UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

ANA CAROLINA TRENTINO

ESTUDO *IN VITRO* DA VARIAÇÃO DO pH DE AGENTES CLAREADORES E SEU EFEITO SOBRE O DESGASTE E RUGOSIDADE SUPERFICIAL DO ESMALTE BOVINO APÓS ESCOVAÇÃO SIMULADA

BAURU

2011

ESTUDO *IN VITRO* DA VARIAÇÃO DO pH DE AGENTES CLAREADORES E SEU EFEITO SOBRE O DESGASTE E RUGOSIDADE SUPERFICIAL DO ESMALTE BOVINO APÓS ESCOVAÇÃO SIMULADA

ANA CAROLINA TRENTINO

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Francisco Lia Mondelli

Versão Corrigida

BAURU

2011

Trentino, Ana Carolina

T728e Estudo *In Vitro* da variação do pH de agentes clareadores e seu efeito sobre o desgaste e rugosidade superficial do esmalte bovino após escovação simulada / Ana Carolina Trentino. – Bauru, 2011.

113 p. : il. ; 31cm.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo

Orientador: Prof. Dr. *. Rafael Francisco Lia Mondelli*

Nota: A versão original desta dissertação encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru - FOB/USP.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Comitê de Ética da FOB-USP

Protocolo nº: ___/____

FOLHA DE APROVAÇÃO

DADOS CURRICULARES

Ana Carolina Trentino

Nascimento	02 de março de 1982 em Adamantina – SP
Filiação	Pedro Trentino Vera Lúcia Sorrochi Trentino
2000 - 2004	Graduação em Odontologia pela Faculdades Adamantinenses Integradas - FAI
2006 - 2008	Especialização em Dentística pelo Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo – HRAC/USP
2008 - 2009	Prática Profissionalizante em Dentística pela Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo - USP Orientador: Prof. Dr. Rafael F. L. Mondelli
2009 - 2011	Mestrado em Ciências Odontológicas Aplicadas, área de concentração - Dentística, pela Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo – USP
Associações	Conselho Regional de Odontologia do Estado de São Paulo Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica International Association for Dental Research

“A percepção do desconhecido é a mais fascinante das experiências. O homem que não tem os olhos abertos para o misterioso passará pela vida sem ver nada.”

Albert Einstein

DEDICATÓRIA

Aos meus Pais, **Pedro *(in memorian)* e Vera Lúcia**...

Cada palavra desta dissertação contém todo o amor e carinho que vocês sempre dedicaram a mim. Mesmo sem entenderem nada do assunto, mesmo a quilômetros de distância, com muito sacrifício financeiro, diante de tantos obstáculos... nada disso teria sido possível sem a "presença" de vocês.

À minha mãe, que com toda sua energia, dinamismo e fé em Deus, nunca me deixou desacreditar em meus sonhos, me ensinando a lutar para conseguir o melhor. Sempre.

Ao meu pai, que com toda sua compreensão e carinho me orientou a sempre seguir o caminho do bem, e independente de onde esteja agora, seus ensinamentos e seu amor me iluminarão para sempre.

Vocês me ensinaram a não desistir diante das dificuldades e acreditar que eu seria sempre capaz. Todo este amor, pois não há outra palavra para descrever, estará para sempre comigo, me guiando pelo resto de minha vida.

À minha irmã, **Aline Cristina**...

Por ser sempre minha melhor compainha, mesmo que ausente fisicamente. Pelo seu apoio em todas as escolhas que tive que fazer em minha vida e por me permitir ajudá-la quando estava ao meu alcance. Obrigada por dividir comigo todos os problemas segurando a "barra" quando eu mais precisei. Sem você este momento não seria possível.

Ao meu marido, **Gustavo**...

Pelo incentivo, companheirismo, amor e apoio incondicionais. Obrigada por acreditar em mim, em meus sonhos e ajudar a torná-los reais. É muito bom saber que você existe, que está ao meu lado e que posso contar com seu amor sempre.

...à vocês, todo o meu amor e minha gratidão.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À **Deus**...

Que em sua infinita bondade me concedeu uma vida muito feliz, sempre me iluminando e me guiando. Concedendo tantos momentos maravilhosos, inesquecíveis e de plena felicidade como tantas outras oportunidades que me fizeram crescer e acreditar cada vez mais que Seu amor pode curar tudo.

À minha avó **Dolores (Lola)***...*

Pelo seu amor incondicional. Sua força e vontade de viver são fontes inspiradoras para continuar sempre em frente e nunca desistir.

Aos meus **tios, tias, primos e primas**...

Por estarem "presentes" e ajudando sempre que possível. Em especial à você, **Tia Cidinha**, *por ser o "nosso anjo" todos estes anos.*

Aos meus sogros **Mário e Ercília**...

Pelo carinho e por terem me acolhido como uma filha. Pela prontidão em me ajudar sempre, por entenderem e me apoiarem a seguir com minha vida acadêmica.

Às minhas **amigas e amigos***...*

Vocês são os anjos que Deus mandou em minha vida para me ajudar e me acompanhar em tantas tempestades e celebrar muitas conquistas. A amizade de vocês é uma dádiva que estará guardada para sempre em meu coração. **Camila Rombaldi, Fabiana e Rodrigo, Barbara e Francisco, Manuela Mutran, Flávia Balsalobre, Maria Claudia e Paulo Roberto, Walmir e Ruth, Vivian Sgorlon, Juliana Miguel, Carol Castro e Bella Luna.**

À todos os colegas da turma de mestrado 2009, em especial às minhas amigas queridas **Ana Miriam, Gabriela, Larissa, Luciana, Marcela, Maria Cristina e Yvette,** *companheiras de todas as horas. E as doutorandas* **Flávia, Leslie, Luciana F., Luciana M., Marcela, Karin, Cristiane e Silvia**. *Muito obrigada à vocês que me ajudaram e me apoiaram inúmeras vezes, dividindo comigo as dificuldades e as alegrias desta jornada.*

...sem vocês tudo teria sido muito mais difícil.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador **Prof. Dr. Rafael F. Lia Mondelli...**

"Pela identificação e pelo sentido de liberdade que me transmitiu dentro e fora da sala de aula. O mestre que caminha à sombra do tempo, rodeado de discípulos, não dá de sua sabedoria, mas sim de sua fé e de sua ternura. Se ele for verdadeiramente sábio, não te convidará a entrar na mansão de seu saber, mas te conduzirá ao limiar de tua própria mente." (G. Khalil Gibran)

Obrigada pela ótima convivência nestes anos. Por todo o ensinamento, paciência e por ter acreditado em mim, especialmente nestes últimos 6 meses, que foram tão difíceis.

À todos os professores do **Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários**, *em especial aos professores* **Prof. Dr. Sergio K. Ishikiriama, Prof. Dr. Eduardo Batista Franco, Profª. Drª. Linda Wang, Profª. Drª. Maria Teresa Atta, Prof. Dr. José Mondelli, Prof. Dr. Paulo A. S. Francisconi, Prof. Dr. José Carlos Pereira e Profª. Drª. Ana Flávia S. Borges.**

Obrigada pela atenção, paciência e humildade que sempre demonstram ao esclarecer minhas dúvidas, por ampliarem a minha percepção e o meu entendimento sobre a vida acadêmica e ver que ser um professor é muito mais do que expor uma aula. Pelo estímulo ao estudo, ao amor pela profissão e à valorização da amizade, da responsabilidade e do respeito acima de tudo.

Ao **Prof. Dr. Marco Antonio Húngaro Duarte...**
Pela paciência e ajuda inestimável com a análise estatística deste trabalho.

Aos **funcionários do Departamento de Dentística e Materiais Dentários**...
Pela família que vocês formam, acolhendo os alunos da pós-graduação com carinho, compreensão e respeito. Muito obrigada **Elizabeth Cariani, Clélia Rita, Nelson, Maria, Lígia, Zuleica, Benedito, Sandra e Alcides** *por estarem sempre preocupados comigo, nos momentos bons e ruins.*

Aos funcionários do **CIP-I (Centro Integrado de Pesquisa I)** *da FOB/USP, em especial ao* **Sr. Renato Murback***.*

Aos funcionários do **Departamento de Bioquímica** *da FOB/USP.* **Thelma e Ovídio***, obrigada pela disposição em me ajudarem sempre que precisei.*

Aos alunos das **turmas XLVI, XLVII e XLVIII** *por receberem os pós-graduandos de braços abertos e permitirem que nossa prática docente seja iniciada no Programa de Aperfeiçoamento ao Ensino (PAE).*

À **Universidade de São Paulo**, *na pessoa da Magnífica Reitora Professora Doutora* **Suely Vilela**, *e a* **Faculdade de Odontologia de Bauru***, na pessoa de seu Diretor* **Professor Doutor José Carlos Pereira,** *pelas condições de estudo e pesquisa proporcionadas por esta instituição, que me auxiliaram na realização deste trabalho.*

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** *por acreditar em meu trabalho e dar o suporte financeiro necessário para a realização deste estudo.*

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho... meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Este estudo *in vitro* avaliou a variação do pH de géis clareadores à base de peróxido de hidrogênio de diferentes concentrações e seu efeito sobre o esmalte bovino submetido à escovação simulada. Fragmentos de esmalte de dentes bovinos com 1,5cm x 0,5cm x 0,4cm, receberam o tratamento clareador e a escovação em uma metade, ficando a outra como controle; foram divididos aleatoriamente em nove grupos (n=10): G1 = controle; G2 = Whiteness HP 35% - 3 sessões (3x15'); G3 = Whiteness HP 35% - 3 sessões (1x45'); G4 = Lase Peroxide 35% - 1 sessão (4x7'30'') + ativação com luz híbrida LED/Laser; G5 = Lase Peroxide 25% - 1 sessão (4x7'30'') + ativação com luz híbrida LED/Laser; G6 = Lase Peroxide 15% - 1 sessão (4x7'30'') + ativação com luz híbrida LED/Laser; G7 = Whitegold Office 35% - 3 sessões (1x45'); G8 = Whiteness HP Blue Calcium 35% - 3 sessões (1x40'); G9 = Whiteness HP Blue Calcium 20% - 3 sessões (1x50'). A rugosidade aritmética (Ra) inicial, após clareamento e após escovação foi determinada pela média (*µm*) de 3 leituras com o rugosímetro Hommel Tester T 1000. Os valores de pH foram determinados pelo peagômetro digital Sentron Model 1001 nos tempos inicial e final independente do número de aplicações ou de sessões. Os espécimes foram armazenados em saliva artificial por 7 dias, submetidos à 100.000 ciclos de escovação simulada. Após 24 horas o desgaste superficial foi determinado (*µm*) novamente com o rugosímetro Hommel Tester T1000. Os dados da análise de pH foram submetidos a ANOVA um critério e teste de Tukey ($p<0,05$) com diferenças estatísticas. O teste de Kruskal Wallis e Dunn ($p<0,05$) aplicado sobre a variação da rugosidade e desgaste apontou diferenças estatísticas entre os grupos. Os géis clareadores apresentaram uma tendência de diminuição dos valores de pH do tempo inicial para o tempo final. Os géis clareadores apresentaram um tendência de diminuição dos valores de pH do tempo inicial para o tempo final, assim como os géis com valores de pH mais próximos dos valores ácidos tendem a levar a superfície do esmalte à uma maior susceptibilidade ao aumento da rugosidade e desgaste superficial, quando submetido à escovação simulada.

Palavras-chaves: clareamento dental, peróxido de hidrogênio, pH

ABSTRACT

Variation of pH bleaching gels, wear and roughness of bovine enamel after tooth brushing abrasion test.

This *in vitro* study evaluated the variation of the pH of bleaching gels, roughness and the wear on bovine enamel, after various in office bleaching protocols and brushing. Ninety fragments of enamel, measuring 15mm x 5mm, were randomly divided into nine groups (n=10) according to bleaching procedure: G1: control; G2: 35% hydrogen peroxide (HP) (Whiteness HP, FGM) 3x15', 3 sessions with one week between each; G3: 35% HP (Whiteness HP, FGM) 1x45', in 3 sessions; G4: 35% HP (Lase Peroxide, DMC) + hybrid light (HL) (LED/Diode laser, Whitening Lase II, DMC Equipments), 4x7'30'' (6' of HL activation), in 1 session; G5: 25% HP (Lase Peroxide II, DMC) + HL, 4x7'30'' (6' of HL activation), in 1 session; G6: 15% HP (Lase Peroxide Light, DMC) 4x7'30'' (6' of HL activation), in 1 session; G7: 35% HP (Whitegold Office, Dentsply) 3x15', in 3 sessions; G8: 35% HP (Whiteness HP Blue Calcium, FGM) 1x40', in 3 sessions; G9: 20% HP (Whiteness HP Blue Calcium, FGM) 1x50', in 3 sessions. The pH values were determined using a pH meter (Sentron Model 1001, Sentron) during the initial and final gel application times. The surface roughness (R_a) was evaluated with a rugosimeter (Hommel Tester T 1000) before and after bleaching, and after brushing (100,000 strokes). The rugosimeter was used to evaluate wear surface after 24 hours brushing. The data were submitted to one-way ANOVA and Tukey tests for pH values, Kruskall Wallis and Dunn's test in relation to wear and surface roughness ($p<0.05$). It could be concluded that the pH values tended to decrease from the initial to final bleaching. After tooth brushing, bleaching procedures with highly acidic products provided a significant increase in enamel wear and surface roughness.

Key-words: dental bleaching, hydrogen peroxide, pH

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURAS

FIGURA 1: Projeto gráfico e medidas da cavidade, braços e plataforma da matriz empregada.....52
FIGURA 2: A - Matriz com os braços fechados; **B** - Matriz com os braços abertos, após remoção dos parafusos laterais.....52
FIGURA 3: Visão lateral do aplainamento da face vestibular. 53
FIGURA 4: Esquema do espécime obtido. 54
FIGURA 5: Espécimes obtidos após planificação do esmalte e preenchimento com resina acrílica autopolimerizável para obter as dimensões da matriz. 54
FIGURA 6: Rugosímetro Hommel Tester T 1000. 56
FIGURA 7: Peagômetro Sentron Model 1001.....62
FIGURA 8: Avaliação do pH dos géis clareadores. 62
FIGURA 9: A - Disposição do espécime em relação à barra metálica e à escova dental; **B -** escovação do espécime. 64
FIGURA 10: Ilustração esquemática mostrando o desgaste dos espécimes testados. (A) início da leitura feita pelo rugosímetro; (B) final da leitura e (C) desgaste máximo ocasionado pelo procedimento de abrasão.....67

- GRÁFICO

GRÁFICO 1: Médias do pH inicial e final de cada grupo estudado.....72
GRÁFICO 2: Médias dos valores de rugosidade aritimética (*Ra*) inicial, após clareamento e após escovação. 74
GRÁFICO 3: Médias dos valores de desgaste obtidos após o teste de escovação simulada.....76

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Características dos agentes clareadores empregados e seus fabricantes. 49

TABELA 2: Características do aparelho de luz empregado na ativação do agente clareador 50

TABELA 3: Composição básica do dentifrício utilizado. 50

TABELA 4: Grupos estudados. 57

TALELA 5: Composição da saliva artificial. 61

TABELA 6: Características do peagômetro utilizado para avalição do pH dos géis clareadores. 61

TABELA 7: Comparação entre os valores de pH inicial e final entre os grupos estudados. 71

TABELA 8: Médias de rugosidade inicial, após clareamento, após escovação simulada, desvio padrão (DP), diferença entre os tempos e análise estatística dos grupos estudados. 73

TABELA 9: Valores de desgaste (µm), desvio padrão e anáise estatística após escovação simulada, nos grupos estudados. 75

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ADA	American Dental Association
H_2O	água
H_2O_2	composição do peróxido de hidrogênio
ISO	International Standard Organization
LED	Light Emitting Diodes
Laser	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
PC	peróxido de carbamida
pH	potencial hidrogeniônico
PH	Peróxido de hidrogênio
mW/cm2	miliwatts por centímetro quadrado
g	gramas
ºC	graus centígrados
p	nível de significância
mm	milímetro
cm	centímetro
µm	micrômetro
nm	nanômero
N	Newton
W	Watts
%	por cento
>	maior
<	menor
Dp	desvio padrão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13

2 REVISÃO DE LITERATURA 19
2.1 EVOLUÇÃO DO CLAREAMENTO 21
2.2 MECANISMO DE AÇÃO DOS AGENTES CLAREADORES 27
2.3 PROPRIEDADES FÍSICAS DO ESMALTE BOVINO 28
2.4 ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS DO ESMALTE APÓS CLAREAMENTO 30
2.5 ANÁLISE DO pH 35
2.6 ABRASIVIDADE DO DENTIFRÍCIO 37
2.7 FORMAS DE AVALIAR O DESGASTE E A RUGOSIDADE SUPERFICIAL DO ESMALTE 39

3 PROPOSIÇÃO 43

4 MATERIAL E MÉTODOS 47
4.1 MATERIAIS 49
4.2 MÉTODOS 51
4.2.1 OBTENÇÃO DA MATRIZ 51
4.2.2 CONFECÇÃO DOS ESPÉCIMES 52
4.2.3 PLANIFICAÇÃO E POLIMENTO DOS ESPÉCIMES 55
4.2.4. DETERMINAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL INICIAL 56
4.2.5 GRUPOS A SEREM ESTUDADOS 57
4.2.6 CLAREAMENTO DOS ESPÉCIMES 58
4.2.7 DETERMINAÇÃO DO pH DOS AGENTES CLAREADORES 61
4.2.8 DETERMINAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL APÓS O CLAREAMENTO 63
4.2.9 ARMAZENAMENTO DOS ESPÉCIMES 63
4.2.10 PROCEDIMENTO DE ABRASÃO 63
4.2.11 LIMPEZA DOS ESPÉCIMES 65
4.2.12 DETERMINAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL FINAL 65

4.2.13 DETERMINAÇÃO DO DESGASTE SUPERFICIAL 65
4.2.14 FORMA DE ANÁLISE ESTATÍSTICA 67

5 RESULTADOS.....69
5.1 ANÁLISE DO pH 71
5.2 ANÁLISE DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL.....72
5.3 ANÁLISE DO DESGASTE SUPERFICIAL.....74

6 DISCUSSÃO 77
6.1 DISCUSSÃO RELACIONADA AOS MÉTODOS EMPREGADOS.....79
6.2 DISCUSSÃO RELACIONADA AOS RESULTADOS OBTIDOS.....84

7 CONCLUSÕES 89

REFERÊNCIAS.....93

APÊNDICE.....107

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

A exigência estética imposta pela sociedade moderna é representada por sorrisos não só saudáveis como também harmônicos, o que é praticamente um consenso entre pacientes e profissionais, assim como, nas últimas décadas, uma das áreas da Odontologia que mais vem crescendo está relacionada aos aspectos estéticos. Em conseqüência tem havido grande avanço tecnológico na área de materiais restauradores estéticos e adesivos, além do surgimento e consagração de técnicas conservadoras, como o clareamento dental. Cabe, portanto, ao profissional conhecer e dominar os diferentes materiais, métodos de ativação e técnicas de clareamento dental para que obtenha sucesso ao final do tratamento (NAVARRO; MONDELLI, 2002; MACEDO; BUSATO; GONZÁLEZ, 2001; MONDELLI, 1998; MONDELLI; SOUZA JR; CARVALHO, 2001; MONDELLI; OLTRAMI; D'ALPINO, 2002; POZZOBON; CANDIDO, RODRIGUES JR 1999; SANTOS; SOUZA JR; MONDELLI, 2002; MONDELLI et al., 2009; KEGLER, 2009).

A cor dos dentes, apesar de ser apenas um dos vários fatores que concorrem para o equilíbrio estético do sorriso, constitui o fator isolado mais importante, por ser a desarmonia de cor mais imediata e rapidamente percebida e notada do que outras anomalias estéticas (BARATIERI *et al.*, 2001). É muito importante que, durante a avaliação estética, o cirurgião-dentista saiba diagnosticar as causas de alteração da cor, antes de propor o planejamento odontológico adequado (MONDELLI, 1998; MONDELLI; SOUZA JR; CARVALHO, 2001; MONDELLI; OLTRAMI; D'ALPINO, 2002; MONDELLI; LOPES, 2000), visto que os procedimentos que tornam os dentes mais claros fazem parte integrante do tratamento odontológico como um todo (ZANIN; BRUGNERA, 2002).

Com a preocupação de minimizar ao máximo os danos causados nas intervenções clínicas, o clareamento dental surge como a alternativa mais conservadora para a estrutura dentária, na resolução de problemas estéticos, quando comparado às facetas diretas e indiretas, ou ainda coroas totais (MACEDO; BUSATO; GONZÁLEZ, 2001). No entanto, pode-se expor os tecidos duros do dente, bem como os tecidos moles, a riscos que devem ser controlados ou mesmo evitados (NAVARRO; MONDELLI; 2002).

As classificações para as alterações de cor, forma e estrutura dos dentes são duas. Nas causas endógenas ou sistêmicas estão incluídas quaisquer alterações que possam ocorrer no período de formação do germe dental (odontogênese), culminando com a erupção dos dentes já apresentando determinada alteração; nas causas exógenas estão as alterações ocorridas após a erupção dos dentes, ou seja, o dente apresenta formação e erupção normais e, por algum motivo local, apresenta alterações em sua cor, forma e estrutura (MONDELLI, 1998; MONDELLI; SOUZA JR; CARVALHO, 2001).

Os agentes clareadores mais utilizados atualmente são os peróxidos de hidrogênio, em concentrações que variam de 3 a 38%, e os peróxidos de carbamida, em concentrações de 10 a 37%. As concentrações empregadas variam de acordo com a modalidade de tratamento escolhida. Existem duas técnicas para o clareamento de dentes polpados, em consultório, a idealizada por Ames (1937); e a caseira, por Haywood e Heymann (1989). No clareamento realizado em consultório, que exige maior controle da técnica operatória, podem ser usadas concentrações maiores como os peróxidos de carbamida ou hidrogênio de 15-38%. Para o clareamento caseiro recomenda-se o peróxido de carbamida, em concentrações de 10 a 22% ou peróxido de hidrogênio de 3 a 9% (MONDELLI, 2003).

As várias opções para realização do clareamento permitem ao profissional a escolha dos materiais, técnicas e aparelhos ativadores que melhor se enquadrem nas características individuais dos pacientes e na realidade do consultório. Com a evolução das técnicas de clareamento dental, através do aparecimento de novos agentes clareadores, fontes de luz e diferentes métodos de ativação, uma enorme variedade de agentes clareadores surgiram no comércio, tais como os géis de peróxido de carbamida, nas concentrações de 10/15/16/20/22/30 e 35%, géis de peróxido de hidrogênio, em baixas e altas concentrações, com diferentes consistências, ativados ou não por aparelhos de luz, cada qual com indicações e características específicas.

Embora não seja totalmente conhecido o mecanismo pelo qual os agentes clareadores atuam, o mais provável é que ocorra um processo de oxidação, sendo o peróxido de hidrogênio decomposto em H_2O e O^-, que age sobre os pigmentos do esmalte e da dentina, levando substâncias complexas compostas de anéis de

carbonos (pigmentos) a se converterem em substâncias abertas mais simples e mais claras (LYNCH *et al.*, 1995; McEVOY, 1989).

Existe uma tendência para a realização do clareamento em apenas uma sessão de atendimento, podendo ser empregados agentes em altas concentrações (peróxido de hidrogênio a 35 - 38%) e atualmente, agentes em concentrações menores (peróxido de hidrogênio a 15 - 25%) , assim como ativação física (fotoativados), podendo ser utilizadas diversas fontes de luz como a halógena, de arco de plasma, LED (luz emitida por diodo), luz híbrida de LED e laser terapêutico, ou aparelhos a lazer de argônio, neodímio-YAG ou CO_2 (NAVARRO; MONDELLI, 2002).

