

ANGELA PEREIRA DELLA GATTA

**EFEITO DO NÚMERO DE SESSÕES DO CLAREAMENTO EM CONSULTÓRIO
NA MICRODUREZA DO ESMALTE DENTÁRIO HUMANO**

CAMPINAS
2008

ANGELA PEREIRA DELLA GATTA

**EFEITO DO NÚMERO DE SESSÕES DO CLAREAMENTO EM CONSULTÓRIO
NA MICRODUREZA DO ESMALTE DENTÁRIO HUMANO**

Dissertação apresentada ao Centro de Pós-Graduação / CPO São Leopoldo Mandic, para obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Dentística

Orientadora: Profa. Dra. Roberta Tarkany Basting Hofling

CAMPINAS
2008

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca "São Leopoldo Mandic"

D357e Della Gatta, Angela Pereira.
Efeitos do número de sessões do clareamento em consultório na microdureza do esmalte dentária humano / Ângela Pereira Della Gatta. – Campinas: [s.n.], 2008.
72f.: il.

Orientador: Roberta Tarkany Basting Hofling.
Dissertação (Mestrado em Dentística) – C.P.O. São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação.

1. Esmalte dentário. 2. Clareamento dentário. 3. Terapêutica. 4. Estética dentária. I. Hofling, Roberta Tarkany Basting. II. C.P.O. São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação. III. Título.

**C.P.O. - CENTRO DE PESQUISAS ODONTOLÓGICAS
SÃO LEOPOLDO MANDIC**

Folha de Aprovação

A dissertação intitulada: “**EFEITO DO NÚMERO DE SESSÕES DO CLAREAMENTO EM CONSULTÓRIO NA MICRODUREZA DO ESMALTE DENTÁRIO HUMANO**” apresentada ao Centro de Pós-Graduação, para obtenção do grau de Mestre em Odontologia, área de concentração: _____ em __/__/__, à comissão examinadora abaixo denominada, foi aprovada após liberação pelo orientador.

Prof. (a) Dr (a)

Orientador

Prof. (a) Dr (a)

1º Membro

Prof. (a) Dr (a)

2º Membro

DEDICO ESTE TRABALHO

À Deus que sempre se faz presente em minha vida, seja pela família maravilhosa que tenho, pela saúde de todos, pela oportunidade do trabalho de cada dia e constante evolução.

“Permite-me, Pai, ver a Tua luz em cada amanhecer e sentir o Teu inefável amor em todo anoitecer”.

AGRADECIMENTOS

À minha pequena grande família... Bruna, meu tesouro, sempre ao meu lado, companheira e maravilhosa filha amada, e Marcos meu marido, melhor amigo e ser humano admirável em todos os sentidos, a você dedico o meu eterno amor. Vocês são os meus maiores presentes de Deus.

Aos meus pais Angelo e Lúcia que me deram a possibilidade de viver, todo o aprendizado, valores e muito amor... A vocês minha eterna gratidão, meu respeito e meu incondicional amor.

À minha vovó Luchi querida, que tão presente se fez em toda a minha vida, e a quem eu dedico meu amor com toda pureza que almas afins podem oferecer-se mutuamente.

À minha irmã Ana e meus sobrinhos Alvinho e Adler obrigada por todo amor e pela presença de vocês em minha vida.

Ao meu irmão Mauricio pela força e empenho ao meu lado, nos momentos mais delicados e complexos, tornando possível esta conquista de hoje... à você Mau o meu muito obrigada. A minha irmã de coração Sheila, que sem dúvida faz parte a muito tempo de nossas "vidas" e ao bebê que está para chegar que é "de titia".

À Patrícia, Wallace e Gaby pelo carinho com que sempre me receberam no lar de vocês, muito obrigada do fundo do coração.

À Faculdade de Odontologia e Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic na pessoa do Dr. José Luiz Cintra Junqueira. Manifesto meu reconhecimento e minha eterna gratidão.

À minha querida e dedicada orientadora Profa. Dra. Roberta Tarkany Basting, os meus mais sinceros agradecimentos.

As professoras do curso de Mestrado em Dentística, Profa. Dra. Adriana Silva de Carvalho e Profa. Dra. Ynara Bosco de Oliveira Lima Arsati.

À Tatiana Ricci técnica do laboratório de ensaios clínicos e ao Robson Sasaki, obrigada por toda ajuda e atenção.

Ao Prof. Sigmar de M. Rode e corpo docente da UNIB que me deram a base fundamental, e que na pessoa do Prof. Sigmar participam do meu caminhar na profissão.

Aos meus amigos e amigas de turma, obrigada por todos os momentos, já sinto saudades...

Ao Márcio Ohashi, Gabriel Liebsney, Déborah Goldkorn, Marcelo Araújo, Fernanda Folgosi e Vladimir Lima que me ajudaram a realizar esta tarefa, sem que prejudicasse o meu trabalho de cada dia.

As minhas queridas amigas Andréa Licássia, Alessandra Vargas e ao amigo “Nardão” obrigada por tudo e vocês também fazem parte desta conquista.

À todos que mesmo não citados aqui, mas que fizeram parte desta caminhada, à vocês muito obrigada.

“A injeção, a transfusão de sangue, o antibiótico de última geração são recursos para quando a doença já se encontra instalada...

Porém, a gota do remédio homeopático da paciência tem valor profilático – é vacina preventiva para os quadros clínicos de maior gravidade, que desafiam os conhecimentos científicos e éticos dos que se dispõe a combatê-los”.

Corina Novelino

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi comparar *in vitro* a microdureza do esmalte submetido ao clareamento em consultório com três diferentes produtos contendo peróxido de hidrogênio a 35 ou 38% em diferentes intervalos de aplicações durante o tratamento. Trinta fragmentos de terceiros molares inclusos foram divididos aleatoriamente em três grupos com sistemas de clareamento em consultório diferentes (n = 10): WM – peróxido de hidrogênio a 35% Whiteness HP MAXX (FGM); WH – peróxido de hidrogênio a 35% - Whiteness HP (FGM); OX – peróxido de hidrogênio 38% Opalescence Xtra Boost (Ultradent). Os agentes clareadores foram aplicados sobre a superfície do esmalte e ativados com luz halógena durante 20 segundos, mantendo-se o produto em contato com o esmalte por dez minutos em cada aplicação. O procedimento de aplicação foi realizado por três vezes em cada sessão repetindo-se este procedimento por mais duas vezes com intervalos de sete dias entre as sessões. Os ensaios de microdureza foram executados antes do início dos tratamentos, após cada uma das três sessões e 7 dias e 21 dias após o final dos tratamentos. Nos intervalos das sessões e ao final do tratamento, os espécimes permaneceram imersos em solução de saliva artificial. Os valores de microdureza foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). A partir da 2ª sessão, pode-se observar uma redução estatisticamente significativa na microdureza de todos os grupos, mesmo após o término do tratamento clareador. O grupo WM foi o que apresentou menores valores de microdureza na maioria dos tempos de tratamento, sem diferença significativa do grupo WH, mas diferente estatisticamente do grupo OX. Conclui-se que a técnica de clareamento em consultório realizada em mais de uma sessão com três aplicações do agente clareador em cada sessão pode levar à perda do conteúdo mineral do esmalte e são dependentes da composição dos produtos empregados, sendo que uma sessão pode ser considerada segura em relação às propriedades de microdureza.

Palavras-chave: Clareamento de dentes. Clareamento em consultório. Peróxido de hidrogênio. Microdureza.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate *in vitro* the microhardness of enamel submitted to in-office bleaching with three different products containing 35 or 38% hydrogen peroxide in three different application intervals during the treatment. Thirty fragments of impacted third molars were divided into three groups of different in-office dental bleaching systems (n = 10): WM – 35% hydrogen peroxide - Whiteness HP MAXX (FGM); WH – 35% hydrogen peroxide - Whiteness HP (FGM); OX – 38% hydrogen peroxide - Opalescence Xtra Boost (Ultradent). The bleaching agents were applied on the enamel surface and activated with halogen light for 20 seconds, keeping the product in contact with the enamel for ten minutes in each application. The application procedure was performed three times in each session, repeating procedure for twice with intervals of seven days among the sessions. The microhardness tests were performed before beginning the treatments, after each one of the three sessions, and 7 and 21 days after the end of treatments. In the intervals among the sessions and at the end of treatment, the specimens remained immersed in artificial saliva solution. The microhardness values were submitted to the analysis of variance (ANOVA), followed by the Tukey's test ($p < 0.05$). As from the 2nd session, a statistically significant reduction in microhardness could be observed in all of the groups, even after the end of bleaching treatment. Group WM presented the lowest microhardness values in treatment times, without significant difference from Group WH, but statistically different from Group OX. It was concluded that the in-office dental bleaching technique performed in more than one session with three applications of the bleaching agent per session could lead to loss of enamel mineral content, and is dependent on the composition of the products used. One session can be considered safe with regard to microhardness properties.

Keywords: Dental bleaching. In - office dental bleaching. Hydrogen peroxide. Microhardness.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema de obtenção das amostras de esmalte humano	41
Figura 2 - Amostra durante fase de lixamento em politriz elétrica.....	42
Figura 3 - Whiteness HP Maxx – WM	43
Figura 4 - Whiteness HP – WH	43
Figura 5 - Opalescence Xtra Boost – OX	43
Tabela 1 - Grupos, marca comercial, composição e pH dos agentes clareadores utilizados no experimento	44
Quadro 1 - Medidas do pH dos componentes e pós-manipulação.....	45
Figura 6 - Microdurômetro utilizado.....	46
Figura 7 - A) Grupo WH – Aplicação Whiteness HP- (FGM); B) Fotoativação	47
Figura 8 - Exemplos de amostras e respectivos recipientes	48
Tabela 2 - Média (desvio padrão) da microdureza do esmalte em função dos grupos e tempo de estudo	50
Tabela 3 - Variação percentual do conteúdo mineral em relação ao tempo inicial...	51
Gráfico 1 - Média (desvio padrão) da microdureza do esmalte em função dos grupos e tempo de estudo	52

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	- por cento
<	- menor
>	- maior
°C	- graus centígrados
C	- carbono
Ca	- cálcio
Cl	- cloro
CO ₂	- dióxido de carbono ou gás carbônico
CP	- corpo-de-prova
DP	- desvio padrão
DS	- dureza superficial
g	- gramas
H ₂ O	- água
H ₂ O ₂	- peróxido de hidrogênio
HCl	- ácido clorídrico
<i>in situ</i> (latim)	- em sítio, no local (no caso, a cavidade oral)
<i>in vitro</i> (latim)	- em laboratório
<i>in vivo</i> (latim)	- no ser humano
KHN	- <i>Knoop Hardness Number</i> (número de dureza Knoop)

KHz	- quilo Hertz
MEV	- Microscopia Eletrônica de Varredura
min	- minutos
ml	- mililitros
mm	- milímetros
mmol/ l	- milimol por litro
n	- número de repetições
OH	- hidroxila
P	- fósforo
p	- nível de significância
pH	- potencial hidrogeniônico
rpm	- rotações por minuto
s	- segundos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Generalidades sobre o tratamento clareador	17
2.1.1 Esmalte dentário humano.....	18
2.1.2 <i>Reação química do clareamento dental</i>	19
2.1.3 <i>Materiais utilizados - Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂)</i>	20
2.1.4 <i>Materiais utilizados - Peróxido de Carbamida (H₂NCONH₂.H₂O₂.)</i>	21
2.2 Técnicas de clareamento para dentes vitais.....	22
2.2.1 <i>Técnica de clareamento caseiro</i>	22
2.2.2 <i>Técnica de clareamento em consultório</i>	24
2.3 Alterações do esmalte provocadas pelos materiais clareadores	26
3 PROPOSIÇÃO	39
4 MATERIAIS E MÉTODOS	40
4.1 Aspectos éticos.....	40
4.2 Delineamento experimental.....	40
4.3 Obtenção das amostras.....	41
4.4 Grupos experimentais.....	42
4.5 Execução do experimento	45
4.5.1 <i>Determinação da Microdureza Superficial Inicial (KHN₀)</i>	45
4.5.2 <i>Tratamento clareador</i>	46
4.5.3 <i>Determinação da Microdureza Superficial 1ª sessão (KHN₁), 2ª (KHN₂), 3ª sessão (KHN₃), após 7 dias do final do tratamento (KHN₄) e após 21 dias (KHN₅)</i>	48

4.6 Análise estatística	48
5 RESULTADOS.....	50
6 DISCUSSÃO	53
7 CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS.....	61
ANEXO A - Aprovação do Comitê de Ética	66
ANEXO B - Termo de Doação dos elementos dentários.....	67
ANEXO C - Saída do Programa SAS.....	68

1 INTRODUÇÃO

Transformações nos diferentes valores na sociedade, principalmente quanto aos padrões de beleza, são observados há muitos anos. O sorriso é parte fundamental deste padrão, traduzindo-se em dentes claros, corretamente alinhados e denotando uma aparência saudável. Os dentes naturais são policromáticos, resultando de uma somatória de cores dos tecidos que os compõem, considerando-se as suas diferentes espessuras e localizações. A cor dos elementos dentais é distinta em cada indivíduo, podendo variar entre tons de branco-azulado até o cinza-escuro ou tons de marrom, inclusive em dentes completamente hígidos (Pécora et al., 1994).

