um dos grupos TWO e TWS, nos diferentes tempos de mensuração foi utilizado o teste estatístico *t*. E, para a comparação das médias dos valores de pH no tempo 0 com os tempos 15, 30 e 45 min, dentro de cada um dos grupos, foi utilizado o teste estatístico *t* pareado.

4.3.2 Estudo clínico

4.3.2.1 Cor

Para a análise dos resultados intra-grupo, para a diferença de cor obtida após os procedimentos de clareamento em cada um dos dentes envolvidos no estudo (13,12,11,21,22,23) foi utilizado o teste não paramétrico de Wilcoxon, devido à ausência de normalidade na distribuição dos dados. Para a análise dos resultados intergrupo, para a diferença de cor obtida após os procedimentos de clareamento em cada um dos dentes envolvidos no estudo (13,12,11,21,22,23), foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney devido à ausência de normalidade na distribuição dos dados.

4.3.2.2 Sensibilidade dentária

Para a análise dos resultados do teste de sensibilidade dentária, devido à ausência de normalidade na distribuição dos dados, foi utilizado o teste estatístico de Mann-Whitney para realizar a comparação entre os grupos em cada dia de avaliação. O nível de significância utilizado em todos os testes foi de $\alpha=5\%$ ($p<0,05$). Todos os cálculos foram realizados no Programa SPSS for Windows (Statistical Package for Social Science) versão 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL- Estados Unidos).

5 RESULTADOS

5.1 Estudos Laboratoriais

5.1.1 Microdureza

Os valores médios obtidos de microdureza Knoop expressados em KHN (média e desvio padrão) dos agentes clareadores testados nos diferentes períodos de mensuração (inicial e final) estão apresentados na Tabela 1. Após a análise estatística, foi verificado que houve uma diferença estatisticamente significativa em relação aos valores finais comparados com os valores iniciais de KHN para ambos os grupos ($p < 0,05$); existindo uma diminuição dos valores KHN (310,8 para 296,2 e 307,3 para 294,1), respectivamente para os grupos TWO e TWS.

Tabela 1- Valores das médias e desvio padrão da microdureza inicial e final expressados em KHN

GRUPO	MICRODUREZA	MÉDIA	DP
TWO	INICIAL	310,8 ^a	22,9
	FINAL	296,2 ^b	19,3
TWS	INICIAL	307,3 ^a	23,6
	FINAL	294,1 ^b	26,1

Nota: *Letras iguais significam médias estatisticamente semelhantes e letras diferentes representam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Quando foi realizada a comparação estatística intergrupo por meio da diferença matemática entre os valores iniciais e finais de cada grupo, não houve diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2- Valores das diferenças das médias e desvio padrão da microdureza inicial e final expressados em KHN

KHN	GRUPO	N	Média	DP
DIF	TWO	50	-14,56 ^a	22,874
	TWS	50	-13,16 ^a	21,909

Nota: *Letras iguais significam médias estatisticamente semelhantes ($p > 0,05$).

5.1.2 Rugosidade Superficial

A Tabela 3 apresenta as médias e os valores de desvio-padrão dos parâmetros de rugosidade superficial antes do tratamento (fragmentos de esmalte

não clareados) e após a aplicação dos agentes clareadores TWO e TWS. Foram encontradas diferenças significativas entre os valores de rugosidade média (Ra) iniciais ou controle e finais para o grupo TWO ($p < 0,05$) o qual mostrou uma diminuição significativa na Ra ($0,03 \pm 0,006 \mu\text{m}$ Ra inicial e $0,02 \pm 0,009 \mu\text{m}$ Ra final). Após o tratamento, o grupo TWS não sofreu alterações significativas ($0,01 \pm 0,006 \mu\text{m}$ Ra inicial e $0,01 \pm 0,004 \mu\text{m}$ Ra final) ($p > 0,05$).

Tabela 3- Valores das médias e desvio padrão da rugosidade média (Ra) inicial e final expressados em μm

RUGOSIDADE MÉDIA	
GRUPO	(RA)
TWO	INICIAL
	FINAL
TWS	INICIAL
	FINAL

Nota: *Letras iguais significam médias estatisticamente semelhantes e letras diferentes significam diferenças significativas ($p > 0,05$).

Quando foi realizada a comparação estatística intergrupo por meio da diferença matemática entre os valores de Ra iniciais e finais de cada grupo, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p < 0,05$).

5.1.3 Microscopia de Força Atômica

A Figura 6 mostra as fotomicrografias iniciais dos grupos TWO e TWS (A e C respectivamente) ambos com superfícies planas de esmalte que apresentavam riscos longitudinais com cristas e vales nos prismas do esmalte, formando sulcos na superfície. As imagens realizadas após 10 dias de tratamento clareador (B e D para os grupos TWO e TWS respectivamente) apresentaram alterações de superfície, nas quais os sulcos presentes inicialmente para ambos os grupos ficaram mais evidentes.

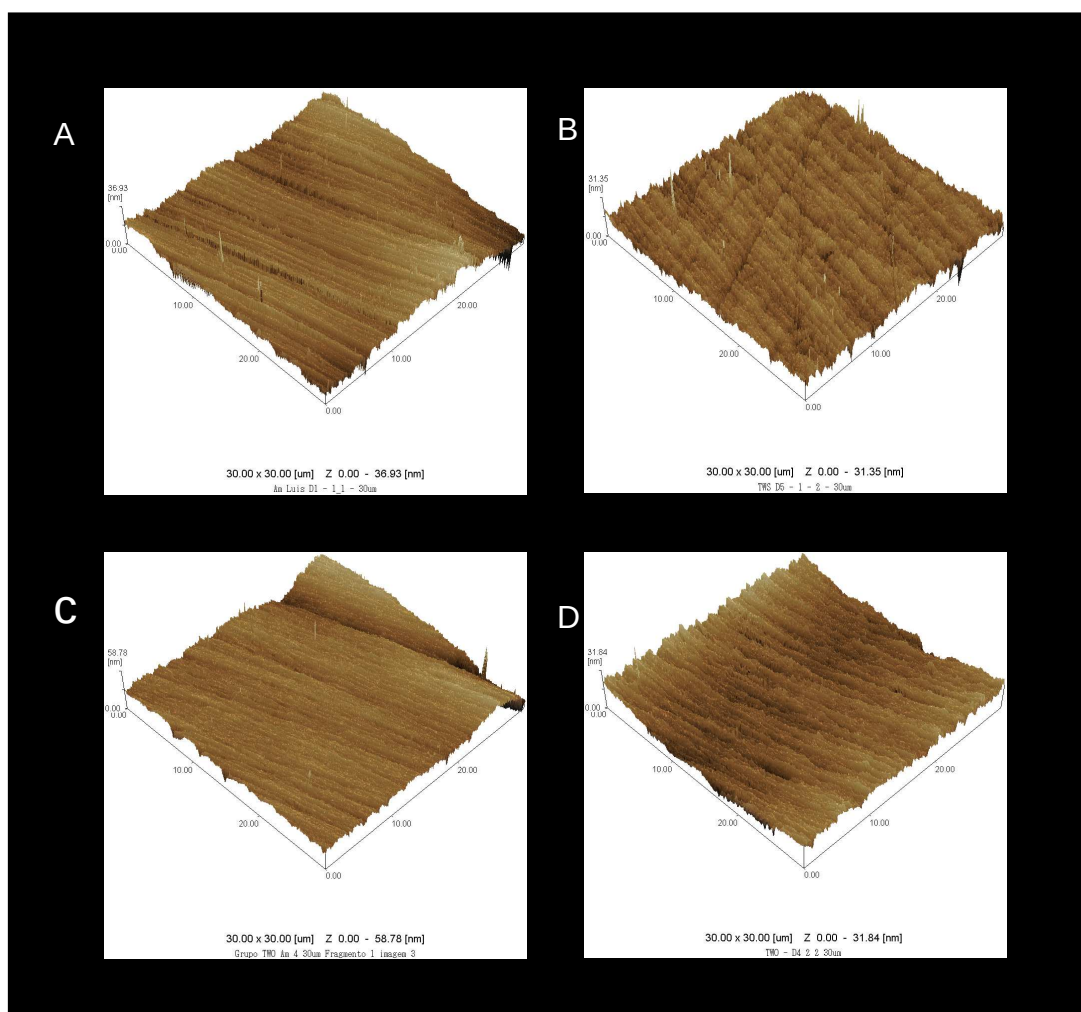


Figura 6- A - Imagem inicial antes do tratamento clareador (grupo TWO); B - Imagem após 10 dias de tratamento clareador (grupo TWO); C - Imagem inicial antes do tratamento clareador (grupo TWS); D - Imagem após 10 dias de tratamento clareador (grupo TWS).