A ativação do produto pelo calor pode ser feita também através de espátula aquecida e luzes que geram calor (foto flood, luz halógena etc). A elevação da temperatura ativa os fotoiniciadores do produto, completando a sua reação química, e esta potencialização do gel clareador através do aumento de temperatura pode causar injúrias ao tecido pulpar (NAVARRO; MONDELLI, 2002; MONDELLI, 1998; KEGLER, 2009).

As emissões fotônicas, como os lasers e os LED's, são radiações não ionizantes e concentradas que, ao serem absorvidas pelos tecidos com o qual interagem, resultam em efeitos fotoquímicos e mínimos efeitos fototérmicos, tendo como alvo moléculas escurecidas. Esses mecanismos geram um aumento mínimo de temperatura, sem dano ao tecido pulpar, pois aquecem o produto e não a estrutura dental (MONDELLI, 2003; ZANIN *et al.*, 2003; KEGLER, 2009).

Os efeitos notados quando do uso de agentes clareadores caseiros, em baixa concentração, geralmente se apresentam como depressões rasas, aumento de porosidades e leve erosão (BEM-AMAR et al, 1995; BITTER, 1992; JOSEY, 1996; LEONARD *et al.*, 2001; SHANNON *et al.*, 1993). Porém, quando do uso de agentes clareadores em maior concentração observam-se algumas alterações morfológicas na superfície do esmalte (HOSOYA *et al.*, 2003; LEE *et al.*, 1995; TITLEY; TORNECK; SMITH, 1988), levando ao aumento das porosidade, rugosidade e desgaste dessa estrutura (MONDELLI *et al.*, 2009), que podem ser responsáveis pela diminuição da microdureza (CIMILLI; PAMEIJER, 2001; JUNQUEIRA *et al.*, 2000), além do pH dos géis clareadores estarem relacionados à alteração da morfologia da superfície do esmalte (MARSON; SENSI; REIS, 2008).

Avaliando o efeito das substâncias clareadoras sobre as estruturas dentais, estudos comprovam que as mudanças presentes não são severas, mesmo com agentes de alta concentração (HUNSAKER; CHRISTENSEN; CHRISTENSEN, 1990; MARSON; SENSI; REIS, 2008; CADENARO, 2008).

Como visto, os dados referentes às alterações dos tecidos dentários são conflitantes, em função da grande variedade de metodologias utilizadas, bem como a diversidade dos agentes clareadores, tempo de aplicação, suas concentrações, pH do agente clareador e marcas comerciais utilizadas (SPALDING; TAVEIRA; DE ASSIS, 2003). Os problemas morfológicos surgidos na superfície do esmalte após o clareamento são ainda controversos, por isso um grande número de estudos tem investigado a formação e a continuação dessas alterações (SULIEMAN *et al.*, 2004;; CADENARO *et al.*, 2008; MONDELLI *et al.*, 2009).

A importância de conhecer os efeitos dos agentes clareadores mais representativos sobre o esmalte dental, principalmente ao avaliar o desgaste e o pH, poderia nortear quais tratamentos seriam mais inócuos e, consequentemente, mais indicados para se obter, além do efeito clareador, a máxima preservação da integridade dos tecidos duros dentais.

Diante do exposto, justifica-se avaliar a importância do efeito de diferentes agentes clareadores sobre o desgaste e a rugosidade superficial do esmalte dentário, bem como a variação do pH em função do tempo, concentração dos géis clareadores e o emprego ou não de fonte de luz auxiliar.

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EVOLUÇÃO DO CLAREAMENTO

O sorriso é o cartão de visita ditando, muitas vezes, a aceitação social, por isso o interesse para a realização do clareamento dental se remota ao final do século passado. Dwinelle (1850), publicou no “American Journal of Dental Science” diversos experimentos com dentes despolpados, os quais caracterizaram a introdução do processo de clareamento dental no meio odontológico. Neste estudo, afirmou que a idéia de clarear dentes manchados lhe havia surgido naturalmente e que utilizou, para tanto, diversos compostos contendo o íon cloro, vapores de enxofre e alguns ácidos, como o oxálico; usou ainda o cloreto de cálcio e de sódio, com bons resultados, formando uma pasta destes com o fosfato de cálcio. Sugeriu a hipótese de que o mecanismo de ação do cloro provavelmente seria o de atingir os pigmentos de ferro contidos nos tecidos dentários oriundos do sangue, com eles reagir e fazer com que estes saíssem pelas porosidades do dente; também supôs que o ácido oxálico agisse como um solvente do ferro. Sua conclusão foi a de que os íons de cloro seriam o melhor meio para se eliminar as manchas dos dentes.

Kingsbury (1861) salientou a inquietação da comunidade odontológica com os manchamentos dentais mais conhecidos da época, os quais eram resultantes da aplicação de nitrato de prata, usado como dessensibilizante dentinário, ou da penetração de sangue nos túbulos dentinários, nos casos de necrose pulpar. Descreveu suas tentativas em promover o clareamento de dentes manchados, pois valorizava a manutenção dos dentes naturais, ou da sua maior integridade possível, em detrimento da substituição por elementos artificiais. Assim, citou os diversos experimentos realizados, até encontrar uma substância que considerou efetiva para o propósito de induzir a “descoloração”; relatou o tratamento bem sucedido numa paciente jovem, que apresentou necrose pulpar em dois dentes ântero superiores onde, após a abertura da câmara pulpar, colocou um chumaço de algodão contendo tintura de iodo, com o objetivo de “neutralizar o material necrótico”; após esta intervenção, aplicou cianeto de potássio, justificando que isto seria necessário não somente para remover as manchas provocadas pelo iodo, como para agir como um

solvente da “hematina”, que seria o corante dos glóbulos vermelhos. Relatou que dissolveu dez grãos de cianeto de potássio em água, no momento de sua aplicação, formando uma solução que foi colocada na câmara pulpar, onde permaneceu por 5 a 10 minutos, depois foi lavada com água, para remoção total da solução. Verificou que este procedimento era mais vantajoso do que os que usavam ácidos e outras substâncias, por produzir, na maioria dos casos, efeitos imediatos, sem causar injúrias à dentina.

Ames (1937), afirmou que as manchas de esmalte mosqueado poderiam ser causadas pela ingestão de água, e provavelmente outros alimentos, com excessiva quantidade de fluoretos, durante o período de calcificação dentária, as quais poderiam ser removidas pelo método por ele preconizado. Este consistia na obtenção de uma mistura de cinco partes de peróxido de hidrogênio a 100% com uma parte de éter, em volume; era realizado o isolamento absoluto do dente a ser tratado e eram colocadas gazes na borracha como medida de segurança, uma vez que a solução levava a injúrias no tecido mole. Um chumaço de algodão embebido na solução deveria ser colocado sobre o dente, para então sofrer a ação clareadora de um instrumento aquecido, processo continuamente repetido por um tempo que variava de 30 minutos a 1 hora; o autor fez a observação de que, finalizado o tratamento, podia-se notar que as áreas não afetadas pelo manchamento estavam clareadas em demasia, sendo que essa pequena alteração voltava ao normal após duas ou três semanas. Como forma de controle, eram feitas fotografias antes e após o tratamento, com mais um controle após três semanas.

Uma grande revolução nos tratamentos clareadores dentais surgiu com a divulgação da técnica de Haywood e Heymann (1989), para clareamento de dentes vitalizados, na qual o paciente usa uma moldeira individual carregada com o produto clareador, durante o período noturno, processo que ficou amplamente conhecido como clareamento doméstico ou caseiro. Sua técnica consistia, primeiramente, no registro da cor dos dentes do paciente, com uma escala de cores padronizada ou mediante fotografias, para posterior comparação. Moldagem das arcadas com alginato e confecção de um modelo de gesso e, sobre este, uma moldeira plástica individual, para uso noturno; forneciam ao paciente um tubo de peróxido de carbamida a 10% e o instruíam a colocar o gel clareador nos espaços adequados da moldeira e dormir com este dispositivo por aproximadamente 2 a 5 semanas.

Observaram que alguns problemas ocorriam no início do tratamento, como suave irritação localizada na gengiva, leve sensibilidade a variações térmicas e pequeno desconforto por sensibilidade dentária exacerbada, na primeira hora após a remoção da moldeira, os quais desapareceram na segunda semana de tratamento. Os autores concluíram ser um procedimento de clareamento conservador e considerado como a primeira alternativa para tratar dentes levemente manchados, uma vez que apresenta como principal vantagem utilizar pouco tempo no consultório, significando economia de tempo e dinheiro para o paciente. No entanto, deveriam ser realizadas mais pesquisas sobre a técnica.

Apesar de toda a evolução conseguida com Haywood e Heymann (1989), o clareamento dental realizado em consultório continuou sendo amplamente pesquisado. Goldstein (1997) considerou esta uma opção eficaz, segura e rápida, ponderando que existe preferência pelo clareamento caseiro. Relatou ainda que o clareamento de dentes vitais vem sendo empregado desde 1877, quando se utilizava ácido oxálico, pois o uso de peróxido de hidrogênio foi descrito apenas em 1884. A descrição da técnica ocorreu em 1918 e continua a ser empregada até hoje. Goldstein (1997), verificou ainda que os agentes clareadores utilizados na técnica eram soluções de peróxido de hidrogênio em altas concentrações de aproximadamente 35%, o qual era empregado após o isolamento absoluto, aplicando gazes saturadas de peróxido de hidrogênio sobre a estrutura dental, por 30 minutos, tendo sua reação acelerada com a utilização de uma fonte de calor. Quando o uso do calor é dispensado, são aplicados sistemas que funcionam através da oxidação química e luminosa. Com isso, o autor concluiu que o uso dessa técnica, simultaneamente com a técnica do clareamento caseiro, tem a possibilidade de acelerar o tratamento.

Desde o início da década de 90, inúmeros foram os estudos sobre o uso do laser na Odontologia. Gaber (1997), relatou que alguns profissionais usaram como fonte catalisadora do peróxido de hidrogênio os lasers de argônio e CO_2 ou uma combinação dos dois. Quando a energia laser é emitida para o substrato, a mesma e transmitida, refletida ou absorvida, porém é mais eficiente quando absorvida. Acredita-se que a pigmentação escura do dente pode realmente absorver a energia do laser de argônio, excitando as moléculas para potencializar o processo de clareamento. Os radicais livres de oxigênio liberados no processo quebram a dupla

valência de união em mais simples e menos pigmentada. A sugestão do uso adicional do laser de CO_2, é a partir do momento em que o dente torna-se mais branco, pois o tecido vai perdendo a pigmentação e a absorção da energia do laser de argônio começa a ser menos efetiva. A energia do laser de CO_2 é absorvida aproximadamente 0,1mm pelas substâncias que contêm água, sendo então, mais efetiva.

Reyto (1998), afirmou que o efeito clareador com o uso do laser é obtido por um processo químico de oxidação. Quando a energia laser é aplicada o peróxido de hidrogênio quebra-se em água e radicais livres de oxigênio, o qual se combina e remove a molécula escura. Embora algumas experiências tenham sido feitas algum tempo antes, o clareamento com laser começou oficialmente em fevereiro de 1996, com a aprovação do Íon Lase Technology (ILT), para os lasers de argônio e CO_2 associados com agentes químicos. A energia do laser de argônio, na forma de luz azul, com o comprimento de onda entre 480 e 514nm, na parte visível do espectro é absorvida pelas cores escuras. Já o laser de CO_2 tem sua energia emitida na forma de calor, no espectro invisível com um comprimento de onda de 10.600 nm. Essa energia do laser de CO_2 pode aumentar o efeito do clareamento, após o processo inicial pelo laser de argônio. Após a limpeza e isolamento, para proteção dos tecidos moles, o agente clareador é colocado na superfície dos dentes e o laser de argônio (ACCUCURE™ 3000) é ativado por 30 segundos em cada dente. O agente é removido por um sugador e o processo é repetido algumas vezes. Para catalisar a reação o laser de CO_2 é utilizado em temperatura controlada.

Mondelli (1998), também abordou todos os aspectos que envolvem o clareamento dental, desde a etiologia das alterações de cor, até o mecanismo de ação dos agentes clareadores, bem como técnicas empregadas com suas indicações e contra-indicações. O propósito deste trabalho foi apresentar ao clínico as várias opções dos tratamentos clareadores para os dentes polpados e despolpados. Entre as referidas técnicas, o autor citou para clareamento de dentes polpados, em consultório, a utilização de peróxido de carbamida de 22 a 35%, considerando que fatores como a dosagem, concentração do material, custo benefício, os riscos, a segurança de diversas opções de tratamento e a estabilidade a longo prazo são importantes para determinar a indicação do tratamento clareador. O uso indiscriminado e sem a devida supervisão do cirurgião-dentista de géis

clareadores à base de peróxido de carbamida, pode resultar em conseqüências irreparáveis às estruturas dentais, além do efeito co-carcinogênico demonstrado por Pieroli (1997).

Segundo a ADA (1998), os estudos da época indicavam que o laser deveria ser utilizado para melhorar a ativação do agente clareador. De acordo com os fabricantes, a energia do laser é totalmente absorvida pelo gel clareador, resultando em um clareamento superior, sem efeitos colaterais e realizado em apenas uma sessão de atendimento. Cada fabricante determina qual o tempo e o comprimento de onda que devem ser utilizados para este procedimento porém, o clareamento dental auxiliado por laser ainda contém uma série de perguntas sem respostas.

Já Zanin e Brugnera (2002), relatam que pesquisas mostraram que o uso prudente do laser e do LED em geral tem pouco ou nenhum efeito sobre o esmalte, não causando sensibilidade. Durante o clareamento dental a maioria dos problemas parece estar associada à falta de experiência na técnica, pois a realização dos passos corretamente faz com que o procedimento se torne mais rápido e mais eficiente.

Em uma revisão de literatura sobre a evolução do clareamento de dentes polpados, Mondelli (2003), descreve as técnicas de clareamento mais atuais, entre elas a caseira e a de consultório com e sem a utilização de agentes fotossensíveis, bem como os materiais e os aparelhos de ativação por luz para o clareamento. O autor conclui que as várias opções para a realização do clareamento de dentes polpados, independente do tipo e do grau de alteração de cor que apresentem, permitem ao profissional a escolha da técnica, dos materiais e dos aparelhos ativadores que melhor se enquadrem nas características individuais dos pacientes e na realidade do dia-a-dia do consultório. Existem várias opções de equipamentos de luz para serem utilizados no clareamento de consultório ou para outras aplicações clínicas, que apresentam custos variados. Os resultados estéticos alcançados se apresentam altamente satisfatórios, exigindo menor tempo para o tratamento e tornando-se a tônica do século em termos de tratamentos cosméticos.

Ao descreverem o mecanismo de ativação do gel clareador, a utilização dos lasers e LED's no clareamento, a importância do diagnóstico e técnica de clareamento dental em uma única sessão com equipamento que associa laser e

LED simultaneamente Zanin *et al.* (2003) afirmaram que as técnicas de clareamento dental evoluíram para facilitar sua utilização, assim o tempo de contato do produto com o dente que, com o clareamento caseiro é de uma semana a 15 dias e passa a ser feito em pouco mais de uma hora. Isto devido à potencialização do gel clareador peróxido de hidrogênio a 35% que, ao ser ativado por emissões fotônicas, não ionizantes e concentradas como os lasers e LED interagem com os tecidos, produzindo efeitos fotoquímicos e mínimos efeitos fototérmicos, pois têm como alvo moléculas escurecidas, gerando mínimo aumento de temperatura, uma vez que aquecem o produto e não a estrutura dental. Nesta técnica, o gel é aplicado na estrutura dentária e ativado por 30 segundos, permanecendo por 5 minutos para que o gel ativado possa agir, podendo ser reaplicado de 4 a 6 vezes. Os autores concluíram que as vantagens do clareamento realizado em única sessão seriam: melhorar o conforto, dar segurança e diminuir o tempo de tratamento.

Buchala e Attin, (2007), contribuíram com a evolução do clareamento ao descreverem no seu estudo as fontes utilizadas para clareamento dental: lâmpadas incandescentes, como as halógenas; arco de plasma (usando como sinônimo de lâmpadas de xenon); lasers de diferentes comprimento de ondas; e LEDs. Os autores consideraram que as lâmpadas halógenas funcionam de forma similar às lâmpadas de arco de plasma, sendo que a diferença entre ambas recai sobre o fato de que íons metálicos são a fonte de luz das primeiras, e o gás xenon ionizado, das últimas. A diferença fundamental entre as lâmpadas descritas e os lasers é de que esses emitem uma luz monocromática bem definida, em um único comprimento de onda, em contraste às lâmpadas de arco de plasma e haluro metálico, que emitem luz em um amplo comprimento de onda e possuem filtros para luz ultravioleta e infravermelha.

Em estudo recente de Calatayud *et al.* (2010), os autores compararam o uso de peróxido de hidrogênio a 35% (QuickWhite) associado ou não à ativação por luz (Luma Cool) *in vivo*, concluindo que a hemiarcada que foi ativada pela luz obteve melhores resultados, pela análise da alteração de cor, do que o lado da hemi-arcada que teve o mesmo tempo de tratamento, porém, sem a ativação da luz.

2.2 MECANISMO DE AÇÃO DOS AGENTES CLAREADORES

Possivelmente pela primeira vez, Kirk (1889), descreveu os prováveis mecanismos químicos do clareamento dental, afirmando, em seu trabalho, que o sucesso do clareamento dental está na destruição dos pigmentos que afetam as estruturas dentais, por um agente químico suficientemente capaz para esse propósito. Classificou as substâncias clareadas em duas classes: as oxidantes e as redutoras, onde as primeiras destruíam pigmentos pela remoção de hidrogênio e as segundas o fariam pela remoção do oxigênio. Dentre as substâncias oxidantes, citou o peróxido de hidrogênio, o cloro e o permanganato de potássio reduzido pelo ácido oxálico, pois, se assim não o fosse, seu produto final seria marrom e acabaria manchando os tecidos dentários. Descreveu seu método de clareamento, baseado na liberação de ácido sulfúrico, a partir de uma mistura de sulfito de sódio (100g) com ácido bórico (70g); uma pequena porção era colocada na câmara pulpar e adicionava-se uma gota de água, fechando-se imediatamente a cavidade com guta percha. Os resultados foram gratificantes, ocorrendo o clareamento, segundo o autor, mais rapidamente do que quando se usava o cloro.

McEvoy (1989), teceu considerações sobre o mecanismo de ação do peróxido de hidrogênio e do ácido hidroclorídrico para remoção de manchas associadas à fluorose, injúrias e tetraciclina. O ácido hidroclorídrico não é considerado um agente ideal para a remoção de manchas, por causa do seu mecanismo de ação. O ácido utilizado apenas com abrasivos ou associados ao calor, como era a princípio, provoca a desmineralização do esmalte, não sendo seletivo na remoção das manchas. Desta forma, tem indicação limitada, sendo utilizado apenas para remoção de manchas superficiais no esmalte. Já o peróxido de hidrogênio é mais seletivo no seu mecanismo de ação quando comparado ao ácido hidroclorídrico, pois não conta com a desmineralização para realizar a remoção das manchas. No entanto, o seu mecanismo de ação é muito difícil de ser descrito, por causa do pequeno conhecimento a respeito do assunto. Este processo ocorre no esmalte e dentina, provavelmente por meio de um mecanismo de oxidação dos pigmentos causado pelo oxigênio liberado, além de efetuar a limpeza mecânica dos tecidos. O autor afirma que o esmalte é bastante permeável ao peróxido de hidrogênio, em função do baixo peso molecular deste, além de sua

habilidade em desnaturar proteínas. Promovendo assim um grande movimento iônico através dos tecidos dentários, pode ser associado ao calor, para maior rapidez e eficácia da reação, apesar de existirem controvérsias sobre tal aspecto, especialmente no que diz respeito ao tempo e à temperatura empregados, assim como aos efeitos deletérios causados nos tecidos pulpares.

Segundo Lynch *et al.* (1995), os agentes clareadores são geralmente à base de peróxidos, que podem produzir radicais livres altamente reativos. Esses radicais livres derivados do oxigênio degradam a molécula cromatogênica orgânica em moléculas menores, menos pigmentadas, via processo oxidativo ou, ocasionalmente, por redução. O processo de clareamento de manchas provocadas por substâncias inorgânicas ainda não está totalmente estabelecido. O peróxido de hidrogênio produz radicais hidroxila pela luz, calor ou por irradiação.

Mondelli (1998) enfatiza que, quando o clareamento dental é realizado através do esmalte vestibular, o agente clareador possui a capacidade de penetrar através das porosidades dos primas de esmalte, devido ao seu baixo peso molecular, atingindo a dentina e alterando a cor do pigmentos inorgânicos no esmalte e orgânicos na dentina. Estes pigmentos orgânicos são convertidos em dióxido de carbono e água, removendo os pigmentos da estrutura dental por difusão.

Desde então, inúmeros produtos e técnicas vêm sendo a cada dia estudados e desenvolvidos. Porém, o mecanismo de ação principal para todos continua sendo o mesmo, isto é, a oxidação de pigmentos orgânicos através de produtos de decomposição do agente clareador (HIRATA, 2011).

2.3 PROPRIEDADES FÍSICAS DO ESMALTE BOVINO

Com o intuito de avaliar a microdureza superficial perpendicular às lesões de cárie artificial em esmalte humano e bovino, Arends, Schuthof e Jongebloed (1980), testaram 110 dentes (60 bovinos e 50 humanos), mantendo os espécimes em solução de pH 4,5. Segundo os autores, as diferenças entre o esmalte humano e bovino foram pequenas, no entanto, o esmalte humano foi ligeiramente mais duro que o esmalte bovino.

Por meio de uma extensa revisão de literatura sobre modelos e metodologias para estudos de des e remineralização do esmalte e da dentina *in situ*, Manning e Edgard (1992) consideraram viável a utilização de dente bovino para pesquisas em Odontologia, uma vez que o esmalte, principalmente quando sua superfície externa é abrasionada em torno de 100 a 200 µm, oferece uma superfície muito reprodutível e, por este motivo, pode ser seguramente utilizado em estudos envolvendo ensaios de microdureza e testes de permeabilidade e quando mensurações em série são requeridas.

Mellberg (1992), realizando também uma revisão de literatura sobre os tecidos dentários utilizados como substrato para avaliação de atividade cariogênica e anticariogênica *in situ*, afirmou que muitos tipos de dentes não humanos são utilizados para avaliação dos agentes anticariogênicos; no entanto, salvo em raras exceções, apenas o incisivo bovino é utilizado para os estudos *in situ*, uma vez que o esmalte bovino produz lesões muito semelhantes ao esmalte humano e o índice de formação de lesão no esmalte bovino permanente é muito próximo ao índice de formação de cárie do dente decíduo humano. Desta forma, o autor conclui dizendo que o dente bovino pode ser utilizado na avaliação de agentes anticariogênicos e efeitos gerais de condições cariogênicas, uma vez que a solubilidade do esmalte humano e bovino são suficientemente parecidas para permitir o uso de dente de boi com o intuito de predizer resultados *in vivo*. O dente bovino também apresenta a vantagem de ser conseguido em grande quantidade e oferecer uma superfície extensa plana.

Sato *et al.* (1999), avaliaram a morfologia do esmalte bovino através da microscopia eletrônica de varredura. Os resultados demonstraram que, assim como no esmalte humano, pode-se verificar no esmalte bovino que os prismas são distribuídos regularmente por vários cristais unidos de diferentes formas: esmalte radial; esmalte tangencial e um misto de esmalte radial e tangencial. O esmalte interprismático é composto por muitos cristais finos e a matriz de esmalte possui algumas pequenas massas calcificadas.

Em revisão de literatura, Campos, Campos e Vitral (2008), concluíram que os incisivos mandibulares permanentes de bovinos são excelentes substitutos para os dentes humanos nas pesquisas odontológicas em suas várias especialidades,

podendo ser usados com segurança na pesquisa de materiais clareadores e de diferentes técnicas.