A alteração da cor natural dos dentes pode se dar devido a fatores exógenos, endógenos, medicamentosos, iatrogênicos e ainda por trauma (Dale, 1993). Independentemente da etiologia que leve ao manchamento de um único dente anterior ou de vários dentes, este interfere negativamente na aparência do sorriso. Assim, a cor dos dentes, apesar de ser apenas um dos fatores que influenciam no equilíbrio estético do sorriso, é o fator isolado de maior relevância neste equilíbrio, por ser a desarmonia de cor mais imediatamente percebida do que as outras anormalidades estéticas (Baratieri et al., 2002).

A resolução desta situação nem sempre é fácil e simples, e o Cirurgião-Dentista pode, em casos nos quais a estrutura dental está predominantemente preservada, optar pela aplicação de técnicas de clareamento dental. Neste aspecto, o clareamento dental com peróxido de hidrogênio, um agente químico oxidante instável, tem sido uma alternativa conservadora para a obtenção da estética em

dentos vitais e não vitais escurecidos e/ou manchados, e é o tratamento mais conservador quando comparado com facetas em resina composta, porcelana e coroas totais (Baratieri et al., 2002; Deliperi et al., 2004).

Para o clareamento caseiro, indica-se o uso diário do gel de peróxido de carbamida entre 10 a 20%, em moldeiras apropriadas até que a cor do dente desejada seja obtida (Haywood, 1997; Christensen, 1997, 2002). O peróxido de hidrogênio, em concentrações entre 30 a 38%, é o principal material utilizado para a técnica de clareamento em consultório (Haywood, 1992). Quanto às técnicas, fatores como tempo, praticidade e obtenção de resultados rápidos são primordiais para alguns pacientes. Por estes motivos, o clareamento realizado em consultório odontológico pode ser preferível em relação ao clareamento caseiro (Goldstein, 1997). As vantagens do procedimento de clareamento em consultório, em relação à técnica caseira, incluem o controle e monitoramento do procedimento pelo cirurgião dentista evitando contato do agente clareador com os tecidos moles e ingestão do produto, além da redução do tempo de tratamento e grande potencial de resultados imediatos que proporcionam satisfação e motivação ao paciente (Luk et al., 2004).

Alguns estudos relatam alterações causadas na superfície do esmalte, decorrentes da aplicação de agentes clareadores em diferentes concentrações e técnicas, proporcionando maior rugosidade da superfície dental (Moraes et al., 2006; Markovic et al., 2007), perda de componentes minerais (Rotstein et al., 1996; Crews et al., 1997; Goo et al., 2004; Bishang et al., 2006; Tezel et al., 2007; Efeoglu et al., 2007), alterações na micromorfologia da superfície dentária (Titley et al., 1988; Bitter, 1992; Tong et al., 1993; Lee et al., 1995; Zalkind et al., 1996; Ernst et al., 1996; Bitter, 1998; Smidt et al., 1998; Hegedüs et al., 1999; Bistey et al., 2007), demonstrando aumento das alterações de acordo com o aumento do tempo de

exposição ao agente clareador (Bitter, 1993), e diminuição dos valores de microdureza (Basting et al., 2001; Lopes et al., 2002; Basting et al., 2003; Lewinstein et al., 2004; Zantner et al., 2007), demonstrando também haver relação direta com o tempo de exposição do tecido ao agente clareador (Lewinstein et al., 1994). Entretanto, não se sabe qual o número de sessões de clareamento em consultório usando-se peróxido de hidrogênio a 35 e 38% pode-se considerar seguro, considerando as alterações causadas na estrutura do esmalte reconhecidas através da medida de microdureza.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Generalidades sobre o tratamento clareador

O procedimento de clareamento dos dentes não é recente na Odontologia, sendo praticado há mais de um século. Segundo Haywood, em 1992, da metade de 1800 ao início do ano de 1900, respeitáveis jornais técnicos continham de 40 a 60 artigos sobre clareamento e, ao longo de 1910, as técnicas de clareamento em geral incluíam o uso do peróxido de hidrogênio com instrumento aquecido. Durante o período que compreendeu a primeira e segunda guerras mundiais, poucas foram as publicações sobre o tema, voltando por volta de 1950.

Atualmente, diferentes métodos e técnicas para o clareamento têm sido descritos na literatura (Kihn, 2007), incluindo o uso de diferentes agentes clareadores, concentrações, tempos, modos de aplicação e ativação por métodos luminosos (Goldstein et al., 1995; Luk et al., 2004; Sulieman, 2004). Como princípio ativo, usa-se o peróxido de hidrogênio em diferentes concentrações (Haywood, 1992; Frysh, 1995).

O sucesso do tratamento do clareamento dental depende do correto diagnóstico pelo profissional, considerando o tipo, intensidade, localização e extensão do manchamento do dente. É imperativo determinar se o manchamento é extrínseco, relacionado à absorção de alguns produtos como chá, vinho tinto, alguns medicamentos, sais de ferro, tabaco e alimentos na superfície do esmalte, ou intrínseco, em que a cor do dente é resultante da incorporação de material cromatogênico na dentina e no esmalte durante a odontogênese ou após a erupção, como no manchamento por tetraciclina, amelogênese e dentinogênese imperfeita,

hipoplasia, eritroblastose fetal e porfíria (Goldstein, 1997; Christensen, 2002; Dahl et al., 2003; Kihn, 2007). Entretanto, nem sempre as alterações de cor decorrentes das etiologias citadas podem ser corrigidas usando as técnicas atuais de clareamento dental (Christensen, 2002). O profissional deve identificar o tipo de manchamento, diagnosticar a causa e posteriormente definir o plano de tratamento apropriado (Kihn, 2007).

2.1.1 Esmalte dentário humano

O clareamento dental só é possível devido à característica de permeabilidade do esmalte dental que é formado por 86% de minerais, 2% de material orgânico e 12% de água em volume (Thylstrup, Fejerskov, 2001; Baratieri et al., 2005). O esmalte hígido consiste de cristais de hidroxiapatita firmemente unidos que confere aparência translúcida. Os cristais não são reunidos casualmente, e são organizados nos prismas e no esmalte interprismático. Macroscopicamente, a união dos cristais é firme, porém são separados por espaços intercristalinos preenchidos por água e material orgânico. Estes espaços formam uma rede de difusão chamada de microporos ou poros do esmalte que conferem a propriedade de permeabilidade ao tecido dental (Thylstrup, Fejerskov, 2001). Relacionado ao clareamento dental, a desmineralização da porção inorgânica pode ocorrer com pH baixo entre 5,2 e 5,8 (Driessens et al., 1986 apud Price et al., 2000).

O esmalte dental humano foi estudado por diversos autores (Newman, 1974; Fejerskov, 1984; Kodaka, 1991), sendo que os dentes ainda não irrompidos não sofreram ação do meio bucal que, inevitavelmente, provoca alterações na estrutura e na composição química do mesmo. Por esta razão, em alguns estudos são utilizados dentes não irrompidos para que se obtenha uma amostra mais

homogênea e não interfira assim nos resultados do experimento (Fejerskov, 1984; Basting et al., 2003).

2.1.2 Reação química do clareamento dental

Apesar de muito utilizados na odontologia, os materiais clareadores ainda não tem totalmente esclarecido o seu mecanismo de ação. Sabe-se que ocorre o processo de oxidação (transferência de elétrons) (Haywood, 1992) pelo fato do peróxido de hidrogênio ser um agente oxidante e com habilidade de produzir radicais livres que são muito reativos (Frysh, 1995). Qualquer que seja o material clareador empregado, o mecanismo de ação consiste na liberação de radicais livres (oxidação), que são substâncias instáveis com um elétron desparelhado e que, buscando a estabilidade, reagem com outras moléculas (pigmentos) adquirindo elétrons. Os pigmentos responsáveis pelo manchamento dos dentes são macromoléculas (cadeias moleculares longas e de alto peso molecular), que fazem com que mais luz seja absorvida e menos refletida, devido à presença de anéis benzênicos e/ou duplas ligações nas cadeias carbônicas, e que durante o processo de clareamento vão sendo fragmentadas em cadeias moleculares menores, totalmente ou parcialmente eliminadas, por um processo de difusão tornando-os mais claros. Portanto, durante a ação do agente clareador, o radical livre sofreu redução, pois ganhou elétrons do pigmento que, por sua vez, sofreu oxidação, pois perdeu elétrons. Sendo assim, o radical livre é considerado o agente oxidante, pois leva a oxidação do pigmento. O ponto de saturação é o momento em que ocorre o máximo de clareamento. A partir dessa etapa os pigmentos não são mais clareados e o agente clareador começa a atuar em outros compostos orgânicos que apresentam cadeias de carbono, como proteínas da matriz do esmalte, ocorrendo

perda de estrutura dental (Frysh, 1995; Goldstein et al., 1995). O baixo pH dos agentes clareadores que contém peróxido de hidrogênio leva a alterações na morfologia do esmalte aumentando a porosidade característica deste tecido, visto que o pH crítico do esmalte é em média 5,5 e estas alterações podem permanecer por longos períodos (Bitter, 1998; Thylstrup, Fejerskov, 2001).

2.1.3 Materiais utilizados – Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2)

O peróxido de hidrogênio vem sendo utilizado para clareamento dental com relativamente poucos casos clínicos documentados de danos aos tecidos orais, (Frysh, 1995) e é o material de escolha atualmente utilizado na maioria dos casos (Haywood, 1992).

O peróxido de hidrogênio é naturalmente produzido e regulado pelo organismo e freqüentemente envolvido nos processos de cicatrização (Haywood, 1992). Nas concentrações de até 7,5% é utilizado no clareamento dental caseiro, e nas concentrações de 30 a 38% é utilizado no clareamento externo em consultório (Sarrett, 2002). Em altas concentrações (30 a 50%) é cáustico aos tecidos moles e pode ser tóxico, fato que demanda cuidado na sua utilização (Marshall, 1995). É uma substância instável que tem habilidade para produzir radicais livres, sendo que em pH alcalino entre 9,5 e 10,8 há maior formação de radicais perihidroxila (HO_2), que são os mais potentes radicais livres e, portanto, mais efetivos como agente clareador (Frysh, 1995; Marshall, 1995). Este produz 50% a mais de melhores resultados dentro de um mesmo tempo que o peróxido de hidrogênio em pH baixo (Frysh, 1993). Já em meio ácido, ocorre menor formação destes radicais fortes e maior produção de íons de oxigênio e hidroxila, que são oxidantes mais fracos. (Frysh, 1995; Marshall, 1995). Para armazenamento do clareador de peróxido de

hidrogênio é obrigatório manter o pH baixo para maior prazo de validade do produto (Frysh, 1995).

Price et al. (2000) observaram que o pH do peróxido de hidrogênio a 35% é em média 3,67 e concluem que fatores como pH, concentração, temperatura, tempo de exposição e frequência desta exposição podem contribuir para a erosão e desmineralização do esmalte e possivelmente afetar restaurações. Assim, é importante que os profissionais entendam estes potenciais efeitos da prolongada exposição a baixo pH.

2.1.4 Materiais utilizados - Peróxido de Carbamida ($H_2NCONH_2.H_2O_2$)

O peróxido de carbamida é um agente clareador que foi indicado para clareamento dental caseiro em 1989, por Haywood & Heymann, por ser uma técnica segura, não envolver aplicação de calor, de fácil uso e relativamente baixo custo. É utilizado o peróxido de carbamida de 10% a 15% que se dissocia em peróxido de hidrogênio. Assim, o peróxido de carbamida a 10% libera aproximadamente 3,6% de peróxido de hidrogênio. O peróxido de carbamida é também chamado de peróxido de uréia, pois se dissocia em uréia e peróxido de hidrogênio, e este por sua vez, em água e oxigênio, promovendo as reações de oxidação e redução que ocorrem no processo de clareamento (Frysh, 1995). A velocidade de degradação do peróxido de carbamida em moldeiras e amostras experimentais, segundo estudo de Matis et al. (1999) é maior durante a primeira hora. A uréia possui a capacidade de neutralizar o pH do meio (Haywood, 1992; Baratieri et al., 2005). Os agentes clareadores a base de peróxido de carbamida contém espessante carbopol (base aquosa) ou uma base de glicerina que não contém água (base anidra). A base de carbopol permite uma liberação mais lenta e prolongada do peróxido de hidrogênio, favorecendo o

tratamento noturno, além de permitir maior aderência do gel à estrutura dental e deixar o material mais viscoso (Basting et al., 2005). Produtos a base de peróxido de carbamida possuem o pH ácido visando maior prazo de validade, pois tornam-se mais estáveis (Frysh, 1995; Baratieri et al., 2005).