5.1.4 Permeabilidade

As concentrações de peróxido de hidrogênio encontradas nas câmaras pulpare dos dentes analisados, após 45 min de tratamento por 10 dias consecutivos, com TWO, TWS e água destilada *in vitro* estão apresentadas no Tabela 4. Foi observada a presença de peróxido nas câmaras pulpare de ambos os grupos experimentais TWO e TWS em comparação ao controle (CTRL). Porém, comportamentos diferentes foram observados para o grupo TWO, sendo que a quantidade de peróxido de hidrogênio permeabilizado nas câmaras pulpare teve um aumento linear durante os três primeiros dias, seguido de uma queda no quarto dia, e uma tendência ao aumento novamente até o 10º dia. Por outro lado, para o grupo TWS, a permeabilidade de peróxido de hidrogênio manteve-se estável até o terceiro dia, seguido de um aumento na permeabilidade até o décimo dia, porém

com uma queda no oitavo dia. Para o grupo controle, como esperado, não houve permeabilidade de peróxido para a câmara pulpar. Segundo o teste estatístico de Friedman houve uma diferença significativa entre os grupos analisados. O teste estatístico de Mann-Whitney pareado utilizado para identificar as diferenças entre os grupos (Tabela 4) revelou que o grupo TWO apresentou resultados maiores de permeabilidade quando comparado com o grupo controle ($p < 0,05$) exceto no quarto dia ($p > 0,05$). Quando comparado o grupo TWS com o grupo CTRL, este apresentou valores maiores de permeabilidade ($p < 0,05$). Ao comparar os grupos experimentais TWO e TWS entre eles, o grupo TWS apresentou resultados estatisticamente maiores de permeabilidade quando comparado com o grupo TWO ($p < 0,05$) exceto para o terceiro dia ($p > 0,05$).

Tabela 4- Valores das médias e desvio-padrão por grupo da permeabilidade para a câmara pulpar do peróxido de hidrogênio expressados em mg/mL

Grupo	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
Controle	-0,010(0)a	-0,005(0,010)a	-0,002(0,006)a	-0,002(0,009)a	-0,007(0,005)a	-0,005(0,011)a	-0,002(0,009)a	0,001(0,006)a	0,001(0,006)a	-0,001(0,007)a
TWO	0,002(0,011)b	0,011(0,014)b	0,020(0,023)b	0,003(0,016)a	0,004(0,012)b	0,014(0,029)b	0,013(0,018)b	0,015(0,012)b	0,018(0,011)b	0,022(0,014)b
TWS	0,040(0,021)c	0,037(0,034)c	0,034(0,031)b	0,040(0,028)c	0,042(0,029)c	0,065(0,048)c	0,066(0,070)c	0,041(0,029)c	0,087(0,037)c	0,091(0,066)c

Nota: *Letras iguais significam médias estatisticamente semelhantes e letras diferentes significam diferenças significativas ($p > 0,05$).

5.1.5 pH

Após a análise estatística foram encontradas diferenças entre ambos os grupos, em todos os períodos de tempo ($p < 0,05$) (Gráfico 1). Sendo que o grupo TWO teve uma tendência à alcalinização e o TWS à acidificação.

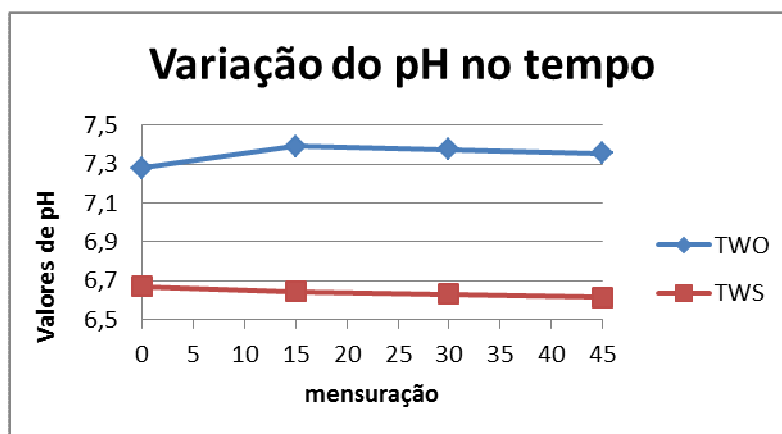


Gráfico 1- Distribuição e tendência dos valores de pH nos tempos de mensuração

5.2. Estudo clínico

5.2.1 Cor

Após a análise estatística de Wilcoxon para a comparação intra grupo, entre os valores dos registros de cor inicial comparados com os valores dos registros de cor final realizada para cada um dos dentes (13,12,11,21,22 e 23) resultou que para ambos os grupos TWO e TWS houve uma diminuição significativa nos valores da escala VITA ($p < 0,05$). Porém, ao realizar a comparação inter grupo não foram encontradas diferenças estatísticas entre ambos os grupos TWO e TWS ($p > 0,05$).

5.2.2 Sensibilidade dentária

Comparando-se os valores diários de sensibilidade dos voluntários de cada grupo experimental (TWO e TWS) com o dia 0 ou registro de sensibilidade inicial por meio do teste estatístico de Wilcoxon encontraram-se diferenças estatísticas significantes ($p < 0,05$) para ambos os grupos com respeito à presença de

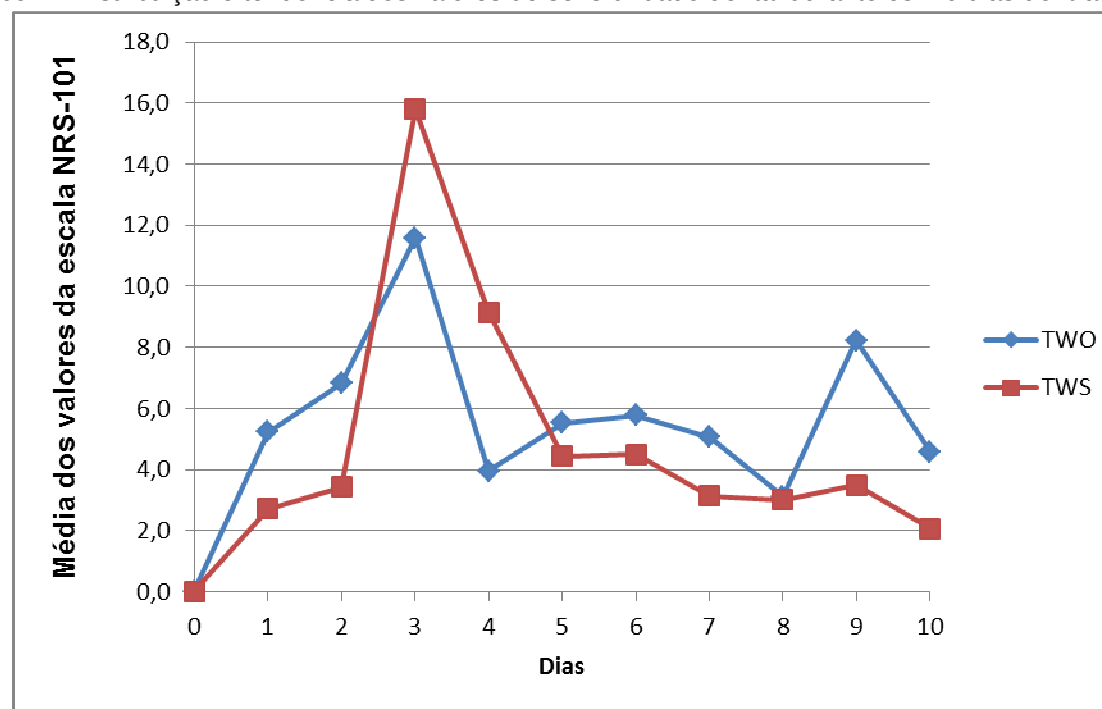
sensibilidade dentária. Porém, ambos os grupos tiveram comportamentos diferentes a respeito da tendência da sensibilidade dentária durante o tratamento. Para o grupo TWO observou-se um aumento da sensibilidade dentária com um fenômeno oscilante baseado em três picos máximos no 3º dia (11,6); 6º dia (5,8) e 9º dia (8,2) para finalmente diminuir no 10º dia. No grupo TWS, observou-se um comportamento diferente, representado por uma curva ascendente até o 3º dia (15,8) de tratamento, seguido de uma diminuição gradual até o 10º dia (2,1) (Gráfico 2). Ao comparar os grupos experimentais TWO e TWS entre eles com ajuda do teste de Mann-Whitney não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) para os valores de sensibilidade dentária obtidos em cada dia, para ambos os grupos (Tabela 5).