2.4 ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS DO ESMALTE APÓS CLAREAMENTO

Em uma avaliação do efeito da solução de peróxido de hidrogênio a 35% sobre a superfície morfológica do dente humano, Titley, Torneck e Smith (1988) prepararam fragmentos de esmalte que foram divididos em dois grupos, um experimental e um controle. O grupo experimental recebeu tratamento com peróxido de hidrogênio a 35%, por tempos que variavam de 1 a 60 minutos; alguns espécimes deste grupo foram pré-tratados com ácido fosfórico a 37% por 60 segundos e outros foram pós-tratadas com ácido fosfórico por 60 segundos. O grupo controle recebeu o mesmo tratamento com ácido fosfórico a 37% mas, ao invés do tratamento clareador, foi mantido em solução salina pelo mesmo período de tempo. Os autores observaram, por meio de microscopia eletrônica de varredura, que comparando o grupo controle e experimental foi possível notar que a exposição ao peróxido de hidrogênio induz a presença de um “precipitado branco”, conferindo à superfície do esmalte uma aparência de “congelado”, como se houvessem partículas de gelo aderidas à sua superfície. A associação do pré ou do pós-tratamento com ácido fosfórico a 37%, acima descrito, resultou na presença mais evidente do precipitado e aumento da porosidade da superfície do esmalte.

Haywood, Houck e Heymann (1991) não encontraram alterações morfológicas na superfície do esmalte humano analisado em microscopia eletrônica de varredura, quando este foi exposto a quatro produtos clareadores, com diferentes pH. O grupo I foi tratado com Proxigel, produto de baixo pH e liberação lenta de oxigênio; o grupo II com Gly-Oxide, com elevado pH e rápida liberação de oxigênio. No grupo III, foi usado o White & Brite com alto pH e liberação moderada de oxigênio. Todos esses produtos citados são à base de peróxido de carbamida a 10%. No último grupo, aplicou-se o Peroxil, um gel à base de peróxido de hidrogênio a 1,5%, possuindo baixo pH. Os dentes foram divididos ao meio no sentido gengivo-incisal, onde uma parte foi clareada durante um total de 250 horas e a outra metade foi imersa em água destilada pelo mesmo tempo. Esses espécimes foram comparados com o grupo controle, onde nenhum tratamento foi aplicado e com o

grupo condicionado com ácido fosfórico a 37%. Nesse trabalho, as superfícies de todos os grupos diferiram significantemente, apenas quando comparados com o grupo condicionado com ácido fosfórico, não ocorrendo nenhuma modificação na textura dos espécimes clareados, quando comparados com o controle. Os autores comentam que os produtos com baixo pH não causam desmineralização do esmalte, pois a solução de peróxido é instável e, quando em contato com a saliva ou tecido, rapidamente se dissocia.

Ernest, Marroquin e Zonnchen (1996) observaram através da microscopia eletrônica e varredura a aparência da superfície do esmalte após o clareamento. Foram utilizados quatro agentes clareadores: Opalescence, à base de peróxido de carbamida a 10%; HiLite, à base de peróxido de hidrogênio a 30%; peróxido de hidrogênio a 30% e peróxido de hidrogênio associado ao perborato de sódio. Dois espécimes de cada grupo foram utilizados como controle positivo (tratado com ácido fosfórico a 37%) e negativo (não recebeu nenhum tratamento); o pH das soluções estudadas foi medido, encontrando os valores médios de 2, para o peróxido de hidrogênio a 30%, 8 para a mistura peróxido de hidrogênio a 30% + perborato de sódio, 6 para o HiLite, 6 para o Opalescence e 1 para o ácido fosfórico. Os agentes foram aplicados individualmente nas superfícies de esmalte de 60 amostras, obtidas a partir de 10 dentes humanos, sendo que cada agente foi aplicado em uma amostra de cada dente. Comparando o aspecto das superfícies tratadas com a do controle, observaram que o esmalte exposto aos agentes clareadores sofreu pequena ou nenhuma alteração morfológica superficial, ao passo que naquelas amostras tratadas com ácido fosfórico a 37% as alterações morfológicas sempre mostravam um caráter severo, indicando que os agentes clareadores testados podem em situações determinadas ser recomendados clinicamente.

Gultz *et al.* (1999), investigaram através da microscopia eletrônica de varredura o efeito de agentes clareadores de alta concentração e ativação pelo calor ou pela luz, para uso em consultório, e de um condicionador ácido, sobre a superfície morfológica do esmalte. Vinte dentes humanos foram divididos em quatro grupos: 1) Controle, sem nenhum tratamento; 2) Opalescence Quick, à base de peróxido de carbamida a 35% ativado por calor; 3) Opalescence X-tra, à base de peróxido de hidrogênio a 35% ativado por luz; 4) Ultra-Etch, à base de ácido fosfórico a 35%. Todos os produtos foram aplicados de acordo com as

recomendações do fabricante: o gel Opalescence Quick foi aquecido em água por 2 a 3 minutos e colocado em moldeira, permanecendo por 1 hora, removido e reaplicado por mais 1 hora; o Opalescence X-tra foi colocado na superfície do dente e ativado com luz halógena por 4 a 5 minutos, em duas aplicações, e o ácido fosfórico a 35% foi aplicado por 15 a 20 segundos. Segundos os autores, não foram observadas alterações nos dentes tratados com os agentes clareadores e o grupo controle, porém o grupo que recebeu condicionamento com ácido fosfórico revelou significante diferença na superfície do esmalte quando comparado aos outros grupos.

Spalding (2000) avaliou *in vitro* o aspecto morfológico da superfície do esmalte, através da microscopia eletrônica de varredura e uma possível alteração na permeabilidade dental após tratamentos clareadores diversos. Os produtos selecionados foram o peróxido de hidrogênio a 35% (Opalescence X-tra) e o peróxido de carbamida a 10% (Opalescence Regular 10%), empregados isoladamente e de maneira associada, ou seja, uma aplicação do Opalescence X-tra e subsequentemente a complementação com o Opalescence Regular 10% com aplicações de 12 horas diárias durante uma semana. Seis pré-molares humanos irrompidos e seis terceiros molares não irrompidos foram seccionados longitudinalmente no sentido mésio-distal e vestíbulolingual, de maneira que foram obtidos quatro fragmentos de cada dente. Três fragmentos passaram pelos processos de clareamento descritos a seguir: 1) tratamento com Opalescence X-tra, de acordo com as instruções do fabricante, que consistem em aplicação de 1mm de espessura do gel clareador e fotoativação por 10 minutos, em dois tempos de 5 minutos cada um; 2) tratamento idêntico ao grupo 1 e armazenagem em saliva, durante uma semana; a cada 12 horas os espécimes eram lavados e a saliva trocada; 3) idêntico ao grupo 1 e complementação do clareamento com peróxido de carbamida por 12 horas diárias, durante uma semana, e armazenagem em saliva nos intervalos do clareamento, simulando *in vitro* a técnica mista de clareamento dental: associação da técnica de consultório (peróxido de hidrogênio a 35%) e a caseira (peróxido de carbamida a 10%). Durante este período, os espécimes eram mantidos durante 7 dias, temperatura de 37ºC, em saliva artificial, para evitar a desidratação. A autora concluiu que existe uma grande variação no padrão morfológico normal do esmalte, porém, as alterações observadas foram discretas.

Assim os materiais testados conforme estabelecido neste estudo não trazem grandes implicações clínicas e estudos adicionais avaliando outras propriedades do esmalte, após a utilização de materiais clareadores, tornam-se necessários.

Em contrapartida, Junqueira *et al.* (2000) estudando o efeito do peróxido de carbamida a 35% sobre o esmalte dental, através de Microscopia de Luz Polarizada (MLP) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), concluíram que o MLP mostrou-se um método inadequado para avaliar alterações superficiais do esmalte após tratamentos clareadores, porém a análise por MEV revelou que a técnica de clareamento dental utilizando peróxido de carbamida a 35% causou alterações morfológicas severas na superfície do esmalte, havendo um aumento da porosidade e rugosidade dessa estrutura, que podem ser responsáveis pela diminuição da microdureza, independente da imersão dos dentes em água ou em saliva artificial.

Pinto *et al.* (2002) avaliaram o efeito de agentes clareadores de alta concentração na microdureza e rugosidade superficial do esmalte dental e observaram diminuição da microdureza, assim como aumento da rugosidade superficial após o clareamento.

Assim como Know *et al.* (2002) examinaram os efeitos do agente clareador à base de peróxido de hidrogênio a 30% sobre a superfície do esmalte bovino, utilizando a microscopia eletrônica de varredura para mensurar as alterações morfológicas da superfície e o UV-VIS-NIR espectrofotômetro, para mensurar a alteração de cor. Foram selecionados 5 incisivos bovinos, os quais foram imersos no agente clareador por 3 dias, as mensurações eram realizadas diariamente e para tal os dentes eram retirados do agente clareador, lavados em água deionizada e secos com ar. Após a mensuração, eram novamente imersos na solução clareadora. A comparação do esmalte bovino clareado e não clareado revelou que as maiores alterações de cor ocorriam no primeiro dia e a superfície clareada mostrava alterações morfológicas mínimas e disformes, com o desenvolvimento de vários níveis de porosidade superficial. Os autores concluíram que o clareamento com o peróxido de hidrogênio a 30% apresenta alterações de cor favoráveis, com mínima alteração morfológica na superfície do esmalte.

Worschech *et al.* (2003) avaliaram *in vitro* em diferentes tempos (inicial, pós-clareamento e pós-escovação) a rugosidade superficial (*Ra*) do esmalte dental

clareado com peróxido de carbamida a 35% e submetido à escovação com dentifrícios abrasivos. Os fragmentos de esmalte eram expostos ao agente clareador por 1 hora semanal, durante 28 dias, permanecendo em saliva artificial no restante do tempo, todos os dias após o tratamento clareador os espécimes eram submetidos à escovação, durante três minutos, com carga de 200g e 250 ciclos/minutos, de acordo com os seguintes grupos: G1: não escovado; G2: escovado com dentifrício fluoretado abrasivo; G3: escovado com dentifrício não fluoretado abrasivo e G4: escovado sem dentifrício. Concluído o tratamento clareador, os espécimes foram armazenados em saliva artificial por 28 dias e continuaram a receber escovação. A rugosidade foi mensurada no início e nos intervalos de 7, 14, 21, 28, 35, 42,49 e 56 dias; os resultados demonstram que o processo de escovação não altera a rugosidade superficial do esmalte clareado, uma vez que não houve diferença estatística entre os G1 e G4 e que o clareamento com peróxido de carbamida a 35% não altera a rugosidade superficial do esmalte humano mas, quando associado ao tratamento superficial com dentifrícios abrasivos, ocorre um aumento significante desta rugosidade.

Sulieman *et al.* (2004) estudaram os efeitos do clareamento, com o peróxido de hidrogênio (PH) em alta concentração, sobre a integridade do esmalte e da dentina, em termos de erosão, resistência à abrasão e microdureza. Além disso, os espécimes foram avaliados pela microscopia eletrônica de varredura para observar mudanças morfológicas na superfície do esmalte e da dentina. Na avaliação da erosão do esmalte, os espécimes foram tratados de acordo com os seguintes grupos: 1) PH 35% com pH 7.0 e ativação com lâmpada de arco de plasma por 6 segundos e mantido por 10 minutos, em três aplicações na mesma sessão; 2) Imersão em ácido cítrico (AC) 0,3% com pH 3.2, por 30 minutos para os espécimes clareados de acordo com o grupo 1 e espécimes que não sofreram nenhum tratamento; 3) Imersão em água destilada seguindo o protocolo do grupo 2; 4) aplicação do PH 35% de acordo com o protocolo do grupo 1 e escovado com dentifrício por 1 minutos. Para a abrasão e erosão da dentina os espécimes foram divididos nos seguintes grupos: 1) escovado com água destilada por 30 minutos; 2) escovado com PH 35% por 30 minutos; 3) imersão no PH 35% por 30 minutos e ativado com arco de plasma; 4) clareado de acordo com o protocolo do grupo 3 e escovado com dentifrício por 1 minutos; 5) embebido em água por 30 minutos e

escovado com dentifrício por 1 minutos; 6) embebido em suco de laranja por 30 minutos e escovado com dentifrício por 1 minutos. A perda de esmalte e dentina foi mensurada através da perfilometria. Os resultados deste estudo demonstram não haver erosão nas superfícies tratados com PH 35%, porém a dentina tratada com ácido cítrico produziu significativamente mais erosão que os demais tratamentos, não houve diferença significante nos valores da microdureza do esmalte e da dentina clareados e na microscopia eletrônica de varredura não houve evidência de alterações topográficas, tanto para o esmalte quanto para a dentina. Os autores concluíram que a utilização do peróxido de hidrogênio em alta concentração não causa efeitos deletérios no esmalte e dentina e, provavelmente, os estudos que relatam efeitos adversos nessas superfícies após o clareamento refletem não o clareamento em si, mas o pH da formulação utilizada.

Estudo de Cadenaro *et al.* (2008), concluíram que o clareamento em consultório é um método seguro, confiável e não induz a mudanças estruturais no esmalte. Os autores chegaram a esta conclusão por meio de um estudo *in vivo*, utilizando em 9 pacientes peróxido de hidrogênio a 38% (Opalescence Xtra Boost) e, em outros 9 pacientes peróxido de carbamida a 35% (Rembrandt Quik Start), pelo mesmo tempo de aplicação e sem utilização de fonte de luz , analisando através das réplicas em perfillômetro e microscopia eletrônica de varredura.

Mais recentemente, Mondelli *et al.* (2009), estudando as alterações morfológicas no esmalte, testaram três técnicas clareadoras: peróxido de hidrogênio a 35% (Lase Peroxide – DMC) associado à luz híbrida (Ultrablue IV – DMC Equipamentos) ou à lâmpada halógena (Curing Ligth – 3M ESPE) e peróxido de carbamida a 16% (Whiteness Perfect HP – FGM). O autores concluíram que o clareamento isoladamente não foi capaz de aumentar a rugosidade superficial do esmalte; depois do procedimento de escovação simulada, a rugosidade superficial foi maior no grupo submetido ao clareamento com peróxido de carbamida a 16% do que no grupo que recebeu clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% associado à luz híbrida concluíram ainda que o clareamento, independente da técnica, produziu um aumento do desgaste na superfície do esmalte.

2.5 ANÁLISE DO pH

Como citado anteriormente, os géis clareadores à base de peróxido de hidrogênio em diversas concentrações são amplamente utilizados para o clareamento em consultório, exibindo valores de pH diferentes.

Segundo estudos de Goldstein e Garber (1995) e Barbour e Rees (2004), o baixo pH e a alta concentração de ácido destes géis clareadores pode levar a alterações morfológicas na superfície de esmalte, sugestivas de processos erosivos.

A literatura descreve que quanto maior a concentração de peróxido de hidrogênio, mais ácido seria o pH do gel clareador (WEIGER; KUHN; LÖST, 1993). Outros autores como Price, Sedarous e Hiltz (2000), descrevem que produtos que contem 35% de peróxido de hidrogênio podem exibir um valor de pH mais próximo do ácido.

Inúmeros foram os estudos relacionados com o pH dos géis clareadores internos, usados para clareamento de dentes não vitais, como o de Dezzoti, Silva e Souza Junior e Nishiyama (2002), ao avaliarem o pH da água destilada onde eram armazenados os incisivos após realizado o clareamento interno; o pH medido era maior do que previamente ao clareamento e correlacionado com o aumento da permeabilidade dentinária, visivelmente percebido após imersão em solução corante. Recentemente surgiu a preocupação de avaliar o pH dos géis clareadores para dentes vitalizados e correlacionar esta variação do pH a alterações morfológicas na superfície externa do esmalte.

Frysh *et al.* (1995) mediram o pH da solução de peróxido de hidrogênio a 35% e encontraram valor de 4,4, que indica um pH ácido. Observaram que, com o aumento do pH da solução clareadora, pode-se também obter resultados bastante satisfatórios. Segundo eles, as soluções para clareamento em consultório são mais ácidas do que as soluções para clareamento caseiro.

Entre as preocupações em relação às técnicas de clareamento está a possibilidade de desmineralização do esmalte dentário, pois é sabido que um valor de pH ácido poderia favorecer a desmineralização da superfície de esmalte e causar a erosão deste tecido (SULIEMAN, 2008). Marson, Sensi e Reis (2008), avaliaram o

pH de quatro agentes clareadores utilizados no clareamento em consultório, em relação ao tempo de aplicação. Os agentes clareadores (Opalescence Xtra Boost 38%, Whiteness HP Maxx 35%, Lase Peroxide Sensy 35% e Whitegold Office 35%) avaliados nesse estudo, inicialmente possuíam pH próximo ao neutro ou básico (Opalescence Xtra Boost pH 9, Whiteness HP Maxx pH 7, Lase Peroxide Sensy pH 10 e White Gold Office pH 7) e após quarenta e cinco minutos de ação sobre o esmalte, dois agentes apresentaram pH ácido (Opalescence Xtra Boost pH 9, Whiteness HP Maxx pH 5, Lase Peroxide Sensy pH 5 e White Gold Office pH 7). Concluíram que os géis clareadores testados mantiveram seu pH acima do ponto crítico e que os mesmos permaneceram estáveis em relação à sua decomposição por até 45 minutos após sua aplicação.

Em estudo recente de Freire *et al.* (2009), foi avaliado o pH de substâncias clareadoras (9 marcas comerciais para clareamento em consultório e 12 marcas comerciais para clareamento caseiro). A análise de pH dos géis clareadores foi feita através de peagômetro digital de duas formas: em temperatura ambiente ($23^oC \pm 1^oC$) e refrigerados ($4^oC \pm 1^oC$). Os autores concluíram que os maiores valores de pH foram encontrados nos géis clareadores para tratamento caseiro, nas duas temperaturas, e nos géis para tratamento em consultório, quando refrigerados.

2.6 ABRASIVIDADE DO DENTIFRÍCIO

Na busca de analisar os efeitos deletérios nas diferentes superfícies dentárias, Harte e Manly (1975), preocuparam-se em avaliar os diferentes fatores envolvidos neste processo. Com esta finalidade, espécimes de substrato de dentina de dentes humanos de 4mm de diâmetro e 1 ou 2mm de espessura foram escovados utilizando duas diferentes marcas comerciais de escova de dente, cada qual com duas durezas de cerdas, média e dura. Quatro abrasivos de distintos dentifrícios foram avaliados, sendo os abrasivos fosfato de cálcio dihidratado, sílica, óxido de alumínio e fosfato de cálcio anidro preparados em glicerina e solução aquoso de 2% de carboxilmetilcelulose. Foram realizados preparos de 20 e 40% de cada abrasivo na proporção de 1:1 em peso. O cálcio pirofosfato foi selecionado como abrasivo padrão. Uma carga de 10g foi aplicada no teste em um tempo de 30 segundos com 1mL da mistura testada. As escovas de dentes foram preparadas de

forma a apresentarem apenas um tufo e a quantificação dos resultados foi realizada pelo método de radiação. Os resultados demonstraram forte influência das escovas, dos abrasivos e das interações entre escovas e abrasivos, além da relação de concentração dos abrasivos. Os grupos com 40% de concentração dos abrasivos apresentam o dicálcio fosfato anidro com maior potencial abrasivo, seguido da sílica, óxido de alumínio e dicálcio fostato dihidratado. A sílica e o óxido de alumínio inverteram a ordem de potencial abrasivo quando do uso da concentração mais baixa. Foi observada a existência da influência de cada fator avaliado e que o abrasivo exerce fator primordial na ação sobre o substrato testado.

Desde o estudo de Grabenstetter *et al.* (1984), uma crescente preocupação com o decorrer dos anos foi notada em relação à abrasividade dos dentifrícios presentes no mercado e os danos que poderiam ocorrer nas superfícies dentárias.

O método específico de medir a abrasividade, *in vitro* dos dentifrícios, de acordo o Comitê de Abrasão Laboratorial do Programa de Dentifrícios da ADA foi descrito por Hefferren (1976). Foram citados aspectos com relação aos cuidados necessários, na seleção e preparo dos dentes, irradiação e montagens das raízes, assim como a descrição do funcionamento da máquina de escovação. Além disso, escovas, material abrasivo, preparo do diluente e da solução abrasiva, remoção das amostras do contador radioativo, secagem das amostras, contagem radioativa, cálculo da abrasividade e fatores de correlação foram itens abordados e estabelecidos pelo referido Comitê. Sobre o cálculo da abrasividade, concluiu-se que o método baseado na perda de peso não é recomendado para os tecidos dentários, uma vez que leva a resultados falhos, já que a variação do conteúdo de água deles afeta seriamente a medida da perda de peso pela abrasão; no entanto, é um método satisfatório quando utilizado para materiais restauradores. Segundo o autor, a utilização de perfilômetro foi descartada, uma vez que os aparelhos são delicados e caros, sendo que o melhor método seria a contagem radioativa do material desgastado. Também ficou estabelecido que o teste de laboratório é um passo necessário para entender as situações clínicas, considerando o grande número de variáveis que ocorrem *in vivo*.

O conteúdo abrasivo de 12 dentifrícios, procurando classificá-los em diferentes graus de abrasividade: baixa, média e alta, foi analisado por Motta *et al.*

(1998). Cada dentifrício foi pesado e respectivamente processado de modo a eliminar o sabão, possivelmente o sulfato de lauril, através da água e filtragem a vácuo. Ao final do tratamento utilizou-se água e álcool etílico para a filtragem. Os resíduos obtidos foram secos em estufa a 45ºC por duas horas e pesados. Pela fórmula A = P2 x 100/P1, onde A = abrasividade percentual, P1 = peso inicial da amostra e P2 = peso final após a dessecação, foram calculados o grau de abrasividade correspondente a cada dentifrício. Os dentifrícios Kolynos Fresh, Tandy Kolynos F2, Close-up Refrescante, Colgate anti-tártaro, Sensodyne apresentaram baixa abrasividade (menor que 20%); Close-up White, Kolynos Branco demonstraram abrasividade média (20,5 a 30%) e Phillips, Colgate MFP e Signal foram classificados como dentifrícios de alta abrasividade (maior que 30%). Os autores apontaram para o fato de que a ação de um abrasivo pode ser alterado quando utilizado em conjunto com outro abrasivo ou incorporado dentifrício.

Em seu estudo, Mondelli *et al.* (2009) submeteu o esmalte bovino a 100.000 ciclos de escovação simulada, equivalendo aproximadamente a 2 anos de escovação *in vivo*. Concluíram que o clareamento leva a superfície do esmalte à maior suscetibilidade e ao aumento de rugosidade e desgaste superficial, quando submetido à escovação simulada.

Também Tostes *et al.* (2009) avaliaram o desgaste produzido por cinco dentifrícios classificados pela indústria como clareadores (Close up fresh whitening, Close up Xtra whitening, Colgate ultra branco, Sensodyne branqueador + Antitártaro e Sorriso branqueador brite) e 3 classificados como normais (Close up red fruits + mint, Sensodyne original e Sorriso), submetendo o esmalte bovino a 25.000 ciclos de escovação; a avaliação do desgaste foi feito pelo rugosímetro Hommel Tester T1000. A conclusão dos autores foi a que os dentifrícios classificados como clareadores produziram um desgaste maior na superfície do esmalte, sem promover o clareamento, quando comparados ao dentifrícios normais.

2.7 FORMAS DE AVALIAR O DESGASTE E A RUGOSIDADE SUPERFICIAL DO ESMALTE

Miller (1907), marcou a odontologia científica na sua preocupação em relação ao desgaste dentário; em tal estudo, considerou os diversos fatores capazes de

produzir este desgaste, como a erosão, abrasão, atrição levando à exposição dentária, muitas vezes ocasionando defeitos em forma de cunha na região cervical dos dentes. Em suas observações clinicas e laboratoriais, enfatizou a avaliação de ocorrências de desgastes por abrasão nos elementos dentários submetidos à escovação, com grandes variações de escovas dentais e substâncias abrasivas aplicadas. Verificou menor desgaste em esmalte, quando comparado à dentina. Ao avaliar o desgaste em tecido dentário e averiguar a magnitude dos resultados, a curiosidade em relação aos materiais odontológicos restauradores o fez investigar o comportamento de restaurações de ouro fundido, muito utilizado na época, também constatando o seu desgaste. Este trabalho iniciou uma série de levantamentos e estudos referentes ao desgaste por escovação, considerando diferentes metodologias e substratos a serem pesquisados.