Crews et al. (1997) avaliaram a possibilidade do agente espessante carbopol influenciar na perda mineral do esmalte durante o tratamento clareador. Segundo Rodrigues (2007), um gel com carbopol 2% não provocou alterações na microdureza do esmalte.

2.2 Técnicas de clareamento para dentes vitais

Métodos para clareamento têm sido descritos na literatura utilizando diferentes agentes clareadores, concentrações, tempo de aplicação, formato dos produtos, modo de utilização e métodos luminosos de ativação (Goldstein et al., 1995; Sulieman, 2004; Heymann, 2005). Entretanto, destacam-se três técnicas de clareamento: clareamento caseiro supervisionado pelo profissional conhecido também por “*nightguard bleaching*”, clareamento em consultório também conhecido por “*power bleaching*” e clareamento com produtos disponíveis aos pacientes sobre prateleiras, também conhecidos por “*over-the-counter*” (Heymann, 2005).

2.2.1 Técnica de clareamento caseiro

O requisito desta técnica é a confecção de uma moldeira macia e fina, a partir de um modelo de gesso, para o uso de um agente clareador em forma de gel. O uso da moldeira apresenta a vantagem de ser individualizada permitindo maior conforto e a possibilidade dos dentes clarearem de maneira uniforme. Por outro

lado, alguns pacientes relatam desconforto com o uso da moldeira, o que pode comprometer de forma negativa a continuidade do tratamento (Haywood et al., 1994). Os agentes clareadores disponíveis para a técnica caseira ou “*nightguard bleaching*” contém peróxido de carbamida desde baixas concentrações a 5% até as maiores a 36%, como podem também apresentar o peróxido de hidrogênio de 6% a 15% (Kihn, 2007). Grande parte dos produtos contém o agente espessante carbopol que é um polímero de ácido acrílico, que tem como função adicional prolongar o tempo de atuação do produto (Basting et al., 2005). Este polímero pode ser responsável pela diminuição da microdureza do esmalte, quando adicionados ao peróxido de carbamida à 10% conforme estudo realizado por McCracken & Haywood (1995).

Segundo estudo realizado por Mokhlis et al. (2000), 24 pacientes utilizaram durante duas semanas, duas vezes ao dia por uma hora, uma moldeira contendo peróxido de hidrogênio a 7,5% e peróxido de carbamida a 20% ao mesmo tempo, sendo um produto do lado direito e outro do lado esquerdo dos dentes superiores anteriores. Observou-se que ambos foram efetivos ao fim do tratamento caseiro, sendo que, nos primeiros dias, o peróxido de carbamida a 20% apresentou maior efetividade. Quanto maior a concentração dos agentes clareadores, mais rápido será o clareamento dos dentes (Kihn, 2007).

Segundo Chistensen (2003), a técnica do clareamento caseiro apresenta vantagens pelo fato do paciente não precisar permanecer por longo período no consultório e também por envolver-se no tratamento de maneira direta e com o evidente domínio do resultado. Entretanto, alguns pacientes querem resultados imediatos, e não que demore algumas semanas, e por isso optam pelo clareamento em consultório.

2.2.2 Técnica de clareamento em consultório

Esta técnica normalmente utiliza peróxido de hidrogênio de 15% a 38% como agente clareador associado ou não a uma fonte de calor ou luz e recomenda-se o uso de barreira gengival. É realizada em consultório e apresenta vantagens de ter mínima dependência do comprometimento do paciente, resultados visíveis que satisfazem os pacientes que desejam ver resultados rápidos (Kihn, 2007) e a segurança, embora se utilizem produtos cáusticos, pois são totalmente controlados pelo profissional (Haywood, 1992). As desvantagens referem-se ao alto custo para o paciente, o tempo necessário despendido no consultório, a necessidade de várias consultas para alcançar o resultado esperado e o tempo de durabilidade deste tratamento (Kihn, 2007), além da imprevisibilidade do resultado (Haywood, 1992).

Quanto à utilização de uma fonte de ativação (luz ou calor) do agente clareador, segundo estudo de Tavares et al. (2003), que compararam o uso do peróxido de hidrogênio a 15% com pH 6,5 com e sem ativação de luz mais grupo controle (placebo e luz), aplicados por uma hora em consultório e com acompanhamento até seis meses após o tratamento, concluiu-se que quando aliado à ativação da luz, a longevidade do clareamento permaneceu significativamente por um período maior de tempo do que ao se utilizar o peróxido de hidrogênio ou o placebo isolados, apesar de baixa e passageira presença de sensibilidade dental.

Entretanto, segundo Christensen (2006), após um período curto depois do tratamento, não aparenta mais significativa diferença entre o dente clareado com ou sem fonte de luz.

Turssi et al. (2006) analisaram por meio de método histoquímico a permeabilidade do esmalte após clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% com três tipos de ativação luminosa. Não houve diferença significativa na

permeabilidade do esmalte entre os grupos tratados com ou sem fonte luminosa durante o clareamento; entretanto, todos os grupos submetidos ao tratamento clareador mostraram alta permeabilidade quando comparados ao grupo controle. Devido à possibilidade de haver efeitos adversos na combinação do clareamento em consultório com fonte de luz, recomendou-se realizar o procedimento sem este tipo de ativação.

Buchalla et al. (2007), após uma revisão sistemática da literatura recomenda que se for utilizada uma fonte de luz ou calor, deve-se seguir a recomendação do fabricante na limitação da duração desta ativação visando evitar indesejáveis respostas pulpares.

Após estudo realizado por Zekonis et al. (2003), chegou-se à conclusão que 14 dias de tratamento utilizando a técnica caseira com moldeira (peróxido de carbamida a 10%) comparado com a técnica de clareamento em consultório (peróxido de hidrogênio a 35%) por 60 minutos (duas sessões, cada uma com três aplicações com duração de dez minutos), o tratamento caseiro apresentou-se superior em relação ao tratamento em consultório, durante todo o período de tratamento e durante os períodos pós-tratamento através da avaliação da cor por três diferentes métodos.

Garber (1997) e Deliperi et al. (2004) corroboraram com a hipótese que a combinação do clareamento em consultório com a técnica caseira, pode produzir resultados superiores tanto no clareamento alcançado quanto na longevidade do tratamento.

Li (1987), em uma revisão de literatura citou que estudos clínicos e duplo-cegos mostraram não haver efeitos adversos significantes nos tecidos bucais, tanto para o tratamento clareador em consultório quanto para o caseiro.

2.3 Alterações do esmalte provocadas pelos materiais clareadores

O efeito do peróxido de hidrogênio a 35% sobre a superfície morfológica do esmalte dental humano foi avaliada por Titley et al. (1988), através do estudo de grupos com amostras de esmalte dental que foram expostas ao peróxido de hidrogênio por períodos entre 1 a 60 minutos, outro com amostras que foram pré-tratadas com ácido fosfórico a 37% por 60 segundos, e um terceiro grupo que foi pós-tratado com o mesmo ácido fosfórico a 37%. Cada amostra utilizada no estudo foi comparada a uma amostra controle com auxílio de microscópio eletrônico de varredura, e indicou que a exposição ao peróxido de hidrogênio a 35% produziu um precipitado na superfície do esmalte. A combinação do peróxido de hidrogênio com o ataque ácido resultou em uma superfície com mais exposição de precipitado e, segundo os autores, mostrou-se mais porosa do que as amostras do grupo controle.

O efeito na superfície do esmalte de três marcas comerciais de peróxido de carbamida a 10% durante 30 horas foi testado por Bitter (1992), e avaliadas por comparação entre as superfícies tratadas e não tratadas em microscopia eletrônica de varredura. Esta análise mostrou que as superfícies tratadas com agentes clareadores, apresentaram alterações não uniformes com aumento da porosidade e áreas de dissolução do esmalte dentário.

Os efeitos do ataque ácido, microabrasão e do clareamento na superfície do esmalte foram estudados por Tong et al. (1993), com auxílio de MEV e microscópio de luz polarizada. Para a microabrasão foi utilizado o ácido clorídrico, para o ataque ácido o ácido fosfórico a 37%, e para o tratamento clareador o peróxido de hidrogênio a 30% aplicado por 30 minutos sobre o esmalte com fonte luminosa. Os resultados apresentaram alterações severas para o tratamento de microabrasão (ácido clorídrico), alterações micromorfológicas para o ataque ácido

(ácido fosfórico a 37%) e a ausência de alterações morfológicas para o clareamento com peróxido de hidrogênio a 30%.

Bitter et al. (1993), através de um estudo *in vitro*, analisaram em MEV o efeito na superfície do esmalte de quatro agentes clareadores a base de peróxido de carbamida em diferentes concentrações, por períodos de 1, 5, 15 e 40 horas, com objetivo de avaliar estas alterações quando utilizados em um curto espaço de tempo, e quando o tempo de uso é prolongado. As superfícies que foram expostas aos agentes clareadores por uma hora apresentaram vários graus de alterações no esmalte, desde mínimas, moderadas a severas. As que ficaram expostas por cinco horas apresentaram aumento da porosidade e alterações morfológicas na superfície. As expostas a 15 horas mostraram também aumento da porosidade e presença de alterações na superfície do esmalte, sendo que a exposição de prismas do esmalte foi evidenciada em uma amostra e desenvolvimento de crateras em três amostras. As superfícies expostas aos agentes clareadores por 40 horas apresentaram profundos poros (significante porosidade) e fissuras ao redor dos prismas do esmalte. Concluíram que as alterações na superfície do esmalte foram claras e aumentadas conforme o aumento do tempo de exposição.

O efeito do peróxido de hidrogênio a 30% e da pasta de perborato de sódio, associada ao peróxido de hidrogênio em diferentes temperaturas e intervalos de tempo, sobre a microdureza do esmalte e da dentina humana foram examinados por Lewinstein et al. (1994). Em um grupo foi aplicado peróxido de hidrogênio a 30% em uma temperatura de 37°C e em outro o mesmo peróxido de hidrogênio a 30% em uma temperatura de 50°C em um compartimento iluminado. No terceiro grupo foi aplicada a pasta de perborato de sódio associado ao peróxido de hidrogênio a 37°C, e no quarto grupo a mesma pasta a 50°C em um compartimento iluminado. Foi

considerado um grupo controle em 37°C e outro a 50°C. Os resultados indicaram que o tratamento com peróxido de hidrogênio a 30% reduziu a microdureza do esmalte e da dentina, e que foi estatisticamente mais significativa após 15 minutos e 5 minutos, respectivamente, indicando que estes tecidos sofrem dissolução e degradação. O tratamento com perborato de sódio associado ao peróxido de hidrogênio não promoveu alteração da microdureza de ambos os tecidos.

Apesar de não ter sido constatada alteração na microdureza das amostras de esmalte dental humano, submetidas ao clareamento com peróxido de hidrogênio a 50%, e de duas diferentes marcas comerciais de peróxido de hidrogênio a 35%, e um grupo controle tratado com uma solução salina de 0,09%, Lee et al., em 1995, observaram, por meio da análise microscópica de varredura, a influência da concentração do peróxido de hidrogênio nos aspectos morfológicos da superfície do esmalte. Todas as amostras com exceção do grupo controle apresentaram alteração no aspecto superficial do esmalte em microscopia eletrônica de varredura. No grupo clareado com peróxido de hidrogênio a 50%, o esmalte apresentou-se com densidade relativamente aumentada na superfície das fossas e depressões e pobre definição das periquimácias. Nos outros dois grupos clareados com peróxido de hidrogênio a 35%, as periquimácias da superfície do esmalte apresentaram-se melhor definidas, e a densidade da superfície das fossas mostrou-se ligeiramente superior ao grupo controle. No que se refere à efetividade dos materiais clareados testados num total de duas horas, não houve diferença estatisticamente significativa entre eles, ou seja, a concentração ou a marca comercial não influenciou no grau de alteração da cor dos dentes. No entanto, o peróxido de hidrogênio mais concentrado promoveu maiores alterações na superfície do esmalte.

Com o objetivo de verificar a quantidade de cálcio removido da superfície do esmalte dentário após exposição a soluções de peróxido de carbamida 10% por seis horas, McCracken & Haywood (1996) fizeram um estudo em nove dentes humanos recém extraídos. Observou-se que os dentes expostos à solução de peróxido de carbamida 10% apresentaram significativa perda de cálcio quando comparado ao grupo controle, no qual os dentes foram expostos à água. A quantidade de cálcio perdida variou de 0,54 a 1,95 $\mu\text{g}/\text{mm}^2$, com uma média de $1,06 \pm 0,16 \mu\text{g}/\text{mm}^2$. Para avaliar as implicações clínicas da perda de cálcio após a exposição ao agente clareador, realizaram a mesma experiência, expondo os dentes a um refrigerante comercialmente disponível por um período de 2,5 minutos. Os dentes expostos ao refrigerante tiveram uma perda de cálcio variando de 0,0 a 3,93 $\mu\text{g}/\text{mm}^2$, com média de $1,25 \pm 0,15 \mu\text{g}/\text{mm}^2$. Segundo os autores, a quantidade de cálcio perdida dos dentes imersos em refrigerante não teve diferença estatisticamente significativa daquela dos dentes tratados com peróxido de carbamida 10%, sugerindo que, embora alterações químicas na superfície dentária ocorram após aplicação do peróxido de carbamida 10%, o seu significado clínico deve ser examinado, visto que quantidades similares de cálcio são perdidas com a exposição do dente ao refrigerante por 2,5 minutos.