Tabela 5- Valores de médias e desvio padrão (DP) por grupo da sensibilidade dentária, por dia, durante os 10 dias de tratamento

Tratamento	Dia 0	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
TWO	0,0a	5,2b	6,8b	11,6b	3,9b	5,5b	5,8b	5,1b	3,1b	8,2b	4,6b
TWS	0,0a	2,7b	3,4b	15,8b	9,1b	4,4b	4,5b	3,1b	3,0b	3,5b	2,1b

Nota: *Letras iguais significam médias estatisticamente semelhantes e letras diferentes representam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Gráfico 2- Distribuição e tendência dos valores de sensibilidade dental durante os 10 dias de tratamento



6 DISCUSSÃO

Embora estudos anteriores tenham demonstrado a eficácia de vários agentes clareadores dentais em modelos *in vitro* e *in vivo*, poucos estudos avaliaram o clareamento dental em pacientes usando aparelhos ortodônticos fixos. Jadad et al.³⁸ 2011 demonstraram que o uso de peróxido de hidrogênio 8% foi eficaz no clareamento dental com pacientes portadores de aparatologia ortodôntica. Posteriormente, Sundfeld et al.³⁹ 2012 descreveram o clareamento dental, durante a ortodontia, como uma técnica auxiliar no tratamento estético de pacientes que precisaram realizar fechamento de diastemas após o término da movimentação ortodôntica. Entretanto, este tipo de clareamento dental não difere muito quanto a sua utilização, quando comparados com os agentes clareadores de venda livre ou caseiros, nos quais, atualmente, tem sido introduzidas modificações na técnica de utilização. O protocolo original utilizado para este tipo de clareamento envolvia um contato direto com as estruturas dentais por um período de tempo prolongado (cerca de 8 h por dia, durante 6 semanas) sendo substituído por protocolos mais rápidos que exigem a sua utilização durante 1 a 4 horas por dia, durante 1-12 semanas consecutivas, dependendo do nível de clareamento desejado.¹⁰² Mas, esta diminuição no tempo necessário para atingir um clareamento dental ideal é possível por meio do aumento da quantidade de substância ativa do agente clareador, introduzindo compostos como hidróxido de sódio ou bicarbonato de sódio que aumentam o pH do peróxido de hidrogênio ajudando assim à decomposição do mesmo^{103,104} ou modificando a composição da matriz, como uma alternativa para o aumento da concentração do peróxido de hidrogênio, uma vez que pode levar a uma cinética de liberação mais rápida, sem aumentar a exposição a concentrações elevadas de hidrogênio.¹⁰⁵ Os agentes clareadores utilizados neste estudo TWO e TWS possuem altas concentrações de peróxido de hidrogênio, 8 e 10% respectivamente, somado à presença de hidróxido de sódio e uma matriz alterada para uma liberação mais rápida do agente ativo. Este estudo foi desenvolvido laboratorial e clinicamente para determinar os possíveis efeitos deletérios, eficácia clínica e tolerabilidade de duas diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio, utilizados em pacientes portadores de aparatologia ortodôntica.

6.1 Microdureza

Medidas de microdureza são utilizadas como um parâmetro para medir alterações que podem estar relacionadas a qualquer perda ou ganho no conteúdo mineral do esmalte dental.^{106,107} Esta abordagem tem sido utilizada muitas vezes para avaliar o efeito dos produtos de clareamento do dente e estrutura em materiais restauradores.^{27,28} Estudos anteriores^{52,108} relataram uma significativa diminuição da microdureza durante a aplicação de produtos clareadores à base de peróxido de hidrogênio com concentrações de 7,5% ; 9,5% e 10%, concordando com os resultados do presente estudo, no qual para ambos os grupos à base de peróxido de hidrogênio (TWO e TWS), foi observada uma diminuição na microdureza. Embora o mecanismo associado com a perda de mineral e de redução de dureza durante o tratamento clareador com peróxido de hidrogênio não seja totalmente compreendido, os valores de pH dos produtos, podem ter um papel importante na dissolução do mineral sobre as superfícies de esmalte.¹⁰⁹ Porém, como citado anteriormente, os valores de pH dos produtos testados neste estudo estiveram situados entre neutros e ligeiramente ácidos o que descartaria a possibilidade de que o pH do produto tivesse produzido uma desmineralização da superfície do esmalte dental. Esse efeito deletério é provocado com níveis de pH abaixo de 5,5¹¹⁰ sendo plausível que outro mecanismo que não seja dissolução ácida de minerais também, possa ter contribuído com a redução da dureza da superfície do esmalte dental. Portanto, reações químicas entre o peróxido de hidrogênio e a uréia com a matéria orgânica do esmalte dental, independentemente dos valores de pH, são provavelmente a causa da redução de dureza da superfície do esmalte dental.^{9,111,112} Jiang et al.⁹ 2008 estabeleceram que embora as proteínas do esmalte compreendem apenas uma pequena parte do mesmo, estas, ao estarem situadas entre os espaços dos minerais, cumprem com a função de conferir “coesão” entre os mesmos.¹¹³ Os agentes clareadores utilizados neste estudo foram à base de peróxido de hidrogênio e a sua decomposição química baseia-se principalmente, na sua capacidade de gerar radicais livres. Uma vez que estes radicais têm apenas um elétron desemparelhado, eles interagem com moléculas orgânicas coloridas no esmalte dental para alcançar a estabilidade. Como a reação do radical livre não é específica, outras matrizes orgânicas do esmalte dental também poderiam ser afetadas,¹¹⁴ reduzindo a resistência do esmalte dental. Por outro lado, estudos

anteriores avaliaram a relação entre concentrações de peróxido de hidrogênio e a redução da microdureza.^{51,115} Zantner et al.⁵¹ 2007 estabeleceram que a exposição do esmalte dental a diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio influencia no grau de efeitos colaterais sobre o esmalte dental pois, espécimes expostos à peróxido de hidrogênio de 5,9% tiveram uma diminuição maior na dureza superficial do esmalte dental quando comparados com espécimes submetidos a tratamentos clareadores similares, com concentrações menores de peróxido de hidrogênio (2,7 e 3,3%). Fenômeno que também poderia explicar a redução nos valores de microdureza obtidos neste estudo, já que foram utilizados produtos com concentrações de 8 e 10% de peróxido de hidrogênio, o que representaria quase o dobro da concentração utilizada no estudo de Zantner et al.⁵¹ 2007. Porém, existem estudos que não concordam com os achados desta pesquisa, nos quais não foram encontradas nenhuma diferença entre os valores de microdureza do esmalte dental antes e após o clareamento.^{52,54,116,117,118,119} Alguns desses estudos foram realizados com agentes clareadores diferentes aos utilizados nesta pesquisa e, outros foram muito semelhantes porém, com a grande diferença de terem sido realizados em modelos *in situ*, onde a exposição à saliva humana pode gerar uma remineralização da superfície,¹²⁰ diminuindo os efeitos deletérios provocados pelos agentes clareadores⁵. Geralmente, os dados que são obtidos a partir de estudos *in vitro* tem grande dificuldade em serem extrapolados a situações clínicas com a finalidade de simular a situação clínica relativa a salivação. Para padronização das condições experimentais, todos os espécimes utilizados para determinar as possíveis alterações no esmalte dental, neste estudo foram armazenados em saliva artificial a 37°C antes, durante 1 semana e após o tratamento clareador. Uma possível explicação dos resultados, de este estudo terem demonstrado uma diminuição da microdureza superficial do esmalte ainda estando os espécimes armazenados em saliva artificial e em temperatura que simulava a temperatura bucal, é que estudos prévios já relataram que a saliva humana utilizada nos estudos *in situ* possui componentes orgânicos que podem promover a formação de uma camada de biofilme^{55,121} com proteínas salivares fornecendo uma camada superficial de proteção.

6.2 Rugosidade Superficial

Poucos estudos relataram o efeito do clareamento com moldeiras utilizando peróxido de hidrogênio de 8 a 10%. Neste estudo foi demonstrado que após o tratamento clareador com peróxido de hidrogênio 8% foi observada uma diminuição significativa na rugosidade superficial (Ra) dos espécimes ($0,03 \pm 0,006 \mu\text{m}$ Ra inicial e $0,02 \pm 0,009 \mu\text{m}$ Ra final). Resultados que concordam com Faraoni-Roman et al.⁵⁹ 2008 os quais encontraram uma diminuição dos valores de Ra nas mensurações realizadas após o clareamento com peróxido de hidrogênio 7,5%, cuja concentração é similar a utilizada neste estudo. Os autores estabeleceram a hipótese que este efeito poderia ser devido ao fator remineralizante exercido pela saliva artificial utilizada no estudo, considerada uma solução remineralizadora que foi proposta por Featherstone et al.¹²² e modificada por Serra e Cury.¹²³ Embora neste estudo não tenha sido utilizada especificamente este tipo de saliva, sendo utilizada uma solução de saliva artificial com características similares descrita por Preetha e Banerjee¹²⁴ 2005. DE Abreu et al.⁶² 2011 obtiveram uma redução nos valores de Ra após a utilização de peróxido de hidrogênio associado a fosfato de cálcio amorfo porém, esta diminuição foi significativa unicamente após 14 dias de armazenamento em saliva artificial (Ra= 1,2 antes do clareamento para 1,1 após 14 dias do término do tratamento clareador) dados que apoiam os achados neste estudo. Por outro lado, a diminuição de Ra obtida após os tratamentos clareadores, também poderia ter sido influenciada pela presença de outros componentes remineralizadores no agente clareador como o fluoreto de sódio presente numa porcentagem de 0,25% do peso, como já foi descrito em estudos anteriores.^{125,126} Porém, os resultados obtidos com o segundo produto experimental TWS não obtiveram diferenças significativas entre os valores de rugosidade superficial ($0,01 \pm 0,006 \mu\text{m}$ Ra inicial e $0,01 \pm 0,004 \mu\text{m}$ Ra final), possivelmente porque uma maior concentração de peróxido de hidrogênio poderia ter diminuído o efeito remineralizante da saliva artificial, bem como o fluoreto de sódio, resultados que concordam com DE Abreu et al.⁶² onde as alterações da rugosidade superficial, no seu estudo, dependeram da concentração do peróxido de hidrogênio e a associação do mesmo com agentes remineralizadores como fosfato de cálcio amorfo. Por outro lado, como proposto por estudos anteriores as alterações de superfície podem ser também atribuídas ao pH ácido dos agentes clareadores.⁵¹ A partir deste ponto de

vista, o pH relativamente neutro ou ligeiramente ácido dos produtos utilizados pode explicar a ausência de alterações (rugosidade) na superfície do esmalte dental. Outro ponto, que pode ser especulado para explicar a ausência de alterações na superfície do esmalte dental, após o uso dos agentes TWO e TWS é o tempo reduzido de uso que foi de 30-45 min por dia durante 10 dias e a concentração de peróxido de hidrogênio comparados com estudos que demonstraram uma alteração na rugosidade superficial^{57,59,63} com tempos de uso diário que variaram de 2 a 8 horas por dia durante 7 a 21 dias, dependendo das concentrações aplicadas que variaram de 3,5 a 38% de peróxido de hidrogênio.