Na mesma linha de preocupação quanto ao grau de desgaste provocado por ação abrasiva de dentifrícios, Ashmore, Van Abee e Wilson (1972), simulam uma situação laboratorial de escovação. As amostras de dentina, próximas da junção amelocementária foram escovadas sobre carga de 75g, à velocidade de 100 ciclos por minuto, completando-se 1.000 ciclos. Os resultados foram obtidos pelo índice entre a taxa de abrasividade do abrasivo considerado em relação ao abrasivo padrão (carbonato de cálcio). Variadas formas de carbonato de cálcio foram utilizadas. Foram investigadas a reprodutibilidade do teste, a influência do tipo de carbonato de cálcio e o tipo de diluente utilizado e, destas avaliações, o tipo de partícula foi diretamente relacionada aos resultados. O mesmo não ocorreu em relação ao diluente da solução. Consideraram, pela metodologia aplicada, que este tipo de análise retrata a condição considerada de forma fácil e satisfatória, sendo portanto direta e confiável.

Desde então, inúmeros trabalhos surgiram na literatura. Honório (2003), propôs avaliar o desgaste de diferentes métodos de profilaxia sobre o esmalte bovino hígido e desmineralizado realizando análises quantitativas e qualitativas do desgaste. Para a avaliação quantitativa foi utilizado o Rugosímetro Hommel Tester T1000, e com o auxílio de um software além dos dados específicos de rugosidade, foram obtidos os perfis das superfícies testadas. O perfil traçado pelo rugosímetro percorreu a superfície dos corpos de prova, passando por áreas de esmalte tratado e não tratado, e como o esmalte polido e não tratado se assemelhava a uma linha

reta tornou-se fácil a identificação da região submetida ao tratamento profilático. Assim a perda de estrutura dentária foi quantificada pelo perfil medido da distância em micrometros da linha do plano do espécime até o maior vale da área desgastada. Para avaliar o desgaste qualitativamente foi utilizada a microscopia eletrônica de varredura.

Em extensa revisão de literatura sobre os testes de desgaste, Lambrechts *et al.* (2006) concluíram que algumas das vantagens dos testes *in vitro* são: o controle do tempo e da temperatura; um grande número de espécimes pode ser avaliado em curto período de tempo; a possibilidade de controle de muitas variáveis e, por fim, são testes muito úteis e capazes de demonstrar o potencial de desgaste do substrato. Porém, não são totalmente capazes de reproduzir o ambiente oral, por melhores que sejam as máquinas.

Mielczarek *et al.* (2008), concluíram que o clareamento não produziu efeitos deletérios na superfície externa do esmalte humano, como rugosidade e desgaste superficial.

Mondelli *et al.* (2009) avaliando o desgaste e a rugosidade superficial do esmalte bovino após escovação simulada, utilizaram o rugosímetro Hommel Tester T1000. Os espécimes foram divididos em duas partes, onde um dos lados sofreu o processo de clareamento e, o outro, como controle. Para avaliar o desgaste foi utilizado o mesmo aparelho, onde o desgaste foi quantificado pelo perfil medido da distância em micrometros da linha do plano do espécime, que não sofreu abrasão até o maior vale da área desgastada. Utilizando esta metodologia, os autores concluíram que o clareamento isoladamente não foi capaz de aumentar a rugosidade superficial do esmalte mas, depois de submetidos ao procedimento de escovação simulada, a rugosidade superficial foi maior no grupo tratado com peróxido de carbamida a 16% do que no grupo que recebeu clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% associado à luz híbrida concluindo também que o clareamento, independente da técnica, produziu um aumento do desgaste na superfície do esmalte.

Em estudo recente de Engle *et al.* (2010), os autores relatam que o maior desgaste da superfície de esmalte ocorreu com a combinação de testes de escovação simulada, ciclos de erosão e clareamento com peróxido de carbamida a

10% (Opalescence) durante 5 dias. Esses resultados foram determinados pela análise com perfilômetro ótico e sugerem que o clareamento com peróxido de carbamida a 10% não aumenta a possibilidade de desgaste da superfície de esmalte erodido ou abrasonado.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar comparativamente o pH de diferentes agentes clareadores, o desgaste e a alteração de rugosidade superficial no esmalte de dentes bovinos, após escovação simulada.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a variação do pH de agentes clareadores.
- Avaliar a influência da concentração e do pH dos agentes clareadores na alteração da rugosidade superficial do esmalte.
- Avaliar a influência da concentração e do pH das agentes clareadores no desgaste da superfície do esmalte.

3.3 HIPÓTESE NULA

- As diferenças de valores de pH e concentração dos géis clareadores não influenciarão na rugosidade superficial do esmalte.
- As diferenças de valores de pH e concentração dos géis clareadores não influenciarão no desgaste superficial do esmalte.

4 Material e Métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

Para a execução deste estudo foram escolhidos os agentes clareadores à base de peróxido de hidrogênio, sem ativação de fonte de luz: Whiteness HP Maxx 35% (FGM Produtos Odontológicos), Whitegold Office 35% (Dentsply), Whiteness HP Blue Calcium 35% (FGM Produtos Odontológicos), Whiteness HP Blue Calcium 20% (FGM Produtos Odontológicos) e os agentes: Lase Peroxide Sensy 35% (DMC), Lase Peroxide Sensy II 25% (DMC) Lase Peroxide Lite 15% (DMC) ativados com fonte de luz híbrida LED/Laser terapêutico de diodo (Ultrablue IV, DMC Ltda, São Carlos, Brasil). Este equipamento é composto de 19 emissores tipo LED com densidade de potência de 73 mW/cm^2 e comprimento de onda situado entre 460 e 480 nm; além do Laser de diodo de 200 mW/cm^2 de densidade de potência e 830 nm de comprimento de onda.

TABELA 1: Características dos agentes clareadores empregados e seus fabricantes.

Agentes clareadores	Concentração H_2O_2	Fabricantes
Whiteness HP Maxx	35%	FGM Produtos Odontológicos
Lase Peroxide Sensy	35%	DMC Equipamentos Ltda.
Lase Peroxide Sensy II	25%	DMC Equipamentos Ltda.
Lase Peroxide Lite	15%	DMC Equipamentos Ltda.
Whitegold Office	35%	Dentsply
Whiteness HP Blue Calcium	35%	FGM Produtos Odontológicos
Whiteness HP Blue Calcium	20%	FGM Produtos Odontológicos

Pela análise da **tabela 2** pode-se observar o nome comercial, tipo de unidade geradora de luz, comprimento de onda, densidade de potência e abreviatura do aparelho utilizado na ativação do agente clareador fotossensível.

TABELA 2: Características do aparelho de luz empregado na ativação do agente clareador

Equipamento (Nome Comercial e fabricante)	Potência	Tipo de Luz	Meio de transmissão	Comprimento de onda nm
Sistema Ultrablue IV (DMC Equipamentos Ltda.)	Diodo Laser 200 mW/cm^2	1 laser de diodo	Livre	830
	Diodo LED (73 mW/cm^2)	19 LEDs		460-480

O procedimento de escovação simulada foi realizado com a escova dental Colgate Classic (Colgate Palmolive – Divisão da Kolynos do Brasil Ltda., Osasco-SP, Brasil) de cerdas macias, e dentifrício dental Colgate MPF (Colgate Palmolive – Divisão da Kolynos do Brasil Ltda., Osasco-SP, Brasil), estes foram escolhidos por serem consumidos em larga escala no comércio nacional. A composição do dentifrício é apresentada na **tabela 3**.

TABELA 3: Composição básica do dentifrício utilizado.

Composição básica do dentifrício Colgate MPF
Monofluorfosfato de Sódio (1500 ppm)
Carbonato de Cálcio
Lauril Sulfato de Sódio
Umectante / Espessante / Aromas / Água

Este dentifrício é classificado como de média abrasividade (BASTOS, *et al.*, 1985). As escovas de dente Colgate Classic (Colgate Palmolive – Divisão da Kolynos do Brasil Ltda., Osasco-SP, Brasil), apresentam cerdas de nylon de pontas arredondadas, com 4 fileiras de tufos de cerdas, sendo as fileiras das extremidades com 8 tufos cada e 9 tufos nas fileiras do centro.

Todos os materiais e aparelho fotoativador empregados neste estudo estão disponíveis no mercado nacional.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 OBTENÇÃO DA MATRIZ

Uma matriz desenhada e fabricada pela escola de Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI/Bauru) foi desenvolvida especialmente para a obtenção de espécimes com as dimensões da mesa metálica da máquina de escovação (ASENJO-MARTINEZ, 2004; MONDELLI *et al.*, 2009) **(Figura 1)**. Esta é constituída por uma plataforma de aço inoxidável totalmente plana, com dimensões de 50mmx45mmx5mm, possuindo quatro orifícios estrategicamente posicionados (dois na porção central e dois nas porções laterais), possibilitando desta forma, a fixação de dois braços de aço inoxidável com o auxílio de quatro parafusos **(Figuras 2A)**.

Com a remoção dos parafusos laterais, é permitido aos braços livres movimentos de abertura e fechamento, ideais para a inserção e retirada dos espécimes **(Figura 2B)**. Uma vez fechados os braços formam em sua porção central uma cavidade com dimensões internas de 15mm de comprimento, 5mm de largura e 4mm de profundidade, medida exata dos espécimes a serem testados.

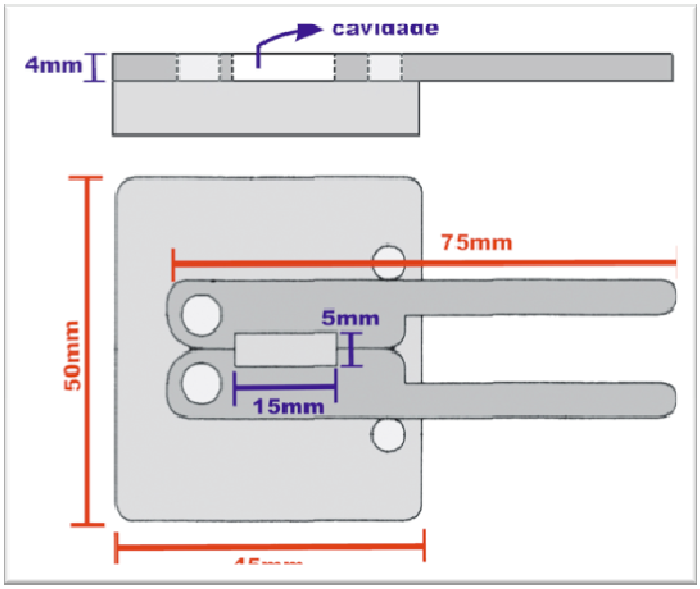

FIGURA 1: Projeto gráfico e medidas da cavidade, braços e plataforma da matriz empregada.

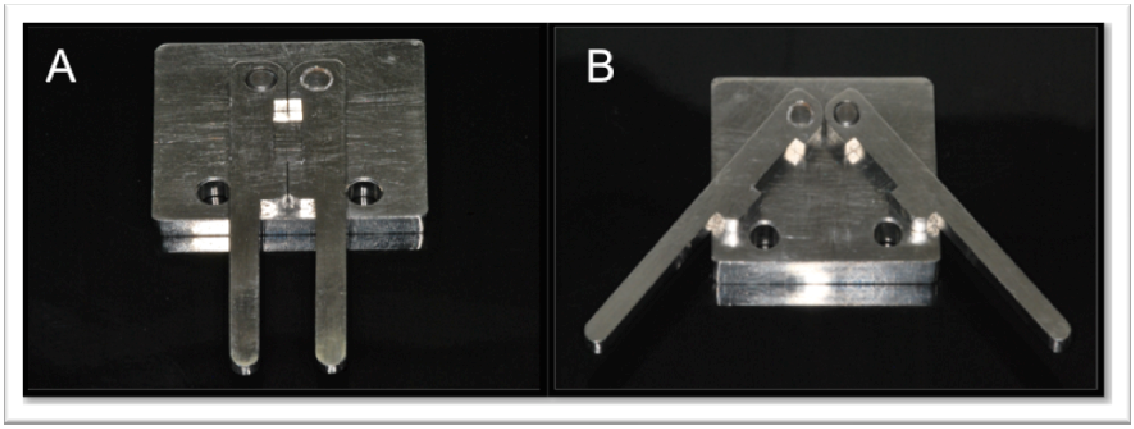

FIGURA 2: A - Matriz com os braços fechados;
B - Matriz com os braços abertos, após remoção dos parafusos laterais.

4.2.2 CONFECÇÃO DOS ESPÉCIMES

Foram selecionados dentes incisivos centrais inferiores de bois, em um total de 90 dentes, originário de um lote maior destes animais, os quais foram abatidos num conceituado frigorífico local. Todos os dentes foram extraídos imediatamente após o sacrifício dos animais e armazenados em timol a 0,1%, contido num frasco de vidro de 500mL, na qual ficaram completamente submersos. Os dentes foram limpos, através de profilaxia com escova tipo Robson e pedra pomes e água, sendo imediatamente devolvidos à solução de timol.

Todos os 90 incisivos foram submetidos ao aplainamento da face vestibular, uma vez que a superfície do esmalte bovino apresenta periquimáceas extremamente numerosas e profundas, o que impossibilitaria o registro numérico da rugosidade superficial com o dispositivo de leitura. Tal aplainamento foi realizado com lixa circular, sob refrigeração, com discos de lixa, com granas em ordem decrescente de granulação: 320 e 400, o que a cada troca de lixa (grana), cada dente era abundantemente lavado visando à remoção de grânulos da lixa anterior. Foi tomado o cuidado de manter-se a porção mais plana da face vestibular da coroa o mais paralelo possível, de modo a obter uma superfície plana de esmalte vestibular sem expor dentina **(Figura 3)**.

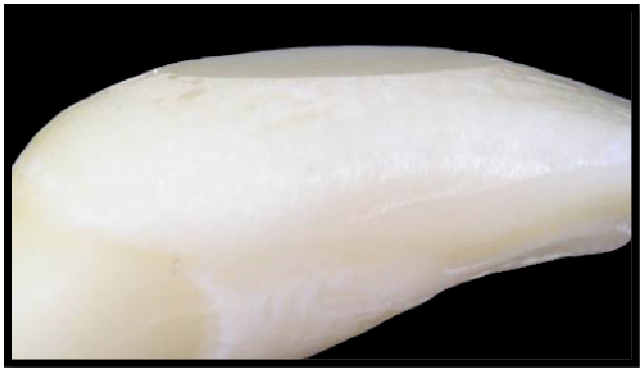

FIGURA 3: Visão lateral do aplainamento da face vestibular.

Os espécimes foram então fixados em cera pegajosa Kota (Kota Ind. e Com. Ltda., São Paulo), com auxílio de um instrumento de PKT (Duflex Ind. Bras.) e uma lamparina (JON, Ind. Brás.), no centro de uma matriz metálica apropriada para adaptação na máquina de corte (Isomet 1000/Buehler). Com o auxílio de um disco de diamante, os dentes foram seccionados no sentido vestíbulo-lingual, cortando a porção radicular, incisal, mesial e distal e, posteriormente, longitudinalmente no sentido mésio-distal, excluindo a face palatina. Desta forma foram obtidos espécimes com 15mm x 5mm na face vestibular e área superficial de 75mm^2.

O fragmento do dente (face correspondente a câmara pulpar) foi condicionado com ácido fosfórico a 37%, por 15 segundos e aplicado um sistema adesivo dentinário fotopolimerizável (Primer & Bond 2.1, Dentsply). Após o condicionamento o fragmento foi posicionado na matriz, com os braços fechados, a porção interna da face vestibular foi preenchida, com auxilio de uma espátula de inserção de resina

(Hu-Friedy® TNPFIW3, USA), com resina acrílica autopolimerizável incolor (Resina JET – Clássico) com o intuito de obter o paralelismo entre as bases. Para este procedimento poderia ter sido utilizado qualquer outro material restaurador, que levasse ao paralelismo entre as bases, tais como: resina epóxica, resina composta, entre outros.

Previamente ao início da polimerização, uma tira de poliéster (TDV DENTAL Ltda., Santa Catarina) foi posicionada e, sobre esta, um dispositivo de aço inoxidável (tipo carimbo) submeteu a resina a uma carga axial manual continua por 30 segundos para causar extravasamento do excesso do material. Este procedimento permitiu obter espécimes retangulares com as superfícies paralelas com as seguintes dimensões: 15mm de comprimento, 5mm de largura e 4mm de altura **(Figuras 4 e 5)**.

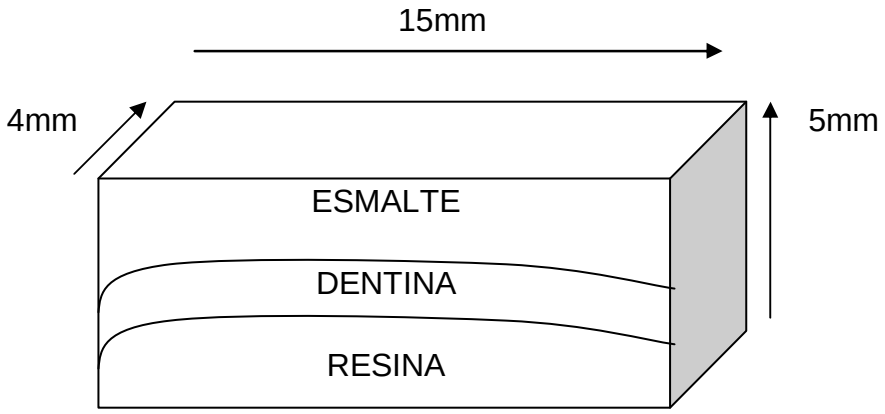

FIGURA 4: Esquema do espécime obtido.

FIGURA 5: Espécimes obtidos após planificação do esmalte e preenchimento com resina acrílica autopolimerizável para obter as dimensões da matriz.

Os espécimes foram divididos em dois segmentos, através da demarcação com esmalte de unhas na face lateral, identificando o segmento teste que receberia o agente clareador e seria escovado, do segmento controle.

4.2.3 PLANIFICAÇÃO E POLIMENTO DOS ESPÉCIMES

Os espécimes foram fixados, de forma aleatória, em cera pegajosa Kota (Kota Ind. e Com. Ltda., São Paulo), com auxílio de um instrumento de PKT (Duflex Ind. Bras.) e uma lamparina (JON, Ind. Bras.), no centro de um disco de acrílico (30mm de diâmetro por 8mm de espessura) com a face preenchida de resina acrílica autopolimerizável voltada para o disco, com o intuito de realizar o polimento do esmalte bovino.

Para isso, o conjunto (espécime/disco) foi adaptado á Politriz Metalográfica (APL4, Arotec, Cotia, SP), com sistema de polimento múltiplo, capaz de realizar o polimento automático de 6 espécimes, permitindo o paralelismo entre as superfícies polidas e a base de acrílico onde os mesmos foram fixados.

Para a planificação da superfície de esmalte, foram utilizadas em ordem ascendente, quatro lixas circulares de silicone carbide de granulometria: 320, 400, 600 e 1200 (Extec Corp.) (NAHSAN, 2009; MONDELLI *et al.*, 2009), sob refrigeração com água deionizada. Para tanto, a politriz foi acionada em baixa velocidade, com peso padrão de 172g, durante 2 minutos para cada grana.

Após planificada a superfície, finalizou-se o polimento com um disco de feltro (Extec Corp.) umedecido com suspensão de diamante de 1µm (Buehler), durante 2 minutos, observando-se os mesmos padrões de peso, porém em alta velocidade.

Para impedir que os grãos das primeiras lixas interferissem na qualidade do polimento das seguintes, entre cada etapa do polimento, o conjunto espécime/disco foi levado a um aparelho de ultrasom T7 Thornton (Unique Ind. e Com. de Produtos Eletrônicos Ltda., São Paulo, SP), com freqüência de 40KHz, durante 5 minutos, com água destilada deionizada.

4.2.4 DETERMINAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL INICIAL

Para a realização dos testes de rugosidade superficial foi utilizado o rugosímetro Hommel Tester T1000 basic (Hommelwerke GmbH ref. # 240851 – Schwenningem – Germany), que constitui um aparelho de alta sensibilidade com ponta ativa de diamante, utilizado para medir rugosidade superficial quantitativamente **(Figura 6)**.

Para cada segmento do espécime, foram realizadas três leituras, de forma aleatória, e o valor inicial de rugosidade superficial foi obtido através da média aritmética (*Ra*). Regiões onde era nítido algum tipo de irregularidade foram desconsideradas, procurando-se áreas visivelmente de maior regularidade.

FIGURA 6: Rugosímetro Hommel Tester T 1000.

O parâmetro utilizado para obtenção da rugosidade superficial foi a rugosidade aritmética (*Ra*) determinada pela média (*µm*) de 3 leituras, escolhido a fim de proporcionar condições de comparação com resultados de outros estudos realizados. Este parâmetro traduz o valor da média aritmética de todas as distâncias absolutas do perfil de rugosidade (*R*) desde a linha central dentro da extensão de medida Lm. Os parâmetros (MONDELLI *et al.*, 2009) empregados foram:

T mínima = 0,01µm Lt = 4,8mm Lm = 1,25mm

T máxima = 8,00 µm Lc = 0,25mm (cutt-off)

Sendo:

T = tolerância (valores extremos a serem considerados nas leituras)
Lm = limite de medição (extensão considerada da leitura)
Lt = limite de tracejamento (extensão real percorrida pela ponta apalpadora)
Lc = cutt-off (filtragem, minimizando a interferência de ondulação da superfície).

4.2.5 GRUPOS A SEREM ESTUDADOS

Após a obtenção dos 90 espécimes, os mesmos foram divididos aleatoriamente em nove grupos de acordo com a Tabela 4.

TABELA 4: Grupos estudados.

GRUPOS	DESCRIÇÃO
GRUPO 1	Controle (saliva artificial)
GRUPO 2	Whiteness HP Maxx 35% - 3 sessões de 3 aplicações de 15 minutos
GRUPO 3	Whiteness HP Maxx 35% - 3 sessões de 1 aplicação de 45 minutos
GRUPO 4	Lase Peroxide Sensy 35%- 1 sessão de 4 aplicações + ativação com Sistema Ultrablue IV (Luz híbrida LED/Laser)
GRUPO 5	Lase Peroxide Sensy II 25% - 1 sessão de 4 aplicações + ativação com Sistema Ultrablue IV (Luz híbrida LED/Laser)
GRUPO 6	Lase Peroxide Lite 15% - 1 sessão de 4 aplicações + ativação com Sistema Ultrablue IV (Luz híbrida LED/Laser)
GRUPO 7	Whitegold Office – 35% - 3 sessões de 1 aplicação de 45 minutos cada
GRUPO 8	Whiteness HP Blue Calcium – 35% - 3 sessões de 1 aplicação de 40 minutos cada
GRUPO 9	Whiteness HP Blue Calcium – 20% - 3 sessões de 1 aplicação de 50 minutos cada

O tempo de ativação utilizado para cada grupo foi determinado de acordo com as recomendações dos fabricantes do agente clareador e do aparelho de luz.

Todos os materiais utilizados foram mantidos em condições adequadas (temperatura média de 23°C, sem exposição à luz direta ou calor excessivo), para evitar sua alteração, seguindo as instruções dos respectivos fabricantes.

4.2.6 CLAREAMENTO DOS ESPÉCIMES

Os espécimes foram submetidos ao clareamento conforme as especificações dos respectivos fabricantes.

O protocolo de clareamento de cada grupo foi feita da seguinte forma, com exceção do Grupo 1, no qual não foi realizado nenhum tratamento clareador, sendo os espécimes mantidos em saliva artificial.