Ernst et al. (1996) verificaram alterações na superfície do esmalte após aplicação de quatro agentes clareadores (sendo um a base de peróxido de carbamida a 10% com pH 6, o segundo peróxido de hidrogênio a 30% com pH 6, o terceiro peróxido de hidrogênio a 30% com pH 2 e o quarto peróxido de hidrogênio associado ao perborato de sódio com pH 8), com o objetivo de avaliar o padrão morfológico da superfície do esmalte após a aplicação destes agentes conforme instruções de cada fabricante. As imagens reveladas por meio da MEV mostraram

ausência ou pequenas alterações na morfologia do esmalte concluindo que estes materiais clareadores parecem não alterar o esmalte dentário.

A análise histoquímica dos tecidos mineralizados do elemento dental após o tratamento clareador, com solução aquosa de peróxido de hidrogênio a 30%, solução aquosa de peróxido de carbamida a 10%, pasta à base de perborato de sódio associada à água e três marcas comerciais de agentes clareadores para técnica caseira, foi realizada por Rotstein et al. (1996). Os níveis de cálcio, fósforo e potássio foram devidamente mensurados. Cada grupo com seis amostras foi imerso no respectivo material e foi mantido a 37°C durante sete dias. Após preparo das amostras para análise histoquímica, foram constatadas alterações no esmalte com significativa redução dos níveis de cálcio e fósforo proporcionalmente após a aplicação do peróxido de hidrogênio, e aumento do nível de cálcio foi encontrado após tratamento com peróxido de carbamida. Na dentina houve significante redução também nas taxas de cálcio e fósforo com aplicação do peróxido de hidrogênio, peróxido de carbamida e duas marcas comerciais para técnica caseira (Opalescence e DentalBright); no cimento as mesmas reduções aconteceram após aplicação do peróxido de hidrogênio, peróxido de carbamida e duas marcas comerciais (Opalescence e Nu-Smile). Alterações nos níveis de enxofre e potássio também ocorreram, mas sendo estatisticamente significante a redução de enxofre apenas no cimento após tratamento com peróxido de carbamida e perborato de sódio, e de potássio na dentina após tratamento com peróxido de carbamida. Através deste estudo conclui-se que materiais clareadores podem afetar os tecidos mineralizados e devem ser utilizados com precaução.

Zalkind et al. (1996) estudaram as alterações morfológicas nas superfícies do esmalte, da dentina e do cimento após tratamento clareador com auxílio de

MEV. As amostras foram divididas em sete grupos, sendo um controle e os demais tratados com os seguintes materiais clareadores: solução aquosa de peróxido de hidrogênio a 30%, solução aquosa de peróxido de carbamida a 10%, pasta de perborato de sódio associada com água (2g / ml) e três marcas comerciais de agentes clareadores (Nu-Smile, Opalescence e DentalBright), por sete dias e mantidas a 37°C. Posteriormente, as amostras foram devidamente preparadas para observação em microscopia. Alterações morfológicas foram encontradas no esmalte, na dentina e no cimento. No esmalte, o peróxido de hidrogênio, Nu-Smile e DentalBright causaram extensivo nivelamento e aumento da porosidade na superfície. As amostras tratadas com peróxido de carbamida e Opalescence não apresentaram alterações e foram muito similares ao grupo controle. A pasta de perborato de sódio apresentou apenas leve nivelamento da superfície do esmalte. Na dentina, foram observadas alterações de rugosidade com aparência de como se houvesse sofrido ataque ácido após o uso de peróxido de hidrogênio, peróxido de carbamida e DentalBright, sendo que o peróxido de hidrogênio foi o mais severo. As amostras tratadas com perborato de sódio, Nu-Smile e Opalescence não apresentaram alterações significativas comparadas ao grupo controle. No cimento, a maioria dos materiais clareadores causou extensiva alteração morfológica, sendo o tecido mais afetado. Isso atribui-se ao fato deste tecido ter altas concentrações de componentes orgânicos. A conclusão deste estudo é que os agentes clareadores testados produzem alterações morfológicas nos tecidos mineralizados dentários e devem ser utilizadas com precaução.

Os efeitos de três agentes clareadores (marcas comerciais com peróxido de hidrogênio a 10%, peróxido de carbamida a 15% e peróxido de carbamida a 10% com carbopol) sobre a composição química do esmalte foram estudados por Crews

et al., em 1997. As amostras foram submetidas a três aplicações diárias durante três semanas e mantidas em ambiente úmido, inclusive o grupo controle. Os resultados mostraram que os três materiais clareadores provocaram o aumento dos níveis de cálcio e fósforo, sendo que a marca comercial a base de peróxido de carbamida a 10% adicionado com carbopol apresentou maior impacto sobre estes aumentos. O aumento dos níveis é explicado pela perda de Ca e P do material orgânico do esmalte, fazendo aparentar ganho pela porção inorgânica. O fato do peróxido de carbamida a 10% com carbopol ter mostrado maior alteração causou surpresa pelo fato de ser equivalente a 3% de peróxido de hidrogênio e 7% de uréia e, por isso, era esperado que o peróxido de hidrogênio a 10% causa-se efeitos mais potentes. Esta questão pode talvez ser explicada pela adição do polímero carbopol.

Smidt et al. (1998) investigaram *in vitro* os efeitos de três marcas comerciais de materiais clareadores a base de peróxido de carbamida a 10% sobre a microdureza e alterações morfológicas do esmalte. A microdureza foi mensurada com diamante Vickers e com auxílio de microscópio foi feita a leitura da indentação. A análise das alterações morfológicas foi feita com auxílio de MEV. Os resultados obtidos mostraram que todos os agentes clareadores provocaram diminuição da microdureza do esmalte, sem diferença estatisticamente significativa entre eles. A análise em microscopia revelou formas de erosão com aumento da rugosidade e porosidade da superfície do esmalte quando comparado ao grupo controle.

Bitter (1998) avaliou *in vivo* as alterações a curto e longo prazos provocadas na superfície do esmalte decorrentes da exposição a dois agentes clareadores com auxílio de MEV. Três pacientes que seriam submetidos a extrações múltiplas para confecção e instalação de prótese total foram submetidos ao tratamento clareador caseiro com moldeira (foram utilizados dois agentes

clareadores e um placebo) por 30 minutos a cada noite durante 14 dias, quando dois dentes foram extraídos de cada paciente. Um dos pacientes sofreu o restante das extrações depois de 30 dias do final do tratamento clareador, o segundo paciente após 90 dias e o terceiro após 21 dias. Os dentes com mínima presença de cárie foram selecionados para análise. As alterações observadas variaram desde remoção parcial da camada aprismática do esmalte a exposições severas dos prismas e áreas de desmineralização e foram evidentes até 90 dias após o término do tratamento clareador. Isso demonstrou que as alterações provocadas por estes tratamentos podem perdurar por longos períodos.

Os efeitos dos agentes clareadores na superfície do esmalte foram estudados com o auxílio de microscopia de força atômica por Hegedüs et al., em 1999. Foram utilizados 15 incisivos extraídos por problemas periodontais, os quais foram divididos em três grupos para tratamento clareador, com duas marcas comerciais a base de peróxido de carbamida a 10% com carbopol e solução de peróxido de hidrogênio a 30%. Todos os elementos foram analisados com microscópio de força atômica antes e depois do tratamento. Cada agente clareador foi substituído a cada quatro horas totalizando 28 horas de tratamento. Comparando as imagens anteriores ao tratamento com as obtidas pós 28 horas de tratamento, puderam notar que porosidades presentes no esmalte não tratado aumentaram de profundidade após o tratamento com cada material clareador, sendo que este aumento foi mais pronunciado com o uso da solução de peróxido de hidrogênio a 30%. Concluíram que os agentes clareadores são capazes de alterar a superfície do esmalte sob a hipótese de afetarem a matriz orgânica. Os peróxidos podem afetar não só a superfície como também a parte interna da estrutura do esmalte. Devido ao baixo peso molecular, o peróxido de hidrogênio pode penetrar no esmalte, assim os

efeitos internos da oxidação são mais prováveis de ocorrer abaixo da superfície do esmalte, onde existe mais material orgânico, e a oxidação é capaz de alterar o esmalte mais profundo alterando assim a superfície.

O efeito de diferentes marcas comerciais de agentes clareadores a base de peróxido de carbamida a 10%, durante três semanas na microdureza do esmalte e da dentina hígidos e desmineralizados foi estudado por Basting et al., em 2001. Os 240 fragmentos, sendo 60 de esmalte hígido, 60 de esmalte desmineralizado, 60 de dentina hígida e 60 de dentina desmineralizada foram aleatoriamente fixados na superfície vestibular dos primeiros molares superiores e segundo pré-molares superiores de 30 voluntários, que foram divididos em dois grupos, e receberam material clareador ou placebo em diferentes seqüências e períodos deste estudo randomizado, cruzado e duplo-cego. Os fragmentos de esmalte e dentina hígidos submetidos ao tratamento clareador com peróxido de carbamida a 10% (Opalescence) apresentaram menores valores de microdureza do que os submetidos ao placebo. Não houve diferença estatisticamente relevante para os fragmentos de esmalte e dentina desmineralizados submetidos ao tratamento com agente clareador ou placebo. Os resultados sugeriram que tratamentos clareadores com peróxido de carbamida a 10% (Opalescence) por três semanas alteram a microdureza do esmalte, apesar de parecer não alterar a microdureza da dentina.

Os efeitos de materiais clareadores a base de peróxido de carbamida a 10%, 15%, 16%, 20%, 22% e produto placebo a base de carbopol e glicerina sobre a microdureza do esmalte foram analisados por Basting et al., em 2003, antes e após 8 horas, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de tratamento clareador, e após 7 e 14 dias do final do tratamento. Foram utilizadas 120 amostras de esmalte de dentes hígidos divididas em oito grupos. Cada agente clareador e placebo foram aplicados por oito

horas diárias durante 42 dias e mantidos em saliva artificial. Foram realizadas mensurações da microdureza (três indentações para cada leitura em cada amostra) iniciais, após 8 horas, 7, 14, 21, 28, 35, 42 dias de tratamento e após 7 e 14 dias após a finalização. Os resultados mostraram que o esmalte tratado com diferentes agentes clareadores ou placebo apresentaram diminuição dos valores da microdureza, com exceção das amostras expostas ao peróxido de carbamida a 20% (Opalescence). Um aumento considerável da microdureza ocorreu ao final do período de pós-tratamento, decorrentes da saliva artificial e pode-se observar que no pós-tratamento o peróxido de carbamida a 20% (Opalescence) superou os valores iniciais (baseline). Isso pode ser explicado pelo fato deste produto conter na sua composição 0,11 % de íons de fluoreto, que se trata de uma substância remineralizante. Concluiu-se, portanto, que diferentes concentrações de peróxido de carbamida em agentes clareadores e placebo a base de carbopol e glicerina diminuem a microdureza do esmalte; entretanto, produtos contendo fluoretos podem possibilitar resultados com menores efeitos deletérios ao conteúdo mineral do esmalte.

Um estudo *in vitro* avaliou o efeito dos agentes clareadores em diferentes concentrações, para técnica caseira e para técnica em consultório, aplicados em diferentes tempos, sobre a microdureza do esmalte e da dentina, e também o efeito de um enxaguatório bucal contendo 0,05% de fluoreto estanhoso (Meridol) sobre a microdureza dos tecidos pós-clareamento foi feito por Lewinstein et al., em 2004. Amostras de esmalte e dentina foram divididas em 4 grupos e tiveram os valores de microdureza (Knoop) inicial determinados (baseline). O grupo OX foi tratado com peróxido de hidrogênio a 35% (Opalescence Xtra) e o grupo OQ com peróxido de carbamida a 35% (Opalescence Quick), ambos com a técnica de clareamento em

consultório por 5, 15 e 35 minutos, e em seguida a cada tempo mensuradas as microdurezas. Já o grupo OF foi submetido ao tratamento com peróxido de carbamida a 15% (Opalescence F) e o grupo O com peróxido de carbamida a 10% (Opalescence), sendo em seguida também mensurados os valores de microdureza. Após todas as amostras serem imersas em 0,05% de fluoreto estanhoso por 5 minutos, foram mensurados novamente os valores de microdureza. Os resultados mostraram uma significativa redução da microdureza do esmalte e da dentina após o tratamento clareador de todos os grupos, dependente diretamente do tempo acumulado de tratamento clareador. O grupo OX apresentou redução de 13% da microdureza do esmalte após 5 minutos de tratamento clareador, e de 25% após 35 minutos. Concluiu-se que todos os tratamentos clareadores independente da técnica reduziram a microdureza do esmalte e da dentina, sendo que os valores máximos de redução das microdurezas foram significativamente maiores nos diversos tempos para a técnica de clareamento em consultório do que para a caseira. Para ambas as técnicas (caseira e em consultório) testadas demonstraram haver dependência do tempo, sendo que conforme aumentava o tempo de exposição do esmalte e da dentina, menores foram os valores de microdureza. Observaram também que o grupo OF que continha fluoreto na composição do agente clareador empregado obteve menor redução da microdureza quando comparado ao grupo O que não continha, apesar de ter a concentração de peróxido de carbamida maior em 5%. O enxaguatório com baixa concentração de fluoreto estanhoso em cinco minutos de imersão conseguiu restaurar os valores de microdureza iniciais de todas as amostras.