6.3 Permeabilidade

Como resultado da aplicação de agentes clareadores sobre a superfície do esmalte este pode apresentar aumento na sua permeabilidade, tais efeitos deletérios são atribuídos principalmente à penetração do peróxido de hidrogênio ao longo das proteínas do esmalte e, em menor grau ao longo da fase inorgânica.¹⁹ Em agentes clareadores com peróxido de carbamida (PC) na sua composição, como é o caso dos agentes clareadores utilizados nesta pesquisa, os quais além de Peróxido de Hidrogênio (PH) possuem 7,5% de PC (informações fornecidas pelo fabricante), a ureia liberada durante o procedimento pode causar alterações estruturais no esmalte, pois esta molécula apresenta propriedade em desnaturar proteínas dissociando as pontes de hidrogênio, podendo modificar a interação entre a matriz proteica e os componentes minerais do esmalte. Assim, a uréia poderia atuar nas proteínas presentes nas porções orgânicas da estrutura dental, contribuindo com as alterações morfológicas, bem como aumentando a permeabilidade deste tecido ao peróxido de hidrogênio e radicais livres.¹⁹ Estudos anteriores demonstraram que o peróxido de hidrogênio possui uma grande capacidade de penetrar através do esmalte e da dentina até atingir a câmara pulpar,^{31,33,78,79,80,81,82,83} resultados que concordam com os encontrados neste estudo, onde foi detectado peróxido de hidrogênio dentro da câmara pulpar para ambos os grupos com valores que variaram de 0,003 mg/mL a 0,022 mg/mL e 0,034 mg/mL a 0,091 mg/mL para os grupos TWO e TWS respectivamente, sendo estes valores estatisticamente maiores aos encontrados no grupo controle 0,007 mg/mL a 0,001 mg/mL. Nos grupos TWO e TWS observou-se uma tendência ao aumento da

concentração de peróxido de hidrogênio na camara pulpar conforme o percurso dos dias, uma possível explicação para este fenômeno seria que apesar dos espécimes terem sido armazenados em umidade relativa com saliva artificial, esta não possui as mesmas propriedades da saliva natural que fornece, por meio da presença de componentes orgânicos, um biofilme protetor.^{55,121} Por outro lado, ainda o efeito remineralizador da saliva artificial que protege a parte mineral do esmalte. O efeito provocado pelos agentes clareadores na parte orgânica do esmalte é contínuo, possivelmente provocando cada vez maior perda de conteúdo orgânico o que levaria a maior porosidade e permeabilidade do esmalte. Existem diversos métodos para a determinação espectrofotométrica de peróxido de hidrogênio em quantidades de microgramas. O método experimental selecionado neste estudo, para quantificação da permeabilidade do peróxido de hidrogênio, foi escolhido por ter sido utilizado anteriormente para a medição precisa de peróxidos na cavidade oral, durante a aplicação de agente clareador^{82,83} não sendo este prejudicado pela presença de componentes salivares⁹⁹. Fazendo deste um modelo de mensuração preciso, direto e sensível. Estudos anteriores demonstraram que existe permeabilidade de peróxido de hidrogênio para dentro da camara pulpar.^{31,33,78,79,80,81,82,83} Porém, os resultados desses estudos não podem ser comparados com os obtidos no presente estudo, devido as diferenças na metodologia e unidades que foram expressados os valores^{82,83}. Por outro lado, Bowles e Thompson¹²⁷ em 1986, demonstraram que concentrações de peróxido de hidrogênio tão baixas quanto 5% poderiam inibir dramaticamente a atividade enzimática da polpa. A quantidade necessária de difusão de peróxido de hidrogênio para inibir a atividade enzimática seria de 50 mg. Posteriormente, Bowles e Ugwuneri³¹ 1987 estabeleceram que a quantidade de peróxido, difundido na camara pulpar, era muito baixa para produzir efeitos inibitórios sobre as enzimas e, portanto, incapazes de causar dano pulpar permanente. Sendo que os resultados de este estudo não ultrapassaram 0,1 mg/mL de concentração de peróxido de hidrogênio na polpa, estando longe de provocar um dano permanente na polpa dental.

6.4 pH

Para ambos os agentes clareadores foram realizadas mensurações dos valores de pH em diferentes tempos 0,15, 30 e 45 minutos com o intuito de fazer

um acompanhamento do comportamento do material durante o tratamento clareador até culminar o tempo recomendado pelo fabricante (45 min). Os valores de pH, para ambos os agentes clareadores, utilizados apresentaram valores próximos a neutralidade nos 4 tempos de mensuração com uma média de $7,0 \pm 0,3$. Estes resultados encontram-se dentro dos valores obtidos por Price et al.⁶⁶ 2000, os quais comprovaram que o intervalo dos valores de pH em agentes clareadores de venda livre, caseiros e de consultório foi de muito ácido (pH 3,67) para altamente básico (pH 11,13). Estes resultados discordam dos encontrados por Majeed et al.¹⁰⁸ 2011 onde os valores de pH dos produtos de venda livre tiveram como média $5,07 \pm 1,74$. Os resultados de este estudo podem ser explicados porque a adição de materiais como hidróxido de sódio aumenta o pH dos agentes clareadores, potencializando a ação do mesmo,¹⁰⁴ sendo isto de grande importância pois, os estudos *in vitro* têm demonstrado que a desmineralização do esmalte está relacionada aos valores de pH baixos. Meurman, Ten Cate¹²⁸ 1996 afirmaram que uma solução com valor de pH inferior a 5,5 pode provocar erosão no esmalte dos dentes, especialmente se for aplicada por períodos longos e tempos repetidos. No entanto, a maioria das marcas comerciais de agentes clareadores possuem valores de pH ácido para garantir uma vida útil mais longa do produto, por esta razão há a necessidade por parte dos fabricantes em reformular os agentes clareadores, tal como proposto por Freire et al.⁶⁸ 2009. No entanto, com base nos resultados deste estudo, foi observada uma tendência dos fabricantes para alterar a acidez dos produtos para torná-los ligeiramente ácidos ou ligeiramente alcalinos, fenômeno que pode ter um efeito benéfico na reação do agente clareador, pois o pH do agente clareador determina a taxa de reação do processo, sendo que valores de pH mais elevados proporcionam uma maior liberação de radicais livres. De acordo com a revisão da literatura realizada por Sun¹²⁹ em 2000, a formação de radicais livres é melhor quando o peróxido de hidrogênio é formulado em pH alcalinos, podendo atingir até 50% a mais de efeito clareador. O estudo dos valores de pH dos produtos testados TWO e TWS foi importante pois, o uso de agentes clareadores de forma prolongada e repetitiva sem o conhecimento prévio dos valores de pH pode causar danos irreversíveis aos dentes e restaurações.

6.5 Cor

Com base nos nossos dados, foi demonstrado que os agentes clareadores TWO e TWS foram eficazes para o tratamento clareador, em pacientes com aparatologia ortodôntica, sendo confirmada a hipótese de este estudo que o tipo de agente clareador não teria nenhuma influência significativa na eficácia do clareamento. Estes resultados concordam com os encontrados por Jadad et al.³⁸ 2011 onde foi demonstrada a eficácia do tratamento clareador com peróxido de hidrogênio 8% (TWO) em um estudo clínico, comparando pacientes portadores de aparatologia ortodôntica e paciente sem aparelhos ortodônticos, demonstrando que não houve diferença estatística entre os grupos testados. Isto pode ser explicado pela permeabilidade da estrutura do dente e a baixa massa molecular do peróxido de hidrogênio⁸⁸. Como já foi confirmado por este estudo o peróxido de hidrogênio tem a capacidade de se difundir através do esmalte e da dentina até atingir a polpa dental, sua baixa massa molecular permite penetrar pelas porosidades do esmalte dental a dentina, sendo que durante este percurso o peróxido de hidrogênio forma radicais livres de oxigênio que interagem com as moléculas orgânicas pigmentadas, desestabilizando e descolorindo as mesmas, produzindo o efeito clareador no dente^{28,130} ainda sob a superfície coberta por aparelhos ortodônticos, devido à capacidade do peróxido de hidrogênio agir polidirecionalmente.¹³⁰ Além disso, a apresentação comercial, em gel, dos produtos utilizados pode ter contribuído para os resultados satisfatórios obtidos no presente estudo, uma vez que os géis destes produtos possuem compostos como hidróxido de sódio que aumentam o pH do peróxido de hidrogênio ajudando assim à decomposição do mesmo^{103,104} e, possuem uma matriz alterada como alternativa para aumentar a concentração do peróxido de hidrogênio, fato que facilita a liberação mais rápida do peróxido de hidrogênio, sem aumentar a exposição às concentrações elevadas do mesmo.¹⁰⁵ Esta alteração na matriz do gel, pode também contribuir para a coesão do produto sobre a superfície do dente e, no caso dos aparelhos ortodônticos, maximizando a eficiência do produto.