Grupo 2: Utilização do peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP Maxx – FGM Produtos Odontológicos). O gel foi manipulado e aplicado na superfície teste do esmalte, em camada de aproximadamente 1,0mm de espessura. Após 15 minutos de contato do gel com o esmalte, os espécimes foram lavados abundantemente com água deionizada e uma nova aplicação do gel foi realizada. Foram feitas 3 aplicações do gel por sessão, com intervalo de 7 dias para cada sessão, totalizando 9 aplicações do gel clareador, com um tempo total de ação de 135 minutos.

Grupo 3: Utilização do peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP Maxx – FGM Produtos Odontológicos). O gel foi manipulado e aplicado sobre a superfície teste do esmalte, em camada de aproximadamente 1,0mm de espessura. Após 45 minutos de contato do gel com o esmalte, os espécimes foram lavados abundantemente com água deionizada. Foi realizada apenas uma aplicação do gel por sessão, com intervalo de 7 dias para cada sessão, totalizando 3 aplicações do gel e tempo total de ação de 135 minutos.

Grupo 4: Utilização do peróxido de hidrogênio a 35% (Lase Peroxide Sensy – DMC Equipamentos). O gel foi manipulado e aplicado sobre a superfície do esmalte do, em camada de aproximadamente 1,0mm de espessura e mantido por 30

segundos, para que ocorresse a penetração do agente clareador nas estruturas dentárias em maior profundidade (MONDELLI, 2003; MONDELLI *et al.*, 2009). Imediatamente, à distância de 1 centímetro da superfície, o gel clareador foi ativado com fonte de luz híbrida LED/Laser Ultrablue IV (DMC Equipamentos Ltda.), por 2 min. Após cada exposição de 2 minutos da luz, eram aguardados 30 segundos de intervalo. Para cada aplicação do gel foram feitas 3 exposições de luz, totalizando 7 minutos e 30 segundos de ação. O espécime era lavado com água deionizada e seco com papel absorvente e nova porção do gel clareador era aplicada. Foram realizadas 4 aplicações do gel por sessão, totalizando 30 minutos do gel em contado com o esmalte.

Grupo 5: Utilização do peróxido de hidrogênio a 25% (Lase Peroxide Sensy II – DMC Equipamentos). O gel foi manipulado e aplicado sobre a superfície do esmalte do, em camada de aproximadamente 1,0mm de espessura e mantido por 30 segundos, para que ocorresse a penetração do agente clareador nas estruturas dentárias em maior profundidade (MONDELLI, 2003; MONDELLI *et al.*, 2009). Imediatamente, à distância de 1 centímetro da superfície, o gel clareador foi ativado com fonte de luz híbrida LED/Laser Ultrablue IV (DMC Equipamentos Ltda.), por 2 min. Após cada exposição de 2 minutos da luz, eram aguardados 30 segundos de intervalo. Para cada aplicação do gel foram feitas 3 exposições de luz, totalizando 7 minutos e 30 segundos de ação. O espécime era lavado com água deionizada e seco com papel absorvente e nova porção do gel clareador era aplicada. Foram realizadas 4 aplicações do gel por sessão, totalizando 30 minutos do gel em contado com o esmalte.

Grupo 6: Utilização do peróxido de hidrogênio a 15% (Lase Peroxide Lite – DMC Equipamentos). O gel foi manipulado e aplicado sobre a superfície do esmalte do, em camada de aproximadamente 1,0mm de espessura e mantido por 30 segundos, para que ocorresse a penetração do agente clareador nas estruturas dentárias em maior profundidade (MONDELLI, 2003; MONDELLI *et al.*, 2009). Imediatamente, à distância de 1 centímetro da superfície, o gel clareador foi ativado com fonte de luz híbrida LED/Laser Ultrablue IV (DMC Equipamentos Ltda.), por 2 min. Após cada exposição de 2 minutos da luz, eram aguardados 30 segundos de intervalo. Para cada aplicação do gel foram feitas 3 exposições de luz, totalizando 7 minutos e 30 segundos de ação. O espécime era lavado com água deionizada e

seco com papel absorvente e nova porção do gel clareador era aplicada. Foram realizadas 4 aplicações do gel por sessão, totalizando 30 minutos do gel em contado com o esmalte.

Grupo 7: Utilização do peróxido de hidrogênio a 35% (Whitegold Office – Dentsply). O gel foi manipulado e aplicado sobre a superfície do esmalte, em camada de aproximadamente 1,0mm de espessura. Após 45 minutos de contato do gel com o esmalte, os espécimes foram lavados com água deionizada. Foi realizada apenas uma aplicação do gel por sessão, com intervalo de 7 dias para cada sessão, totalizando 3 aplicações do gel clareador e tempo total de ação de 135 minutos.

Grupo 8: Utilização do peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP Blue Calcium – FGM Produtos Odontológicos). O gel foi manipulado e aplicado sobre a superfície do esmalte, em camada de aproximadamente 1,0mm de espessura. Após 40 minutos de contato do gel com o esmalte os espécimes foram lavados com água deionizada. Foi realizada apenas uma aplicação do gel por sessão, com intervalo de 7 dias para cada sessão, totalizando 3 aplicações do gel clareador e tempo total de ação de 120 minutos.

Grupo 9: Utilização do peróxido de hidrogênio a 20% (Whiteness HP Blue Calcium – FGM Produtos Odontológicos). O gel foi manipulado e aplicado sobre a superfície do esmalte, em camada de aproximadamente 1,0mm de espessura de acordo com as recomendações preconizadas pelo fabricante. Após 50 minutos de contato do gel com o esmalte, os espécimes foram lavados com água deionizada. Foi realizada apenas uma aplicação do gel por sessão, com intervalo de 7, totalizando 3 aplicações do gel clareador e tempo total de ação de 150 minutos.

Durante todo o período em que não estavam sendo submetidos aos tratamentos descritos, todos os espécimes foram mantidos em saliva artificial, especificadamente formulada para remineralização dos tecidos duros dentais e trocada diariamente (PINHEIRO JR. *et al.*, 1996). A solução remineralizadora é similar a saliva natural em termos de Ca e P de acordo com o proposto por Serra e Cury (1992). A composição da saliva artificial é apresentada na **tabela 5**.

TALELA 5: Composição da saliva artificial.

SUBSTÂNCIA	CONCENTRAÇÃO (mmol/L)
PO_4	0,9
Ca	1,5
KCl	50
Tri-hidroximetil	20

Após as últimas sessões de cada grupo, os espécimes eram lavados com água deionizada, secos com papel absorvente e logo em seguida, armazenados em frascos contendo saliva artificial e mantidos em estufa a 37ºC, durante 24 horas, a fim de realizar o teste de rugosidade.

4.2.7 DETERMINAÇÃO DO pH DOS AGENTES CLAREADORES

Para análise do pH dos agentes clareadores foi escolhido o peagômetro portátil com display digital (Sentron Model 1001, Sentron) **(Figura 7)**. Este aparelho possui um eletrodo de dimensões reduzidas, compatível com a dimensão do espécime, permitindo a realização da leitura com precisão de 0,01, em poucos segundos e com mínimo desperdício do gel clareador. Previamente ao início das leituras de cada grupo, era realizada a calibração dupla do peagômetro com substâncias padrão de pH 4,0 e 7,0.

TABELA 6: Características do peagômetro utilizado para avalição do pH dos géis clareadores.

Equipamento (Nome Comercial e fabricante)	Potência	Soluções Calibradoras	Precisão
Peagômetro Sentron Model 1001 (Sentron Incorporated, WA, U.S.A.)	9 V (bateria)	pH 2,0; 4,0; 7,0; 10,0 e 12,0	0,01

FIGURA 7: Peagômetro Sentron Model 1001.

Os valores iniciais e finais do pH dos agentes clareadores foram obtidos a partir das médias das leituras realizadas para cada aplicação do gel, independente do número de aplicações ou do número de sessões de cada grupo avaliado **(Figura 8)**. A primeira leitura foi realizada 30 segundos após o contato do gel clareador com o esmalte bovino e segunda leitura após 30 segundos do término dos tempos empregados, independente da ativação ou não com fonte de luz híbrida.

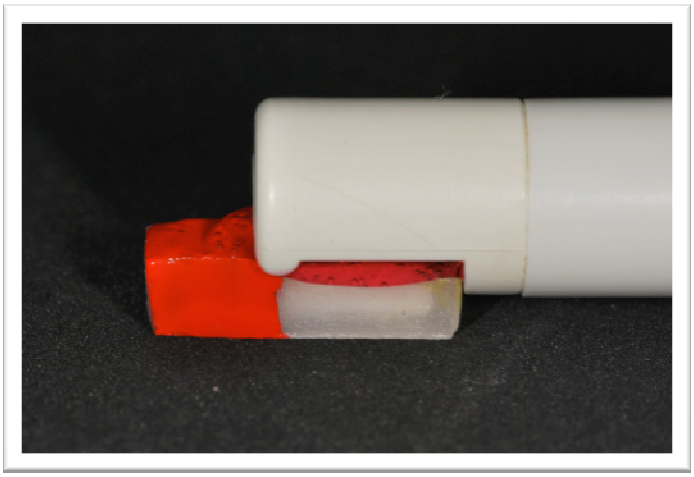

FIGURA 8: Avaliação do pH dos géis clareadores.

Ao final de cada leitura do pH o eletrodo do peagômetro era lavado com água deionizada e seco com papel absorvente para que não ocorresse interferência dos géis clareadores de diferentes tempos.

4.2.8 DETERMINAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL APÓS O CLAREAMENTO

As leituras de rugosidade superficial, após o clareamento, foram realizadas no segmento do espécime que sofreu o processo de clareamento, seguindo-se a mesma metodologia descrita anteriormente no item 4.2.4.

Após a determinação da rugosidade, os espécimes foram armazenados novamente em frascos contendo saliva artificial e mantidos em estufa a 37ºC, durante 7 dias, para a realização do teste de abrasão.

4.2.9 ARMAZENAMENTO DOS ESPÉCIMES

Após a determinação da rugosidade superficial inicial, do clareamento na área teste, os espécimes foram armazenados em recipientes plásticos brancos, com 5mL de saliva artificial, hermeticamente fechados, identificados e colocados em estufa a uma temperatura de 37ºC e umidade absoluta de 100%. Foi aguardado um período de sete dias para a ocorrência de remineralização, com troca diária da saliva artificial, para então ser realizado o procedimento da escovação simulada.

4.2.10 PROCEDIMENTO DE ABRASÃO

Para a realização dos testes de abrasão (PRAKKI *et al.*, 2008; MONDELLI *et al.*, 2009) foi utilizada a máquina para simulação de escovação, idealizada para este propósito, através do protocolo descrito por Turssi (2001).

Esta máquina consiste em um motor que produz movimentos de vaivém em dez braços, nos quais são fixadas as cerdas de escovas dentais (Colgate Classic, Colgate Palmolive – Divisão da Kolynos do Brasil Ltda., Osasco-SP, Brasil) viabilizando simulação simultânea da escovação em dez espécimes. A base do equipamento é de aço inoxidável, especialmente desenhada, possui dez orifícios

(lojas) independentes para o posicionamento dos espécimes, de tal forma que a ação das cerdas da escova dental exerça atrito somente na metade da superfície do espécime que recebeu o tratamento clareador, ficando a outra metade do espécime como controle para se determinar o desgaste após o clareamento e a escovação. As "cabeças" das escovas dentais foram fixadas de forma a garantir o seu alinhamento paralelo à base metálica **(Figura 9A)**.

O equipamento é dotado de um sensor de temperatura que viabiliza a escovação a uma temperatura de 37±1°C através de monitoramento altamente preciso e livre de interferências externas. A amplitude da excursão dos movimentos de escavação foi ajustada em 20mm, compatível com a dimensão dos espécimes. Os ciclos foram ajustados a uma velocidade de 5,5 ciclos por segundo com carga de 300g. Durante a escovação, a máquina foi ajustada para injetar freqüentemente, em cada espécime, 0,4ml de solução (slurry) a cada 120 segundos.

A solução (slurry) consistiu de dentifrício dental Colgate MPF (Colgate Palmolive – Divisão da Kolynos do Brasil Ltda, Osasco – SP, Brasil) e água destilada na proporção de 1:2 em peso e foi pesada e diluída no interior de um Becker com água destilada, de acordo com a especificação ISO 14569-1 (ISO, 1999). O preparo da solução foi realizado imediatamente antes de sua utilização, com a finalidade de preservar suas características (HEFFERREN, 1976). A escolha dos espécimes foi feita de forma aleatória, através de sorteios feitos entre os 90 espécimes, e as escovas de dente foram trocadas ao fim de cada 50.000 ciclos, num total de 100.000 ciclos para cada espécime dos nove grupos escovados **(Figura 9B)**.

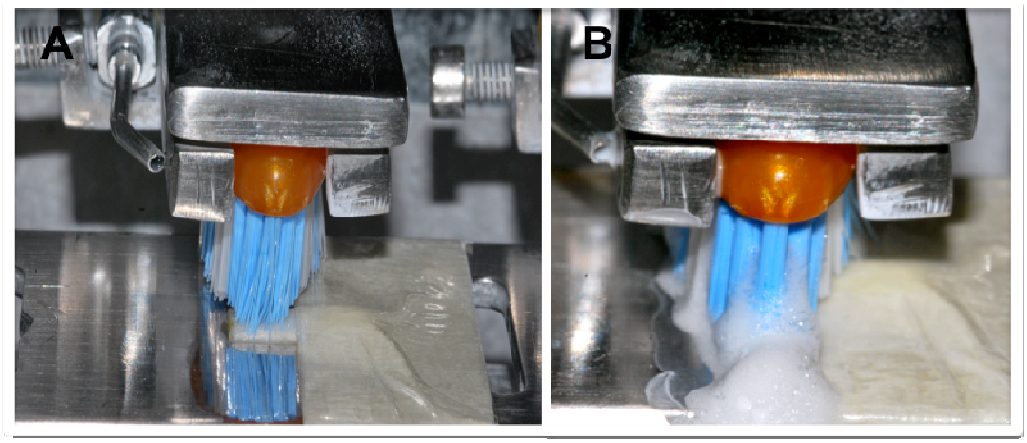

FIGURA 9: A - Disposição do espécime em relação à barra metálica e à escova dental;
B - escovação do espécime.

4.2.11 LIMPEZA DOS ESPÉCIMES

Após o término dos 100.000 ciclos de escovação, os espécimes foram cuidadosamente removidos da matriz metálica e imediatamente lavados em água corrente com auxílio de uma pinça clínica. Em seguida, eram colocados no interior de um aparelho de vibração ultra-sônica T7 Thornton (Unique Ind. e Com. de Produtos Eletrônicos Ltda., São Paulo, SP) por 5 minutos, cujo compartimento central continha água destilada para que as partículas abrasivas do creme dental fossem removidas das superfícies espécimes. Posteriormente a este procedimento, foram secos com papel absorvente e armazenados em saliva artificial no interior de recipientes individualizados e identificados à temperatura de 37°C e umidade absoluta de 100%, para a determinação da rugosidade superficial final.

4.2.12 DETERMINAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL FINAL

As leituras de rugosidade superficial final foram realizadas, no segmento do espécime que sofreu o processo de abrasão, seguindo-se a mesma metodologia descrita anteriormente no item 3.2.4. As diferenças dos valores entre as médias iniciais e finais foram reportadas como a alteração final da rugosidade.

4.2.13 DETERMINAÇÃO DO DESGASTE SUPERFICIAL

Para realização das leituras de desgaste da superfície dos espécimes foi utilizado o mesmo aparelho, o rugosímetro Hommel Tester T1000 basic (Hommelwerke GmbH ref. # 240851 – Schwenningem – Germany), na função de perfilômetro. Para aferição do desgaste através do perfil real da superfície de cada espécime foram escolhidos os seguintes parâmetros:

T mínima = 8µm Lt = 10mm Lm= 9mm
T máxima = 40µm Lc= 0.00mm (cut–off)

Sendo:

T= tolerância (valores extremos a serem considerados nas leituras)

Lt= limite de tracejamento (extensão real percorrida pela ponta ativa)

Lm= limite de medição (extensão considerada na leitura)

Lc= *cut-off* (filtragem, minimizando a ondulação da superfície)

O rugosímetro foi conectado a um microcomputador que processava todas as informações pertinentes aos ensaios. Com o auxílio de um software do equipamento (Turbo Datawin-NT, Versão 1.34, Copyright© 2001), foram obtidos os perfis reais das superfícies testadas quantificando o desgaste.

Foram realizadas três leituras em cada espécime para se obter a média do desgaste (ASENJO-MARTINEZ, 2004; MONDELLI *et al.*, 2009).

O perfil traçado pelo rugosímetro percorreu a superfície dos espécimes passando pela metade demarcada com esmalte de unha (lado controle) e pela metade não demarcada (lado escovado). Como o lado controle não foi escovado e se assemelhava muito a uma linha reta, tornou-se fácil a identificação da região submetida à escovação (lado escovado). Assim sendo, a perda de tecido mineralizado foi quantificada pelo perfil real medindo-se à distância em micrometros (µm) da linha média do gráfico, correspondente à linha do plano da área demarcada (lado controle) do espécime, até o maior vale correspondente à área escovada **(Figura 10)** (HONÓRIO, 2003).

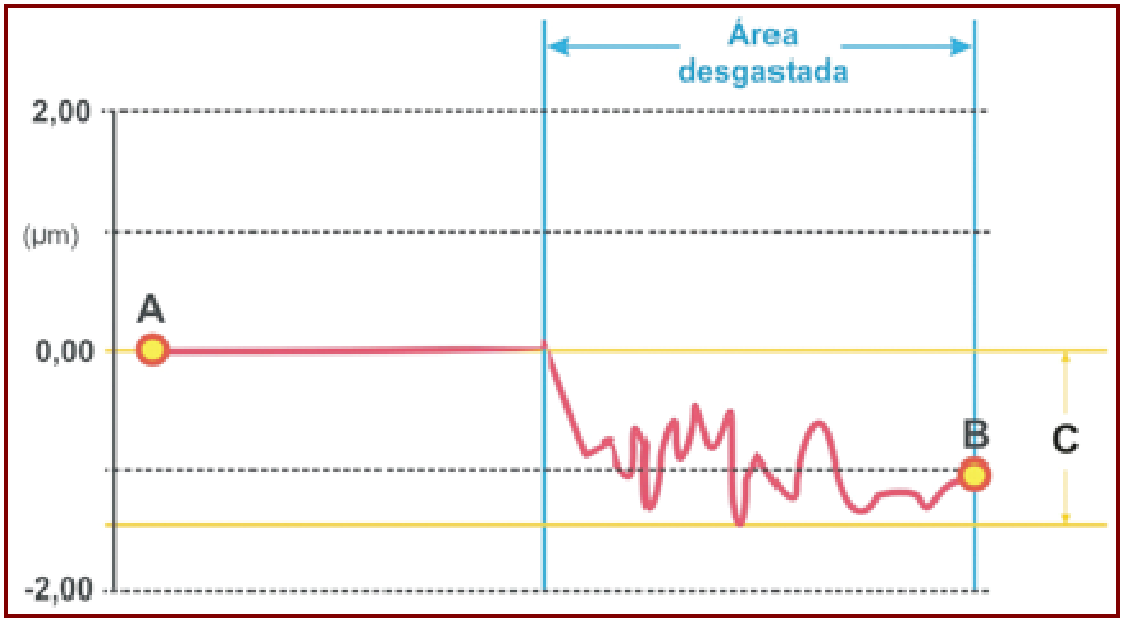

FIGURA 10: Ilustração esquemática mostrando o desgaste dos espécimes testados. (A) início da leitura feita pelo rugosímetro; (B) final da leitura e (C) desgaste máximo ocasionado pelo procedimento de abrasão

4.2.14 FORMA DE ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos das leituras de pH foram submetidos à ANOVA (análise de variância) a um critério e posteriormente ao teste de Tukey para comparações individuais entre os grupos. O nível de significância foi de 5% com $p<0,05$.

Em relação ao desgaste e a alteração de rugosidade superficial os resultados foram submetidos a análise estatística a fim de verificar a ocorrência ou não de diferenças estatisticamente significantes, para tanto foi utilizado o teste de Kruskal Wallis e posteriormente o teste de Dunn para comparações individuais entre os grupos. Em ambos os testes foram utilizados nível de significância de 5% com $p<0,05$.

5 Resultados

5 RESULTADOS

5.1 ANÁLISE DO pH

A análise de variância a um critério sobre a análise do pH dos géis clareadores mostrou haver diferenças estatisticamente significantes entre as médias iniciais e finais dos grupos estudados ($F=997,6$; $p<0,05$). Portanto, tornou-se necessário à aplicação do teste de Tukey para comparações individuais entre os grupos.

Seguem-se os valores das médias das leituras registradas nos tempos inicial e final de cada grupo pelo peagômetro digital (Sentron Model 1001, Sentron) (Tabela 7). Os valores expressos nesta tabela estão didaticamente ilustrados no gráfico seqüencial 1. As tabelas da análise estatística de todos os grupos estão no apêndice A.

TABELA 7: Comparação entre os valores de pH inicial e final entre os grupos estudados.

Grupos n = 10	Inicial ± DP	Final ± DP
G1 (Controle)	-------	-------
G2 (Whiteness HP Maxx 35%: 135 min.)	6,251 ± 0,060 Ae	5,781 ± 0,045 Bf
G3 (Whiteness HP Maxx 35%: 135 min.)	6,090 ± 0,056 Af	5,630 ± 0,105 Bf
G4 (Lase Peroxide Sensy 35% + LH: 30 min.)	7,420 ± 0,131 Ad	6,580 ± 0,286 Be
G5 (Lase Peroxide Sensy II 25%+ LH: 30 min.)	7,540 ± 0,051 Ad	6,920 ± 0,147 Bd
G6 (Lase Peroxide Lite 15%+ LH: 30 min.)	8,380 ± 0,122 Ab	7,990 ± 0,137 Bc
G7 (Whitegold Office – 35%: 135 min)	7,430 ± 0,105 Ad	7,840 ± 0,126 Bc
G8 (Whiteness HP Blue Calcium – 35%: 120 min.)	8,130 ± 0,125 Ac	8,400 ± 0,176 Bb
G9 (Whiteness HP Blue Calcium – 20%: 150 min.)	8,920 ± 0,091 Aa	8,880 ± 0,103 Aa

** Letras minúsculas: análise entre linhas
* Letras maiúsculas: análise entre colunas

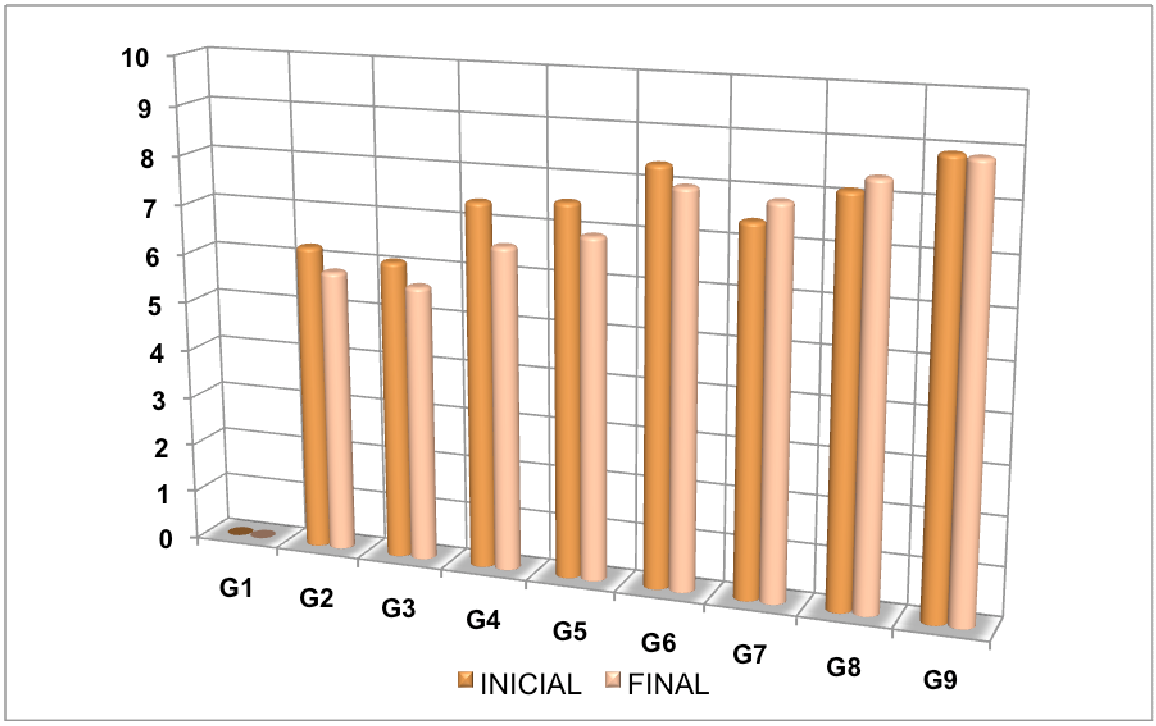

GRÁFICO 1: Médias do pH inicial e final de cada grupo estudado.