Para avaliar o efeito do fluoreto após tratamentos clareadores em esmalte utilizando dentes bovinos, Bizhang et al. (2006) utilizaram peróxido de carbamida a

10% (Opalescence) por oito horas diárias durante duas semanas e peróxido de hidrogênio a 5,3% em tiras (Whitestrips) por uma hora diária durante duas semanas em quatro grupos, sendo que dois receberam aplicação de verniz de fluoreto por uma hora. A média de perda mineral foi estatisticamente maior para os dois grupos que não receberam o tratamento com fluoreto após tratamento clareador.

Efeoglu et al. (2007) realizaram um estudo *in vitro* com o objetivo de investigar se a alta concentração do material clareador aplicado em consultório afeta o conteúdo mineral do esmalte e da dentina. Neste estudo foi utilizado peróxido de carbamida a 35% aplicado em amostras de esmalte e dentina por duas horas e posteriormente foram mantidas em saliva artificial em ambiente a 37°C. Imagens tomográficas foram obtidas pré e pós-tratamento clareador das áreas de interesse pré-determinadas e foi calculada a concentração mineral equivalente da hidroxiapatita (g/cm^3) de cada área. Os resultados mostraram uma significativa redução do conteúdo mineral do esmalte após tratamento clareador, sendo que esta redução foi maior nas áreas mais superficiais do elemento dentário. Entretanto, não houve significativa diferença no conteúdo mineral da dentina. Concluiu-se, portanto, que há desmineralização do esmalte quando utilizado 35% de peróxido de carbamida no tratamento clareador executado em consultório e por isso o conceito que este procedimento é considerado não destrutivo (conservador) é aconselhável que seja revisto.

A influência de diferentes técnicas caseiras para clareamento na microdureza do esmalte foi avaliada por Zantner et al. (2007). As amostras do primeiro, segundo e quarto grupo foram tratadas com peróxido de carbamida a 8% (Viva Style Paint) sendo 1x20 minutos, 2x20 minutos e 2x5 minutos por dia, respectivamente, totalizando 14 dias de tratamento. O terceiro grupo foi tratado com

peróxido de hidrogênio a 5,9% (Colgate Simply White) 2x30 minutos, o quinto grupo com peróxido de carbamida a 10% (Viva Style) 1x1 hora, o sexto grupo com peróxido de hidrogênio a 5,9% (Blend-a-med White Strips) 2x30 minutos, o sétimo grupo com cloreto de sódio 2x10 minutos e o oitavo grupo com água corrente 1x1 hora para grupo controle. Foram mensuradas as microdurezas antes, logo após o término do tratamento e após seis semanas de armazenamento em saliva artificial. Os resultados mostraram que ambos os tratamentos clareadores e concentrações têm significativa influência na microdureza do esmalte, sendo que o cloreto de sódio combinado com ácido cítrico apresentou maiores alterações. Após seis semanas armazenadas em saliva artificial, as amostras de seis grupos demonstram um significativo aumento nos valores de microdureza alcançando os valores iniciais (baseline); entretanto, o grupo 7, apesar de ter apresentado aumento dos valores de microdureza, não alcançou o valor inicial de microdureza mensurada antes dos tratamentos clareadores.

Os efeitos dos agentes clareadores na perda de cálcio da superfície do esmalte foi estudada por Tezel et al. (2007). Foram utilizados quatro grupos: G1 - peróxido de hidrogênio a 38%, G2 - peróxido de hidrogênio a 35% com ativação luminosa, G3 - peróxido de carbamida a 10% e G4 - agente controle. Após o tratamento clareador, as amostras foram expostas a uma solução artificial indutora de cárie (pH 4,0) por 16 dias, sendo que foram mensuradas as perdas 4, 8, 12 e 16 dias. Os resultados mostraram que o peróxido de hidrogênio a 35% com ativação luminosa e peróxido de hidrogênio a 38% podem causar perda mais significativa de cálcio da superfície do esmalte, do que o peróxido de carbamida a 10% que não apresentou significativa variação em relação ao grupo controle.

3 PROPOSIÇÃO

O presente trabalho teve como propósito avaliar *in vitro*, por meio de ensaios de microdureza superficial, as alterações provocadas no esmalte humano pela utilização da técnica de clareamento em consultório com três diferentes materiais contendo peróxido de hidrogênio ao longo de três sessões de tratamento e até três semanas após o término do clareamento.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Aspectos éticos

Este experimento foi submetido à avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic por envolver elementos dentários humanos e, de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de saúde/MS, foi aprovado (protocolo nº 06/252, Anexo A). O Termo de Doação dos elementos dentários utilizados no presente estudo encontra-se no Anexo B.

4.2 Delineamento experimental

Neste experimento *in vitro*, as unidades experimentais foram 30 blocos de esmalte dental humano. Os blocos foram divididos aleatoriamente em três grupos experimentais, com dez repetições cada ($n = 10$). Os fatores em estudo foram: agente de tratamento clareador (em três níveis) e sessões de tratamento e pós-tratamento (em seis níveis). A variável de resposta foi a microdureza Knoop (KHN) superficial. Em cada ensaio de microdureza, nos diferentes tempos, foram feitas três indentações por amostra em que o valor da média foi considerado. Todas as amostras tiveram sua microdureza superficial inicial (KHN_0) determinada. Foi determinada a microdureza superficial após a primeira sessão (KHN_1), após a segunda sessão (KHN_2), após a terceira (KHN_3), sete dias após o final do tratamento (KHN_4) e 21 dias após o final do tratamento (KHN_5).

4.3 Obtenção das amostras

As 30 amostras de esmalte humano foram obtidas de 20 terceiros molares inclusos, extraídos por motivos terapêuticos e armazenados em recipiente de vidro imersos em solução aquosa de timol 0,1% com pH 7,0 por no máximo seis meses.

Para o preparo das amostras, a coroa foi separada da raiz (junção amelo-cementária) com o auxílio de disco diamantado dupla face (Ref 7020 KG Sorensen) montado em peça reta (Kavo) com motor de baixa rotação (Kavo). Depois de devidamente separada a coroa (figura 1), foram cortados fragmentos medindo 4x4 mm, os quais foram aferidos por paquímetro.

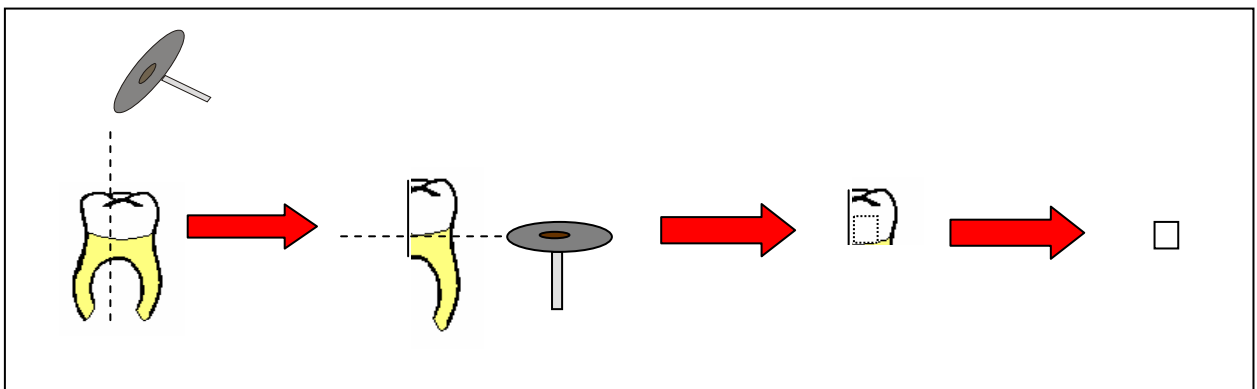


Figura 1 - Esquema de obtenção das amostras de esmalte humano.

Todas as amostras foram incluídas em resina incolor de poliestireno e posteriormente lixadas e polidas com o auxílio de uma politriz elétrica rotativa (Lixadeira politriz motorizada Aropol 2V – Arotec S/A Ind. e Com.), com velocidade de 600 rpm. Para o lixamento, foram utilizadas lixas de papel de carbetto de silício (3M) com as seguintes granulações: 400, 600 e 1200 sob refrigeração à água (figura 2). Durante a troca de cada lixa, todas as amostras foram lavadas em água

destilada. No polimento, foram utilizados discos de feltro (Ram, Top e Supra - Arotec) e pasta diamantada de granulações $6\mu\text{m}$, $3\mu\text{m}$, $1\mu\text{m}$ e $\frac{1}{4}\mu\text{m}$ (Diamond Suspension - Arotec), utilizando-se óleo mineral para polimento. A seguir, todas as amostras foram novamente lavadas em água destilada.



Figura 2 - Amostra durante fase de lixamento em politriz elétrica.

Depois de lixadas e polidas, as amostras foram mantidas em estufa a 37°C (ECB 1.3 Digital – Odontobrás Ind. Equi. Med. Odontológicos) e em ambiente úmido para evitar desidratação.

4.4 Grupos experimentais

As 30 amostras foram divididas aleatoriamente nos seguintes grupos:

- a) grupo WM - sistema de clareamento em consultório utilizando peróxido de hidrogênio a 35% - Whiteness HP MAXX (FGM) (figura 3);
- b) grupo WH - sistema de clareamento em consultório utilizando peróxido de hidrogênio a 35% - Whiteness HP (FGM) (figura 4);
- c) grupo OX - sistema de clareamento em consultório utilizando peróxido de hidrogênio a 38% - Opalescence Xtra Boost (Ultradent) (figura 5).



Figura 3 - Whiteness HP Maxx – Grupo WM.



Figura 4 - Whiteness HP – Grupo WH.



Figura 5 - Opalescence Xtra Boost – Grupo OX.

Os grupos e componentes de cada agente clareador estão apresentados na tabela a seguir (tabela1).

Tabela 1 - Grupos, marcas comerciais, agentes clareadores e componentes utilizados no experimento.

Grupos	Componentes presentes nos agentes clareadores	Marca comercial Cor inicial/final
WM	Peróxido de hidrogênio a 35% (Composto por peróxido de hidrogênio + espessante com bloqueador de calor e indicador de tempo por alteração de cor)	Whiteness HP MAXX (FGM) vermelho carmim/ verde
WH	Peróxido de hidrogênio a 35% (Composto por peróxido de hidrogênio + espessante com indicador de tempo por alteração de cor)	Whiteness HP (FGM) vermelho/ incolor
OX	Peróxido de hidrogênio a 38% (Composto por peróxido de hidrogênio + ativador com 1,1% fluoreto e 3,0% nitrato de potássio)	Opalescence Xtra Boost (Ultradent) vermelho/ vermelho

O pH dos componentes dos agentes clareadores individuais (fase peróxido de hidrogênio e fase espessante), imediato à manipulação e após 1, 5 e 10 minutos foi medido em triplicata (quadro 1). Utilizou-se um medidor de pH de mesa (MS Tecnopon Equipamentos Especiais LTDA), em que após lavagem com água destilada do eletrodo foi feita a calibração em triplicata utilizando soluções tampão com pH 7,0 e 4,0.

Produto / Tempo	WM	WH	OX
Fase Peróxido de Hidrogênio	1,04	1,12	1,15
Fase Espessante / Ativadora	7,90	7,96	7,94
Imediato à Manipulação	5,30	6,06	4,01
1 minuto	5,81	5,87	3,87
5 minutos	5,44	5,40	3,73
10 minutos	5,23	5,17	3,67
MÉDIA	5,40	5,62	3,82

Quadro 1 - Medidas do pH dos componentes e pós-manipulação em diferentes tempos.

4.5 Execução do experimento

4.5.1 Determinação da Microdureza Superficial Inicial (KHN_0)

Para a análise da microdureza superficial foi utilizado microdurômetro (PanTec Digital microhardness tester HVS - 1000 - Panambra) (figura 6) e penetrador tipo Knoop, com carga estática de 50g/ 5 segundos, sendo realizadas três indentações em cada amostra, com 100 μm de distância entre cada indentação.