6.6 Sensibilidade dentária

Neste estudo foram examinados dois agentes clareadores diferentes em 40 pacientes, a maioria deles sendo do gênero feminino. Estes foram orientados para preencher a escala de sensibilidade NRS 101 (escala de 0-100, onde 0 = sem sensibilidade e 100 = sensibilidade intolerável).

Haywood¹³¹ 1997 demonstrou que entre 25 a 75% dos pacientes usuários de clareamentos dentais experimentam algum tipo de sensibilidade dental, concordando com os resultados deste estudo os quais demonstraram que 57,5% dos pacientes experimentaram algum tipo de sensibilidade durante os 10 dias de tratamento com os agentes clareadores TWO e TWS. Neste estudo não foi utilizado um gel clareador placebo pois, estudos anteriores demonstraram que tanto o peróxido de carbamida como o peróxido de hidrogênio tem um potencial clareador significativamente maior aos materiais placebos.^{132,133,134,135,136} Os pacientes voluntários neste estudo foram submetidos ao descolamento prematuro dos *brackets* para fazer o registro de cor inicial, sendo considerado, baseados na evidencia anteriormente citada, antiético submeter os mesmos a procedimentos desnecessários sem que eles tivessem como troca o clareamento dos dentes, assim foi decidido pelos pesquisadores responsáveis obter informações sobre a sensibilidade do paciente antes de ser iniciado o tratamento, as quais serviriam como registros de linha base para comparar a sensibilidade antes e durante o tratamento clareador. Para ambos os grupos foi observado um aumento significativo da sensibilidade ao comparar o dia 0 com cada um dos dias durante o tratamento, porém, sem encontrar uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados. Estes resultados concordam com os achados por Ziebolz et al.⁹⁵ 2007 que obtiveram diferenças estatisticamente significativas entre os valores de linha base baseline ($0,33 \pm 0,52$; $0,69 \pm 1,05$) comparados aos obtidos após o tratamento clareador ($1,67 \pm 1,90$; $2,66 \pm 2,70$) com concentrações de peróxido de hidrogênio 7,5% e 7,2% respectivamente sem demonstrar diferenças estatísticas entre os grupos. Uma possível explicação para os resultados de este estudo não apresentarem diferenças estatísticas entre os grupos poderia ser a similaridade entre os grupos testados já, que tem sido comprovado que a sensibilidade dentária está diretamente relacionada com a concentração de peróxido do gel clareador, com

a frequência e intensidade das aplicações, o pH da solução clareadora e outros fatores.^{9,59,113} Como foi estabelecido ambos os produtos possuem concentrações semelhantes 8 e 10% e, com respeito ao pH dos produtos foi encontrado uma diferença estatística entre os valores porém, estes se mantiveram perto de um valor neutro (pH 7,0). No entanto, no presente estudo, foi demonstrado que existe um aumento estatisticamente significativo nos valores da sensibilidade dentária quando comparados os diferentes dias de mensuração com o dia 0 (baseline), uma possível explicação para este fenômeno pode ser a difusão do peróxido de hidrogênio para dentro da câmara pulpar, também demonstrado em estudos anteriores.^{109,110} Isto pode ser provocado pela capacidade do peróxido de hidrogênio, penetrar através do esmalte dental, principalmente devido à sua baixa massa molecular e capacidade de desnaturar proteínas pois, o esmalte dental apresenta 0,6% de conteúdo orgânico, o que aumenta o movimento de radicais livres através da estrutura dentária promovendo aumento da porosidade e perda de substâncias da matriz do esmalte dental, resultado da formação de radicais livres,^{16,17,18,19,20} provocando processos inflamatórios devido à irritação química produzida pelo peróxido de hidrogênio (Haywood, 2000)² os quais são comuns e reversíveis.^{20,36} Ao existir uma ligação entre a inflamação e a dor dental³⁷ os procedimentos de clareamento dental resultarão em danos ao tecido pulpar, onde ocorre uma liberação de células derivadas de fatores tais como ATP e prostaglandinas que irão excitar ou sensibilizar os nociceptores pulpares.^{137,138} A ativação de nociceptores leva à liberação de peptídeos vasoativos na vizinhança das vesículas de sangue pulpar. A observação de que certos procedimentos de clareamento aumentam a expressão da substância-P na polpa (peptídeo vasoativo) indica que a inflamação neurogênica desempenha um papel na sensibilidade durante processos clareadores¹³⁹ sendo isto comprovado por Thitinantapan et al.³³ 1999, que demonstraram que a penetração do peróxido na polpa pode resultar em diferentes níveis de sensibilidade.

Baseados nos resultados do presente estudo, sugere-se que a aplicação de agentes clareadores em pacientes portadores de aparatologia ortodôntica seja realizada com prudência pois, apesar dos efeitos deletérios serem mínimos, estes existem. Devido ao grande número de produtos novos disponíveis, pesquisas e estudos devem ser constantemente realizados.

7 CONCLUSÃO

De acordo com a proposição deste estudo e com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

- A aplicação dos agentes clareadores utilizados neste estudo diminuiu a microdureza superficial do esmalte dental;
- A aplicação dos agentes clareadores utilizados neste estudo não aumentou a rugosidade superficial do esmalte dental;
- Ambos os produtos clareadores testados permeabilizaram o complexo esmalte dentina até atingir a câmara pulpar;
- O pH do produto TWO apresentou leve alcalinidade e do TWS tem leve acidez;
- Ambos os produtos clareadores tiveram como efeito adverso a sensibilidade dentária, em níveis de leve a moderada;
- Clinicamente ambos os produtos clareadores demonstraram efetividade no tratamento clareador em pacientes com aparatologia ortodôntica.

REFERÊNCIAS*

1. Sulieman MA. An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Períodontol 2000*. 2008;48:148-69.
2. Haywood VB. Current status of night guard vital bleaching. *Compend Cont Educ Dent* 2000;28:S10 –7, S48.
3. Zachrisson BU. Incisal edge recontouring in orthodontic finishing. *World J Orthod*. 2005 Winter;6(4):398-405.
4. Amato M, Scaravilli MS, Farella M, Riccitiello F. Bleaching teeth treated endodontically: long-term evaluation of a case series. *J Endod*. 2006 Apr;32(4):376-8.
5. Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int*. 1993 Jan;24(1):39-44.
6. Lewinstein I, Hirschfeld Z, Stabholz A, Rotstein I. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. *J Endod*. 1994 Feb;20(2):61-3.
7. Lopes GC, Bonisconi L, Baratieri LN, Vieira LC, Monteiro S Jr. Effect of bleaching agents on the hardness and morphology of enamel. *J Esthet Restor Dent*. 2002;14(1):24-30.
8. Yeh ST, Su Y, Lu YC, Lee SY. Surface changes and acid dissolution of enamel after carbamide peroxide bleach treatment. *Oper Dent*. 2005 Jul-Aug;30(4):507-15.
9. Jiang T, Ma X, Wang Y, Tong H, Shen X, Hu Y, Hu J. Investigation of the effects of 30% hydrogen peroxide on human tooth enamel by Raman scattering and laser-induced fluorescence. *J Biomed Opt*. 2008 Jan-Feb;13(1):014019.

*De acordo com a norma do Programa Pós-graduação Stricto-sensu em Odontologia da UEPG, baseada no modelo Vancouver. Abreviaturas dos periódicos em conformidade com o Medline

10. Scientific Committee on Consumer Products (SCCP). Opinion on hydrogen peroxide in tooth whitening products 2005.
11. Lee CQ, Cobb CM, Zargartalebi F, Hu N. Effect of bleaching on microhardness, morphology, and color of enamel. *Gen Dent*. 1995 Mar-Apr;43(2):158-60, 162.
12. Ernst CP, Marroquín BB, Willershausen-Zönnchen B. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int*. 1996 Jan;27(1):53-6.
13. Kwon YH, Huo MS, Kim KH, Kim SK, Kim YJ. Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel. *J Oral Rehabil*. 2002 May;29(5):473-7.
14. Pinto CF, Oliveira Rd, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res*. 2004 Oct-Dec;18(4):306-11.
15. Bistey T, Nagy IP, Simó A, Hegedus C. In vitro FT-IR study of the effects of hydrogen peroxide on superficial tooth enamel. *J Dent*. 2007 Apr;35(4):325-30.
16. Goldstein CE, Goldstein RE, Feinman RA, Garber DA. Bleaching vital teeth: state of the art. *Quintessence Int*. 1989 Oct;20(10):729-37.
17. Hanks CT, Fat JC, Wataha JC, Corcoran JF. Cytotoxicity and dentin permeability of carbamide peroxide and hydrogen peroxide vital bleaching materials, in vitro. *J Dent Res*. 1993 May;72(5):931-8.
18. Bitter NC. A scanning electron microscope study of the long-term effect of bleaching agents on the enamel surface in vivo. *Gen Dent*. 1998 Jan-Feb;46(1):84-8.
19. 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.