5.2 ANÁLISE DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL

O teste de Kruskal Wallis (técnicas clareadoras e fase de avaliação – controle, clareado e escovado) sobre a alteração de rugosidade superficial mostrou haver diferença estatisticamente significante entre a rugosidade inicial e após o clareamento e entre após o clareamento e escovação, ($F=45,82$ e $F=53,87$; $p<0,05$). Portanto, tornou-se necessário à aplicação do teste de Dunn para comparações individuais entre os grupos.

Seguem-se os valores das médias das leituras registradas pelo rugosímetro Hommel Tester T1000, nos tempos avaliados (**Tabela 8**). Os valores expressos nestas tabelas estão didaticamente ilustrados no gráfico 2. As tabelas da análise estatística de todos os grupos estão no apêndice B e C.

TABELA 8: Médias de rugosidade inicial, após clareamento, após escovação simulada, desvio padrão (DP), diferença entre os tempos e análise estatística dos grupos estudados.

Grupos n=10	Rug. Inicial + DP (T_1)	Rug. após clareamento + DP (T_2)	Diferença ± DP ($T_2 – T_1$)	Rug. após escovação + DP (T_3)	Diferença ± DP (T_3 - T_2)
G1 Controle	0,304 ±0,082	0,256 ±0,061	0,048 ±0,042^{A}	0,400 ±0,072	-0,143 ±0,030^{AB}
G2 Whiteness HP Maxx 35%	0,245 ±0,052	0,539 ±228	-0,296 ±0,213^{CD}	1,152 ±0,143	-0,612 ±0,254^{BC}
G3 Whiteness HP Maxx 35%	0,294 ±0,109	0,382 ±0,182	-0,085 ±0,091^{ABCD}	1,262 ±0,123	-0,879 ±0,212^{B}
G4 Lase Peroxide Sensy 35%	0,307 ±0,086	0,787 ±0,256	-0,479 ±0,314^{CD}	0,723 ±0,159	0,064 ±0,237^{A}
G5 Lase Peroxide Sensy II 25%	0,391 ±0,056	0,581 ±0,111	-0,190 ±0,103 ^{BCD}	0,623 ±0,185	-0,030 ±0,145^{A}
G6 Lase Peroxide Lite 15%	0,363 ±0,044	0,707 ±0,203	-0,343 ±0,217^{C}	0,714 ±0,147	-0,007 ±0,157^{A}
G7 Whitegold Office 35%	0,268 ±0,056	0,302 ±0,076	-0,033 ±0,046 ^{ABD}	0,409 ±0,061	-0,107 ±0,067^{AC}
G8 Whiteness Blue Calcium 35%	0,252 ±0,117	0,414 ±0,235	-0,162 ±0,277 ^{ABCDE}	0,519 ±0,130	-0,105 ±0,123^{A}
G9 Whiteness Blue Calcium 20%	0,314 ±0,130	0,344 ±0,221	-0,020 ±0,107 ^{ABE}	0,513 ±0,127	-0,179 ±0,115^{ABC}

* Letras maiúsculas: análise entre linhas

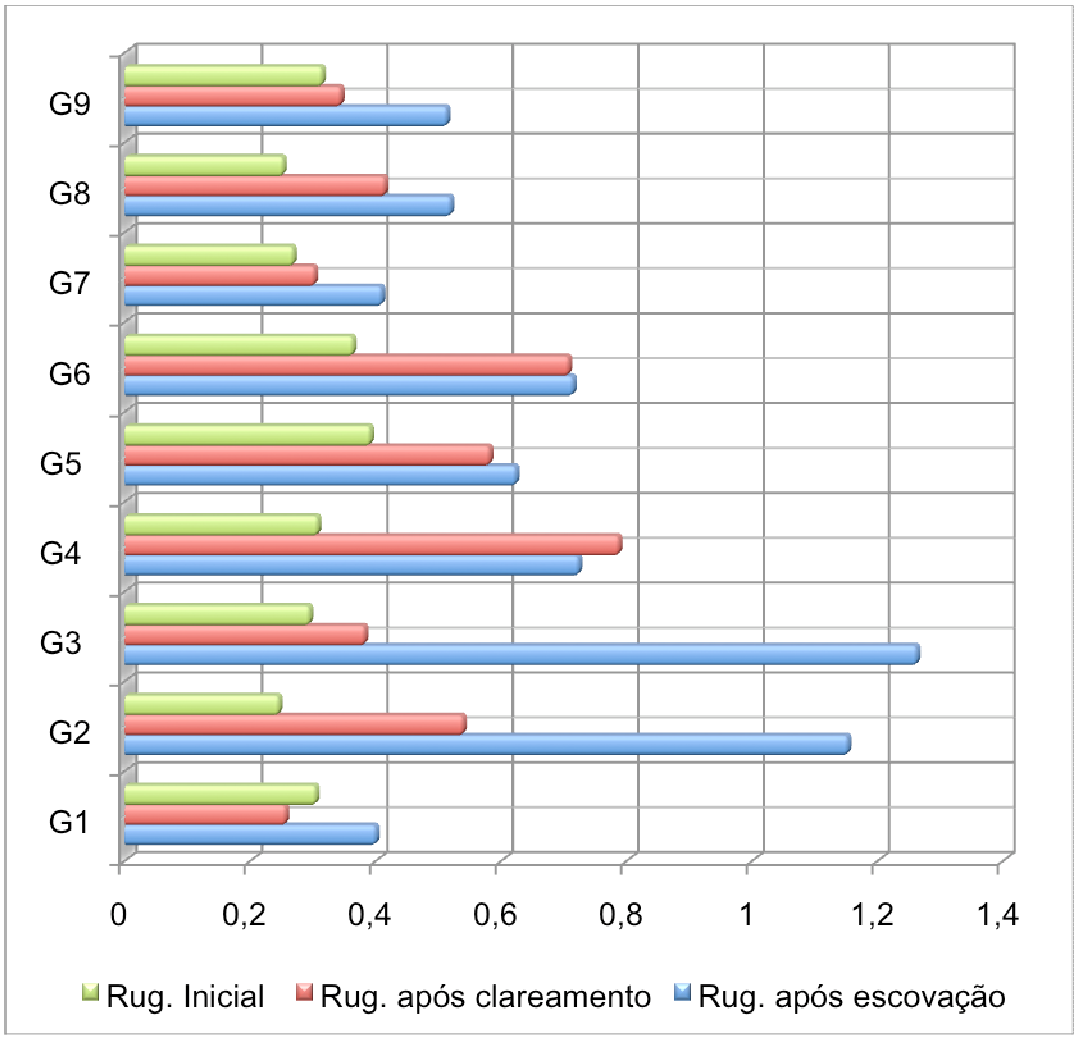

GRÁFICO 2: Médias dos valores de rugosidade aritimética (*Ra*) inicial, após clareamento e após escovação.

5.3 ANÁLISE DO DESGASTE SUPERFICIAL

O teste de Kruskal Wallis (técnica clareadora) sobre a variação do desgaste superficial mostrou haver diferenças estatisticamente significantes entre os grupos testados ($F=39,63$; $p<0,05$). Desta maneira, aplicou-se o teste de Dunn aos citados valores obtidos.

Na **tabela 9** são apresentados os valores das médias de desgaste, desvio padrão e análise estatística após o teste de escovação simulada obtidos em cada grupo experimental. A representação gráfica dos resultados do desgaste pode ser observada no **gráfico 3**.

As tabelas da análise estatística de todos os grupos estão no apêndice D.

TABELA 9: Valores de desgaste (μm), desvio padrão e anáise estatística após escovação simulada, nos grupos estudados.

Grupos n = 10	Médias	Desvio Padrão	Análise
G1 (Controle)	9,150	0,669	A B
G2 (Whiteness HP Maxx 35%: 135 min.)	14,790	1,971	C
G3 (Whiteness HP Maxx 35%: 135 min.)	11,780	1,675	B C
G4 (Lase Peroxide Sensy 35% + LH: 30 min.)	10,420	2,292	A B C
G5 (Lase Peroxide Sensy II 25%+ LH: 30 min.)	9,090	0,738	A B
G6 (Lase Peroxide Lite15%+ LH: 30 min.)	9,301	1,200	A B
G7 (Whitegold Office – 35%: 135 min.)	8,661	0,589	A
G8 (Whiteness HP Blue Calcium – 35%: 120 min.)	9,078	0,847	A B
G9 (Whiteness HP Blue Calcium – 20%: 150 min.)	9,872	1,475	A B C

* Letras maiúsculas: análise entre linhas

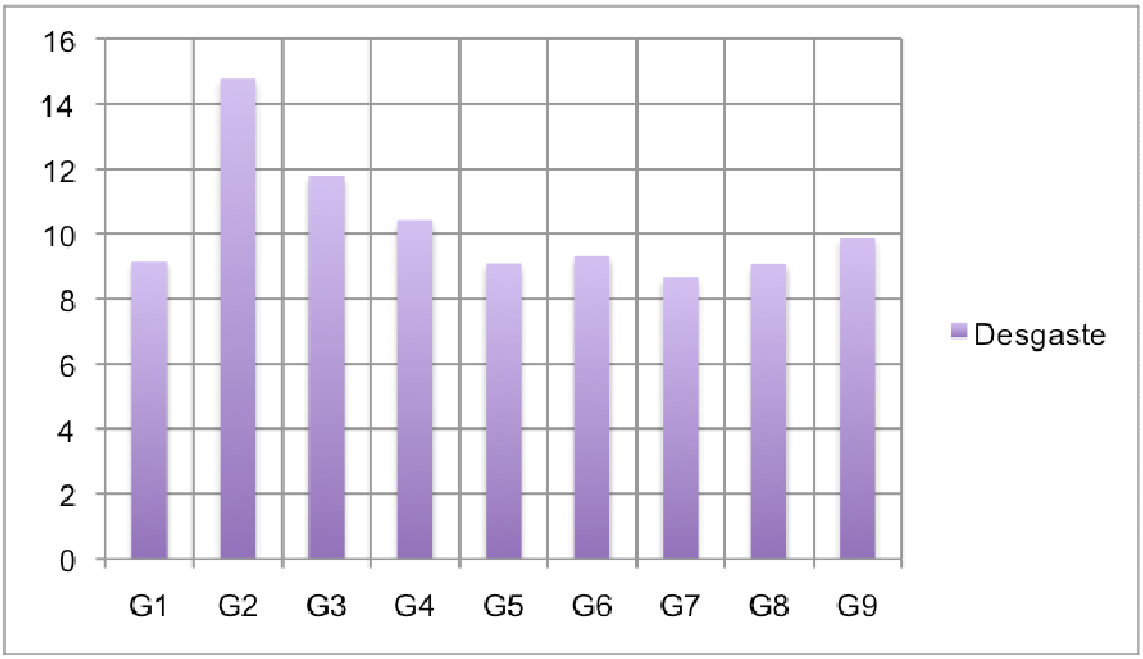

GRÁFICO 3: Médias dos valores de desgaste obtidos após o teste de escovação simulada.

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

6.1 DISCUSSÃO RELACIONADA AOS MÉTODOS EMPREGADOS

Para o presente estudo foram selecionados incisivos inferiores bovinos devido à semelhança estrutural e histológica destes com os dentes humanos (KWON *et al.*, 2002; MANNING; EDGAR 1992; SATO *et al.*, 1999; CAMPOS, CAMPOS; VITRAL, 2008), serem de fácil coleta, conseguido em grandes quantidades e possuírem volume vestibular suficiente, onde se consegue uma área plana extensa para o propósito do estudo (MELLBERG, 1992; MONDELLI *et al.*, 2009).

O esmalte bovino ainda apresenta homogeneidade, mostrando-se algumas vezes com uma variabilidade biológica menor do que o esmalte humano (ARENDS; SCHUTHOF; JONGEBLOED, 1980), uma vez que não estão expostos à altas concentrações de flúor e não sofrem desafios cariogênicos (KOULOURIDES; CHIEN, 1992; MELLBERG, 1992).

A superfície vestibular do esmalte bovino apresenta-se irregular e rugosa, com numerosas e profundas periquimáceas, o que impossibilitaria o adequado registro numérico do desgaste e da rugosidade com o seu respectivo dispositivo de leitura. Diante disto, no preparo dos espécimes foi realizado uma planificação da superfície vestibular do esmalte. Após a regularização do esmalte, com lixas de granulação decrescente, obteve-se uma maior uniformidade entre todos os noventa espécimes (MANNIG, EDGARD, 1992; MONDELLI *et al.*, 2009).

Nos dados obtidos, o esmalte bovino demonstrou valores de desvio padrão regulares com pequena variabilidade do substrato bovino tanto para os testes de rugosidade como para os de desgaste, indo de encontro com as características citadas anteriormente e dos achados de Mondelli *et al.* (2009). A análise estatística dos resultados apontou significância entre as várias correlações propostas, comprovando a eficiência do método empregado.

As medições de rugosidade superficial foram realizadas através do rugosímetro Hommel Tester T1000 – Hommelwerke GmbH, o padrão de leitura utilizado foi a rugosidade aritmética (Ra) ou ainda, *roughness average*, ou seja, a

média aritmética entre os picos e vales percorridos pelo instrumento (HONÓRIO *et al.*, 2003). O valor do *cut-off* utilizado foi de 0,25mm; este parâmetro determina o filtro utilizado durante a medição, ou seja, comprimentos de onda menores que este valor são utilizados para perfil de rugosidade e comprimentos de onda maiores, são utilizados para perfil ondulado. Foram realizadas leituras em três tempo diferentes: antes do clareamento, determinando a rugosidade inicial, após o clareamento e após escovação simulada.

Para cada superfície do espécime foram realizadas três leituras aleatórias, na tentativa de abranger a maior parte da superfície testada, adotados também por Turssi (2001); Worschech *et al.* (2003) e Mondelli *et al.* (2009). Worschech *et al.* (2003), adotaram seis leituras, assim como poderiam ter sido realizadas cinco leituras por cada espécime (ASENJO-MARTINEZ, 2004; HOSOYA *et al.*, 2003; PRAKKI *et al.*, 2005).

Os grupos tratados com Lase Peroxide 35%, 25% e 15% (DMC) precisam ser irradiados por uma fonte de luz híbrida (LED/Laser) segundo orientações do fabricante. A função da luz híbrida é sensibilizar o corante (GARBER, 1997; KUTSCH , 1993; MONDELLI, 2003; REYTO, 1998; ZANIN *et al.*, 2003), acelerando o clareamento pelo aumento da temperatura e maior liberação do oxigênio nascente, que é o íon responsável pelo efeito clareador.

Inúmeros são os trabalhos encontrados na literatura que citam diferentes formas de aplicação do luz/calor. Goldstein (1976), acoplou uma lâmpada “photo-flood” ao refletor; Mondelli (1998), empregou espátulas ou brunidores aquecidos; em fevereiro de 1996 foi aprovado pelo Íon Laser Technology (ILT) o emprego do laser de argônio e CO_2, onde a rápida absorção da energia laser aquece a solução mais rapidamente que os sistemas de aquecimento convencionais (REYTO, 1998), e no ano de 2003, Zanin *et al.* e Mondelli utilizaram a luz híbrida de LED/Laser.

Porém, alguns inconvenientes podem estar associados à utilização do calor. Segundo Pashley, Thompson e Stewart (1983), o aumento de 40ºC quase dobra o fluxo dos fluídos através da dentina. Já Rotstein, Torek e Lewinstein (1991), demonstraram que o aumento da temperatura pode ser prejudicial quando se prolonga por muito tempo as sessões de clareamento; recomendaram, então que o uso do calor e a duração das sessões fossem diminuídas. Kegler (2009), mostrando

que a aplicação do gel clareador proporcionou aumento de temperatura intracâmara pulpar, especialmente nos grupos que sofreram ação da lâmpada halógena.

Nos grupos clareados com peróxido de hidrogênio à 35%, 25% e 15% fotossensíveis (Lase Peroxide, DMC), a ativação da luz híbrida (LED e laser de diodo), promoveu a decomposição da molécula de peróxido (REYTO, 1998). Seguindo a técnica onde o peróxido é irradiado por luz e sua decomposição se dá parte pela luminosidade e parte pelo aquecimento, gerado pela fonte de luz LED e pelo laser de diodo, utilizou-se do protocolo de clareamento de 4 aplicações do gel de 7 minutos e 30 segundos cada, num total de 30 minutos de contato com o esmalte; estando dentro do recomendado pelo fabricante de até 5 aplicações do gel por sessão (MONDELLI *et al.*, 2009; CASAS-APAYCO *et al.*, 2010).

Nos grupos que não sofreram a ação da luz híbrida LED/Laser, o protocolo incluiu diversos tempos de aplicações dos géis clareadores sobre a superfície do esmalte. Como descrito na literatura, optou-se por 3 aplicações de 15 minutos cada por sessão, totalizando 45 minutos de contato do gel com o substrato do clareador Whiteness HP Maxx 35% (PINTO *et al.*, 2004). Baseando-se em estudos recentes, o gel clareador Whiteness HP Maxx 35% e o Whitegold Office – 35% foram aplicados sobre o esmalte durante 45 minutos, em única aplicação, por sessão (MARSON; SENSI; REIS, 2008). Todos os protocolos escolhidos para tal estudo encontram-se descritos na literatura, onde segundo alguns autores o tempo máximo de permanência de gel clareador em contato com o substrato dentário pode ser de até 2 horas (EFEOGLU; WOOD; EFEOGLU, 2007).

Nos intervalos entre as sessões, 7 dias após clareamento e 24 horas após escovação de todos os grupos, os espécimes ficaram armazenados em saliva artificial, especificamente formulada para remineralização, (PINHEIRO JR. *et al.*, 1996; SERRA; CURY, 1992), diminuindo a erosão superficial.

Ao realizarmos a análise do pH dos géis clareadores, foi utilizado o peagômetro portátil com display digital Sentron Model 1001. Com este aparelho, que possui um eletrodo de dimensões reduzidas e permite a realização da leitura com precisão de 0,01, foi possível que todas as leituras fossem realizadas enquanto o gel clareador permanecia sobre o esmalte em tempos diferentes. Não foi encontrado metodologia semelhante a esta na literatura, pois a maioria dos trabalhos que

buscam avaliar o pH dos géis clareadores o realizam isoladamente (peróxido separado do espessante) (FRYSH *et al.*, 1995), através de peagômetro digital porém sem o contato do gel com substrato (FREIRE *et al.*, 2009), ou até por tiras impregnadas com reagente capazes de medir o pH quando o gel entra em contato com o papel da tira (MARSON; SENSI; REIS, 2008). A seleção do peagômetro e o protocolo para o presente estudo foi empregado para simular ao máximo o ambiente oral, proporcionando análise direta na superfície do gel em contato com o substrato (esmalte bovino). Este fato evitou qualquer interferência prévia, além da alta precisão nas medições, o que determinou baixo desvio padrão dos resultados observados. Ao início das leituras de cada grupo, a calibração do peagômetro era realizada com substância padrão de pH 4,0 e 7,0 (TOLENTINO; CHINELLATO; TARZIA, 2010; FREIRE, 2009).

O equipamento simulador de escovação é dotado de um sensor de temperatura que viabiliza a escovação à uma temperatura de 37 ± 2ºC através de um monitoramento preciso e livre de interferências externas. A importância do monitoramento da temperatura é explicada por alguns autores pois a rigidez das cerdas das escovas dentais tende a diminuir em temperaturas mais elevadas quando em comparação à temperatura ambiente, por ação do calor, podendo sua capacidade abrasiva ser reduzida em até 28% (HARTE; MANLY ,1976).

A amplitude da excursão dos movimentos de escovação varia na literatura de 15mm a 85mm (ASHMORE; VAN ABBE; WILSON, 1972; HEATH; WILSON, 1976). A influência desta amplitude com o desgaste é explicada por Heath e Wilson (1976), em seu trabalho quando utilizaram o comprimento de 45mm associado a um dentifrício, o desgaste foi significativamente maior em relação ao comprimento de 15mm. Ainda, em percursos de 15mm, o desgaste foi igual quando o teste foi ou não associado ao dentifrício. Isto se deve porque em excursões maiores diminui o contato entre as cerdas e o espécime e, em excursões menores, desgastam os espécimes por ruptura de partículas. A excursão dos movimentos de escovação, para o presente estudo, foi ajustada em 20mm, por se tratar de uma amplitude próxima da condição oral (TURSSI, 2001; MONDELLI *et al.*, 2009; NAHSAN, 2009).

A carga aplicada sobre os espécimes durante a escovação também pode exercer forte influência sobre a rugosidade e o desgaste; esta correlação é

constatada no trabalho realizado por Heath e Wilson (1976), onde sugerem que o aumento da carga de escovação leva a uma maior perda de material e que existe um limite de carga até o qual a escova irá exercer a sua função adequadamente, ou seja, 7N. Acima deste valor ocorre um declive dos valores de desgaste, provavelmente devido ao “envergamento’ das cerdas. Na literatura há uma grande variação do valor de carga utilizada, de 75g (ASHMORE; ABBE; WILSON, 1972; STOOKEY; MUHLER, 1968) a 700g (HEATH; WILSON, 1976). Turssi (2001), Prakki *et al.* (2008), Asenjo-Martinez (2004), Nahsan (2009) e Mondelli *et al.* (2009) utilizaram 300g, sendo este o valor adotado para o presente estudo, uma vez que a máquina de escovação empregada foi a mesma.

Quando se utiliza os testes *in vitro* utilizando escovação simulada, um dos pontos de maior discussão refere-se a sua equivalência cronológica *in vivo*, ou seja o número de ciclos que simula um ano de escovação na cavidade oral, que pode variar de 4.320 (KANTER; KOSKI; MARTIN, 1982) a 16.000 (AKER, 1982). A cada escovação, o paciente costuma realizar 15 ciclos em uma determinada região (SEXSON; PHILLIPS, 1951). Estudos relacionam o número de ciclos 60.000 a 18 meses de escovação *in vivo* (JONES; FISHER; WILSON, 1985) e 240.000 ciclos equivalem a 4 anos de escovação intra-oral (HARRINGTON *et al.*,1982). Em estudos mais recentes, a correlação estabelecida foi a de que um paciente costuma realizar em média 4.5 ciclos de escovação por segundo, supondo que cada sextante é escovado por cerca de 20 segundos, 90 ciclos serão realizados até o término do procedimento, de forma que 6.000 ciclos de escovação equivaleriam 1 a 2 meses (BUCHALLA; ATTIN; HELLWIG, 2000), ou segundo Tostes *et al.* (2009) 25.000 ciclos são equivalentes a 3 meses na cavidade oral. No presente estudo, o esmalte bovino foi submetido a 100.000 ciclos de escovação simulada equivalendo aproximadamente a 2 anos de escovação *in vivo* (MONDELLI *et al.*, 2005; PRAKKI *et al.*, 2008; MONDELLI *et al.*, 2009).