Figura 6 - Microdurômetro utilizado.

4.5.2 Tratamento clareador

Os agentes clareadores foram manipulados de acordo com as instruções do fabricante. Os clareadores Whiteness HP (FGM) e Whiteness HP MAXX (FGM) são compostos por uma fase peróxido de hidrogênio a 35% (fase 1) e outra espessante (fase 2), as quais foram misturadas antes do uso na proporção de 3:1. Ambos foram misturados em recipiente fornecido pelo fabricante. Após a manipulação foi realizada a aplicação de aproximadamente 0,02 ml do agente clareador sobre a superfície do esmalte com auxílio de um pincel (figura 7a), de maneira que toda a amostra estivesse em contato com o produto, e foi aplicada fonte de luz por 20 segundos (luz halógena – Fotopolimerizador Kondortech CLK-50 com potência de 540 mW/cm^2), mantendo-se o produto em contato com cada amostra por dez minutos (figura 7b).

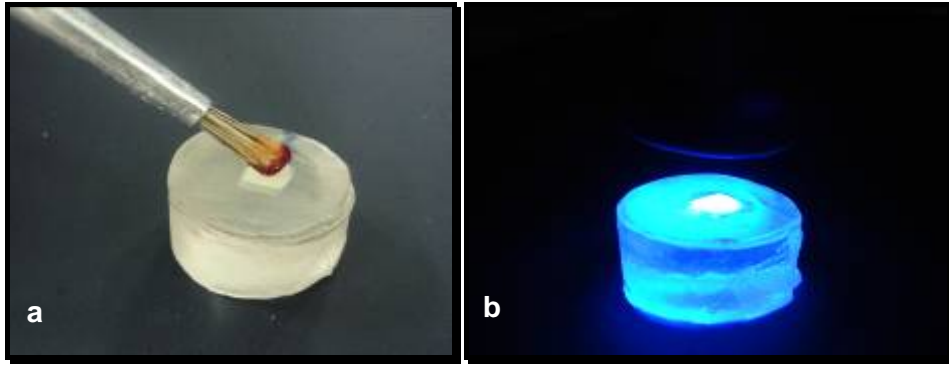


Figura 7 - A) aplicação do agente clareador Grupo WH; B) fotoativação.

As instruções do fabricante do Opalescence Xtra Boost (Ultradent) foram devidamente seguidas, misturando-se a seringa do ativador com o agente clareador, encaixando uma seringa à outra e realizando 20 movimentos vigorosos para mistura efetiva. Foi pressionada a mistura na seringa vermelha, checando a consistência e a viscosidade. Foi aplicado o material sobre a superfície de esmalte, também com auxílio de pincel e aplicou-se a fonte de luz por 20 segundos, mantendo-se o produto sobre a amostra também por um total de dez minutos.

Após cada aplicação, todas as amostras foram lavadas em água destilada e secas com auxílio de algodão e leve jato de ar.

O procedimento de aplicação foi realizado por três vezes em cada sessão, repetindo-se este procedimento por mais duas vezes com intervalos de sete dias entre as sessões.

Entre as sessões, os corpos-de-prova foram armazenados em saliva artificial (renovada a cada dois dias) que é semelhante à saliva humana em termos de conteúdo de Ca e P (solução remineralizadora), sendo composta de 1,5 mmol/l de Ca, 50 mmol/l de KCl, 0,9 mmol/l de PO_4 , e 20 mmol/l de tampão TRIS (trihidroximetil-aminometano), com pH = 7,0 em recipientes individuais (figura 8) e

armazenadas em estufa a 37°C.



Figura 8 - Exemplos de amostras e respectivos recipientes individuais.

4.5.3 Determinação da Microdureza Superficial 1ª sessão (KHN_1), 2ª (KHN_2), 3ª sessão (KHN_3), após 7 dias do final do tratamento (KHN_4) e após 21 dias (KHN_5)

Todas as amostras foram avaliadas por meio dos testes de microdureza após cada sessão de tratamento clareador e após 7 e 21 dias do término do clareamento. A carga aplicada foi de 50g/5s, com três indentações em cada marcação como descrito no item 4.5.1. em locais diferentes no corpo-de-prova para que as marcações não coincidisse entre si nos diferentes tempos.

4.6 Análise estatística

Em cada mensuração da microdureza, em cada tempo e em cada tratamento foram realizadas três indentações em cada amostra, sendo a média destas considerada como o valor de microdureza da amostra em cada etapa.

Inicialmente foi realizada análise exploratória dos dados utilizando o PROC LAB (programa estatístico SAS *Institute Inc., Cary, NC, USA, Release 8.2,*

2001), observando-se que os mesmos atendiam as pressuposições de uma análise paramétrica. Foi realizada Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas e teste de Tukey com o nível de significância de 5% (Anexo C).

5 RESULTADOS

Pela análise de variância foi observada diferença significativa entre os grupos ($p=0,0084$) e entre os tempos de estudo ($p<0,0001$). A interação grupos x tempo não foi significativa ($p=0,1434$). A tabela 2 apresenta os resultados da microdureza (média e desvio padrão), bem como o resultado do teste de Tukey.

Tabela 2 - Média (desvio padrão) da microdureza do esmalte em função dos grupos e tempo de estudo.

Tempos de estudo	Grupos de Estudo			Tukey / Média Geral
	WM	WH	OX	
<i>KHN</i> ₀	352,4 (60,4)	386,0 (72,9)	360,7 (42,1)	A / 366,37
<i>KHN</i> ₁	316,9 (81,2)	337,4 (37,3)	341,6 (72,6)	A / 332,98
<i>KHN</i> ₂	269,9 (89,5)	263,8 (51,1)	285,7 (66,5)	B / 273,14
<i>KHN</i> ₃	184,4 (39,7)	262,0 (58,7)	256,1 (61,3)	BC/ 234,15
<i>KHN</i> ₄	161,4 (45,8)	194,2 (48,5)	249,2 (41,3)	C / 209,37
<i>KHN</i> ₅	172,6 (59,0)	218,4 (43,0)	237,1 (43,7)	C / 201,59
Tukey	b	ab	a	
Média Geral	242,29	276,90	288,40	

Médias seguidas de letras distintas (maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal) diferem entre si pela ANOVA e teste de Tukey ($p<0,05$).

De acordo com a tabela 2 pode-se concluir que não há diferenças significativas da microdureza inicial de todos os grupos em relação à microdureza medida após a 1ª sessão de tratamento clareador. Entretanto, a partir da 2ª sessão, pode-se observar uma redução estatisticamente significativa na microdureza de todos os grupos, mesmo após o término do tratamento clareador (*KHN*₄ e *KHN*₅).

A tabela 3 mostra a variação percentual dos valores de microdureza em relação ao tempo inicial.

Tabela 3 - Variação percentual da DS em relação ao tempo inicial.

Tempos de estudo	Grupos de Estudo		
	WM	WH	OX
0	100,0	100,0	100,0
1	-11,1	-12,6	-5,3
2	-23,4	-31,7	-20,8
3	-47,7	-32,1	-29,0
4	-54,2	-49,7	-30,9
5	-51,0	-43,4	-34,3

Pode-se verificar na tabela 3 que o grupo WM, que recebeu a aplicação do agente clareador contendo peróxido de hidrogênio a 35% Whiteness HP Maxx (FGM) foi o que apresentou maior variação percentual de microdureza em relação ao valor inicial (baseline) na maior parte dos tempos de tratamento.

O gráfico1 ilustra a variação de microdureza superficial de cada grupo em função dos diferentes tempos (sessões de clareamento e após 7 e 21 dias).

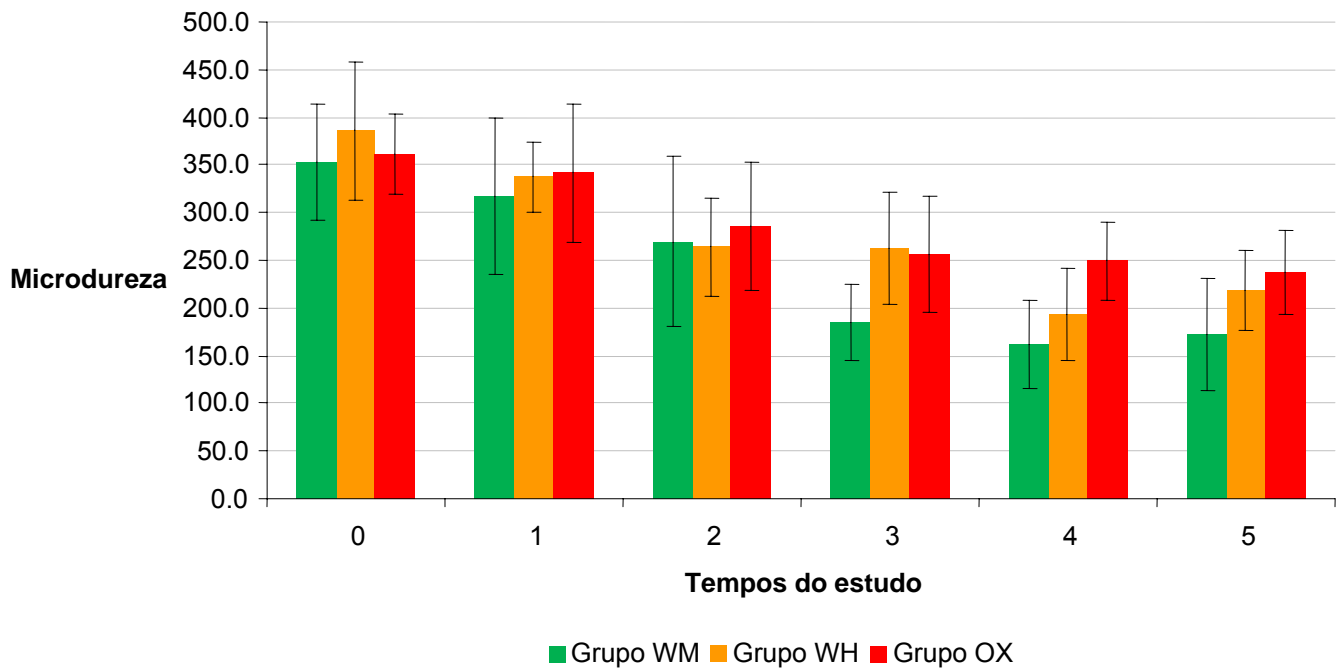


Gráfico 1 - Média (desvio padrão) da microdureza do esmalte em função dos grupos e tempo de estudo.

6 DISCUSSÃO

O clareamento dental não é um procedimento recente na Odontologia e, segundo Haywood (1992), da metade de 1800 ao início do ano de 1900, os principais jornais científicos da área continham artigos sobre este assunto. Com isso, pode-se deduzir que o interesse pela beleza e preocupação com a aparência, não são fatos recentes e nem o clareamento dental é uma solicitação dos pacientes exclusiva dos tempos atuais.

Para o sucesso do tratamento clareador proposto é imperativo que o profissional analise o tipo (extrínseco ou intrínseco) e a intensidade do manchamento dentário, faça o diagnóstico das causas que levaram a alteração (Goldstein, 1997; Christensen, 2002; Dahl et al., 2003; Kihn, 2007) e analise também o perfil do paciente. Assim, se o paciente desejar resultados imediatos ou em curto prazo, a técnica de clareamento em consultório deve ser a eleita, em detrimento da técnica caseira, a qual necessita de mais tempo (Christensen, 2003) utilizando-se de agentes que contém peróxido de carbamida entre 5% a 36% e peróxido de hidrogênio entre 6% a 15% (Mokhlis, 2000). Apesar de apresentar resultados superiores em relação à técnica em consultório (Zekonis et al., 2003), alguns pacientes podem não se adaptar com o uso da moldeira necessária na técnica caseira e, com isso, não colaboram e comprometem o resultado esperado para o tratamento (Haywood et al., 1994). Neste sentido, existe ainda a possibilidade da combinação das duas técnicas clareadoras (caseira e em consultório), que apresenta resultados favoráveis e maior longevidade do que as técnicas aplicadas isoladamente (Garber 1997; Deliperi et al., 2004).

Atualmente, existem vários materiais clareadores, com diferentes concentrações, modos de aplicação, tempo e fonte de ativação para o tratamento em consultório. Utiliza-se como princípio ativo o peróxido de hidrogênio em concentrações de 30% a 38% que devem ser utilizados pelo profissional com precaução por serem cáusticos (Frysh, 1995; Goldstein, 1995; Sarret, 2002; Sulieman, 2004). Quanto à utilização de fontes luminosas para ativação, apesar de Tavares et al. (2003) relatar que há o aumento da efetividade do tratamento clareador, estas devem ser usadas com precaução, pois podem provocar alterações pulpares por gerarem calor (Luk et al., 2004; Christensen, 2006; Turssi et al., 2006 Buchalla et al., 2007).