20. Benetti AR, Valera MC, Mancini MN, Miranda CB, Balducci I. In vitro penetration of bleaching agents into the pulp chamber. *Int Endod J*. 2004 Feb;37(2):120-4.
21. Severcan F, Gokduman K, Dogan A, Bolay S, Gokalp S. Effects of in-office and at-home bleaching on human enamel and dentin: an in vitro application of Fourier transform infrared study. *Appl Spectrosc*. 2008 Nov;62(11):1274-9.
22. Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Heling I, Stabholz A, Zalkind M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod*. 1996 Jan;22(1):23-5.
23. Lee KH, Kim HI, Kim KH, Kwon YH. Mineral loss from bovine enamel by a 30% hydrogen peroxide solution. *J Oral Rehabil*. 2006 Mar;33(3):229-33.
24. Tezel H, Ertas OS, Ozata F, Dalgat H, Korkut ZO. Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. *Quintessence Int*. 2007 Apr;38(4):339-47.
25. Haywood VB, Leech T, Heymann HO, Crumpler D, Bruggers K. Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence Int*. 1990 Oct;21(10):801-4.
26. Haywood VB, Houck VM, Heymann HO. Nightguard vital bleaching: effects of various solutions on enamel surface texture and color. *Quintessence Int*. 1991 Oct;22(10): 775-82.
27. Murchison DF, Charlton DG, Moore BK. Carbamide peroxide bleaching: effects on enamel surface hardness and bonding. *Oper Dent*. 1992 Sep-Oct;17(5):181-5.
28. Seghi RR, Denry I. Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *J Dent Res*. 1992 Jun;71(6):1340-4.
29. 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.
30. White DJ, Kozak KM, Zoladz JR, Duschner H, Götz H. Peroxide interactions with hard tissues: effects on surface hardness and surface/subsurface ultrastructural properties. *Compend Contin Educ Dent*. 2002 Jan;23(1A):42-8; quiz 50.

31. Bowles WH, Ugwuneri Z. Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. *J Endod.* 1987 Aug;13(8):375-7.
32. Cooper JS, Bokmeyer TJ, Bowles WH. Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents. *J Endod.* 1992 Jul;18(7):315-7.
33. Thitinanthapan W, Satamanont P, Vongsavan N. In vitro penetration of the pulp chamber by three brands of carbamide peroxide. *J Esthet Dent* 1999;11:259 – 64.
34. Gökyay O, Yilmaz F, Akin S, Tunçbilek M, Ertan R. Penetration of the pulp chamber by bleaching agents in teeth restored with various restorative materials. *J Endod.* 2000 Feb;26(2):92-4.
35. Gökyay O, Müjdecı A, Algn E. Peroxide penetration into the pulp from whitening strips. *J Endod.* 2004 Dec;30(12):887-9.
36. Nathanson D. Vital tooth bleaching: sensitivity and pulpal considerations. *J Am Dent Assoc.* 1997 Apr;128 Suppl:41S-44S. Review.
37. Kim S. Neurovascular interactions in the dental pulp in health and inflammation. *J Endod.* 1990 Feb;16(2):48-53. Review.
38. Jadad E, Montoya J, Arana G, Gordillo LA, Palo RM, Loguercio AD. Spectrophotometric evaluation of color alterations with a new dental bleaching product in patients wearing orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Jul;140(1):e43-7.
39. Sundfeld RH, Machado LS, de Oliveira FG, Santos EA, Lugato IC, Sundfeld Neto D. Conservative reconstruction of the smile by orthodontic, bleaching, and restorative procedures. *Eur J Dent.* 2012 Jan;6(1):105-9.
40. Goldstein RE, Garber DA. Complete dental bleaching. Chicago: Quintessence Publishing Co.; 1995.
41. Greenwall L. Bleaching techniques in restorative dentistry—an illustrated guide. London: Martin DunitzLtd.; 2001.

42. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: I. History, chemistry, safety and legal aspects. *Dent Update*. 2004 Dec;31(10):608-10, 612-4, 616. Review.
43. McGuckin RS, Babin JF, Meyer BJ. Alterations in human enamel surface morphology following vital bleaching. *J Prosthet Dent*. 1992 Nov;68(5):754-60.
44. Akal N, Over H, Olmez A, Bodur H. Effects of carbamide peroxide containing bleaching agents on the morphology and subsurface hardness of enamel. *J Clin Pediatr Dent*. 2001 Summer;25(4):293-6.
45. Basting RT, Rodrigues Júnior AL, Serra MC. The effect of 10% carbamide peroxide bleaching material on microhardness of sound and demineralized enamel and dentin in situ. *Oper Dent*. 2001 Nov-Dec;26(6):531-9.
46. Zalkind M, Arwaz JR, Goldman A, Rotstein I. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: a scanning electron microscopy study. *Endod Dent Traumatol*. 1996 Apr;12(2):82-8.
47. Gultz J, Kaim J, Scherer W, Gupta H. Two in-office bleaching systems: a scanning electron microscope study. *Compend Contin Educ Dent*. 1999 Oct;20(10):965-8, 970; quiz 972.
48. Spalding M, Taveira LA, de Assis GF. Scanning electron microscopy study of dental enamel surface exposed to 35% hydrogen peroxide: alone, with saliva, and with 10% carbamide peroxide. *J Esthet Restor Dent*. 2003;15(3):154-64; discussion 165.
49. de Oliveira R, Paes Leme AF, Giannini M. Effect of a carbamide peroxide bleaching gel containing calcium or fluoride on human enamel surface microhardness. *Braz Dent J*. 2005;16(2):103-6.
50. Leonard RH, Teixeira EC, Garland GE, Ritter AV. Effect on enamel microhardness of two consumer-available bleaching solutions when compared with a dentist-prescribed, home-applied bleaching solution and a control. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(6):343-50; discussion 351.

51. Zantner C, Beheim-Schwarzbach N, Neumann K, Kielbassa AM. Surface microhardness of enamel after different home bleaching procedures. *Dent Mater.* 2007 Feb;23(2):243-50.

52. Götz H, Duschner H, White DJ, Klukowska MA. Effects of elevated hydrogen peroxide 'strip' bleaching on surface and subsurface enamel including subsurface histomorphology, micro-chemical composition and fluorescence changes. *J Dent.* 2007 Jun;35(6):457-66.

53. Majeed A, Grobler SR, Moola MH, Rossouw RJ, van Kotze TJ. Effect of four different opalescence tooth-whitening products on enamel microhardness. *SADJ.* 2008 Jun;63(5):282-4.

54. Maia E, Baratieri LN, Caldeira de Andrada MA, Monteiro S Jr, Vieira LC. The influence of two home-applied bleaching agents on enamel microhardness: an in situ study. *J Dent.* 2008 Jan;36(1):2-7.

55. Attin T, Schmidlin PR, Wegehaupt F, Wiegand A. Influence of study design on the impact of bleaching agents on dental enamel microhardness: a review. *Dent Mater.* 2009 Feb;25(2):143-57.

56. Grobler SR, Majeed A, Moola MH. Effect of various tooth-whitening products on enamel microhardness. *SADJ.* 2009 Nov;64(10):474-9.

57. Markovic L, Jordan RA, Lakota N, Gaengler P. Micromorphology of enamel surface after vital tooth bleaching. *J Endod.* 2007 May; 33(5): 607-10.

58. Cadenaro M, Breschi L, Nucci C, Antonioli F, Visintini E, Prati C, Matis BA, DiLenarda R. Effect of two in-office whitening agents on the enamel surface in vivo: a morphological and non-contact profilometric study. *Oper Dent.* 2008 Mar-Apr;33(2):127-34.

59. Faraoni-Romano JJ, Da Silveira AG, Turssi CP, Serra MC. Bleaching agents with varying concentrations of carbamide and/or hydrogen peroxides: effect on dental microhardness and roughness. *J Esthet Restor Dent.* 2008;20(6):395-402; discussion 403-4.