Para a mensuração da variável desgaste, o perfilômetro foi utilizado em função de se constituir em método efetivo para este tipo de mensuração. Delong (2006), afirmou que o perfilômetro constitui-se em método apropriado para quantificar o desgaste. O rugosímetro, através de sua pequena ponta apalpadora percorre toda a superfície a ser testada, traçando o seu perfil (CARPINETTI *et al.*,

1996; HONÓRIO 2003; ASENJO-MARTINEZ, 2004; MONDELLI *et al.*, 2009; TOSTES *et al.*, 2009).

A evidenciação do desgaste, resultante do tratamento executado, fica visível em função da forma como foram feitos os procedimentos de clareamento e escovação simulada, pois foi utilizada uma fita adesiva protegendo metade do corpo de prova, da ação do agente clareador e uma base metálica que protegia esta porção da ação da escova dental, ou seja, o desgaste não ocorreu sobre toda a superfície do fragmento, apenas sobre a área exposta (PRAKKI *et al.*, 2008; MONDELLI *et al.*, 2009).

A metodologia empregada neste estudo teve como objetivo simular tratamentos clareadores completos que ocorrem na cavidade oral, quanto a concentração do agente clareador, a escovação e a imersão em solução remineralizadora de saliva artificial.

6.2 DISCUSSÃO RELACIONADA AOS RESULTADOS OBTIDOS

Verificando os resultados obtidos no presente estudo através das análises do pH dos agentes clareadores, pode-se observar que houve uma tendência de diminuição do pH nos tempos inicial para o final. Estes resultados estão de acordo com o estudo de Price, Sedarous e Hiltz (2000), que afirmam que produtos a base de peróxido de hidrogênio podem exibir um baixo valor de pH, com exceção do grupo G9 que não apresentou diferenças estatísticas. Nos grupos G7 e G8 as médias finais exibiram maiores valores do que as médias iniciais ou seja, um aumento do pH inicial para o final, assim como os achados de Dezzoti, Silva e Souza Jr. e Nishiyama (2002), que encontraram um aumento do pH da água destilada nos grupos tratados com perborato de sódio e peróxido de hidrogênio a 30%.

Como discutido anteriormente, não há estudos que correlacionem a alteração do pH em contato direto com o substrato. De acordo com Cadenaro *et al.* (2008), os resultados encontrados neste estudo podem ser associados ao pH do peróxido de hidrogênio que de um modo geral exibe valores de pH 7,0 a 7,5, ou como o estudo de Marson, Sensi e Reis (2008), que mesmo depois de 45 minutos o peróxido de

hidrogênio ainda se mantém acima do nível considerado crítico (pH próximo do neutro ou pH básico). Porém os grupos G2 e G3 apresentaram os menores valores do pH inicial para o final quando comparados aos outros grupos estudados. Sulieman *et al.* (2004) afirmam que se o gel de peróxido de hidrogênio exibir valores em torno de pH 7,0, estará acima do ponto crítico de dissolução do esmalte (pH 5,5 a 6,5) portanto, dificilmente causará alterações morfológicas na superfície. Isso se deve a associação que os autores fizeram ao concluir que estas alterações estão associadas aos valores de pH dos géis e não ao processo clareador em si. Os resultados encontrados no estudo de Sulieman *et al.* (2004) vão de encontro aos dados obtidos no presente estudo, que justificaria a correlação entre os baixos valores das médias de pH final (pH 5,7 – 5,6) dos grupos G2 e G3 à maior rugosidade apresentada após o procedimento de escovação simulada. O fato do grupo G9 não ter apresentado diferença estatística entre as médias de pH dos tempos inicial para o final pode ser explicado pelos resultados de Tezel *et al.* (2007) e Pinto *et al.* (2004), em que concentrações de 35-38% o peróxido de hidrogênio levam a perda de mineral (Ca^{+2}), que é menor em substâncias de baixas concentrações, assim como o peróxido de hidrogênio a 20% utilizado no G9. Este fato também pode ser explicado pelas partículas de cálcio presentes no produto que, segundo o fabricante, tendem a minimizar a redução da microdureza do esmalte decorrente do clareamento.

Os dados encontrados na avaliação da rugosidade e desgaste superficial do esmalte bovino após clareamento e após escovação simulada indicaram haver aumento da rugosidade e do desgaste superficial, estatisticamente significantes entre os grupos estudados. Avaliando as alterações do esmalte quando submetido a ação de agentes clareadores, autores relatam os efeitos sobre as estruturas dentárias, mostrando que eles podem alterar a microdureza do esmalte (PINHEIRO JR. *et al.*, 1996; TITLEY; TORNECK; SMITH, 1988; PINTO *et al.*, 2004), a rugosidade superficial (HAYWOOD; HOUCK; HEYMANN, 1991; JUNQUEIRA *et al.*, 2000; LEE, 1995; SULIEMAN *et al.*, 2004; MONDELLI *et al.*, 2009), composição química (CIMILLI; PAMEIJER, 2001; ERNEST; MARROQUIN; ZONNCHEN, 1996), a força de adesão dos sistemas adesivos e resinas compostas ao esmalte recém clareado (BEM-AMAR *et al.*, 1995; JOSEY *et al.*, 1996) e danos pulpares irreversíveis (COSTA *et al.*, 2010). Assim como outros autores afirmaram a ausência

destas alterações na textura superficial do esmalte dentário quando submetido ao tratamento com agentes clareadores (HAYWOOD; HOUCK; HEYMANN, 1991; WORSCHECH *et al.*, 2003; EFEOGLU; WOOD; EFEOGLU, 2007; CADENARO *et al.*, 2008). Porém, os dados referentes às alterações morfológicas na estrutura do esmalte são conflitantes, em função da enorme variedade de métodos utilizados nos estudos, bem como a influência da diversidade de produtos, concentrações, pH, métodos de avaliação das alterações, tempos de ação dos géis, orientações técnicas e marcas comerciais analisadas (BITTER, 1992; GULTZ *et al.*, 1999; SPALDING, 2000).

Ao avaliar os testes de rugosidade superficial do esmalte observou-se que as técnicas clareadoras empregadas promoveram alterações estatisticamente significantes na superfície do esmalte, após o tratamento clareador comparando com a rugosidade inicial, como podem atestar as tabelas referentes à média, o teste de Kruskal Wallis e o teste de Dunn. Isso vai de encontro com os achados de Spalding, Taveira e De Assis (2003), Sulieman *et al.* (2004) e Mondelli *et al.* (2009).

Ao comparar a rugosidade superficial dos diferentes grupos após o clareamento nota-se que os grupos clareados com peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP Maxx – G2 e G3) apresentaram valores de rugosidade estatisticamente maiores quando comparado aos outros grupos estudados, assim como no estudo de Pinto *et al.* (2004). Estes resultados vão contra os achados de Cadenaro *et al.* (2008), que concluiu que peróxido de hidrogênio não produziu alterações morfológicas na superfície do substrato. Os grupos G4, G5 e G6 clareados com peróxido de hidrogênio a 35, 25 e 15%, respectivamente, não mostraram alterações significantes após o procedimento clareador. Este fato pode ser explicado pelos sistemas à base de LED/Laser que aquecem o agente clareador e não a estrutura dentária, evitando efeitos deletérios a superfície do esmalte (GARBER, 1997; KUTSCH, 1993; MONDELLI, 2003; REYTO, 1998; ZANIN *et al.*, 2003; KEGLER, 2009), além do menor tempo de contato com o esmalte quando da ativação com luz híbrida, em um total de 30 minutos contra os 135 minutos de aplicação dos grupos G2 e G3. Esta observação está em concordância com os resultados de Rosa e Mondelli (2009), onde afirmam que o clareamento foto assistido com luz híbrida ocasiona um procedimento com tempo clínico reduzido e menor nível de sensibilidade.

Os valores de rugosidade após o tratamento clareador e escovação simulada, neste estudo, mostraram que o procedimento abrasivo alterou a rugosidade de todos os grupos, inclusive do grupo controle que não recebeu nenhum tratamento. Todos os grupos apresentaram rugosidade maior que o grupo controle, sendo os grupos tratados com peróxido de hidrogênio 35% (Whiteness HP Maxx – G2 e G3) os que exibiram maiores valores quando comparados aos outros grupos. Resultados semelhantes foram concluídos por Mondelli *et al.* (2009) e poderia ser justificado pelo estudo de Novais; Toledo (2000) onde os autores relacionaram as alterações na superficie de esmalte tratada com o período de exposição do agente clareador .

Ao avaliar o desgaste da superfície de esmalte, os resultados demonstraram que 100.000 ciclos de escovação simulada levam ao desgaste desta superfície. Entre os diferentes grupos estudados, houve diferenças estatísticas no desgaste superficial do esmalte, sendo este maior nos grupos que receberam tratamento com agente clareador a base de peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP Maxx – G2 e G3) assim como na avaliação da rugosidade. Este resultados podem estar novamente associados ao tempo de exposição do gel clareador em contato com a superfície de esmalte. Os grupos G2 e G3 receberam 3 sessões de clareamento, e na análise de pH observou-se uma diminuição progressiva dos valores em relação ao número de aplicações; quanto mais aplicações foram feitas, mais próximos dos valores críticos eram a leituras do pH. Estudos como o de Bitter (1992) reportam a exposição de prismas de esmalte em protocolos de clareamento de longa duração, assim como Sulieman *et al.* (2004) afirmam que as mudanças morfológicas existentes na superfície do esmalte estão associados as características ácidas dos géis clareadores expostos por longo período.

É oportuno salientar que os dados obtidos neste estudo vão de encontro aos achados na literatura, onde afirmam que o clareamento torna a superfície do esmalte mais susceptível ao processo de abrasão e alterações morfológicas (JOSEY *et al.*, 1996; WORSCHECH *et al.*, 2003 e MONDELLI *et al.*, 2009).

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos as hipóteses nulas apresentadas devem ser rejeitadas.

- Os géis clareadores apresentaram tendência de diminuição dos valores de pH do tempo inicial para o tempo final de ação, com exceção dos grupos tratados com Whitegold Office 35% (G7) e Whiteness HP Blue Calcium 35% (G8).

- Os géis clareadores que exibiram valores mais próximos do pH ácido proporcionaram ao esmalte bovino maior alteração da rugosidade e do desgaste superficial, principalmente nos grupos tratados com Whiteness HP Maxx (G2 e G3) após o procedimento de escovação simulada.

Referências

REFERÊNCIAS

ADA – AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on Scientific Affairs. Laser – assisted bleaching: an update. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.129, n.10, p.1484-87, Oct. 1998.

AMES, J.W. Removing stains from mottled enamel. **J. Amer. Dent. Assoc./Dent. Cosmos**, p. 1674-7, Oct. 1937.

AKER, J.R. New composites resins: Comparison of their resistance to toothbrush abrasion and characteristics of abraded surfaces. **J Am Dent Ass.** v.104, n.4, p.633-35, Oct. 1982.

ARENDS, J.; SCHUTHOF, J.; JONGEBLOED, W.G. Lesion depth and microhardness indentations on artificial white spot lesions. **Caries Res.**, v.14, n.4, p.190-5, 1980.

ASENJO-MARTINEZ, M.A.J. **Avaliação do desgaste e da rugosidade superficial de uma resina composta, após escovação simulada, em função de diferentes energias e fontes de luz usadas na polimerização**. Bauru, 2004. 149p. Dissertação – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

ASHMORE, H.; VAN ABEE, N.J.; WILSON, S.J. The measurement *in vitro* of dentine abrasion by toothpaste. **Brit. Dent. J.**, v.133, n.2, p.60-6, July 1972.

BARBOUR, M.E.; REES, J.S. The laboratory assessment of enamel erosion: a review. **J Dent**. v.32, p.591-602, 2004.

BARATIERI, L.N. et al. In: Odontologia Restauradora – Fundamentos e Possibilidades. **Clareamento de dentes**. 1ª ed. São Paulo: Ed. Quitessence, 2001, p. 673-722.

BASTOS, J.R.M. et al. Contribuição á posologia de dentifrícios pelo cirurgião dentista no Brasil. **RGO**, v. 33, n.3, p.202-5, jul./set.. 1985.

BEN-AMAR, A. et al. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. **Amer. J. Dent.**, v.8, n.1, p.29-32, Feb. 1995.

BITTER, N.C. A scanning electron microscopy study of the effect of bleaching agents on enamel: A preliminary report. **J. Prosth Dent.**, v.67, n.6, p.852-5, June 1992.

BUCHALLA, W.; ATTIN, T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser – a systematic review. **Dent Mater,** Oxford, v. 23, n. 5, p. 586-596, 2007.

BUCHALLA, W.; ATTIN, T.; HELLWIG, E., Brushing abrasion of luting cements under neutral acidic conditions. **Oper. Dent.**, v.25, p.482-7, 2000.

CADENARO, M et al. Effect of two In-office whitening agents on the enamel surface In Vivo: a morphological and non-contact profilometric study. **Oper. Dent.**, v.33, n.2, p.127-134, 2008.

CAMPOS, I.M.C.; CAMPOS, C.N.; VITRAL, R.W.F. O uso de dentes bovinos como substitutos de dentes humanos em pesquisas odontológicas: Uma revisão da literaturA. **Pesq Bras Odontop Clin Integr**. v.8, n.1, p.127-132, jan./abr. 2008.

CALATAYUD, J.O et al. Comparative clinical study of two tooth bleaching protocols with 6% hydrogen peroxide. **Int. J Dent.** 2009. (ID 928306) doi:10.1155/2009/928306

CARPINETTI, L.C.R. et al. **Rugosidade Superficial:** conceitos e princípios de medição. São Carlos, Seção de Publicidade da EFESC-USP, 1996.

CASAS-APAYCO, L.C.; BASEGGIO, W.; FRANCO, E.B.; MONDELLI, R.F.L. Tratamiento de la pigmentación sistémica y la fluorosis por medio de blanqueamiento en consultorio asociado a microabrasión de esmalte. **Acta Odont. Venez.,** v.48, n.2, 2010. In: www.actaodontologica.com/ediciones/2010/2/art1.asp

CIMILLI, H.; PAMEIJER, C.H. Effect of carbamida peroxide bleaching agents on the physical properties and chemical composition of enamel. **Am. J. Dent.**, v.14, n.2, April 2001.

COSTA, C.A.S.; RIEHL, H.; KINA, J.F.; SACONO, N.T.; HEBLING, J. Human pulp responses to in-office tooth bleaching. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**., v.109, p.e59-e64, 2010.

DELONG R. Intra-oral restorative materials wear: Rethinking the current approaches: How to measure wear. **Dent Mat.,** v.22, n.8, p.702-11, 2006.

DEZOTTI, M.S.G.; SILVA E SOUZA JR, M.H.; NISHIYAMA, C.K. Avaliação da variação de pH e da permeabilidade da dentina cervical em dentes submetidos ao tratamento clareador. **Pesqui Odontol Bras.** v.16, n.3, p.263-268, 2002.

DWINELLE, W.W. Ninth Annual Meeting of American Society of Dental Surgeons. Article X. **Am. J. Dent Sci.**, v.1, p.57-61, 1850.

EFEOGLU N.; WOOD D.J.; EFEOGLU C. Thirty-five percent carbamide peroxide application causes in vitro demineralization of enamel. **Dent. Mat.**, v.23, p.900-04, 2007.

ENGLE, K. et al. Erosion and Abrasion of Enamel and Dentin Associated With At-Home Bleaching. **J Am Dent Assoc.**, v.141, n.5, p.546-551, 2010.

ERNEST, C.P.; MARROQUIN, B.B.; ZONNCHEN, B.W. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. **Quintessence Int.**, v.27, n.1, p.53-6, Jan. 1996.

FREIRE, A.; ARCHEGAS, L.R.P.; SOUZA, E.M.; VIEIRA, S. Effect of storage temperature on pH in-office and at-home dental bleaching agents. **Act. Odont. Latinoam**. v.22, n.1, p. 27-31, 2009.

FRYSH, H. et al. Effect of pH on hydrogen peroxide bleaching agents. **J Esth Rest. Dent.** v.7, p.130-133, 1995.

GARBER, D.A. Dentist-monitored bleaching: a discussion of combination and laser bleaching. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.128, p.26S-30S, April 1997.

GOLDSTEIN, R.E.; GARBER, D.A. Complete dental bleaching. Chicago:

Quintessence Publishing Co.; 1995.

GOLDSTEIN, R.E. In-office bleaching: where we came from, where we are today. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.128, p.11S-15S, April 1997.

GRABENSTETTER, R.J. et al. The mensurement of the abrasion of human teeth by dentifrice abrasives: a test utilizing radioactive teeth. **J. Dent. Res.**, v.37, n.6, p.1060-8, Nov./Dec. 1984.

GULTZ, J. et al. Two In-Office bleaching systems: a scanning electron microscope study. **Comp. Continuing Educ. Dent.**, v.20, n.10, p.965-72, Oct. 1999.

HARRINGTON, E.; et al. Toothbrush-dentifrice abrasion. **Brit. Dent. J.**, v.153, n.4, p.135-38, Aug. 1982.

HARTE, D.B.; MANLY, R.S. Effect of toothbrush variables on wear of dentin produced by four abrasives. **J. Dent. Res.**, v.54, n.5, p.993-8, Sep./Oct. 1975.

HARTE, D.B.; MANLY, R.S. Four variables affecting magnitude of dentifrice abrasiveness. **J. Dent. Res.**, v.55, n.3, p.322-7, May/June. 1976.

HAYWOOD, V.B.; HEYMANN, H.O. Nightguard Vital Bleaching. **Quintessence Int.**, v.20, n.3, p. 173-176, Mar. 1989.

HAYWOOD, V.B.; HOUCK, V.M.; HEYMANN, H.O. Nightguard Vital Bleaching: Effects of various solutions on enamel surface texture and color. **Quintessence Int.**, v. 22, n.10, p. 775-82, Oct. 1991.

HAYWOOD, V.B. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. **Quintessence Int.**, v. 23, n.7 p. 471-85, 1992.

HEATH, J.R.; WILSON, H.J. Abrasion of restorative materials by toothpaste. **J. Oral. Rehab.**, v.3, n.2, p. 121-38, Apr. 1976.

HEFFERREN, J.J. A laboratory method for assessment of dentifrice abrasivity. **J. Dent. Res.**, v.55, n.4, p.563-73, July/Aug. 1976.

HIRATA, R. In: TIPS: dicas em odontologia estética. **Clareamento dental: conceitos e substâncias clareadoras**. Artes Médicas, São Paulo, SP, 575 p, 2011.

HONÓRIO, H.M. **Avaliação do desgaste de diferentes métodos de profilaxia sobre o esmalte bovino hígido e desmineralizado.** Bauru, 2003. 70p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

HOSOYA, N.; et al. Changes in enamel surface roughness and adhesion of Streptococcus mutans to enamel after vital bleaching. **J. Dent.**, v.31, p.543-548, 2003.

HUNSAKER, K.J.; CHRISTENSEN, G.J.; CHRISTENSEN, R.P. Tooth bleaching chemicals – Influence on theeth and restorations (abstract n.1558) **J. Dent. Res.**, v.69, n.303, 1990 (abstract1558).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDIZATION. Techinical specification 14569-1. **Dental materials – Guidance on testing of wear resistance – Part 1: wear by tooth brushing.** Switzerland, ISO, 1999.

JONES, P.A.; FISHER, S.E.; WILSON,H.J. Abrasivity of dentifrice on anterior restorative materials. **Brit. Dent. J.**, v.158, n.3, p.130-3, Feb. 1985.

JOSEY, A.L., et al. The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. **J. Oral Rehab.** v.23, n.4, p.244-50, April 1996.

JUNQUEIRA, J.C. et al. Efeito da Técnica de Clareamento Utilizando Peróxido de Carbamida a 35%, Sobre o Esmalte Dental – Avaliação por Microscopia de Luz Polarizada e Microscopia Eletrônica de Varredura. **JBC.**, v.4, n.24, p. 61-5, nov./dez., 2000.

KANTER, J.; KOSKI, R.E.; MARTIN, D. The relationship of weight loss to surface roughness of composite resins from simulated tooth brushing. **J. Prosth. Dent.**, v.47, n.5, p.505-13, May 1982.

KEGLER,E.G. **Avaliação *In vitro* da alteração da temperatura inta-camara pulpar durante clareamento em consultório empregando fontes de luz**. Bauru, 2003. 117p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

KINGSBURY, C.A. Discoloration of dentine. **Dent. Cosmos.**, v.3, n.2 p.57-60, Sep. 1861.

KIRK, E.C. The chemical bleaching of teeth. **Dent. Cosmos,** v.31, p.273-5, 1889.

KNOW, H.Y.; HUO, M.S.; KIM, K.H.; KIM, S.K.; KIM Y.J. Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel. **Journal of Oral Rehabilitation**. v. 29, p.473±477, 2002.

KOULOURIDES, T.; CHIEN, M.C. The ICT in situ experimental model in dental research. **J. Dent. Res.**, v.71, p.822-7, Apr. 1992. Special Issue.

KWON, Y.H., et al. Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel. **J. Oral Rehab.**, v.29, p.473-7, 2002.

LAMBRECHTS, P. et al. How to simulate wear? Overview of existing methods. **Dental Materials**. v.22, p.693–701, 2006.

LEE, C. ET AL. Effect of bleaching on microhardness, morphology and color enamel. **Gen. Dent.**, v.43, n.2, p.158-62, 1995.

LEONARD Jr., R.H. et al. Nightguard Vital Bleaching and It's Effect on Enamel Surface Morphology. **J. Esthet. Restor. Dent.**, v.13, n.2, p.132-139, 2001.

LYNCH, E.; et al. Molecular mechanisms of the bleaching actions associated with commercially-available whitening oral health care products. **J. Ir. Dent. Assoc.**, v.41, n.4, p. 94-102, 1995.

MACEDO, R.P.; BUSATO, A.L.S.; GONZÁLEZ, P.A.H. Clareamento de Dentes Manchados por Tetraciclina. **JBC.** v.5, n.29, p.367-75, set./out. 2001.

MANNING, R.H.; EDGAR, W.M. Intra-oral models for studying de- and remineralization in man: methodology and measurement. **J. Dent. Res.**, v.71, p.895-900, Apr. 1992. Special issue.

MARSON, F.C.; SENSI, L.G.; REIS, R. Novo conceito na clareação dentária pela técnica no consultorio. **R Dental Press Estet**. v.5, n.3, p.55-66, jul./ago./set. 2008.

McEVOY, S. Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth. II. Current techniques and their clinical application. **Quintessence Int.**, v.20, n.6, p. 379-84, Jun. 1989.

MELLBERG, J.R. Hard-tissue substrates for evaluation of cariogenic and anti-cariogenic activity in situ. **J. Dent. Res.**, v.71, p.913-9, Apr. 1992. Special Issue.

MIELCZAREK, A. et al. The effect of strip, tray and office peroxide bleaching systems on enamel surfaces in vitro. **Dent Materials.**, v.24 p.1495–1500, 2008.

MILLER, W.D. Experiments and observations on the wasting of tooth tissue variously designated as erosion, abrasion, chemical abrasion, denudation, etc. **Dent. Cosmos.**, v.49, n.1, p.1-23, Jan. 1907.

MONDELLI, R.F.L. Clareamento dental. **RDR,** v.1, n.4, Out./Nov. 1998.

MONDELLI, R.F.L. Clareamento de dentes polpados: técnicas e equipamentos. **Rev. Odont. Biodonto**, v.1, n.1, p. 10-71, jan./fev. 2003.

MONDELLI, R.F.L.; LOPES, L.G. Estabelecimento da harmonia estética do sorriso associando as técnicas de clareamento e reanatomização dental para finalização de tratamento ortodôntico - Relato de caso clínico. **JBC.** v.4,n.23, set/out. 2000.

MONDELLI, R.F.L.; SOUZA JR., M.H.S.; CARVALHO, R.M.; In: Odontologia Estética - Fundamentos e Aplicações Clínicas. **Microabrasão do Esmalte**. Editora Santos, São Paulo, SP, v.II, 143p. 2001.