Os materiais clareadores agem por um processo de oxidação, fragmentando as macromoléculas que compõe o pigmento e que causam o manchamento no elemento dentário em cadeias moleculares menores que são eliminadas por difusão pelos microporos do esmalte dentário. Nesta reação, existe a fase máxima de clareamento destes pigmentos chamada de ponto de saturação e que, se ultrapassada, os agentes clareadores passam a reagir com proteínas do esmalte provocando perda de estrutura (Frysh, 1995; Goldstein et al., 1995).

Outro ponto que também deve ser levado em consideração é o pH do produto, pois quanto mais alcalino, apresenta maior efetividade e necessidade de menor tempo de exposição (Goldstein et al., 1995). Entretanto, os produtos à base de peróxido de hidrogênio para a técnica em consultório normalmente apresentam o pH mais ácido para que haja maior tempo de validade (Frysh, 1995; Price, et al., 2000), havendo a necessidade de maiores cuidados e critérios pelos profissionais, por reagir diretamente com o conteúdo mineral do esmalte que apresenta pH crítico médio de 5,5 (Thylstrup, Fejerskov, 2001).

Portanto, executar procedimentos que não causem efeitos prejudiciais aos tecidos orais ou à saúde geral do paciente é sempre desejável e, em relação ao clareamento dental em consultório, as preocupações estão voltadas para as diversas alterações que pode causar nos tecidos dentários, principalmente no esmalte que é permeável (Fejerskov, 1984; Kodaka, 1991; Thystrup et al., 2001; Baratieri et al., 2005) e sofre diretamente a ação dos agentes clareadores (Titley et al., 1988; Bitter, 1992; Lewinstein et al., 1994; Lee et al., 1995; Ernst et al., 1996; Rotstein et al., 1996; Zalkind et al., 1996; Crews et al., 1997; Bitter, 1998; Basting et al., 2001; Efeoglu et al., 2007; Zantner et al., 2007; Tezel et al., 2007).

Segundo estudo feito por Smidt et al., em 1998, com três marcas comerciais à base de peróxido de carbamida a 10% e analisadas em microscopia eletrônica de varredura, estes agentes podem provocar diminuição da microdureza e a formação de erosões com aumento da porosidade do esmalte, corroborando com Hegedüs et al., em 1999, que ao utilizar microscopia de força atômica verificou que o uso de uma solução de peróxido de hidrogênio a 30% levou a um aumento da porosidade do esmalte.

Outro fato foi estudado por Bitter et al., em 1993, utilizando quatro agentes clareadores à base de peróxido de carbamida em diferentes concentrações, em vários tempos, com o objetivo de avaliar em microscopia eletrônica de varredura as alterações quando o tempo de uso é prolongado, concluindo que as alterações existiram nos diferentes tempos e que aumentaram conforme o tempo de exposição. Tong et al., em 1993, ao utilizar peróxido de hidrogênio a 30% em amostras de esmalte dental humano por 30 minutos com fonte luminosa, observaram não haver alterações morfológicas ao se utilizar microscopia eletrônica de varredura. Entretanto, ainda não haviam sido demonstrados os efeitos da influência do número

de sessões em consultório utilizando o peróxido de hidrogênio a 35% e 38% nos valores da microdureza do esmalte, o que motivou a realização do presente estudo.

Apesar dos testes de microdureza não fornecerem informações específicas sobre as alterações com cada substância que compõe a porção mineral e orgânica do esmalte, como cálcio, fósforo, entre outras, são muito utilizados para detectar alterações no conteúdo mineral esmalte e da dentina decorrentes de experimentos com desmineralização e remineralização, pois a perda de conteúdo mineral altera a microdureza do esmalte e da dentina (Featherstone et al., 1993 *apud* Basting et al., 2001). Observa-se que o esmalte apresenta maiores valores de microdureza do que a dentina, justificado pelo fato do esmalte possuir maior conteúdo mineral. Existe uma grande dificuldade em comparar valores de microdureza entre diferentes estudos, devido ao emprego de diversos tipos de testes e metodologias para determinar essa propriedade (Lewinstein et al., 2004).

Os resultados do presente estudo mostraram que após a primeira sessão com três aplicações de dez minutos cada do agente clareador, não houve alteração da microdureza do esmalte em todos os grupos. Porém, a partir da segunda sessão de clareamento que ocorreu com intervalo de sete dias após a primeira sessão - pois normalmente é o intervalo realizado clinicamente entre as sessões - observou-se redução da microdureza significativa para todos os grupos.

Presume-se que os seguintes fatores tenham influenciado nestes resultados:

- a) alta concentração dos agentes clareadores – 35 e 38%;
- b) composição da Fase peróxido de hidrogênio e Fase espessante (ativadora);

- c) tempo de exposição das amostras aos agentes clareadores;
- d) pH de cada produto.

Altas concentrações do peróxido de hidrogênio têm significativa influência na redução da microdureza do esmalte como mostrado com o estudo de Zantner et al., em 2007. Isso pode ser explicado pelo próprio mecanismo de ação por oxidação dos tratamentos clareadores e influência dos baixos valores de pH dos agentes clareadores, bem como, não se desconsiderando que o presente estudo foi realizado *in vitro*, e, por essa razão, não houve as características protetoras da saliva natural. Apesar de ter sido utilizada a saliva artificial entre as sessões de clareamento e pós-tratamento, esta contém apenas substâncias inorgânicas e não reproduzem dessa maneira todas as funções que ocorrem *in vivo* ou *in situ*.

O baixo pH dos produtos que contém peróxido de hidrogênio causa alterações na morfologia do esmalte, aumentando a porosidade característica deste tecido e, segundo estudo de Bitter, em 1998, estes efeitos podem continuar existindo por longos períodos, já que encontrou evidências durante o acompanhamento por até 90 dias pós-tratamento. No presente trabalho, o grupo WM tratado com peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP Maxx) foi o que apresentou a maior diminuição nos valores de microdureza; entretanto, sem diferença significativa em relação ao grupo WH que recebeu tratamento com o peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP).

Por outro lado, o grupo OX que recebeu a aplicação do peróxido de hidrogênio a 38% (Opalescence Xtra Boost) e possui pH mais ácido que WM e WH, foi o que apresentou menor variação percentual em relação aos valores iniciais de microdureza, mesmo apresentando a maior concentração de peróxido de hidrogênio em relação aos outros grupos e o menor valor de pH (4,01). Isso pode ser

esclarecido pelo fato do Opalescence Xtra Boost (Ultradent) conter na sua formulação 1,1% de fluoreto, que pode ter colaborado para ocorrer menores efeitos deletérios ao esmalte tratado, corroborando com os resultados do estudo de Basting et al., de 2003, o qual concluíram que produtos contendo fluoretos podem minimizar os efeitos prejudiciais ao conteúdo mineral do esmalte durante o tratamento clareador. Não se pode descartar totalmente a possibilidade de influência proveniente do agente espessante, uma vez que Basting et al. (2005) concluíram que o espessante carbopol leva à diminuição da microdureza do esmalte e da dentina, e McCracken & Haywood (1995) constataram alteração significativa da microdureza em um dos dois grupos testados com produtos contendo peróxido de carbamida a 10%, sendo que o que apresentou alteração apresentava carbopol em sua composição.

É importante observar que mesmo após o término do clareamento, os grupos não obtiveram valores de microdureza semelhantes aos valores iniciais devido, provavelmente, ao número de sessões de aplicação do agente clareador ao esmalte. Observou-se também que entre o período de 7 e 21 dias após o tratamento clareador, os valores de microdureza não diminuíram de forma estatisticamente relevante, mas também não aumentaram como no estudo de Basting et al. (2001) em que os corpos-de-prova permaneceram imersos em saliva artificial, que pode ser justificado pelo fato da perda mineral ter sido superior neste estudo. Segundo estudo de Bitter, em 1998, as alterações provocadas por estes tratamentos podem perdurar por longos períodos. Pode-se sugerir que o profissional ao realizar sessões seguidas do clareamento em consultório não apenas se preocupe com a cor que se quer alcançar, visto que apenas a primeira sessão com três aplicações do agente clareador mostrou-se segura. Com isso, a combinação de tratamentos clareadores,

com uma sessão da técnica clareadora em consultório, complementando-se o tratamento com a técnica caseira pode ser favorável e mais segura visando minimizar a possibilidade da desmineralização do esmalte (Garber, 1997; Deliperi et al., 2004), quando o resultado do tratamento não é atingido apenas com uma sessão com três aplicações do clareamento em consultório. Quanto à escolha dos produtos, sugere-se que prefira aqueles que contenham íons de fluoretos na sua composição, pois auxiliam no processo de remineralização do esmalte dental durante o processo clareador e conseqüentemente menor perda de microdureza.

7 CONCLUSÃO

Com a metodologia empregada e os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- a) a técnica de clareamento em consultório realizada em três sessões com três aplicações do agente clareador leva à diminuição dos valores de microdureza do esmalte;
- b) as alterações de microdureza superficiais do esmalte dentário são dependentes da reação dos componentes dos sistemas clareadores empregados;
- c) na técnica de clareamento em consultório, somente a 1ª sessão com três aplicações de peróxido de hidrogênio a 35% ou 38% é considerada segura em relação às propriedades de microdureza do esmalte.

REFERÊNCIAS¹

- Baratieri LN, Junior SM, Andrada MAC. Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades. São Paulo: Santos; 2002.
- Baratieri LN, Maia E, Caldeira de Andrade MA, Araújo E. Clareamento dental. São Paulo: Santos; 2005.
- Basting RT, Rodrigues 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; 26: 531-9.
- Basting RT, Rodrigues AL, Serra MC. The effect of 10% carbamide peroxide, carbopol and/or glycerin on enamel and dentin microhardness. *Oper Dent.* 2005; 30(5):608-16.
- Basting RT, Rodrigues AL, Serra MC. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *J Am Dent Assoc.* 2003;134: 1335-42.
- Bishang M, Seemann R, Duve G, Römhild G, Altenburger MJ, Janh KR, Zimmer S. Desmineralization Effects of Two Bleaching Procedures on Enamel Surfaces with and without Post-treatment Fluoride Application. *Oper Dent.* 2006;31(6):705-9.
- 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;35:325-30.
- Bitter NC, Sanders JL. The effect of four bleaching agents on the enamel surface: A scanning electron microscopic study. *Quintessence Int.* 1993;24(11):817-24.
- Bitter NC. A scanning electron microscope study of the long-term effect of bleaching agents on the enamel surface in vivo. *Gen Dent.* 1998;46(1):84-8.
- Bitter NC. A scanning electron microscopy study of the effect of bleaching agents on enamel: A preliminary report. *J Prosth Dent.* 1992 June;67(6):852-5.
- Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser – a systematic review. *Dent Mat.* 2007;23:586-96.
- Christensen GJ. Bleaching teeth: practioner trends. *J Am Dent Assoc.* 1997;128: 16s-8.
- Christensen GJ. Bleaching teeth-which way is best? *J Esthetic Rest Dent.* 2003; 15(3):137-9.
- Christensen GJ. High-tech dentistry - what is necessary and what is not. *J Am Dent Assoc* 2006;137: 1592-6.

¹ De acordo com o Manual de Normalização para Dissertações e Teses do Centro de Centro de Pós-Graduação CPO São Leopoldo Mandic, baseado no modelo Vancouver de 2007, e abreviatura dos títulos de periódicos em conformidade com o Index Medicus.