60. Mahmoud SH, ElembabyAel S, Zaher AR, Grawish Mel-A, Elsabaa HM, El-NegolySA, Sobh MA. Effect of 16% carbamide peroxide bleaching gel on enamel and dentin surface micromorphology and roughness of uremic patients: an atomic force microscopic study. *Eur J Dent*. 2010 Apr;4(2):175-82.
61. Cadenaro M, Navarra CO, Mazzoni A, Nucci C, Matis BA, Di Lenarda R, Breschi L. An in vivo study of the effect of a 38 percent hydrogen peroxide in-office whitening agent on enamel. *J Am Dent Assoc*. 2010 Apr;141(4):449-54.
62. DE Abreu DR, Sasaki RT, Amaral FL, Flório FM, Basting RT. Effect of home-use and in-office bleaching agents containing hydrogen peroxide associated with amorphous calcium phosphate on enamel microhardness and surface roughness. *J Esthet Restor Dent*. 2011 Jun; 23(3): 158-68.
63. Abouassi T, Wolkewitz M, Hahn P. Effect of carbamide peroxide and hydrogen peroxide on enamel surface: an in vitro study. *Clin Oral Investig*. 2011 Oct;15(5):673-80.
64. Pedreira De Freitas AC, Botta SB, Teixeira Fde S, Salvadori MC, Garone-Netto N. Effects of fluoride or nano hydroxiapatite on roughness and gloss of bleached teeth. *Microsc Res Tech*. 2011 Dec;74(12):1069-75.
65. Margaritis V, Mamai-Homata E, Koletsi-Kounari H. Novel methods of balancing covariates for the assessment of dental erosion: a contribution to validation of a synthetic scoring system for erosive wear. *J Dent*. 2011 May;39(5):361-7.
66. Price RB, Sedarous M, Hiltz GS. The pH of tooth-whitening products. *J Can Dent Assoc*. 2000 Sep;66(8):421-6.
67. Xu B, Li Q, Wang Y. Effects of pH values of hydrogen peroxide bleaching agents on enamel surface properties. *Oper Dent*. 2011 Sep-Oct;36(5):554-62.
68. Freire A, Archegas LR, de Souza EM, Vieira S. Effect of storage temperature on pH of in-office and at-home dental bleaching agents. *Acta Odontol Latinoam*. 2009;22(1):27-31.
69. Chang, R. *Quimica*. Lisboa (Port): McGraw-Hill; 1994.

70. Barbour ME, Rees JS. The laboratory assessment of enamel erosion: a review. *J Dent*. 2004 Nov;32(8):591-602. Review.
71. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *J Dent*. 2006 Mar;34(3):214-20.
72. Azrak B, Callaway A, Kurth P, Willershausen B. Influence of bleaching agents on surface roughness of sound or eroded dental enamel specimens. *J Esthet Restor Dent*. 2010 Dec;22(6):391-9.
73. Sun L, Liang S, Sa Y, Wang Z, Ma X, Jiang T, Wang Y. Surface alteration of human tooth enamel subjected to acidic and neutral 30% hydrogen peroxide. *J Dent*. 2011 Oct;39(10):686-92.
74. Sa Y, Chen D, Liu Y, Wen W, Xu M, Jiang T, Wang Y. Effects of two in-office bleaching agents with different pH values on enamel surface structure and color: an in situ vs. in vitro study. *J Dent*. 2012 Jul;40 Suppl 1:e26-34.
75. Arwill T, Myrberg N, Söremark R. Penetration of radioactive isotopes through enamel and dentine. II. Transfer of ^{22}Na in fresh and chemically treated dental tissues. *Odontol Revy*. 1969;20(1):47-54.
76. Crim GA. Post-operative bleaching: effect on microleakage. *Am J Dent*. 1992 Apr;5(2):109-12.
77. Gökay O, Tunçbilek M, Ertan R. Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents on teeth restored with a composite resin. *J Oral Rehabil*. 2000 May;27 (5): 428 -31.
78. Joiner A, Thakker G. In vitro evaluation of a novel 6% hydrogen peroxide tooth whitening product. *J Dent*. 2004;32 Suppl 1:19-25.
79. Gökay O, Müjdecı A, Algin E. In vitro peroxide penetration into the pulp chamber from newer bleaching products. *Int Endod J*. 2005 Aug;38(8):516-20.

80. Pugh G Jr, Zaidel L, Lin N, Stranick M, Bagley D. High levels of hydrogen peroxide in overnight tooth-whitening formulas: effects on enamel and pulp. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(1):40-5; discussion 46-7.
81. Schiavoni RJ, Turssi CP, Rodrigues AL Jr, Serra MC, Pécora JD, Fröner IC. Effect of bleaching agents on enamel permeability. *Am J Dent*. 2006Oct;19(5):313-6.
82. Torres CR, Wiegand A, Sener B, Attin T. Influence of chemical activation of a 35% hydrogen peroxide bleaching gel on its penetration and efficacy in vitro study. *J Dent*. 2010 oct; 38(10):838-46.
83. Hannig C, Weinhold HC, Becker K, Attin T. Diffusion of peroxides through dentine in vitro with and without prior use of a desensitizing varnish. *Clin Oral Investig*. 2011 Dec;15(6):863-8.
84. Nathanson D, Parra C. Bleaching vital teeth: a review and clinical study. *Compendium*. 1987 Jul-Aug;8(7):490-2, 494-97. Review.
85. Marson FC, Sensi LG, Vieira LC, Araújo E. Clinical evaluation of in-office dental bleaching treatments with and without the use of light-activation sources. *Oper Dent*. 2008 Jan-Feb;33(1):15-22.
86. Amengual J, Forner L. Dentine hypersensitivity in dental bleaching: case report. *Minerva Stomatol*. 2009 Apr;58(4):181-5.
87. Tay LY, Kose C, Loguercio AD, Reis A. Assessing the effect of a desensitizing agent used before in-office tooth bleaching. *J Am Dent Assoc*. 2009 Oct;140(10):1245-51.
88. Kugel G, Ferreira S, Sharma S, Barker ML, Gerlach RW. Clinical trial assessing light enhancement of in-office tooth whitening. *J Esthet Restor Dent*. 2009;21(5):336-47.
89. McCaslin AJ, Haywood VB, Potter BJ, Dickinson GL, Russell CM. Assessing dentin color changes from nightguard vital bleaching. *J Am Dent Assoc*. 1999 Oct;130(10):1485-90.

90. Markowitz K. Pretty painful: why does tooth bleaching hurt? *Med Hypotheses*. 2010 May; 74 (5):835-40.
91. Zekonis R, Matis BA, Cochran MA, Al Shetri SE, Eckert GJ, Carlson TJ. Clinical evaluation of in-office and at-home bleaching treatments. *Oper Dent*. 2003 Mar-Apr;28(2):114-21.
92. Gerlach RW, Sagel PA. Vital bleaching with a thin peroxide gel: the safety and efficacy of a professional-strength hydrogen peroxide whitening strip. *J Am Dent Assoc*. 2004 Jan;135(1):98-100.
93. Giniger M, Macdonald J, Ziembra S, Felix H. The clinical performance of professionally dispensed bleaching gel with added amorphous calcium phosphate. *J Am Dent Assoc*. 2005 Mar;136(3):383-92.
94. Hannig C, Lindner D, Attin T. Efficacy and tolerability of two home bleaching systems having different peroxide delivery. *Clin Oral Investig*. 2007Dec; 11(4): 321-9.
95. Ziebolz D, Helms K, Hannig C, Attin T. Efficacy and oral side effects of two highly concentrated tray-based bleaching systems. *Clin Oral Investig*. 2007Sep;11(3):267-75.
96. Demarco FF, Meireles SS, Masotti AS. Over-the-counter whitening agents: a concise review. *Braz Oral Res*. 2009;23 Suppl 1:64-70. Review.
97. Dawson PF, Sharif MO, Smith AB, Brunton PA. A clinical study comparing the efficacy and sensitivity of home vs. combined whitening. *Oper Dent*. 2011Sep-Oct;36(5):460-6.
98. Bauminger BB. Micro method for manual analysis of true glucose in plasma without deproteinization. *J Clin Pathol*. 1974 Dec;27(12):1015-7.
99. Hannig C, Zech R, Henze E, Dorr-Tolui R, Attin T. Determination of peroxides in saliva--kinetics of peroxide release into saliva during home-bleaching with Whitestrips and Vivastyle. *Arch Oral Biol*. 2003 Aug;48(8):559-66.

100. Hannig C, Zech R, Henze E, Dreier S, Attin T. Peroxide release into saliva from five different home bleaching systems in vivo. *Am J Dent*. 2005 Feb;18(1):13-8.
101. Hannig C, Willenbücher S, Becker K, Mahony C, Attin T. Recovery of peroxides in saliva during home bleaching--influence of smoking. *J Oral Rehabil*. 2006 Jul;33(7):533-41.
102. Mokhlis GR, Matis BA, Cochran MA, Eckert GJ. A clinical evaluation of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening agents during daytime use. *J Am Dent Assoc*. 2000 Sep;131(9):1269-77.
103. Chen JH, Xu JW, Shing CX. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. *J Prosthet Dent*. 1993 Jan;69(1):46-8.
104. Marshall MV, Gragg PP, Packman EW, Wright PB, Cancro LP. Hydrogen peroxide decomposition in the oral cavity. *Am J Dent*. 2001 Feb;14(1):39-45.
105. da Silva Marques DN, Silveira JM, Marques JR, Amaral JA, Guilherme NM, da Mata AD. Kinetic release of hydrogen peroxide from different whitening products. *Eur J Esthet Dent*. 2012 Autumn;7(3):344-52.
106. Featherstone JD, ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res*. 1983; 17(5):385-91.
107. Arends J, ten Bosch JJ. Demineralization and remineralization evaluation techniques. *J Dent Res*. 1992 Apr;71 Spec No:924-8. Review.
108. Majeed A, Grobler SR, Moola MH, Oberholzer TG. Effect of four over-the-counter tooth-whitening products on enamel microhardness. *SADJ*. 2011 Oct;66(9):412-5.
109. Ren YF, Amin A, Malmstrom H. Effects of tooth whitening and orange juice on surface properties of dental enamel. *J Dent*. 2009 Jun;37(6):424-31.