MONDELLI, R.F.L.; OLTRAMI, P.V.P.; D'ALPINO, P.H.P. Clareamento extrínseco de dentes com calcificação distrófica. **JBC**, v.1, n.34, p.-285-290, jul./ago., 2002.

MONDELLI, R.F.L. et al. Evaluation of weight loss anda surface roughness of compomers after simulated toothbrushing abrasion test. **J Appl Oral Sci**. v.13,n.2,p.131-135, 2005.

MONDELLI, R.M.F. et al. Wear and surface roughness of bovine enamel submitted to bleaching. **Eur J Esthet Dent**, v.4, n.4, p.396-403, 2009.

MOTTA, L.G.; et al. Análise do conteúdo abrasivo de dentifrícios. **Rev. ABO Nac.**, v.6, n.3, p.147-8, Jun./Jul. 1998.

NAHSAN, F.P.S. **Influência da aplicação de selantes na rugosidade de resinas compostas**. Bauru, 2009. 109 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

NAVARRO, M.F.L.; MONDELLI, R.F.L. In: Odontologia estética. **Riscos com o clareamento dental.** 1 ed. São Paulo: editora Santos, 2002. Cap. 20, p. 397-418.

PASHLEY, D.H.; THOMPSON, S.M.; STEWART, F.P. Dentin permeability: effects of temperature on hydraulic conductance. **J. Dent. Res.**, v.62, n.9, p.956-59, Sep. 1983.

PIEROLI. D. A. **Avaliação do potencial carcinogenico dos agentes clareadores dentais**. Bauru. 107 f. (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de Sao Paulo, Bauru, 1997.

PINHEIRO JR, E.C.; et al. In vitro action of various carbamide peroxide gel bleaching agents on the microhardness of human enamel. **Braz. Dent. J.**, v.7, n.2, p.75-79, Feb. 1996.

PINTO, C.F.; et al. Efeito de agentes clareadores de alta concentração na dureza e rugosidade superficial do esmalte dental. **Pesqui. Odontol. Bras.** v. 16, p.81. suplemento (Anais da 19ª Reunião Anual da SBPqO), 2002. (abstract Ib156)

PINTO, C.; OLIVEIRA, R.; CAVALLI, V; GIANNINI, M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. **Braz Oral Res**. v.18, n.4, p.306-11, 2004.

POZZOBON, R.T.; CANDIDO, M.S.M.; RODRIGUES JUNIOR, A.L. Análise da translucidez de materiais restauradores estéticos. Efeito de agentes clareadores e tempo. **JBC**. v.3, n.14, p.45-52, 1999.

PRAKKI, A.; CILLI, R.; MONDELLI, R.F.L.; KALACHANDRA, S. In vitro wear, surface roughness and hardness of propanal-containing and diacetyl-containing novel composites and copolymers based on bis-GMA analogs. **Dent. Materials**, v.24, p.410-417, 2008.

PRICE, R.B.T.; SEDAROUS, M.; HILTZ, G.S. The pH of tooth-whitening products. **Journal of the Canadian Dental Association**. v.66, p.421-426, 2000.

REYTO, R. Laser tooth whitening. **Dent. Clin. North Amer.,** v.42, n.4, p.755-62, Oct. 1998.

ROSA, E.R.; MONDELLI, R.F.L. Comparação clínica entre clareamento com e sem foto ativação. **DMC Journal**, p.14-17, dez., 2009.

ROTSTEIN, I.; TOREK, Y.; LEWINSTEIN, I. Effect of bleaching time and temperature on the radicular penetration of hydrogen peroxide. **Endod. Dent. Traumat.**, v.7, n.5, p.196-8, Oct.1991.

SANTOS, M.J.M.C.; SOUZA JR.; MONDELLI, R.F.L. Novos conceitos relacionados à fotopolimerização das resinas compostas. **JBD**. v.1, n.1, p.14-21, jan./mar. 2002.

SATO, I. et al. Comparison between deciduous and permanent incisor theeth in morphology of bovine enamel. **Okajimas Folia Anat. Jap.,** v.76, n.2-3, p.131-5, 1999.

SERRA, M.C.; CURRY, J.A. The *in vivo* effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to a desmineralization and remineralization model. **Quintessence Int.** v.24, n.2, p.143-47, 1992.

SEXSON, J.C.; PHILLIPS, R.W. Studies on the effects of abrasives on acrylic resins. **J. Prost. Den.**, v.1, n.4, p. 454-71, July 1951.

SHANNON, H.; et al. Characterization of enamel exposed to 10% carbamida peroxide bleaching agents. **Quintessence Int.**, v.24, n.1, p.39-44, 1993.

SPALDING, M. **Estudo "in vitro" do aspecto morfológico da superfície do esmalte e alteração na permeabilidade dentária após clareação.** Bauru, 2000, 137p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

SPALDING, M.; TAVEIRA L.A.; DE ASSIS G.F. Scanning electron microscopy study of dental enamel surface exposed to 35% hydrogen peroxide: alone, with saliva, and with 10% carbamide peroxide. **J Esthet Restor Dent.** v.15, n.3, p.154-64. 2003

STOOKEY, G.K.; MUHLER, J.C. Laboratory studies concerning the enamel and dentin abrasion properties of common dentifrice polishing agents. **J. Dent. Res.**, v.47, n.4, p.524-32, July/Aug. 1968.

SULIEMAN, M.; ADDY, M.; MACDONALD E.; REES, J.S. A safety study in vitro for the effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel. **J. Dent.**, v. 32, p.581-90, 2004.

TEZEL, H.; ERTAS, O.S.; OZATA, F.; DALGAR, H.; KORKUT, Z.O. Effect of bleaching agents on calcium loss from enamel surface. **Quint. Int.**, v.38, p.339-347, 2007.

TITLEY, K.C.; TORNECK, C.D.; SMITH, D. The effect of concentrated hydrogen peroxide solutions on the surface morphology of human tooth enamel. **J. Endod.**, v.14, n.2, p.69-74, Feb. 1988.

TOLENTINO, E.D.; CHINELLATO, L.E.M.; TARZIA, O. Avaliação da aceitação de pacientes em relação ao uso de antissépticos orais e estudo do pH das diferentes soluções. **Rev. Bras. Odontol.**, v. 67, n. 1, p.13-8, jan./jun. 2010.

TOSTES, N.E.; BAPTISTA, N.B.; CARVALHO JR, O.B.; FRANCISCONI, P.A.S.; PIRES, H.C. Avaliação do desgaste produzido em esmalte por crèmes dentais clareadores. **Revista Odontológica de Araçatuba**, v.30, n.2, p. 09-13, jul./dez., 2009 .

TURSSI, C.P. **Micromorfologia superficial de materiais estéticos submetidos a diferentes processos de degradação.** Piracicaba, 2001. Dissertação (mestrado). Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade Estadual de Campinas.

WEIGER, R.; KUHN, A.; LÖST, C. Effect of various types of sodium perborate on the pH of bleaching agents. **J Endod.** v.19, n.5, p.239-241, 1993.

WORSCHECH, C.C.; et al. In vitro evaluation of human dental enamel surface roughness bleached with 35% carbamide peroxide and submitted to abrasive dentifrice brushing. **Pesqui Odontol Bras,** v.17, n.4, p.342-8, 2003.

ZANIN, F.; BRUGNERA JUNIOR, A. Clareamento Dental com Luz Laser. **RGO**, 1ª ed., 42p 2002.

ZANIN, F.; et al. Clareamento Dental com Luz Laser e LED. **RGO**, v.51, n.3, p.143-146, Jul./Ago./Set. 2003.

Apêndice

APÊNDICE

APÊNDICE A: Análise estatística das médias do pH nos tempos inicial e final (ANOVA a um critério), desvio padrão e teste de Tukey para comparações individuais, p<0,05.

pH INICIAL	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
Number of values	10	10	10	10	10	10	10	10
Minimum	6,170	6,000	7,200	7,500	8,200	7,200	7,900	8,800
25% Percentile	6,193	6,075	7,300	7,500	8,300	7,400	8,075	8,800
Median	6,270	6,100	7,400	7,500	8,350	7,400	8,100	8,950
75% Percentile	6,300	6,100	7,525	7,600	8,500	7,500	8,225	9,000
Maximum	6,330	6,200	7,600	7,600	8,600	7,600	8,300	9,000
Mean	6,251	6,090	7,420	7,540	8,380	7,430	8,130	8,920
Std. Deviation	0,06008	0,05676	0,1317	0,05164	0,1229	0,1059	0,1252	0,09189
Std. Error	0,01900	0,01795	0,04163	0,01633	0,03887	0,03350	0,03958	0,02906
Lower 95% CI	6,208	6,049	7,326	7,503	8,292	7,354	8,040	8,854
Upper 95% CI	6,294	6,131	7,514	7,577	8,468	7,506	8,220	8,986

Tukey's Multiple Comparison Tes	Mean Diff	q	Significant? P < 0.05?	Summary	95% CI of diff
G2 vs G3	0,1610	5,180	Yes	*	0.02346 to 0.2985
G2 vs G4	-1,169	37,61	Yes	***	-1.307 to -1.031
G2 vs G5	-1,289	41,47	Yes	***	-1.427 to -1.151
G2 vs G6	-2,129	68,50	Yes	***	-2.267 to -1.991
G2 vs G7	-1,179	37,93	Yes	***	-1.317 to -1.041
G2 vs G8	-1,879	60,46	Yes	***	-2.017 to -1.741
G2 vs G9	-2,669	85,88	Yes	***	-2.807 to -2.531
G3 vs G4	-1,330	42,79	Yes	***	-1.468 to -1.192
G3 vs G5	-1,450	46,65	Yes	***	-1.588 to -1.312
G3 vs G6	-2,290	73,68	Yes	***	-2.428 to -2.152
G3 vs G7	-1,340	43,11	Yes	***	-1.478 to -1.202
G3 vs G8	-2,040	65,64	Yes	***	-2.178 to -1.902
G3 vs G9	-2,830	91,06	Yes	***	-2.968 to -2.692
G4 vs G5	-0,1200	3,861	No	ns	-0.2575 to 0.01754
G4 vs G6	-0,9600	30,89	Yes	***	-1.098 to -0.8225
G4 vs G7	-0,01000	0,3217	No	ns	-0.1475 to 0.1275
G4 vs G8	-0,7100	22,84	Yes	***	-0.8475 to -0.5725
G4 vs G9	-1,500	48,26	Yes	***	-1.638 to -1.362
G5 vs G6	-0,8400	27,03	Yes	***	-0.9775 to -0.7025
G5 vs G7	0,1100	3,539	No	ns	-0.02754 to 0.2475
G5 vs G8	-0,5900	18,98	Yes	***	-0.7275 to -0.4525
G5 vs G9	-1,380	44,40	Yes	***	-1.518 to -1.242
G6 vs G7	0,9500	30,57	Yes	***	0.8125 to 1.088
G6 vs G8	0,2500	8,044	Yes	***	0.1125 to 0.3875
G6 vs G9	-0,5400	17,37	Yes	***	-0.6775 to -0.4025
G7 vs G8	-0,7000	22,52	Yes	***	-0.8375 to -0.5625
G7 vs G9	-1,490	47,94	Yes	***	-1.628 to -1.352
G8 vs G9	-0,7900	25,42	Yes	***	-0.9275 to -0.6525

pH FINAL	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
Number of values	10	10	10	10	10	10	10	10
Minimum	5,670	5,500	6,100	6,700	7,800	7,600	8,100	8,700
25% Percentile	5,770	5,575	6,350	6,775	7,900	7,775	8,200	8,800
Median	5,785	5,600	6,600	6,950	8,000	7,850	8,450	8,900
75% Percentile	5,808	5,725	6,900	7,025	8,025	7,925	8,525	8,900
Maximum	5,830	5,800	6,900	7,100	8,300	8,000	8,600	9,100
Mean	5,781	5,630	6,580	6,920	7,990	7,840	8,400	8,880
Std. Deviation	0,04557	0,1059	0,2860	0,1476	0,1370	0,1265	0,1764	0,1033
Std. Error	0,01441	0,03350	0,09043	0,04667	0,04333	0,04000	0,05578	0,03266
Lower 95% CI	5,748	5,554	6,375	6,814	7,892	7,750	8,274	8,806
Upper 95% CI	5,814	5,706	6,785	7,026	8,088	7,930	8,526	8,954

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	Significant? P < 0.05?	Summary	95% CI of diff
G2 vs G3	0,1510	3,071	No	ns	-0.06659 to 0.3686
G2 vs G4	-0,7990	16,25	Yes	***	-1.017 to -0.5814
G2 vs G5	-1,139	23,16	Yes	***	-1.357 to -0.9214
G2 vs G6	-2,209	44,93	Yes	***	-2.427 to -1.991
G2 vs G7	-2,059	41,88	Yes	***	-2.277 to -1.841
G2 vs G8	-2,619	53,26	Yes	***	-2.837 to -2.401
G2 vs G9	-3,099	63,03	Yes	***	-3.317 to -2.881
G3 vs G4	-0,9500	19,32	Yes	***	-1.168 to -0.7324
G3 vs G5	-1,290	26,24	Yes	***	-1.508 to -1.072
G3 vs G6	-2,360	48,00	Yes	***	-2.578 to -2.142
G3 vs G7	-2,210	44,95	Yes	***	-2.428 to -1.992
G3 vs G8	-2,770	56,34	Yes	***	-2.988 to -2.552
G3 vs G9	-3,250	66,10	Yes	***	-3.468 to -3.032
G4 vs G5	-0,3400	6,915	Yes	***	-0.5576 to -0.1224
G4 vs G6	-1,410	28,68	Yes	***	-1.628 to -1.192
G4 vs G7	-1,260	25,63	Yes	***	-1.478 to -1.042
G4 vs G8	-1,820	37,01	Yes	***	-2.038 to -1.602
G4 vs G9	-2,300	46,78	Yes	***	-2.518 to -2.082
G5 vs G6	-1,070	21,76	Yes	***	-1.288 to -0.8524
G5 vs G7	-0,9200	18,71	Yes	***	-1.138 to -0.7024
G5 vs G8	-1,480	30,10	Yes	***	-1.698 to -1.262
G5 vs G9	-1,960	39,86	Yes	***	-2.178 to -1.742
G6 vs G7	0,1500	3,051	No	ns	-0.06759 to 0.3676
G6 vs G8	-0,4100	8,339	Yes	***	-0.6276 to -0.1924
G6 vs G9	-0,8900	18,10	Yes	***	-1.108 to -0.6724
G7 vs G8	-0,5600	11,39	Yes	***	-0.7776 to -0.3424
G7 vs G9	-1,040	21,15	Yes	***	-1.258 to -0.8224
G8 vs G9	-0,4800	9,762	Yes	***	-0.6976 to -0.2624

APÊNDICE B: Análise estatística das médias da rugosidade inicial para após clareamento dos grupos (Kruskal Wallis), desvio padrão e teste de Dunn para comparações individuais, p<0,05.

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
Number of values	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Minimum	-0,0080	-0,6580	-0,2970	-0,9640	-0,3400	-0,7440	-0,1100	-0,5940	-0,2970
25% Percentile	0,00725	-0,4338	-0,1230	-0,6953	-0,2730	-0,5488	-0,0680	-0,3700	-0,03875
Median	0,0520	-0,3480	-0,0575	-0,5540	-0,2085	-0,3190	-0,0315	-0,1010	0,0120
75% Percentile	0,0820	-0,06875	-0,0170	-0,2245	-0,1105	-0,1835	0,0060	-0,0015	0,0450
Maximum	0,1130	-0,0100	-0,0080	0,0350	-0,0230	-0,0230	0,0250	0,3030	0,0670
Mean	0,0480	-0,2960	-0,0853	-0,4798	-0,1902	-0,3437	-0,0335	-0,1623	-0,0206
Std. Deviation	0,04232	0,2139	0,09128	0,3143	0,1034	0,2173	0,04610	0,2779	0,1071
Std. Error	0,01338	0,06763	0,02887	0,09938	0,03270	0,06873	0,01458	0,08787	0,03386
Lower 95% CI	0,01772	-0,4490	-0,1506	-0,7046	-0,2642	-0,4992	-0,06648	-0,3611	-0,09721
Upper 95% CI	0,07828	-0,1430	-0,02000	-0,2550	-0,1162	-0,1882	-0,0005221	0,03647	0,05601

Dunn's Multiple Comparison Test	Difference in rank sum	Significant? P < 0.05?	Summary
G1 vs G2	50,00	Yes	**
G1 vs G3	29,00	No	ns
G1 vs G4	55,00	Yes	***
G1 vs G5	44,50	Yes	*
G1 vs G6	58,50	Yes	***
G1 vs G7	19,00	No	ns
G1 vs G8	32,00	No	ns
G1 vs G9	9,000	No	ns
G2 vs G3	-21,00	No	ns
G2 vs G4	5,000	No	ns
G2 vs G5	-5,500	No	ns
G2 vs G6	8,500	No	ns
G2 vs G7	-31,00	No	ns
G2 vs G8	-18,00	No	ns
G2 vs G9	-41,00	Yes	*
G3 vs G4	26,00	No	ns
G3 vs G5	15,50	No	ns
G3 vs G6	29,50	No	ns
G3 vs G7	-10,00	No	ns
G3 vs G8	3,000	No	ns
G3 vs G9	-20,00	No	ns
G4 vs G5	-10,50	No	ns
G4 vs G6	3,500	No	ns
G4 vs G7	-36,00	No	ns
G4 vs G8	-23,00	No	ns
G4 vs G9	-46,00	Yes	**
G5 vs G6	14,00	No	ns
G5 vs G7	-25,50	No	ns
G5 vs G8	-12,50	No	ns
G5 vs G9	-35,50	No	ns
G6 vs G7	-39,50	Yes	*
G6 vs G8	-26,50	No	ns
G6 vs G9	-49,50	Yes	**
G7 vs G8	13,00	No	ns
G7 vs G9	-10,00	No	ns
G8 vs G9	-23,00	No	ns

APÊNDICE C: Análise estatística das médias da rugosidade após clareamento para após escovação dos grupos (Kruskal Wallis), desvio padrão e teste de Dunn para comparações individuais, p<0,05.

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
Number of values	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Minimum	-0,1950	-0,9350	-1,222	-0,2450	-0,3580	-0,1980	-0,1920	-0,2490	-0,2930
25% Percentile	-0,1650	-0,9018	-0,9878	-0,09625	-0,0935	-0,1553	-0,1650	-0,2108	-0,2523
Median	-0,1445	-0,5765	-0,9365	-0,0285	-0,0175	-0,0155	-0,1095	-0,1035	-0,2005
75% Percentile	-0,1130	-0,3870	-0,7138	0,2590	0,0400	0,1055	-0,0735	-0,0355	-0,1555
Maximum	-0,0990	-0,2270	-0,4620	0,4870	0,2140	0,3180	0,0400	0,1190	0,1170
Mean	-0,1432	-0,6128	-0,8799	0,06440	-0,0308	-0,007600	-0,1074	-0,1053	-0,1794
Std. Deviation	0,03064	0,2547	0,2129	0,2379	0,1457	0,1570	0,06752	0,1233	0,1155
Std. Error	0,009688	0,08053	0,06733	0,07524	0,04608	0,04964	0,02135	0,03900	0,03653
Lower 95% CI	-0,1651	-0,7950	-1,032	-0,1058	-0,1350	-0,1199	-0,1557	-0,1935	-0,2620
Upper 95% CI	-0,1213	-0,4306	-0,7276	0,2346	0,07344	0,1047	-0,05910	-0,01708	-0,09676

Dunn's Multiple Comparison Test	Difference in rank sum	Significant? P < 0.05?	Summary
G1 vs G2	32,00	No	ns
G1 vs G3	38,00	No	ns
G1 vs G4	-24,00	No	ns
G1 vs G5	-21,00	No	ns
G1 vs G6	-19,00	No	ns
G1 vs G7	-7,000	No	ns
G1 vs G8	-8,000	No	ns
G1 vs G9	9,000	No	ns
G2 vs G3	6,000	No	ns
G2 vs G4	-56,00	Yes	***
G2 vs G5	-53,00	Yes	***
G2 vs G6	-51,00	Yes	**
G2 vs G7	-39,00	No	ns
G2 vs G8	-40,00	Yes	*
G2 vs G9	-23,00	No	ns
G3 vs G4	-62,00	Yes	***
G3 vs G5	-59,00	Yes	***
G3 vs G6	-57,00	Yes	***
G3 vs G7	-45,00	Yes	**
G3 vs G8	-46,00	Yes	**
G3 vs G9	-29,00	No	ns
G4 vs G5	3,000	No	ns
G4 vs G6	5,000	No	ns
G4 vs G7	17,00	No	ns
G4 vs G8	16,00	No	ns
G4 vs G9	33,00	No	ns
G5 vs G6	2,000	No	ns
G5 vs G7	14,00	No	ns
G5 vs G8	13,00	No	ns
G5 vs G9	30,00	No	ns
G6 vs G7	12,00	No	ns
G6 vs G8	11,00	No	ns
G6 vs G9	28,00	No	ns
G7 vs G8	-1,000	No	ns
G7 vs G9	16,00	No	ns
G8 vs G9	17,00	No	ns

APÊNDICE D: Análise estatística das médias do desgaste dos grupos (Kruskal Wallis), desvio padrão e teste de Dunn para comparações individuais, p<0,05.

DESGASTE	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
Number of values	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Minimum	8,232	11,52	9,369	8,089	8,536	8,241	8,224	8,176	8,078
25% Percentile	8,686	13,81	10,78	8,729	8,680	8,366	8,263	8,443	8,677
Median	9,192	14,33	11,51	9,863	8,832	8,825	8,416	8,847	9,468
75% Percentile	9,444	16,08	13,20	11,63	9,209	9,905	8,992	9,781	11,12
Maximum	10,68	18,92	14,37	16,01	11,08	11,94	9,916	10,83	12,32
Mean	9,150	14,79	11,78	10,42	9,090	9,301	8,661	9,078	9,872
Std. Deviation	0,6692	1,971	1,675	2,292	0,7387	1,200	0,5893	0,8476	1,475
Std. Error	0,2116	0,6232	0,5298	0,7247	0,2336	0,3795	0,1863	0,2680	0,4663
Lower 95% CI	8,671	13,38	10,58	8,780	8,562	8,442	8,240	8,472	8,817
Upper 95% CI	9,628	16,20	12,98	12,06	9,619	10,16	9,083	9,685	10,93

Dunn's Multiple Comparison Test	Difference in rank sum	Significant? P < 0.05?	Summary
G1 vs G2	-46,00	Yes	**
G1 vs G3	-34,00	No	ns
G1 vs G4	-11,00	No	ns
G1 vs G5	1,000	No	ns
G1 vs G6	-1,000	No	ns
G1 vs G7	16,00	No	ns
G1 vs G8	1,000	No	ns
G1 vs G9	-7,000	No	ns
G2 vs G3	12,00	No	ns
G2 vs G4	35,00	No	ns
G2 vs G5	47,00	Yes	**
G2 vs G6	45,00	Yes	**
G2 vs G7	62,00	Yes	***
G2 vs G8	47,00	Yes	**
G2 vs G9	39,00	No	ns
G3 vs G4	23,00	No	ns
G3 vs G5	35,00	No	ns
G3 vs G6	33,00	No	ns
G3 vs G7	50,00	Yes	**
G3 vs G8	35,00	No	ns
G3 vs G9	27,00	No	ns
G4 vs G5	12,00	No	ns
G4 vs G6	10,00	No	ns
G4 vs G7	27,00	No	ns
G4 vs G8	12,00	No	ns
G4 vs G9	4,000	No	ns
G5 vs G6	-2,000	No	ns
G5 vs G7	15,00	No	ns
G5 vs G8	0,0000	No	ns
G5 vs G9	-8,000	No	ns
G6 vs G7	17,00	No	ns
G6 vs G8	2,000	No	ns
G6 vs G9	-6,000	No	ns
G7 vs G8	-15,00	No	ns
G7 vs G9	-23,00	No	ns
G8 vs G9	-8,000	No	ns