- Christensen GJ. The tooth-whitening revolution. *J Am Dent Assoc.* 2002;133:1277-9.
- Crews KM, Duncan D, Lentz D, Gordy M, Tolbert B. Effect of bleaching agents on chemical composition of enamel. *Miss Dent Assoc J.* 1997;53(1):20-1.
- Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching – a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003;14(4):292-304.
- Dale BG. *Esthetic dentistry: a clinical approach to techniques and materials.* Pennsylvania: Lea & Febiger; 1993. p. 205-25.
- Deliperi, S, Bardwell ND, Aikaterini P. Clinical evaluate on of a combined in-office and take-home bleaching system. *J Am Dent Assoc.* 2004;135:628-34.
- Efeoglu N, Wood DJ, Efeoglu C. Thirty-five percent carbamide peroxide application causes in vitro demineralization of enamel. *Dent Mat.* 2007;23:900-4.
- Ernst CP, Marroquin BB, Zönnchen BW. Effects of hydrogen peroxide-cointaining bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int.* 1996; 27(1): 53-6.
- Fejerskov O, Josephsen K, Nyvad B. Surface ultrastructure of unerupted Mature Human Enamel. *Caries Res.* 1984; 18: 302-14.
- Freitas PM, Basting RT, Rodrigues AL, Serra MC. Effects of two 10% peroxide carbamide bleaching agents on dentin microhardness at different time intervals. *Esthet Dent.* 2002; 33(5):370-5.
- Frysh H, Bowles W, Baker F, Riviera-Hidalgo F, Guillen G. Effect of pH adjustment on Bleaching Efficiency. *J Dent Res.* 1993; 72: 384.
- Frysh H, Bowles WH, Baker F, Rivera-Hidalgo F, Guillen G. Effect of pH on Hydrogen Peroxide Bleaching Agents. *J Esthet Restor Dent.* 1995; 7(3): 130-3.
- Frysh H. Chemistry of Bleaching. In: Goldstein RE, Garber DA. *Complete dental Bleaching.* Chiago: Quintessence Books; 1995.
- Garber DA. Dentist-monitores bleaching: A discussion of combination and laser bleaching. *J Am Dent Assoc.* 1997: 128: 26s-30.
- Goldstein RE, Garber DA. History. In: Goldstein RE, Garber DA. *Complete dental bleaching.* Chicago: Quintessence Pub Co; 1995. p. 73-4.
- Gondstein RE. In-office bleaching: where we came from, where we are today. *J Am Dent Assoc.* 1997 Apr;128:11S-5S.
- Goo DH, Kwon TY, Nam SH, Kim HJ, Kim KH, Kim YJ. The efficiency of 10% peroxide carbamida gel on dental enamel. *Dent Mater J.* 2004; 23(4): 522-7.
- Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int.* 1989;20: 173-6.
- Haywood VB, Leonard RH, Nelson CF, Brunson WD. Effectiveness, side effects and long-term status of nightguard vital bleaching. *J Am Dent Assoc.* 1994;125:1219-26.
- Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int.* 1992 July; 23(7):471-88.

- Haywood VB. Nightguard Vital Bleaching: Current Concepts and Research. *J Am Dent Assoc.* 1997;128:19s-25.
- Hegedüs C, Bistey T, Flora-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An anatomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent.* 1999; 27:509-15.
- Heymann HO. Tooth whitening: facts and fallacies. *Br Dent J* 2005; 198(8): 514.
- Kihn WP. Vital Tooth Whitening. *Dent Clin N Am.* 2007;51:319-31.
- Kodaka T, Kuroiwa M, Higashi S. Structural and distribution patterns of surface "prismless" enamel in human permanent teeth. *Caries Res.* 1991; 25(1): 7-20.
- Lee CQ, Cobb CM, Zargartalebi F, Hu N. Effect of bleaching on microhardness, morphology, and color of enamel. *Gen Dent.* 1995;43(2):158-62.
- Lewinstein I, Fuhrer N, Churary N, Cardash H. Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. *J Prosthet Dent.* 2004; 92: 337-42.
- 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; 20(2): 61-3.
- Li Y. Toxicological considerations of tooth bleaching using peroxide-containing agents. *J Am Dent Assoc.* 1997: 128: 31s-36.
- Lopes GC, Bonissoni L, Baratieri LN, Vieira LCC, Monteiro S. Effect of bleaching agents on the hardness and morphology of enamel. *J Esthet Rest.* 2002; 14: 24-30.
- Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc.* 2004; 135: 194-201.
- Markovic L, Jordan RA, Lakota N, Gaengler P. Micromorphology of enamel surface after vital tooth bleaching. *JOE* 2007; 33(5): 607-10.
- Marshall MV, Cancro LP, Fischman SL. Hydrogen Peroxide: A Review of its Use in Dentistry. *J Period* 1995; 66: 786-96.
- Matis BA, Gaião U, Blackman D, Schultz FA, Eckert GJ. In vivo degradation of bleaching gel used in whitening teeth. *J Am Dent Assoc.* 1999; 130: 227-35.
- McCracken MS, Haywood VB. Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent.* 1996; 24(6): 395-8.
- McCracken MS, Haywood VB. Effects of 10% carbamide peroxide on subsurface hardness on enamel. *Quintessence Int.* 1995; 26: 21-24.
- Mokhlis GR, Matis BA, Cochran MA, Eckert GJ. A clinical evaluation of carbamida peroxide and hydrogen peroxide whitening agents during daytime use. *J Am Dent Assoc.* 2000; 131: 1269-77.
- Moraes RR, Marimon JLM, Schneider LEJ, Sobrinho LC, Camacho GB, Bueno M. Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. *Clin Oral Invest.* 2006; 10: 23-8.

- Newman HN, Poole DF. Observations with scanning and transmission electron microscopy on the structure of human surface enamel. *Arch Oral Biol.* 1974; 19:1135-43.
- Pécora JD, Filho AMC, Neto MD, Silva RG. In Vitro Action of Various Bleaching Agents on the Microhardness of Human Dentin. *Bras Dent J.* 1994; 5(2): 129-34.
- Price RBT, Sedarous M, Hiltz GS. The pH of tooth-whitening products. *J Can Dent Assoc.* 2000; 66: 421-6.
- Rodrigues JA, Oliveira GPF, Amaral CM. Effect of thickner agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Braz Oral Res.* 2007; 21(2): 170-5.
- Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Heling I, Stabholz A., Zalkind M. Histochemical Analysis of Dental Hard Tissues following Bleaching. *J Endod.* 1996; 22(1): 23-6.
- Sarrett DC. Tooth whitening today. *J Am Dent Assoc.* 2002; 133: 1535-1538.
- Shethri SAL, Matis BA, Cochran MA, Zekonis R, Stropes M. A Clinical Evaluation of Two In-Office Bleaching Products. *Oper Dent.* 2003; 28(5): 488-95.
- Smidt A, Weller D, Roman I, Gedalia I. Effect of bleaching agents on microhardness and surface morphology of tooth enamel. *Am J Dent.* 1998; 11(2): 83-5.
- Sulieman M, Addy M, Macdonald E, Ress JS. A safety study in vitro for the effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel and dentine. *J Dent.* 2004; 32: 581-90.
- Sulieman M. An Overview of Bleaching Tecniques: History, Chemistry, Safety and Legal Aspects. *Dent Update.* 2004; 31: 608-16.
- Tavares M, Stultz J, Newman M, Smith V, Kent R, Carpino E et al. Light augments tooth whitening with peroxide. *J Am Dent Assoc.* 2003; 134: 167-75.
- Tezel H, Ertas OS, Ozata F, Dalgac H, Korkut ZO. Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. *Quintessence Int.* 2007; 38(4): 339-46.
- Thylstrup A, Fejerskov O. *Cariologia clínica.* 2a ed. São Paulo: Santos; 2001.
- Titley K, Torneck CD, Smith D. The effect of concentrated hydrogen peroxide solutions on the surface morphology of human tooth enamel. *J Endod.* 1988; 14(2): 69-74.
- Tong LSM, Pang MKN, Mok NYC, King NM, Wei SHY. The effects of etching, micro-abrasion, and bleaching on surface enamel. *J Dent Res.* 1993; 72(1) 67-71.
- Turssi CP, Schiavoni RJ, Serra MC, Froner IC. Permeability of enamel following light-activated power bleaching. *Gen Dent.* 2006; 54(5): 323-6.
- Vigorito AM, Turbino ML. Effect and techniques of dental bleaching and its application in patients submitted of orthodontic treatment. *Rev SBO.* 2007; 14: 42-7.
- 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; 12(1): 82-8.
- Zantner C, Schwarzbach NB, Neumann K, Kielbassa AM. Surface microhardness of enamel after different home bleaching procedures. *Dent Mat.* 2007; 23: 243-50.

Zekonis R, Matis BA, Cochran MA, Shetri SEA, Eckert GJ, Carlson TJ. Clinical Evaluation of in-office and at home bleaching treatments. *Oper Dent.* 2003; 28(2): 114-21.

ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITE DE ÉTICA



SÃO LEOPOLDO MANDIC
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO

Aprovado pelo CEP

Campinas, 18 de Dezembro de 2006.

A

C. D. Angela Raimondi Della Gatta

Curso: Mestrado em Dentística

Prezado (a) Aluno (a):

O projeto de sua autoria: **“Avaliação da microdureza em esmalte submetida ao clareamento em consultório em função do número de sessões de tratamento.”**.

Orientado pelo (a) Prof. (a) Dr. (a) Roberta Tarkany Basting Höfling.

Entregue na Secretaria de Pós-Graduação do CPO - São Leopoldo Mandic, no dia 08/07/2006, com número de protocolo nº. 06/252 foi APROVADO pelo Comitê de Ética e Pesquisa, instituído nesta Universidade de acordo com a resolução 196 / 1.996 do CNS – Ministério da Saúde, em reunião realizada no dia 10/12/2006.

Cordialmente

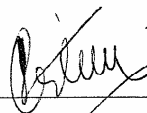
Prof. Dr. Thomaz Wassall
Coordenador de Pós-Graduação

ANEXO B – TERMO DE DOAÇÃO DOS ELEMENTOS DENTÁRIOS

DECLARAÇÃO

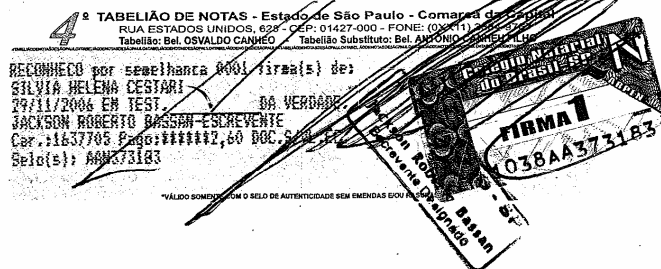
Eu, Silvia Helena Cestari portadora do CRO 20453-SP e carteira de identidade n. 8.360.532, consultório residido à Alameda Jaú, 1747 – São Paulo / SP, declaro que doei 20 (vinte) dentes humanos inclusos terceiros molares, extraídos por motivos terapêuticos, a cirurgiã-dentista Angela Raimondi Della Gatta CRO 77729 – SP, para que sejam utilizados na sua dissertação de mestrado com o título “AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA EM ESMALTE SUBMETIDA AO CLAREAMENTO EM CONSULTÓRIO EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE SESSÕES DE TRATAMENTO” que está sendo realizada no C.P.O. São Leopoldo Mandic – Campinas.

29 NOV. 2006



4° Tab

Silvia Helena Cestari



ANEXO C - SAIDA DO PROGRAMA SAS

1

The SAS System

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
CP	10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
GRUPOS	3	1 2 3
TRATAMENTOS	6	0 1 2 3 4 5

Number of observations 180

The SAS System

2

The GLM Procedure

Dependent Variable: MD

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	44	952826.701	21655.152	7.45	<.0001
Error	135	392329.296	2906.143		
Corrected Total	179	1345155.997			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MI CRODUREZA Mean
0.708339	20.00820	53.90865	269.4328

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
GRUPOS	2	67263.5181	33631.7591	11.57	<.0001
CP*GRUPOS	27	158439.2035	5868.1186	2.02	0.0047
TRATAMENTOS	5	683340.0903	136668.0181	47.03	<.0001
GRUPOS*TRATAMENTOS	10	43783.8892	4378.3889	1.51	0.1434

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
GRUPOS	2	67263.5181	33631.7591	11.57	<.0001
CP*GRUPOS	27	158439.2035	5868.1186	2.02	0.0047
TRATAMENTOS	5	683340.0903	136668.0181	47.03	<.0001
GRUPOS*TRATAMENTOS	10	43783.8892	4378.3889	1.51	0.1434

Tests of Hypotheses Using the Type III MS for CP*GRUPOS as an Error Term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
GRUPOS	2	67263.51811	33631.75906	5.73	0.0084

The SAS System

3

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Microdureza

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	27
Error Mean Square	5868.119
Critical Value of Studentized Range	3.50643
Minimum Significant Difference	34.677

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	GRUPOS
A	288.41	60	3
A			
B A	276.98	60	2
B			
B	242.90	60	1

The SAS System

4

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Microdureza

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	135
Error Mean Square	2906.143
Critical Value of Studentized Range	4.08860
Minimum Significant Difference	40.241

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRATAMENTOS
A	366.37	30	0
A			
A	331.98	30	1
B	273.14	30	2
B			
C B	234.15	30	3
C			
C	209.37	30	5
C			
C	201.59	30	4

The SAS System

5

The GLM Procedure

Level of GRUPOS	Level of TRATAMENTOS	N	-----MI CRODUREZA-----	
			Mean	Std Dev
1	0	10	352.390000	60.4388847
1	1	10	316.890000	81.2172047
1	2	10	269.860000	89.4796712
1	3	10	184.360000	39.6751307
1	4	10	161.360000	45.8364532
1	5	10	172.560000	59.0256291
2	0	10	385.990000	72.8414938
2	1	10	337.430000	37.3088923
2	2	10	263.850000	51.1062129
2	3	10	262.020000	58.7273512
2	4	10	194.160000	48.4811579
2	5	10	218.440000	42.9988682
3	0	10	360.730000	42.1000409
3	1	10	341.610000	72.5490401
3	2	10	285.720000	66.4463995
3	3	10	256.080000	61.2742977
3	4	10	249.240000	41.3098912
3	5	10	237.100000	43.7243385