110. Driessens FC, Theuns HM, Borggreven JM, van Dijk JW. Solubility behaviour of whole human enamel. *Caries Res.* 1986;20(2):103-10.
111. Arends J, Jongebloed WL, Goldberg M. Interaction of urea and human enamel. *Caries Res.* 1984; 18(1):17-24.
112. Chng HK, Palamara JE, Messer HH. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on biomechanical properties of human dentin. *J Endod.* 2002Feb;28(2):62-7.
113. Maas M. C. and. Dumont E. R, Built to last: the structure, function, and evolution of primate dental enamel, *Evol. Anthropol.*1999: 8(4): 133-152.
114. Sa Y, Wang Z, Ma X, Lei C, Liang S, Sun L, Jiang T, Wang Y. Investigation of three home-applied bleaching agents on enamel structure and mechanical properties: an in situ study. *J Biomed Opt.* 2012 Mar;17(3):035002.
115. Attin T, Vollmer D, Wiegand A, Attin R, Betke H. Subsurface microhardness of enamel and dentin after different external bleaching procedures. *Am J Dent.* 2005 Feb;18(1):8-12.
116. White DJ, Kozak KM, Zoladz JR, Duschner HJ, Götz H. Effects of Crest Whitestrips bleaching on subsurface microhardness and ultrastructure of tooth enamel and coronal dentin. *Am J Dent.* 2004 Feb;17(1):5-11. Erratum in: *Am J Dent.* 2004 Apr;17(2):88.
117. Al-Qunaian TA. The effect of whitening agents on caries susceptibility of human enamel. *Oper Dent.* 2005 Mar-Apr;30(2):265-70.
118. Pretty IA, Edgar WM, Higham SM. The effect of bleaching on enamel susceptibility to acid erosion and demineralisation. *Br Dent J.* 2005 Mar 12;198(5):285-90; discussion 280.
119. Worschech CC, Rodrigues JA, Martins LR, Ambrosano GM. Brushing effect of abrasive dentifrices during at-home bleaching with 10% carbamide peroxide on enamel surface roughness. *J Contemp Dent Pract.* 2006 Feb 15;7(1):25-34.

ANEXO A

Aprovação da Comissão de Ética em Pesquisa da
Universidade Estadual de Ponta Grossa. COEP

ANEXO B

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. TCLE

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: Estudo laboratorial e clínico do efeito da concentração de peróxido de hidrogênio para uso caseiro em pacientes portadores de aparelho ortodôntico fixo

A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS: O motivo que nos leva a estudar o problema da dor durante o clareamento dental é a importância do conhecimento por parte do dentista da situação do paciente durante o tratamento de branqueamento dental para assim proporcionar um serviço melhor e mais confortável para o mesmo, a pesquisa se justifica na necessidade que a odontologia tem de saber o que o paciente opina e sente durante os procedimentos clínicos realizados por o cirurgião dentista, mais especificamente durante o tratamento de branqueamento dental sendo que o objetivo desse projeto é avaliar em um modelo de estudo laboratorial e clínico as propriedades superficiais do dente e a dor clínica na aplicação de dois agentes clareadores. Os procedimentos de coleta de dados serão da seguinte forma: será realizada uma tomada de cor prévia ao tratamento clareador, o agente clareador será aplicado por dez dias em seções de 45 minutos faltando dez dias para finalizar o tratamento ortodôntico. Após a remoção dos brackets uma nova tomada de cor será realizada com o espectrofotômetro VITA Easys shade

A intensidade da dor após o tratamento será determinada, fazendo-se o registro em ficha apropriada.. Cada paciente preencherá a ficha de avaliação no dia pré-determinado, sendo que a primeira avaliação será antes do início do tratamento clareador, prosseguindo a cada dia até o 10º dia, ou seja, ao final do procedimento. Será utilizado como sistema de avaliação o escore visual analógico (VAS) para a sensibilidade dental e satisfação de tratamento. Os pacientes deverão qualificar a sua dor máxima percebida durante um período de tempo onde zero significa sem sensibilidade e 100 sensibilidade insuportável.

DESCONFORTOS E RISCOS E BENEFÍCIOS: poderá existir desconfortos e riscos mínimos para a você que se submeter à coleta do material, ou seja, uma dor dental após o tratamento clareador e/ou falta de mudança da cor de seus dentes.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA: se você apresentar algum tipo de dor será fornecido um tratamento com flúor e dessensibilizantes para remediar qualquer desconforto e no caso de falta de diminuição da dor de seus dentes serão aplicado um tratamento clareador supervisionado pelo dentista pesquisador.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO: você será esclarecido (a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

O(s) pesquisador(es) irão tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada no Curso de Pós graduação do Programa de Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa e outra será fornecida a você.

CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO: a participação no estudo não acarretará custos para você e não será disponível nenhuma compensação financeira adicional.

DECLARAÇÃO DO (A) PARTICIPANTE OU DO RESPONSÁVEL PELO PARTICIPANTE: Eu, _____ fui informada (o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. O (a) professor (a) orientador (a) _____ e o(a) professor(a) co-orientador(a) _____ certificaram-me de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais.

Também sei que caso existam gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Em caso de dúvidas poderei chamar a
estudante _____ o(a) professor(a) orientador(a) _____ ou o(a) _____

120. Attin T, Buchalla W, Gollner M, Hellwig E. Use of variable remineralization periods to improve the abrasion resistance of previously eroded enamel. *Caries Res.* 2000 Jan-Feb;34(1):48-52.
121. Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *J Dent.* 2007 Dec;35(12):889-96. Review.
122. Featherstone JDB, O'Reilly MM, Shariati M, Brugler S. Enhancement of remineralization in vitro and in vivo. In: Leach SA. *Factors affecting de- and remineralization of the teeth.* Oxford: IRL Press; 1986. 23-34.
123. Serra MC, Cury JA. The in vitro effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to a demineralization and remineralization model. *Quintessence Int.* 1992 Feb; 23(2):143-7.
124. Preetha and R. Banerjee. Comparison of Artificial Saliva Substitutes Trends Biomater. Artif. Organs. 2005 Jan 18 (2):178-86.
125. 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.
126. Chen HP, Chang CH, Liu JK, Chuang SF, Yang JY. Effect of fluoride containing bleaching agents on enamel surface properties. *J Dent.* 2008 Sep;36(9):718-25.
127. Bowles WH, Thompson LR. Vital bleaching: the effects of heat and hydrogen peroxide on pulpal enzymes. *J Endod.* 1986 Mar;12(3):108-12.
128. Meurman JH, ten Cate JM. Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. *Eur J Oral Sci.* 1996 Apr;104(2 (Pt 2)):199-206. Review.
129. Sun G. The role of lasers in cosmetic dentistry. *Dent Clin North Am.* 2000 Oct;44(4):831-50. Review.
130. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching: how safe is it? *Quintessence Int.* 1991 Jul;22(7):515-23. Review.

131. Haywood VB. Nightguard vital bleaching. *Dent Today*. 1997 Jun;16(6):86, 88, 90-1.
132. Rosenstiel SF, Gegauff AG, Johnston WM. Duration of tooth color change after bleaching. *J Am Dent Assoc*. 1991 Apr;122(4):54-9.
133. Rosenstiel SF, Gegauff AG, McCafferty RJ, Johnston WM. In vitro tooth color change with repeated bleaching. *Quintessence Int*. 1991 Jan;22(1):7-12.
134. Ouellet D, Los S, Case H, Healy R. Double-blind whitening Night-Guard study using ten percent carbamide peroxide. *J Esthet Dent*. 1992 May-Jun;4(3):79-83.
135. Gegauff AG, Rosenstiel SF, Langhout KJ, Johnston WM. Evaluating tooth color change from carbamide peroxide gel. *J Am Dent Assoc*. 1993 Jun;124(6):65-72.
136. Matis BA, Cochran MA, Eckert G, Carlson TJ. The efficacy and safety of a 10% carbamide peroxide bleaching gel. *Quintessence Int*. 1998 Sep;29(9):555-63.
137. Goodis HE, Bowles WR, Hargreaves KM. Prostaglandin E2 enhances bradykinin-evoked iCGRP release in bovine dental pulp. *J Dent Res*. 2000 Aug;79(8):1604-7.
138. Cook SP, McCleskey EW. Cell damage excites nociceptors through release of cytosolic ATP. *Pain*. 2002 Jan;95(1-2):41-7.
139. Caviedes-Bucheli J, Ariza-García G, Restrepo-Méndez S, Ríos-Osorio N, Lombana N, Muñoz HR. The effect of tooth bleaching on substance P expression in human dental pulp. *J Endod*. 2008 Dec;34(12):1462-5.